

СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Научно-технический журнал по строительству и архитектуре

Construction and industrial safety
Scientific and Technical Journal on Construction and Architecture

№ 34(86) – 2024

Основан в 1996 году.
Выходит 4 раза в год (ежеквартально)

Учредитель:

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» (ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»), 295007, Республика Крым, г. Симферополь, проспект Академика Вернадского, 4

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовым коммуникациям (Роскомнадзор).
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-61830 от 18 мая 2015 г.

Включен в утверждённый ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации Перечень рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание учёных степеней кандидата наук, доктора наук

Главный редактор

Федоркин Сергей Иванович, советник РААСН, д.т.н., проф.
(КФУ им.В.И. Вернадского)

Заместители главного редактора:

Любомирский Николай Владимирович, советник РААСН,
д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского)

Николенко Илья Викторович, советник РААСН,
д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского)

Редакционная коллегия:

Абдулгасис У.А., д.т.н., проф. (КИПУ, Симферополь)

Аверкова О.А., д.т.н., проф. (БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород);

Бакаева Н.В., д.т.н., проф. (ЮЗГУ, Курск);

Бекпиров Э.А., д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского,
Симферополь);

Беспалов В.И., д.т.н., проф. (ДГТУ, Ростов-на-Дону)

Ветрова Н.М., д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского,
Симферополь) – руководитель раздела «Экологическая
безопасность»;

Гузнецков В.Н., д.пед.н., доц. (МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва);

Дворецкий А.Т., советник РААСН, д.т.н., проф. (КФУ им. В.И.
Вернадского, Симферополь);

Зайцев О.Н., д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского,
Симферополь) – руководитель раздела «Инженерное обеспечение»;

Маилян Д.Р., советник РААСН, д.т.н., проф. (ДГТУ, Ростов-на-
Дону);

Нагаева З.С., член-корреспондент РААСН, д.арх., проф. –
руководитель раздела «Градостроительство»

Невзоров А.Л., советник РААСН, д.т.н., проф. (САФУ им. М.В.
Ломоносова, Архангельск);

Несветаев Г.В., советник РААСН, д.т.н., проф. (ДГТУ, Ростов-на-
Дону);

Пищулина В.В., д.арх., проф. (ДГТУ, Ростов-на-Дону);

Сергейчук О.В., д.т.н., проф. (КНУСА, Киев, Украина);

Скибин Г.М., д.т.н., проф. (ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова,
Новочеркасск);

Тер-Мартirosян А. З., д.т.н., проф. (НИУ МГСУ, Москва)

Толстой М.Ю., к.т.н., доц. (ИРНИТУ, Иркутск);

Федосов С.В., академик РААСН, д.т.н., проф. (МГСУ, Москва)

Федюк Р.С., советник РААСН, д.т.н., доцент (ДВФУ, Владивосток);

Фесенко Л.Н., д.т.н., проф. (ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова,
Новочеркасск);

Цопа Н.В., советник РААСН, д.э.н., проф. (КФУ
им. В.И. Вернадского, Симферополь);

Чемодуров В.Т., д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского,
Симферополь);

Шаленный В.Т., д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского,
Симферополь) – руководитель раздела «Строительство»;

Шейна С.Г., советник РААСН, д.т.н., проф. (ДГТУ, Ростов-на-
Дону);

Щербак В.И., д.т.н., доц. (ВГТУ, Воронеж);

Югов А.М., д.т.н., проф. (ДОННАСА, Макеевка)

СТРОИТЕЛЬСТВО

И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

№ 34(86) – 2024

научно-технический журнал

Печатается по решению научно-технического
совета ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»
(протокол № 6 от 08.10.2024)

Координатор выпуска: *И.В. Николенко*
Верстка: *Г.Р. Биленко*

Редакция Института «Академия строительства и
архитектуры» ФГАОУ ВО «КФУ им.
В.И. Вернадского»

Адрес редакции: 295006, Республика Крым,
г. Симферополь, ул. Павленко, д. 3
e-mail: rio@napks.ru

Подписан в печать 09.10.2024.

Формат 70×108/16.

Бумага офсетная. Печать трафаретная.
Гарнитура Times New Roman. Усл.-печ. л. 10,9.
Тираж 100 экз.

Издатель: федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Крымский федеральный университет имени
В.И. Вернадского».

Издательство: ФГАОУ ВО «КФУ
им. В.И. Вернадского»

<http://cfuv.ru>, io_cfu@mail.ru

(3652) 60-84-98,

295007, Республика Крым, г. Симферополь,
проспект Академика Вернадского, 4, каб. 400Б

Отпечатано в типографии ФГАОУ ВО «КФУ
им. В.И. Вернадского»
295000, Республика Крым, г. Симферополь,
бульвар Ленина, 5/7

Распространяется по подписке.

Подписка по каталогу агентства «Роспечать».

Подписной индекс: 64974 (полугодовая).

Стоимость 1 экз. журнала 227,0 руб.

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Градостроительство

Сидорова В.В., Романов А.А. ПРИНЦИПЫ РЕКОНСТРУКЦИИ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ РАЙОНА Г. АЛУШТА. ОБЗОР МИРОВОГО ОПЫТА.	5
Суворов А.И., Сидорова В.В., Волкова Н.Н., Живица В.В. СТРУКТУРАЛИЗМ – НЕЗАВЕРШЁННЫЙ ЭТАП ПОИСКОВ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ	15

Раздел 2. Строительство

Синцов А.В., Данченко Н.В., Митрофанов С.В., Абдурахманов А.З. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КУПОЛА В КОТЕДЖЕ ПРИ ОСВОЕНИИ БАЛАКЛАВСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ	25
Меннанов Э.М., Родин С.В., Калафатов Д.А., Богуцкий Ю.Г. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СИЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФУНДАМЕНТОВ С ГРУНТОВЫМ ОСНОВАНИЕМ	31
Зайцев О.Н., Сиваченко Ю.А. СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УДАЛЕНИЯ ВРЕДНОСТЕЙ ОТ ПОСТОВ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ	39

Раздел 3. Инженерное обеспечение

Бекиров Э.А., Абдурахманов Р.Н., Асанов М.М. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОКРЫТИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ И Г. СЕВАСТОПОЛЬ	45
Важдаев К.В., Мартяшева В.А., Аллабердин А.Б., Гарипов Б.А., Ткачук М.А., Юсупов А.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ	51
Бекиров Э.А., Воскресенская С.Н., Нусретова С.Ш. ТЕПЛОПТЕРИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	59

Раздел 4. Экологическая безопасность

Шатило Т.Ф., Сидорова В.В. ПРОБЛЕМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ КАРЬЕРОВ ПОСЛЕ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	67
Амбросова Г.Т., Ганзориг Шонхор, Уколова К. И., Рафальская Т.А. ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГОРОДА УЛАН-БАТОРА (МОНГОЛИЯ)	75
Список авторов	85
Руководство для авторов	86

CONTENT

Section 1. Town planning

<i>Sidorova V.V., Romanov A.A.</i> THE PRINCIPLES OF RECONSTRUCTION OF RESIDENTIAL TERRITORIES ON THE EXAMPLE OF THE DISTRICT OF ALUSHTA. AN OVERVIEW OF WORLD EXPERIENCE	5
<i>Suvorov A. I., Sidorova V. V., Volkova N. N., Zhivitsa V. V.</i> STRUCTURALISM IS AN UNFINISHED STAGE OF THE SEARCH FOR MODERN ARCHITECTURE	15

Section 2. Construction

<i>Sintsov A.V., Danchenko N.V., Mitrofanov S.V., Abdurakhmanov A.Z.</i> APPLICATION OF A METAL DOME IN A COTTAGE DURING THE DEVELOPMENT OF THE BALAKLAVA COAST OF THE BLACK SEA	25
<i>Mennanov E.M., Rodin S.V., Kalafatov D.A., Bogutsky Y.G.</i> PLANNING AN EXPERIMENT IN THE STUDY OF THE FORCE INTERACTION OF FOUNDATIONS WITH A SOIL BASE	31
<i>Zaitsev O.N., Sivachenko Yu.A.</i> A METHOD TO INCREASE THE EFFICIENCY OF REMOVING HAZARDS FROM PLASMA CUTTING POSTS	39

Section 3. Engineering Support

<i>Bekirov E.A., Abdurahmanov R.N., Asanov M.M.</i> PROSPECTS OF USING BIOGAS PLANTS TO COVER ELECTRICITY NEEDS IN THE REPUBLIC OF CRIMEA AND THE CITY OF SEVASTOPOL	45
<i>Vazhdaev K.V., Martyasheva V.A., Allaberdin A.B., Garipov B.A., Tkachuk M.A., Yusupov A.M.</i> USE OF DOMESTIC 3D MODELING SOFTWARE PRODUCTS IN THE DESIGN OF ENGINEERING NETWORKS	51
<i>Bekirov E.A., Voskresenskaya S.N., Nusretova S.Sh.</i> HEAT LOSS FROM GEOTHERMAL ENERGY SOURCES	59

Section 4. Environmental safety

<i>Shatilo T.F., Sidorova V.V.</i> PROBLEMS OF QUARRY RESTORATION AFTER OPEN MINING	67
<i>G. T. Ambrosova, Ganzorig Sh, K. I. Ukolova, T.A. Rafalskaya</i> PROBLEMS OF WASTEWATER TREATMENT of ULAANBAATAR (MONGOLIA)	75
<i>List of authors</i>	85
<i>Authors Guide</i>	86

Раздел 1. Градостроительство

УДК 711.4-16

ПРИНЦИПЫ РЕКОНСТРУКЦИИ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ РАЙОНА Г. АЛУШТА. ОБЗОР МИРОВОГО ОПЫТА.

Сидорова В.В.¹, Романов А.А.²

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,
Институт «Академия строительства и архитектуры»,
295493, Республика Крым, г. Симферополь, улица Киевская, 181,
¹ nucikBBC@yandex.ru, ² roalan85@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию современного опыта и принципов реконструкции селитебных территорий, а также изучению зарубежных и отечественных литературных источников по реконструкции селитебных территорий городов на берегу Черного моря и Средиземного моря. Были проанализированы отечественные и зарубежные примеры уже совершенных реконструкций и проведен их сравнительный анализ с выделением основных отличительных черт, архитектурно-планировочных проблем населенных пунктов и их связь с природно-климатическими условиями. Осуществлен анализ расположения исторического ядра некоторых исследуемых городов и выявлено их влияние на конфигурацию функциональных зон в городе, расположение селитебных территорий относительно них и транспортного каркаса населенных пунктов. На основании этого исследования авторами разработаны принципы реконструкции селитебных территорий на примере района г. Алушта с учетом связи района проектирования с зеленым и транспортным каркасом города, требований по рациональному использованию территории и ее технической безопасности в особых геологических и гидрологических условиях.

Предмет исследования: Предметом исследования является реконструкция селитебных территорий.

Материалы и методы: в ходе исследования анализировались литературные источники, находящиеся в общем доступе, проводился сравнительный анализ функционального зонирования прибрежных городов, а также проводились натурные исследования.

Результаты: проведен комплексный анализ зарубежного и отечественного примеров районов и городов, связанные с реконструкцией селитебных территорий городов на прибрежных территориях, а также рассмотрены проблемы, возникающие в процессе реконструкции. На основании вышеизложенной информации разработаны принципы реконструкции селитебных территорий.

Выводы: Анализ показал, что большая часть рассматриваемых районов, в которых проводилось внедрение разработанные экспериментальных моделей как составной части проектирования, находятся в похожих природно-климатических условиях и имеют, во многом, похожие проблемы и требования в сфере градостроительства (функциональное зонирование города, жилая застройка) и урбанистики (благоустройство). При этом было определено, что наиболее часто встречающейся проблемой в представленных городах является несоблюдение аэрационного режима территории и перегрузка транспортной сети.

Ключевые слова: реконструкция, реновация, техническая безопасность, селитебная территория, прибрежные территории.

ВВЕДЕНИЕ

Тема реконструкции селитебных территорий городов в прибрежных районах развивается длительное время, поскольку на это влияют как экономические условия, в которых находится Республика Крым, так и общая инертность развития городов и их агломераций.

Цель исследования – провести сравнительный анализ планировочной структуры приморских городов, а также мирового и отечественного опыта реконструкции селитебных территорий, сравнить полученные примеры с реконструкцией в г. Алушта и определить принципы реконструкции селитебных территорий в них.

Будут проанализированы зарубежные и отечественные примеры районов и городов, связанные с реконструкцией селитебных территорий городов на прибрежных территориях, будет рассмотрен вопрос о том, каким образом можно учитывать инерционность развития городов при реконструкции селитебных территорий, а также какие меры возможно предпринимать для

уменьшения рисков, связанных с сейсмической активностью в регионе и повышения технической безопасности. Также будет проведен анализ функционально-планировочной организации территории ее позитивные и негативные, то есть, проанализирован материал для сравнительного анализа.

Реконструкция застроенных территорий требует использование комплексного подхода для получения актуальных данных о районе проектирования и подборе оптимальных решений для функционально-планировочной организации селитебной территории с учетом оценки большого количества факторов, связанных как с природными, так и с экономическими условиями, а также потребностями населения, проживающего на проектируемой территории.

Актуальность темы подтверждается нахождением района проектирования на южном берегу Крыма, в особых геологических и гидрологических условиях. Также важным фактором является неэффективное использование территории, распространенность устаревшего и

аварийного жилого фонда. Слишком плотная нерегулируемая городская застройка не только лишает город возможности развития общественных пространств, но и может стать причиной застоя воздуха в дворовых пространствах в летнее время, стать угрозой потери приморского лечебного микроклимата и эстетической привлекательности города.

Актуальность также подтверждается проблемами технической безопасности застройки, возникающими при сносе зданий, которые расположены в плотно застроенных районах и повреждены в результате штормов или землетрясений. Так, например, в прибрежных городах Турции после пошедших землетрясений многие здания оказались повреждены, из-за чего потребовался их снос. Вследствие частного нарушения отступов и ошибок строителей частьносимых зданий обрушивалась на инженерные коммуникации или на соседние дома.

Также важной темой, раскрывающей проблемы функционального зонирования селитебной территории у приморской полосы является пошедший в конце ноября 2023 года шторм в Черном море. Этот шторм затронул несколько населенных пунктов Алуштинского городского округа, повредив набережную вместе с расположенными при ней зданиями, а также инженерную инфраструктуру. Во многом, все эти проблемы были вызваны вышеперечисленными факторами, связанными с функционально-планировочной организацией территории. Здания и отдельные конструкции находились слишком близко к береговой полосе, в результате чего они получили повреждения разной степени. Твердое покрытие набережных также было повреждено.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Анализ отечественной нормативно-правовой базы позволяет понять, что реконструкция является составной частью комплексного развития территории, которое, согласно ГрК РФ, определяется как один из видов деятельности по комплексному и устойчивому развитию территории [1].

Изменения, связанные с комплексным повышением качества жилой застройки и комфорта среды обитания, требуют системных подходов к реконструкции городской застройки. Согласно СП 42 «Градостроительство, планировка и застройка городских и сельских поселений», «...формирование объемно-пространственной композиции застройки разрабатывается в виде концепции градостроительного решения комплексной реконструкции жилого образования (квартала, микрорайона, жилого района) с целью определения совокупности предпосылок сохранения и обновления сложившейся застройки» [2].

Необходимость образования новых общественных пространств в селитебной

территории зафиксирована в стратегии социально-экономического развития для Алуштинского городского округа в дополнение к стратегии для всего Крыма [3, 4].

В настоящее время среди теоретических работ, рассматривающих процесс реновации городской среды, выделяются посвященные поиску методов уплотнения застройки городской территории путем реновации и изменения функционального зонирования территории, а также реконструкции существующих жилых зданий с частичной заменой конструктивных элементов и сохранением планировки района [5].

Шилина Е. Н. [6] рассматривает современные требования и факторы, непосредственно влияющие на выбор планировочных решений. Среди них выделяются: социальные требования (с учетом особенностей быта местного населения); демографические требования (обеспечение возможности предоставления набора квартир для различных контингентов жителей); функциональные требования (рациональность планировки района, его функциональных зон и привязки зданий); инсоляционные требования; противопожарные требования (они также влияют на привязку зданий и конфигурацию жилых районов), а также аэрационный режим жилой застройки [6]. В результате автором сделан вывод о том, что конфигурация жилой застройки относительно схемы ветров для зимнего и летнего времени определяющим образом влияет на аэрационный режим территории, его микроклимат и, как следствие, на комфортность среды для человека.

Пристальное внимание к комплексному освоению и развитию регионов направлено на приоритетные территории, которых на настоящее время выделяется пять: Дальний Восток; Северный Кавказ; арктические территории; Калининградская область; в том числе как перспективный район упоминается и Республика Крым [7].

Болгарские исследователи Ковачева А., Георгиева Г. [8] приводят информацию о проводимых в своей стране архитектурных конкурсах по реконструкции старого жилья. Рассмотрено развитие многоквартирного жилья, построенного по индустриальным технологиям в эпоху массового строительства социального типового жилья. На основе представленных пилотных примеров были проанализированы текущие проблемы устойчивого развития болгарского массового жилищного строительства и намечены возможные решения в виде реконструкции существующих зданий с использованием современных строительных материалов [8].

К другим теоретическим работам по реконструкции селитебных зон можно отнести пример Новороссийска, для которого характерно не только приморское положение и схожее с Алуштой природно-климатические условия, но и ветровой режим, определяющий конфигурацию проектируемой застройки. Была проанализирована

текущая функционально-планировочная организация территории и выявлены её несоответствие текущему ветровому режиму (летнему и зимнему). Исходя из этого, предложена схема градо-климатического зонирования селитебной территории города Новороссийска. Установлено, что зимой необходимо ограничить доступ холодных ветров внутрь городской застройки со стороны северо-востока, а летом развивать бризовые ветры южного и юго-восточного направления на северо-запад [9].

Набережным, как составной части селитебной территории, уделяется внимание в работе Е. McDonald «Городские набережные». В результате проведенного анализа автором было определено, что набережные имеют свойство привлекать большое количество посетителей, особенно в курортные сезоны. Предлагаются рекомендации для их обустройства. Так, например, рекомендуются следующие функциональные зоны: порт (имеется в виду обустройство полноценного морвокзала), пляж, место для временного хранения легкового автотранспорта, рекреация (к ним относятся зеленые зоны, ограждающие жилое пространство и зону общественного обслуживания от береговой линии), зона для объектов общественного обслуживания, транзитная зона и др. [10].

В своей работе «Города для людей» Ян. Гейл обращает внимание читателя на постановку приоритетов в формировании современной городской среды и на то, что такое город и чем он должен быть, как люди относятся к городу и соотносят самих себя с ним, а также об истории изменения всего вышесказанного в XX веке с приходом модернизма и в XXI веке как реакции на эти изменения. Автором проведен сравнительный анализ общественных пространств в селитебных зонах и определены критерии оценки комфортности селитебных территорий. Особое внимание уделяется социологическому фактору, то есть тому, как человек чувствует себя в городской среде и

какое психо-эмоциональное воздействие на человека может быть оказано пространствами разных конфигураций [11].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе исследования анализировались литературные источники, находящиеся в общем доступе, проводился сравнительный анализ функционального зонирования и благоустройства прибрежных городов. Проведены натурные обследования и фотофиксация приморской зоны г. Алушты.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Варна (Болгария). Итоги архитектурного конкурса Конкурс «Новая жизнь панельным комплексам» организован «АРХМОДУЛ» про реконструкции старого массового жилья в Болгарии были объявлены на сайте ARHMODUL.COM на суд жюри инновационного конкурса было представлено 34 проекта. Проект победитель интерпретировал старую идею, опубликованную профессором Ковачевым в своих градостроительных публикациях, которая предлагала свой подход к реконструкции панельных зданий. Эта идея основывалась на улучшении теплоизоляции и энергоэффективности зданий, а также расширении здания за счет увеличения толщины и/или длины здания, модернизации существующих плоских крыш, эффективного озеленения кровли и фасада.

Такой подход также привел к увеличению жилой площади, повышению устойчивости конструкции здания, использованию современных строительных материалов и, наконец, помимо повышения энергоэффективности, панельному зданию был придан новый архитектурный облик (Рис. 1.).



Рис. 1. Концепция реконструкции старого панельного жилья в городе Варна
Fig. 1. The concept of reconstruction of old panel housing in the city of Varna

По примеру разработанных проектных решений было реконструировано несколько жилых районов с

застройкой средней этажности, в основном, в прибрежной северной части города.

Также реконструкции подвергалась многоэтажная застройка, представленная, в большинстве своем, старыми панельными домами. Кроме изменения планов, позволивших значительно увеличить жилую площадь, были изменены принципы планировки самих районов. Здания стали располагаться дальше друг от друга, что повысило безопасность, а пространство между ними стало возможно занять пешеходными путями и общественными пространствами.

Кроме вышеперечисленных примеров, отдельно стоит рассмотреть историческое ядро города, находящиеся около городского порта. В отличие от прямоугольной квартальной застройки, исторический центр имеет более свободную ориентацию улиц, что дополнительно указывает на происхождение этого района.

На его территории также расположено более 6 православных церквей, общественное пространство у которых занимает довольно большую площадь. Центр города примыкает к крупной магистрали регионального значения, соединяющей район с соседними муниципальными образованиями (бульвар Христо Ботев).

Примечательна система озеленения в города. Находящаяся около городского ядра парковая зона не только имеет на своей территории место для активного и тихого отдыха, но и выполняет функцию барьера, разделяющего пляж от общественно деловой зоны. Это положительно влияет на шумовые характеристики общественного пространства, позволяет застраивать территорию около пляжей, а значит улучшает техническую безопасность в случае сильных штормов.

Наибольший потенциал демонстрирует южная часть города, наименее застроенная на данный момент. Свободная территория может быть занята застройкой средней этажности на террасах, а территория, занятая индивидуальной жилой застройкой, согласно проекту, планируется к постепенной реновации со строительством жилья средней этажности.

Анталья (Турция). На берегу Средиземного моря, в городе Анталья проводится реновация района район Алтынташ. Этот район имеет перспективное географическое положение, находится близко в общественно деловой зоне у пляжей на юге и при этом находится рядом с Анталийским аэропортом (Рис. 2.).

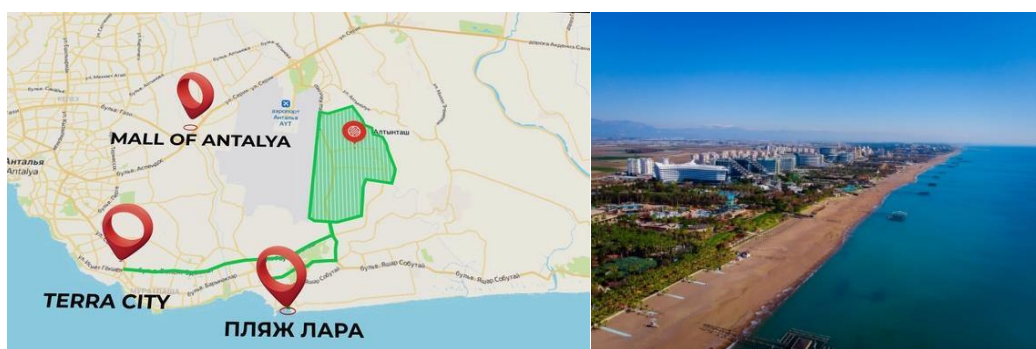


Рис. 2. Ситуационная схема района Алтынташ в городе Анталья и результат реконструкции
Fig. 2. The situational scheme of the Altıntaş district in Antalya and the result of reconstruction

Кроме достаточно хорошей транспортной доступности, этот район имеет сравнительно невысокую цену на землю, что объясняет выбор застройщиков и градостроителей. Эстетическая привлекательность района также обеспечивается наличием на его территории точек видового раскрытия на местные горы. На территории района был построен большой парк развлечений, являющийся точкой притяжения туристов со всего города. Застройка района представлена, в основном, отелями и премиальным жильем, представленным многофункциональными жилыми комплексами, имеющими на первых этажах зоны общественного обслуживания. Поскольку район находится на краю города, до этого застройка была представлена, в основном, индивидуальным или блокированным жильем и сравнительно небольшим количеством территории, не занятой застройкой.

Барселона (Испания). В городе Барселона за всю его историю было произведено большое

количество реконструкции. Наиболее крупная проводилась представителями местных властей и предусматривала добавление диагональных транзитных связей с озеленением в регулярную, прямоугольную структуру города. Это позволило повысить транспортную доступность административного центра города и уменьшить нагрузку на улично-дорожную сеть. За последние 10 лет в г. Барселона (Испания) все еще ведется реконструкция нескольких жилых районов. Наибольшее количество реконструируемых городских элементов находится в районе Эшампле (Eixample).

Район располагается в старой части города, близ крупных памятников архитектуры и крупнейших объектов культурного наследия, например, Саграда Фамилия, который находится прямо на территории района (рис. 3).

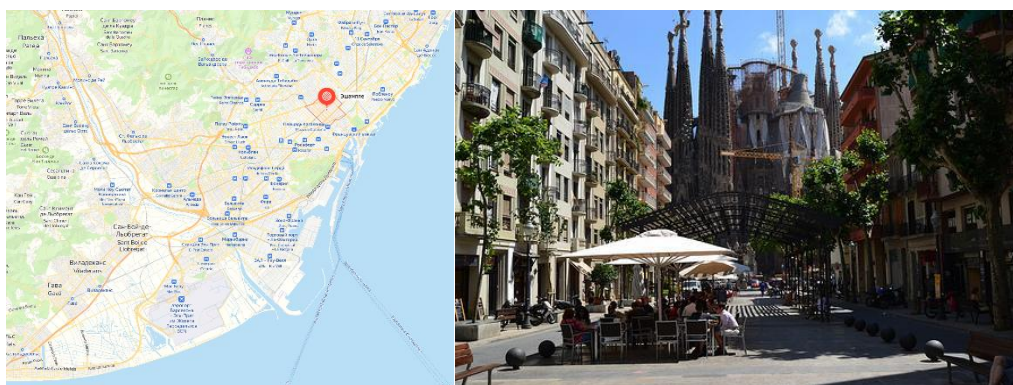


Рис. 3. Ситуационная схема города Барселона, район Эшампле и результат реконструкции
Fig. 3. The situational scheme of the city of Barcelona, the Eixample district and the result of the reconstruction

Было проведено большое количество работ по реконструкции с целью улучшения эстетических качеств города путем изменения схемы движения легкового автомобильного транспорта (попытка сделать центр пешеходным) и внесены изменения в профилях самих улиц. Развита система «малой мобильности» (арендуемые самокаты и велосипеды), позволяющая добраться от остановок общественного транспорта до самых важных частей города. В последние несколько лет местная общественность обсуждает тему запрета электросамокатов из-за их опасности для пешеходов, что вызвано беспечностью водителей и тем, что специализированные велодорожки есть не везде. Даже с учетом этого социального фактора, система арендуемых велосипедов, вероятно, сможет воспринять часть нагрузки.

Разработана схема «суперквадрата», объединяющего девять городских кварталов, имеющая кольцевую схему движения транспорта, то есть, внутри района легковой транспорт не допускается, а места временного хранения легкового автотранспорта находятся на специализированных городских парковках за пределами образуемых кварталов.

Копенгаген (Дания). Важным местом в теории и практике реконструкции селитебных территорий занимает пример Яна Гейла и его работы по реконструкции одной из улиц г. Копенгаген, выбранного в качестве объекта для внедрения экспериментальных моделей проектирования. Благодаря изучению и постепенной модернизации был превращен из автомобильного города в

пешеходный. Быстрым этот процесс преобразования не был — в общей сложности на модернизацию ушло сорок лет, однако именно в результате работы Яна Гейла пешеходная ул. Строгет стала самой длинной и удобной в Европе. Это была не единственная улица в Копенгагене, преобразованная Яном Гейлом и его фирмой Gehl Architects в рамках городского стратегического плана муниципалитета Копенгагена.

Также реконструкции подверглась двухкилометровая улица Нёрреброгаде, находящаяся в мульти-национальном районе Копенгагена имела. Эта загруженная автомобилями улица была преобразована в пешеходную, «разбавленную» зелеными зонами скверов и рекреаций, что решило многие функционально-планировочные проблемы территории.

Сочи (Россия). Рассматривая отечественный опыт реконструкции селитебных территорий в приморских городах, нужно обратить внимание на г. Сочи. Этот город занимает важное положение в системе расселения важной части России благодаря своему курортному профилю и достаточно большому количеству курортных и туристических объектов в приморской полосе. За последние 10 лет для прибрежной полосы было разработано несколько мастер-планов по реконструкции селитебных территорий у моря. Один из проектов предполагает обустройство новых берегоукрепительных сооружений на границе Центрального района и района Новые Сочи. Эти сооружения будут препятствовать размыванию песчаных пляжей города (рис. 4.).

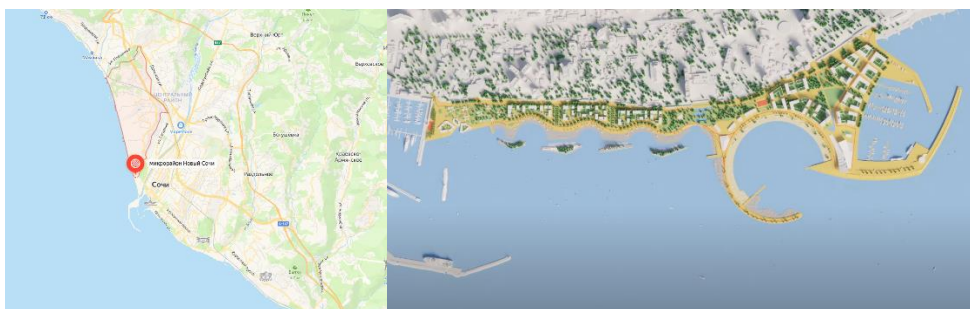


Рис. 4. Ситуационная схема города Сочи и предложение реконструкции
Fig. 4. The situational scheme of the city of Sochi and the proposal for reconstruction

Проектом предусмотрено также развитие транспортной инфраструктуры, которое включает в себя: реконструкцию пешеходной зоны набережной с заменой покрытия, а также выделение дополнительных велосипедных полос, которые улучшат транспортную доступность прибрежных объектов обслуживания и безопасность благодаря разграничению потоков пешеходов и велосипедистов. Предлагается реконструкция остановок общественного транспорта, чтобы связать транспортную сеть набережной с городскими районами.

Планом предусмотрено размещение в приморской зоне галерейных жилых домов, обеспеченных озеленением на крышах, достаточным уровнем аэрации и солнцезащиты, первые этажи которых будут содержать объекты общественного обслуживания, что сделает территорию более многофункциональной.

Ростов-на-Дону (Россия). Еще одним примером отечественной практики реконструкции жилой зоны является пример переулка Газетного в Ростове-на-

Дону. За один год удалось обновить покрытия и добавить солнцезащиту в виде натяжных парусов. Это призвано улучшить как эстетические качества территории, так и микроклимат. Солнцезащита не только позволяет создать искусственную тень, но и может частично скрывать диспропорции в силуэте застройки (соотношение высоты застройки по обеим сторонам улицы).

Кроме этого, теперь весь переулок является пешеходным. Он оснащен дополнительной солнцезащитой и озеленением.

Алушта (Россия, Республика Крым). В городе Алушта за последние годы было проведено несколько работ по реконструкции. Они касались как реконструкции зданий и сооружений, так и общественных пространств в пределах территории общего пользования.

Наиболее примечательным примером является реконструкция центральной набережной, недалеко от местной ротонды и пл. Советской, расположенной в географическом и административном центре города (рис. 5).

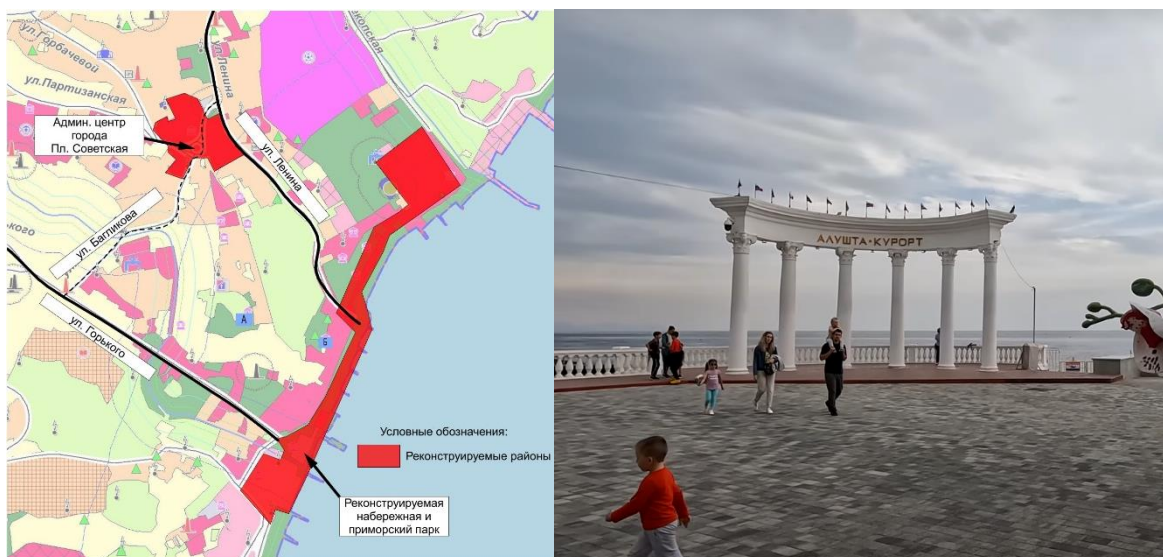


Рис. 5. Реконструкция в городе Алушта. Ситуационная схема и результат реконструкции
Fig. 5. Reconstruction in the city of Alushta. Situational scheme and the result of the reconstruction

Реконструкция набережной касалась, в основном обновления покрытия, замены старых материалов на новые с выкладыванием геометрических фигур. Усилены волноотбойные стены, ограждения, обновлены элементы благоустройства и фонтан в центре набережной. Кроме того, был обновлен участок набережной, сильнее всего страдающий от штормов и неоднократно получавший повреждения из-за несостоятельности своей конструкции.

Центральная площадь города (пл. Советская) была открыта для посещения незадолго до конца 2023 года. Реконструкция предусматривала обновление покрытия и МАФ. Было обновлено

водяное зеркало, выполнена подсветка и перемещены флагштоки около административного здания.

Подводя итог по анализу вышеперечисленных работ, стоит отметить, что речь идет об отдельных участках общественных пространств, а этого часто недостаточно для курортного города. Хотя полученные результаты в плане качества и масштаба работ можно назвать скромными, потенциал для роста есть.

Далее приведен сравнительный анализ планировочной структуры приморских городов, а также мирового и отечественного опыта реконструкции селитебных территорий (табл. 1.).

Таблица 1. Сравнительный анализ.
Table 1. Comparative analysis.

Название города	Сильные стороны	Слабые стороны	Реконструкция
Алушта	Большое количество озеленения относительно площади города, много объектов культурного наследия на территории селитебных зон; курортный климат; большой процент населения в агломерации (потенциал ее развития); особые геологические и гидрологические условия (оползни и землетрясения).	Хаотичная, нерегулируемая застройка в центральной части города; несоответствие некоторых районов аэрационному режиму территории; сезонность работы многих рекреационных объектов.	Проводилась реконструкция набережной и центральной площади города.
Варна	Есть развитая портовая инфраструктура; перспективные районы для развития селитебных зон и расширения города; квартальная структура жилых районов (транспортная доступность) курортный климат.	Старая многоквартирная блокированная застройка с особым правовым режимом; несоответствие некоторых районов аэрационному режиму территории; переизбыток площадей на одного человека (много полупустого и пустого жилья); разделенность планировочной структуры города природной бухтой, что ухудшает транспортную доступность.	Проводилась реконструкция районов, в северной части города, выходящих на море. Небольшие работы на малоэтажной, южной части города.
Анталья	Большой процент озеленения относительно площади города, большое количество общественных пространств у прибрежной полосы; курортный климат; особые геологические и гидрологические условия (оползни и землетрясения).	Перегруженность дорожно-транспортной сети (особенно в центральной части города); сезонность работы многих рекреационных объектов.	Проводилась реновация малоэтажного приморского района. Старое жилье заменено на территория с озеленением общего пользования (парки и скверы), пляжную инфраструктуру, многоэтажные жилые и общественные здания.
Барселона	Много объектов культурного наследия на территории селитебных зон; большая протяженность и площадь городских пляжей, радиально расположенные магистрали регионального значения и транспортная доступность административного центра города.	Перегруженность дорожно-транспортной сети (особенно в центральной части города); несоответствие некоторых районов аэрационному режиму территории.	Проводилась реконструкция общественных пространств в условиях плотной жилой застройки. Изменены профили улиц, схема использования город и улиц, разработана схема «суперквартала» для более рационального использования территории.
Копенгаген	Продуманная планировка и функционально-планировочные решения; доступность средств «малой мобильности»; большое количество пешеходных улиц и общественных пространств, в которые не допущен индивидуальный транспорт.	Относительно холодный климат; несоответствие некоторых районов аэрационному режиму территории;	Проводилась реконструкция общественных пространств в условиях плотной жилой застройки. Изменены профили улиц, схема использования город и улиц, развита инфраструктура для средств «малой мобильности» (электросамокаты и велосипеды).
Сочи	Курортный климат и важное место в системе расселения Краснодарского края; возможность реконструкции приморской зоны для повышения ее эстетических качеств; смешанная планировочная структура жилых районов (регулярная на западе, свободная на востоке).	Современное состояние некоторых набережных; выявлены районы с низким показателем аэрационного режима территории.	Разработаны схемы реконструкции набережной с предложением нового функционального зонирования, организацией пешеходного и транспортного движения, а также предложено обновление застройки.
Ростов-на-Дону	Есть развитая портовая инфраструктура; уникальный облик портовой инфраструктуры; квартальная структура жилых районов (транспортная доступность); занимает важное место в системе расселения субъекта РФ (административный центр региона).	Проблемы с транспортной доступностью центральных районов в час пик; раздельность планировочной структуры города рекой, что ухудшает транспортную доступность; несоответствие части новых районов аэрационному режиму территории.	Проводилась реконструкция улицы в центральной части города. В результате улица стала пешеходной, появилась солнцезащита, элементы благоустройства, в частности навесы для пешеходов.

ВЫВОДЫ

Проведен комплексный анализ зарубежного и отечественного опыта реконструкции, примеров районов и городов, связанных с реконструкцией селитебных территорий городов на прибрежных территориях, а также проблем, возникающих в

процессе реконструкции. Анализ показал, что большая часть рассматриваемых районов, в которых проводилось внедрение разработанные экспериментальных моделей как составной части проектирования, находятся в похожих природно-климатических условиях и имеют, во многом, похожие проблемы и требования в сфере градостроительства (функциональное зонирование

города, жилая застройка) и урбанистики (благоустройство).

Также был проведен сравнительный анализ выделенных примеров, с кратким описанием каждого из них. В результате проведенного сравнительного анализа было определено, что наиболее часто встречающейся проблемой в представленных городах является несоблюдение аэрационного режима территории и перегрузка транспортной сети.

На основании вышеизложенной информации разработаны принципы реконструкции селитебной территории.

Для жилой застройки определены следующие принципы: принцип создания удобной пешеходной сети (и вертикальной планировки); принцип организации безопасных, комфортных пространств; формирование сети многофункциональных общественных пространств внутри квартала; принцип оптимальной панорамы (силуэта застройки).

Для рациональной реконструкции общественных пространств в пределах плоскостных планировочных структур определены следующие принципы: обеспечения комфортных условий для человека (соразмерность пространства человеку); техническая безопасность таких пространств; рациональное использование территории (оптимальные планировочные решения); использование современных материалов.

Выделенные принципы реконструкции селитебных территорий, основанные на анализе примеров мирового и отечественного опыта, подходят не только для Алушты, являясь универсальными для планировочных структур приморских городов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации: федер. закон Рос. Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 04.08.2023): принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 22 дек. 2004 г. : одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 24 декабря 2004 г.

2. Планировка и застройка городских и сельских поселений: СП 42.13330.2016. : Утв. приказом Мин. строительства и жилищно-комм. хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. N 1034/пр : введен в действие с 1 июля 2017 г.

3. Стратегия социально-экономического развития муниципального образования городского округа Алушта Республики Крым до 2026г. : решение Алуштинского городского Совета от 13 мая 2016 г. № 20/42: утверждено Алуштинском городским Советом 13 мая 2016 г.

4. Стратегия социально-экономического развития Республики Крым до 2030 г.: закон РК от 9 января 2017 г. N 352-ЗРК/2017: принят Советом Республики Крым 28 декабря 2016 г.

5. Кантер М.М., Карпенко М.Н. Реконструкция застроенных территорий – главный приоритет в развитии городов // Науковедение. 2013. № 3(16). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20194804> (дата обращения: 11.12.2023).

6. Шилина Е. Н. Принципы формирования жилой застройки в условиях реновации жилищного фонда // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2019. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsipy-formirovaniya-zhiloy-zastroyki-v-usloviyah-renovatsii-zhilischnogo-fonda> (дата обращения: 18.12.2023).

7. Огнев И. А. Комплексное освоение и развитие Республики Крым // Журнал прикладных исследований. 2022. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnoe-osvoenie-i-razvitie-respubliki-krym> (дата обращения: 11.12.2023).

8. Ковачев А., Георгиев Г. Проблемы реновации многоэтажного жилья в Болгарии. Архитектура и современные информационные технологии. 2018. Вып. 2(43), стр. 300-311

9. Сокольская О. Н., Каранова В. В. Градо-климатическое зонирование города Новороссийска с учетом особенностей ветрового режима // Строительство: наука и образование. 2022. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/grado-klimaticheskoe-zonirovanie-goroda-novorossiyska-s-uchetom-osobennostey-vetrovogo-rezhima>.

10. McDonald E. Городские набережные. L.Routledge. 2017. – 230 с.

11. Ян Гейл. Города для людей. Изд. На русском языке – Концерн “КРОСТ” пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2012. – 276 с.

REFERENCES

1. Urban Planning Code of the Russian Federation: feder. The law grew. Federal Law No. 190-FZ dated 12/29/2004 (as amended on 08/04/2023): adopted by the State Duma of the Federal Assembly. Sobr. Grew up. Federation 22 Dec. 2004 : approved. By the Federation Council Feder. Sobr. Grew up. Federation on December 24, 2004.

2. Planning and construction of urban and rural settlements: SP 42.13330.2016. : Approved by the order of the Ministry. construction and housing comm. farms of the Russian Federation dated December 30, 2016 N 1034/pr : entered into force on July 1, 2017.

3. Strategy of socio-economic development of the municipal formation of the Alushta urban district of the Republic of Crimea until 2026 : decision of the Alushta City Council dated May 13, 2016 No. 20/42: approved by the Alushta City Council on May 13, 2016.

4. Strategy of socio-economic development of the Republic of Crimea until 2030: Law of the Republic of Crimea dated January 9, 2017 N 352-ZRK/2017: adopted by the Council of the Republic of Crimea on December 28, 2016.

5. Kanter M.M., Karpenko M.N. Reconstruction of built-up areas - the main priority in urban development // Naukovedenie. 2013. No. 3(16). URL:

<https://elibrary.ru/item.asp?id=20194804> (date of application: 11.12.2023).

6. Shilina E. N. Principles of the formation of residential buildings in the conditions of renovation of housing stock // International Journal of Applied Sciences and Technologies "Integral". 2019. No.2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsiyiformirovaniya-zhiloy-zastroyki-v-usloviyah-renovatsii-zhilischnogo-fonda> (date of reference: 12/18/2023).

7. Ognev I. A. Complex development and development of the Republic of Crimea // Journal of Applied Research. 2022. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnoe-osvoenie-i-razvitiye-respubliki-krym> (date of application: 11.12.2023).

8. Kovachev A., Georgiev G. Problems of renovation of multi-storey housing in Bulgaria. Architecture and modern information technologies. 2018. Issue 2(43), pp. 300-311

9. Sokolskaya O. N., Karanova V. V. Urban-climatic zoning of the city of Novorossiysk, taking into account the peculiarities of the wind regime // Construction: science and education. 2022. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/grado-klimaticheskoe-zonirovanie-goroda-novorossiyska-s-uchetom-osobennostey-ventrovogo-rezhima>.

10. Jan Gale. Cities for people. Ed. In Russian – KROST Concern, translated from English. – M.: Alpina Publisher, 2012. – 276 p.

THE PRINCIPLES OF RECONSTRUCTION OF RESIDENTIAL TERRITORIES ON THE EXAMPLE OF THE DISTRICT OF ALUSHTA. AN OVERVIEW OF WORLD EXPERIENCE

Sidorova V.V.¹, Romanov A.A.²

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,
Institute "Academy of Construction and Architecture"
181, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea 295493
¹ nucikBBC@yandex.ru, ² roalan85@mail.ru

Abstract: This scientific article is devoted to the study of modern experience and principles of reconstruction of residential territories, as well as the study of foreign and domestic literary sources on the reconstruction of residential territories of cities on the shores of the Black Sea and the Mediterranean Sea. Domestic and foreign examples of already completed reconstructions were analyzed and their comparative analysis was carried out, highlighting the main distinctive features, architectural and planning problems of settlements and their connection with natural and climatic conditions. The analysis of the location of the historical core of some of the studied cities was carried out and their influence on the configuration of functional zones in the city and the location of residential territories relative to them and the transport framework of settlements was revealed. Based on this research, the author has developed the principles of reconstruction of residential territories on the example of the Alushta district, taking into account the connection of the design area with the green and transport framework of the city, the requirements for the rational use of the territory and its technical safety in special geological and hydrological conditions.

Subject of research: The subject of research is the reconstruction of residential areas.

Materials and methods: In the course of the study, literature sources in the public domain were analyzed, a comparative analysis of the functional zoning of coastal cities was carried out, as well as field studies were conducted.

Results: A comprehensive analysis of foreign and domestic examples of districts and cities related to the reconstruction of residential areas of cities in coastal areas, as well as problems arising in the reconstruction process, was carried out. Based on the above information, the principles of reconstruction of residential areas have been developed.

Conclusions: The analysis showed that most of the considered areas, in which the developed experimental models were implemented as an integral part of the design, are in similar natural and climatic conditions and have, in many ways, similar problems and requirements in the field of urban planning (functional zoning of the city, residential buildings) and urbanism (landscaping). At the same time, it was determined that the most common problem in the cities represented is non-compliance with the aeration regime of the territory and congestion of the transport network.

Key words: reconstruction, renovation, technical safety, residential area, coastal areas.

УДК 72.036; 72.04.017

СТРУКТУРАЛИЗМ – НЕЗАВЕРШЁННЫЙ ЭТАП ПОИСКОВ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Суворов¹ А.И., Сидорова² В.В., Волкова³ Н.Н., Живица⁴ В.В.

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,
 Институт «Академия строительства и архитектуры»,
 295493, Республика Крым, г. Симферополь, улица Киевская, 181,
 e-mail: ¹suv_a_i@mail.ru, ²nucikBBC@yandex.ru, ³knatashe@list.ru, ⁴vzhivisa@mail.ru

Аннотация. Модернизм с начала XX века и до настоящего времени пытается создать современную архитектуру, отказавшись от исторического наследия. Этот отказ аргументируется тем, что историческая архитектура не соответствует изменившимся условиям жизни и новым строительным технологиям. Период советского неоклассицизма 30 – 50-х годов XX века опроверг эти мифы, и архитектура этого времени оценивается положительно. А образно-художественная бедность построек модернизма с момента его возникновения постоянно подвергалась критике. И после первого поражения 30-х годов «современное движение» попыталось взять реванш. Возникло направление «необрутализм», позже перешедший в «структурализм». Цель этих направлений заключалась в повышении выразительности строительных объектов с помощью использования неотделанных поверхностей материалов и демонстративного выявления конструктивной системы.

Предмет исследования: рассматриваются композиционные особенности направления структурализм, позволяющие считать его шагом вперёд в поисках современной архитектуры, и анализируются причины, не позволившие достичь искомого результата.

Материалы и методы: Материалами исследования являются существующие строительные объекты, имеющие черты направления структурализм. Для исследования применялся сравнительный анализ практического опыта в области архитектурного проектирования.

Результаты: Выявлены обстоятельства и сформулированы факторы, послужившие причиной того, что очередная стадия модернизма, структурализм, не достигла уровня архитектурного стиля несмотря на то, что имела положительные достижения в части основных признаков архитектуры таких как тектоника и монументальность.

Выводы: Положительные стороны композиций структурализма заслуживают внимательного рассмотрения с целью дальнейшего развития в русле поисков полноценной архитектуры.

Ключевые слова: модернизм, необрутализм, структурализм, стиль, тектоника, монументальность, художественно-пластическое завершение.

ВВЕДЕНИЕ

Появление необрутализма, как очередной стадии модернизма, и последующая трансформация его в структурализм в процессе поисков современной архитектуры, являет собой первую попытку отреагировать на отношение широких масс населения к такому направлению. О.В. Орельская, член-корреспондент РААСН, в статье «Советский модернизм 1960-1980-х годов в региональной архитектуре» отмечает: «Наблюдалось ... постепенное изменение профессионального сознания, связанное с растущим интересом к эстетической стороне архитектуры, на которое оказал влияние и Закон об охране памятников архитектуры (1976 г.). Все эти тенденции были направлены на достижение выразительных объемно-пространственных композиций» [3].

Отношение населения к модернизму после нескольких лет любопытства и интереса, вызванного его новизной, постепенно переросло в откровенное неприятие.

Так как модернизм существует уже более ста лет, причины этого неприятия хорошо известны. Оно заключается в выявлении и осуществлении лишь двух из частей триады Витрувия («польза,

прочность, красота») – «пользы» и «прочности». То есть, принята установка, что для того, чтобы здание могло считаться архитектурой, достаточно соответствие его экстерьера внутренней планировке. Наружные стены, вырастая по контуру плана, образуют объем предельно элементарной геометрической формы, «простой и ясной», как говорили сами практики и идеологи модернизма.

Эти «простота» и «ясность», породившие функциональные пространства, но вызывающие тоскливое чувство своим унылым однообразием, давно уже должны были привлечь внимание не только художников и социологов, но и медиков, психологов и юристов. Пора уже рассматривать эстетическое состояние окружающей среды в правоохранительной плоскости. Действительно, направление, демонстрирующее примитивность своих формальных приемов, открыло доступ в профессию карьеристам, не имеющим ни дарования, ни квалификационной подготовки.

Но в любой профессиональной среде, даже в условиях тупикового направления архитектурных поисков, есть талантливые люди. И в этой статье мы хотим рассмотреть их попытки исправить ошибки «современного движения» прошедших

десятилетий. Такой попыткой является структурализм.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

В труде О.В. Орельской отмечена важная тенденция к возрождению орнамента в архитектуре, подкрепляющая утверждения автора по поводу художественно-пластического завершения архитектурной композиции [1].

В статье «Советский модернизм – 1980-х годов в региональной архитектуре» автор отмечает, что в поисках выразительности архитекторы-модернисты не придавали достаточного значения декоративным элементам из арсенала традиционной исторической архитектуры [3].

Луис Кан в лекции «Моя работа», прочитанной в ленинградском институте им. Репина в 1965 году, утверждал, что следы опалубки на поверхности бетона это начало орнаментики. Также он указывал, каким значением обладает выявление конструктивной системы для выразительности архитектурного произведения [2]. В книге «Мастера архитектуры об архитектуре» (Вместо статьи. Диалог с З. Гидионом) Алвар Аалто отмечает: «Гороскоп архитектуры сейчас таков, что нужно слово «неблагоприятный», – и это огорчительно. Параллелепипеды из стеклянных прямоугольников и искусственного металла – бесчеловечный денди-пуризм больших городов – вели без возврата к воцарению моды в строительстве. ... Но архитектура – настоящая – только та, для которой человек в центре внимания. С его трагедией и комедией – вместе.» [2].

Также авторами проанализирован ряд трудов видных деятелей современной архитектуры, освещающих проектные архитектурные и городские решения, реализованные в период развития

рассматриваемых архитектурных направлений [4 – 9, 13-17].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалами исследования являются существующие строительные объекты, имеющие черты направления структурализм. Для исследования применялся сравнительный анализ практического опыта в области архитектурного проектирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Требование стиля. Жесткое отрицание модернистами художественно-композиционных приёмов и средств исторических стилей было аргументировано появлением новых строительных технологий, якобы вступающих в противоречие с этими стилями, а также изменившимися условиями жизни. Эта программная установка основателей «интернационального стиля», как ещё называют модернизм, поставила следующее поколение модернистов перед трудной задачей – повысить эстетическую выразительность зданий и сооружений до уровня стиля, не прибегая к традиции. Когда говорят «стиль», имеется в виду единый большой стиль. По поводу «единый» и «большой» применительно к модернизму можно сказать, что эти определения здесь подходят – это направление в мире до сих пор количественно преобладает. Но вот соответствия понятию «стиль» у него нет.

Одним из основателей современной архитектуры и лидером международного стиля является Ле Корбюзье. На рис. 1 изображен один из его проектов.

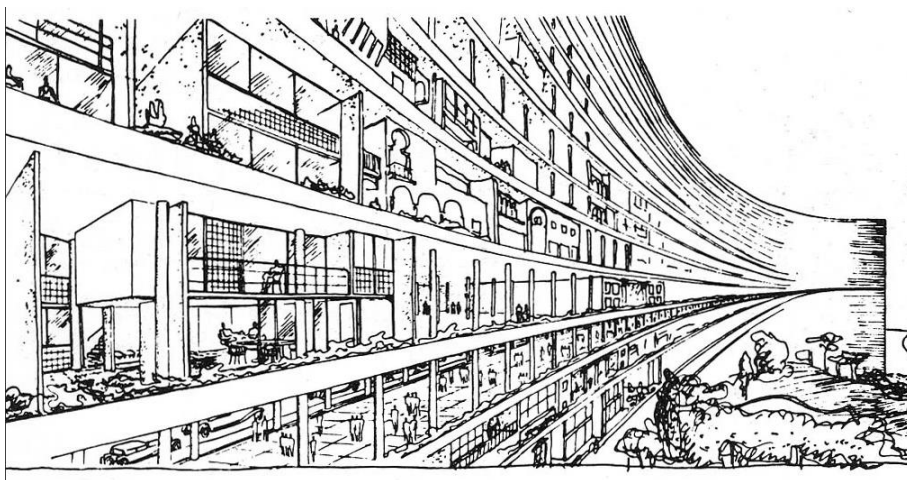


Рис. 1. Жилой комплекс в Алжире, архитектор Ле Корбюзье
Fig. 1. Residential complex in Algeria, architect Le Corbusier

Попробуем обратиться к определению, что такое стиль: «архитектурный стиль — целостная совокупность характерных черт и признаков произведения архитектуры определённого времени и места [10]. Но поскольку далее указывается:

«общепринятого определения архитектурного стиля не существует», то мы можем позволить себе дополнить и развернуть вышеприведённую формулировку: стиль – это совокупность признаков и черт, создающих гармоническое единство

объемно-планировочной структуры, конструктивной системы и образно-композиционного строя архитектурного сооружения; стиль отражает эстетический идеал эпохи, а также уровень строительных технологий.

При этом хотелось бы заострить внимание на одном из базовых признаков архитектурной формы – тектонике, который означает выявление художественно осмысленной конструктивной системы здания в его экстерьере.

Новая монументальность. Структурализм, продолжая пуританские принципы «простоты» и «ясности», решил добавить акцент на «честности», что подразумевает: выявление снаружи конструктивной основы постройки; применение материалов наружной поверхности здания в их естественном состоянии, например, ничем не отделанного железобетона со следами деревянной опалубки. Выразительность, усиленная таким способом, в тот период возникновения стиля произвела сильное впечатление. Но ведь сама по себе выразительность – это еще не красота, (а иногда совсем наоборот, – уродство ведь тоже бывает выразительным...).

В части применения обнаженного материала супруги Смитсоны, основатели направления необрутализма, первооткрывателями не были, ведь брутальность рваного камня издавна применялась в традиционной архитектуре как средство, усиливающее ощущение массивной тяжести. И все практикующие архитекторы из опыта знают, сколько выразительности теряет постройка после оштукатуривания или покраски.

Что же касается выявления конструкции, то эффект от этого новшества, кажется, превзошел ожидания самих Смитсонов. Понятия «тектоника», как и других табуированных «излишеств» классики, не было в программных декларациях будущих необруталистов. Честность, правдивость – вот их кредо. Но, так или иначе, тектоника вдруг появилась в русле направления, которое до этого отрицало любые традиционные средства эстетизации

экстерьера. Элементы композиции фасада разделились на условно «несущие» и «несомые».

Кому-то чувство меры подсказывало, что достаточно того, что вертикальные пилоны зрительно поддерживают горизонтальное завершение здания – карниз плоской крыши, опирающийся на балку и имеющий сверху карниз. Но многие пошли дальше: в гигантскую балку превратился верхний этаж; всё это опирается на циклопические устои, в которые преобразились шахты вертикальных коммуникаций.

Корбюзье в жилой единице в Марселе использовал этот метод по своему – весь монолитный блок здания опирается на чудовищно толстые «ноги» первого уровня. Ощущение непомерной тяжести таких объемов, усиленное грубой поверхностью офактуренного бетона, превзошло все ожидания.

Так, например, во всех проектах архитектора Марио Ботты преобладает сильное чувство геометрии, простые формы создают объемы с уникальными пространствами [11]. В проекте дома на рис. 2 также прослеживаются данные черты.

Эти композиционные приемы распространились позже благодаря теоретической и практической деятельности американского архитектора и преподавателя Луиса Кана. Его поиски вывели необрутализм на новый уровень. Эта стадия модернизма стала называться структурализм. Разделение помещений на группы по функциональному признаку позволило оправдать расчленение объема современного здания на вертикальные элементы. Такое разделение объема очень крупного здания на группу сравнительно небольших объемов в определенной степени решало проблему сомасштабности человеку в контексте сложившейся городской застройки. Но главный результат такого метода расчленения оказался вновь неожиданным. Если необрутализм заново открыл тектонику, то структурализм вернул к жизни монументальность. «Новая монументальность» – так стали называть творчество Л. Кана (рис. 3).

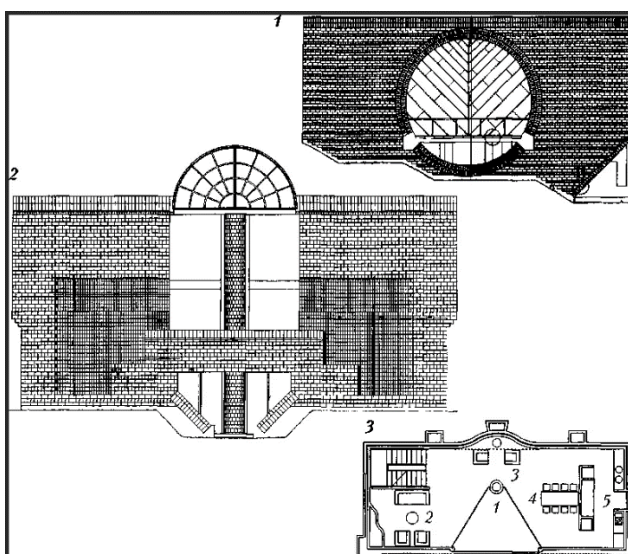


Рис. 2. Дом House Pfaeffli в Виганелло, Швейцария, 1981г., архитектор Марио Ботта.

Fig. 2. House Pfaeffli in Viganello, Switzerland, 1981, architect Mario Botta.



Рис. 3. Здание Национальной Ассамблеи в Дакке, Бангладеш, архитектор Луис Кан.
Fig. 3. The National Assembly Building in Dhaka, Bangladesh, architect Louis Kahn.

В Советском Союзе это свойство структурализма позволило ему внедриться в архитектурную практику без оглядки на его «капиталистическое» происхождение (рис. 4, 5) .



Рис. 4. Музыкальный театр в г. Симферополе, архитекторы: В. Юдин, С. Амзаметдинова
Fig. 4. Musical theater in Simferopol, architects: V. Yudin, S. Amzametdinova



Рис. 5. Дворец культуры профсоюзов в г. Симферополе, архитекторы: Митюнин А.Р., Дегтярев В.И.
Fig. 5. The Palace of Culture of Trade Unions in Simferopol, architects: Mityunin A.R., Degtyarev V.I.

Развитие конструктивизма 20-х годов было остановлено из-за того, что он недостаточно убедительно отражал значительность свершений коммунистического строительства. В 60-е годы вынужденные уступки конструктивизму также не удовлетворяли партийную элиту отсутствием репрезентативности у хрущёвских построек.

Поэтому появление «новой монументальности» было встречено более чем благосклонно. Структурализм в СССР получил распространение в основном при возведении партийных и правительственных зданий, меньше – в жилом строительстве. Гипертрофированной тектоники, как на Западе, здесь не было. Жилые дома стояли на

стандартных слегка утолщенных утеплением колоннах. К тому же швы панельной разрезки навесных стен также визуально уменьшали их массивность по сравнению с монолитными конструкциями.

На рис. 6 представлено фото офисного здания в г. Апелдорне (Нидерланды), которое признано мировым архитектурным сообществом ярким примером структурализма. Здание спроектировал архитектор Герман Херцбергер. Однако в 2018 году здание было снесено.



Рис. 6. Административное здание Centraal Beheer Versicherung в Нидерландах, архитектор Герман Херцбергер
Fig. 6. The administrative building of the Centraal Beheer Versicherung in the Netherlands, architect Herman Herzberger

В Японии структурализм инициировал появление метаболизма. Здесь несущие и несомые элементы постройки были выявлены и разделены еще более радикально. Несомые элементы, имеющие, в свою очередь, ячеистую структуру, могли добавляться бесконечно, ничего не меняя в

архитектурном замысле, который изначально предполагал эти изменения [13, 14].

Некоторые идеи «метаболизма» были реализованы в постройках, например таких как Центр коммуникаций префектуры Яманаси в Кофу (рис. 7) или капсульный дом архитектора Кендзо Танге.



Рис. 7. Префектура Яманаси, Кофу, архитектор Кендзо Танге
Fig. 7. Yamanashi Prefecture, Kofu, architect Kenzo Tange

Итак, возникли два типа структурализма: 1) конструктивный, когда несущие и несомые элементы не превышали размеров обычных конструкций, и 2) объемный, когда горизонтальные

и вертикальные объемы здания символически образовывали некую гипертрофированной величины конструктивную систему. Выразительность второго типа композиции

вызывает противоречивое чувство. Первый вариант, вероятно, был бы более жизнеспособным, если бы это направление получило дальнейшее развитие.

Но дальнейшего развития не произошло. Этот факт и является темой данного небольшого исследования.

Как известно всем архитекторам-практикам, процесс работы над композицией экстерьера здания можно условно разделить на три этапа. Первый – объемно-пространственная композиция, – неразрывно связан с планом здания, в частности с конфигурацией наружных стен. Поднимая стены нужной высоты, получаем объем здания, форму и пропорции которого можно изменять, корректируя план. После появления элементов, придающих объему пространственность (взаимопроникновение массы и пространства), наступает очередь второго этапа – решение фасадных плоскостей. Конструктивизм ограничивался расположением оконных проемов или ленточного остекления. Структурализм пошел дальше (рис. 8): на плоскости фасада появляются вертикальные членения,

символизируя тектоническую взаимосвязь с горизонтальным завершением объема. Это и является его характерной чертой. В традиционной архитектуре тектоника создавалась приставными колоннами и пилястрами. Но вот третий этап имел место только в «классике». Этот этап с определенной долей условности можно назвать стилиобразующим, – это художественно-пластическое завершение. В основном это декоративные детали, которые еще совсем недавно изготавливались ремесленными методами вручную. Кроме этого, для пластического завершения объема большое значение имеет материал отделки, его фактурные и текстурно-цветовые особенности. Декоративные детали ручного изготовления для модернизма были принципиально неприемлемы. А вот выразительная фактура материала поверхности, как правило, грубо сурового вида, применялась достаточно широко. Корбюзье приписывают термин «моденатура», что свидетельствует о том, что в какой-то момент модернисты стали придавать значение свойствам поверхности.



Рис. 8. пляжный дом Лоувелла, архитектор Рудольф Шиндлер
Fig. 8. Lowell's Beach House, architect Rudolf Schindler

Но в конечном итоге, несмотря на тектонику, монументальность и, пусть суровую, но выразительную поверхность, структурализм так и не преодолел того барьера, который отделял и до сих пор отделяет модернизм от создания большого единого стиля.

«В рамках неомодернизма продолжились поиски структурной выразительности, возникшие в эпоху позднего советского модернизма, для которых сегодня характерны тенденции очищения формы от измельченного историзирующего декора и переход к поиску структурных элементов, подчеркивающих тектонику современного сооружения, при крупном членении фасадной плоскости, выделение скульптурных объемных элементов в виде цилиндров и шахт лестничных клеток и лифтов, подобно поискам в области

формообразования Р.Мейера – лидера западного неомодернизма» [3].

Однако с течением времени выяснилось, что эта, такая несовременная, и, казалось бы, навсегда отвергнутая декоративная пластика, вот этот «историзирующий декор» содержит именно ту семантическую информацию, которая вызывает все богатство культурологических ассоциаций и без которой здание не воспринимается художественным произведением.

Нынешнему поколению модернистов развитие технического прогресса предоставило возможность создать очередную иллюзию с помощью роскошных и современных отделочных материалов, а также невиданное ранее качество строительства машиностроительного уровня. Тектоника и монументальность, возвращенные было структуралистами, опять преданы забвению.

Высокие технологии (хай-тек) – вот фетиш нынешней формации архитекторов-модернистов.

Тот факт, что выпавший модернизму шанс, когда он в фазе структурализма, подойдя так близко к настоящей архитектуре, не сумел этим шансом воспользоваться, не смог преодолеть программного неприятия декоративности, без которой, как показали события последних лет, единый стиль не может быть создан, вызывает глубокое сожаление.

На рис. 9 изображен архитектурный комплекс Ландтаг Северного Рейна-Вестфалии (нем.

Landtagsgebäude Nordrhein-Westfalen), Германия, г. Дюссельдорф. Архитектурный стиль структурализм. Его особенность в том, что оно выполнено из стекла, меди и камня; ложная крыша порыта полосками окон. Сверху здание напоминает внутреннюю часть огромных механических часов. Интересно, что круглая форма в данном случае символизирует демократию, прозрачность политики для людей [12].



Рис. 9. Ландтаг земли Северный Рейн-Вестфалия, архитекторы: Фриц Эллер, Эрик Мозер и Роберт Уолтер
Fig. 9. Landtag of North Rhine-Westphalia, architects: Fritz Eller, Eric Moser and Robert Walter

А упомянутые выше события таковы: в настоящий момент эти же высокие технологии позволили создать производство широкой номенклатуры классицистских форм и деталей из легких и прочных материалов, негорючих и допускающих любую отделку, которые могут заполнить тот семантический и художественный пробел, без которого невозможно пластическое завершение архитектурной формы.

ВЫВОДЫ

Сейчас, когда увлечение хайтеком не оправдало тех надежд, которые на него возлагались, не стоит ли оглянуться на полвека назад и попробовать завершить то, что не удалось тогда? Многие критики считают, что творчество американского архитектора Л.Кана является истоком постмодернизма, так как он провозгласил следующие принципы, которые стали популярны в западной архитектуре:

- восприятие здания как фрагмента среды;
- создание архитектурной формы на основе цитат из истории архитектуры;
- возрождение орнамента как украшения.

Как известно, основное отличие постмодернизма от модернизма – это обращённость к исторической традиции.

Структурализм, обладая монументальностью и тектоникой, с помощью орнаментально-декоративной пластики смог бы обрести второе дыхание и вывести поиски архитектуры из того кризисного состояния, в котором они находятся

сейчас. И противоборство двух главных направлений этих поисков протяженностью сто лет закончилось бы их соединением в наконец-то подлинной современной архитектуре.

Таким образом, в исследовании выявлены основные характеристики и черты структурализма: монументальность, простота форм, тектоника, вертикальные членения, горизонтальное завершение объема. Для обретения цельности и устойчивой принадлежности к определённому стилю вышеуказанным чертам не достаёт характерной, но сдержанной художественно-пластической выразительности. Авторы исследования считают целесообразным развитие такого направления современной архитектуры как структурализм, который вполне может выигрышно подчеркнуть достоинства научно-технического прогресса и проявить архитектурные тренды современности, вместе с этим добавив красоты и эстетики в трансформирующуюся застройку городов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современная зарубежная архитектура: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О. В. Орельская. — М.: Издательский центр «Академия», 2006. — 272 с.
2. Мастера архитектуры об архитектуре: Избр. отрывки из писем, статей, выступлений и трактатов: [Переводы] / [Сост. и авт. предисл., с. 6-33, А. В. Иконников] ; Под общ. ред. А. В. Иконникова [и др.]. - [Москва] : [Искусство], [1972]. - 590 с.,
3. О.В. Орельская, «Советский модернизм 1960-1980-х годов в региональной архитектуре» (на примере Нижнего Новгорода)
4. Max Risselada and Dirk van den Heuvel (eds.), Team 10 - In Search of a Utopia of the Present, // Yale School of Architecture exhibition publications (Том 22). — NAI, 2005, p.370. Режим доступа: https://books.google.ru/books?id=Ck1RngEACAAJ&r edir_esc=y (Дата обращения: 01.02.2024).
5. Kenzo Tange, Function, Structure and Symbol / Plan 2/1982, Amsterdam — 1966. Режим доступа: https://www-liquisearch-com.translate.goog/structuralism_architecture/literature_and_annotations?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru (Дата обращения: 01.02.2024)
6. Arnulf Lüchinger, Structuralism in Architecture and Urban Planning, Stuttgart 1980. Structuralism as an international movement. Including original texts by Herman Hertzberger, Louis Kahn, Le Corbusier, Kenzo Tange, Aldo van Eyck and other members of Team 10. Режим доступа: https://arch--edition-nl.translate.goog/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru (Дата обращения: 01.02.2024)
7. Frampton, Kenneth. The Structural Regionalism of Herman Hertzberger. In: Labour, Work and Architecture. Collected Essays on Architecture and Design.. — New York : Phaidon, 2002. — P. 289-297. Режим доступа: https://vk.com/wall-44834649_1296186?ysclid=lt5ovngnv1996337409 (Дата обращения: 01.02.2024)
8. Joedicke, Jürgen. Architektur im Umbruch. Geschichte – Entwicklung – Ausblick. Stuttgart 1980. — Stuttgart : Karl Krämer, 1980. 238 p.
9. Tomas Valena (ed.) with Tom Avermaete and Georg Vrachliotis, Structuralism Reloaded - Rule-Based Design in Architecture and Urbanism. — Stuttgart-London: Edition Axel Menges, 2011 г. – 400 p.
10. www.zdaniya.ru. Архитектурный стиль. Режим доступа: https://www.zdaniya.ru/TermsA7/p2_articleid/432 (Дата обращения: 01.02.2024)
- 11 www.archweb.com. Дом в Марио Ботта - Дом Пфаеффли в Виганелло, Швейцария, 1981. Режим доступа: <https://www.archweb.com/en/architectures/work/house-in-viganello/> (Дата обращения: 01.02.2024)
12. turbinatravels.com/guide. Ландтаг Северного Рейна-Вестфалии / Landtag Nordrhein-Westfalen. Режим доступа: <https://turbinatravels.com/guide/Dyusseldorf-Germaniya-118976/Otzyvy/Tchto-delat-dostoprimechatelnosti/Arkhitektura-Pamyatniki/3/0/Landtag-Severnogo-Reyna-Vestfalii-56191/Otzyv/Landtag-84933/> (Дата обращения: 01.02.2024)
13. Kenneth Frampton, Modern Architecture: A Critical History, (Oxford University Press 1980) p.348. Режим доступа: <https://oceanofpdf.com/authors/kenneth-frampton/pdf-epub-modern-architecture-a-critical-history-download/> (Дата обращения: 01.02.2024)
14. Kisho Kurokawa, Metabolism in Architecture, (London; Studio Vista , 1977) p.26-27. Режим доступа: <https://tehne.com/library/kurokawa-kisho-metabolism-architecture-london-1977?ysclid=lt5dt5956j777973944> (Дата обращения: 01.02.2024)
15. Rivka Oxman and Robert Oxman (guest-eds.), "The New Structuralism - Design, Engineering and Architectural Technologies", in: Architectural Design July/August 2010, London. Режим доступа: https://www.academia.edu/52721235/New_Structuralism_Design_Engineering_and_Architectural_Technologies (Дата обращения: 01.02.2024)
16. Structural Concepts and Spatial Design: On the Relationship between Architect and Engineer. In: Aita Flury (ed.): Cooperation: The Engineer and the Architect. Basel: Birkhäuser 2011, 57-70. Режим доступа: https://www.academia.edu/12040953/Structural_Concepts_and_Spatial_Design_On_the_Relationship_between_Architect_and_Engineer_In_Aita_Flury_ed_Cooperation_The_Engineer_and_the_Architect_Basel_Birkh%C3%A4user_2011_57_70?uc-g-sw=52721235 (Дата обращения: 01.02.2024)
17. Герман Герцбергер, Уроки архитектуры для студентов, Роттердам, 1991 г. - № 1, 2000 г. - № 2, 2008 г. - № 3. Режим доступа: <https://hicarquitectura.com/2017/10/herman-hertzberger-lessons-for-students-in-architecture/> (Дата обращения: 01.02.2024)

REFERENCES

1. Sovremennaya zarubezhnaya arxitektura: ucheb. posobie dlya stud. vyssh. ucheb. zavedenij / O. V. Oreľskaya. — M.: Izdatel'skij centr «Akademiya», 2006. — 272 s.
2. Mastera arxitektury` ob arxitekture: Izbr. otryvki iz pisem, statej, vystuplenij i traktatov: [Perevody`] / [Sost. i avt. predisl., s. 6-33, A. V. Ikonnikov] ; Pod obshh. red. A. V. Ikonnikova [i dr.]. - [Moskva] : [Iskusstvo], [1972]. - 590 s.,

3. O.V. Orel'skaya, «Sovetskij modernizm 1960-1980-x godov v regional'noj arxitekture» (na primere Nizhnego Novgoroda)
4. Max Risselada and Dirk van den Heuvel (eds.), Team 10 - In Search of a Utopia of the Present, // Yale School of Architecture exhibition publications (Tom 22). – NAI, 2005, r.370. Rezhim dostupa: https://books.google.ru/books?id=Ck1RngEACAAJ&r edir_esc=y (Data obrashheniya: 01.02.2024).
5. Kenzo Tange, Function, Structure and Symbol / Plan 2/1982, Amsterdam – 1966. Rezhim dostupa: https://www-liquisearch-com.translate.goog/structuralism_architecture/literature_and_annotations?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru (Data obrashheniya: 01.02.2024)
6. Arnulf Lüchinger, Structuralism in Architecture and Urban Planning, Stuttgart 1980. Structuralism as an international movement. Including original texts by Herman Hertzberger, Louis Kahn, Le Corbusier, Kenzo Tange, Aldo van Eyck and other members of Team 10. Rezhim dostupa: https://arch-edition-nl.translate.goog/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru (Data obrashheniya: 01.02.2024)
7. Frampton, Kenneth. The Structural Regionalism of Herman Hertzberger. In: Labour, Work and Architecture. Collected Essays on Architecture and Design.. — New York : Phaidon, 2002. — P. 289-297. Rezhim dostupa: https://vk.com/wall-44834649_1296186?ysclid=lt5ovngnv1996337409 (Data obrashheniya: 01.02.2024)
8. Joedicke, Jürgen. Architektur im Umbruch. Geschichte – Entwicklung – Ausblick. Stuttgart 1980.. — Stuttgart : Karl Krämer, 1980. 238 r.
9. Tomas Valena (ed.) with Tom Avermaete and Georg Vrachliotis, Structuralism Reloaded - Rule-Based Design in Architecture and Urbanism. – Stuttgart-London: Edition Axel Menges, 2011 g. – 400 r.
10. www.zdaniya.ru. Arxitekturny`j stil`. Rezhim dostupa: https://www.zdaniya.ru/TermsA7/p2_articleid/432 (Data obrashheniya: 01.02.2024)
- 11 www.archweb.com. Dom v Mario Botta - Dom Pfaeffli v Viganello, Shvejczariya, 1981. Rezhim dostupa: <https://www.archweb.com/en/architectures/work/house-in-viganello/> (Data obrashheniya: 01.02.2024)
12. turbinatravels.com/guide. Landtag Severnogo Rejna-Vestfalii / Landtag Nordrhein-Westfalen. Rezhim dostupa: <https://turbinatravels.com/guide/Dyusseldorf-Germaniya-118976/Otzyvy/Tchto-delat-dostoprimetchatelnosti/Arkhitektura-Pamyatniki/3/0/Landtag-Severnogo-Reyna-Vestfalii-56191/Otzyvy/Landtag-84933/> (Data obrashheniya: 01.02.2024)
13. Kenneth Frampton, Modern Architecture: A Critical History, (Oxford University Press 1980) p.348. Rezhim dostupa: <https://oceanofpdf.com/authors/kenneth-frampton/pdf-epub-modern-architecture-a-critical-history-download/> (Data obrashheniya: 01.02.2024)
14. Kisho Kurokawa, Metabolism in Architecture, (London; Studio Vista , 1977) p.26-27. Rezhim dostupa: <https://tehne.com/library/kurokawa-kisho-metabolism-architecture-london-1977?ysclid=lt5dt5956j777973944> (Data obrashheniya: 01.02.2024)
15. Rivka Oxman and Robert Oxman (guest-eds.), "The New Structuralism - Design, Engineering and Architectural Technologies", in: Architectural Design July/August 2010, London. Rezhim dostupa: https://www.academia.edu/52721235/New_Structuralism_Design_Engineering_and_Architectural_Technologies (Data obrashheniya: 01.02.2024)
16. Structural Concepts and Spatial Design: On the Relationship between Architect and Engineer. In: Aita Flury (ed.): Cooperation: The Engineer and the Architect. Basel: Birkhäuser 2011, 57-70. Rezhim dostupa: https://www.academia.edu/12040953/Structural_Concepts_and_Spatial_Design_On_the_Relationship_between_Architect_and_Engineer_In_Aita_Flury_ed_Cooperation_The_Engineer_and_the_Architect_Basel_Birkh%C3%A4user_2011_57_70?uc-g-sw=52721235 (Data obrashheniya: 01.02.2024)
17. German Gerczberger, Uroki arxitektury` dlya studentov , Rotterdam, 1991 g. - № 1, 2000 g. - № 2, 2008 g. - № 3. Rezhim dostupa: <https://hicarquitectura.com/2017/10/herman-hertzberger-lessons-for-students-in-architecture/> (Data obrashheniya: 01.02.2024)

STRUCTURALISM IS AN UNFINISHED STAGE OF THE SEARCH FOR MODERN ARCHITECTURE

Suvorov ¹ A. I., Sidorova ² V. V., Volkova ³ N. N., Zhivitsa V. V. ⁴

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,
Institute "Academy of Construction and Architecture"
181, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea 295493
e-mail: ¹suv_a_i@mail.ru, ²nucikBBC@yandex.ru, ³knatashe@list.ru, ⁴vzhivisa@mail.ru

Abstract. Modernism from the beginning of the 20th century to the present has tried and is trying to create modern architecture, but abandoning the historical heritage. This refusal is justified by the fact that historical architecture does not correspond to the changed living conditions and new construction technologies. The period of Soviet neoclassicism of the 30 – 50s of the 20th century refuted these myths, and the architecture of this time is evaluated positively. The figurative and artistic poverty of the buildings of modernism has been constantly criticized since its inception. And after the first defeat of the 30s, the "modern movement" tried to take revenge. There was a trend of "neobrutalism", which later turned into "structuralism". The purpose of these directions was to increase the expressiveness of construction objects through the use of unfinished surfaces of materials and demonstrative identification of the structural system.

Subject: The compositional features of the structuralism trend are considered, which make it possible to consider it a step forward in the search for modern architecture, and the reasons that did not allow achieving the desired result are analyzed.

Materials and methods: The materials of the study are existing construction sites with features of the structuralism trend. The comparative analysis method was used for the study and practical experience in the field of architectural design was used.

Results: The circumstances are revealed and the factors that caused the next stage of modernism - structuralism did not reach the level of architectural style, despite the fact that it had positive achievements in terms of the main features of architecture such as tectonics and monumentality are formulated.

Conclusions: The positive aspects of structuralism compositions deserve careful consideration with a view to further development in line with the search for a full-fledged architecture.

Key words: modernism, neobrutalism, structuralism, style, tectonics, monumentality, artistic and plastic completion.

Раздел 2. Строительство

УДК 624.014

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КУПОЛА В КОТЕДЖЕ ПРИ ОСВОЕНИИ БАЛАКЛАВСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

Синцов А.В., Данченко Н.В., Митрофанов С.В., Абдурахманов А.З.

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,
Институт «Академия строительства и архитектуры»,
295493, Республика Крым, г. Симферополь, улица Киевская, 181,
e-mail: sintsov_a.v@mail.ru, Arlekincool@mail.ru, aziz85@bigmir.net

Аннотация. Актуальными остаются вопросы разработки является определение направления освоения и развития территории в районе Василевой балки в городе Балаклава при наличии существующих на данный момент констант и переменных. Объект развития территории характеризуется уникальными и потенциально высокими потребительскими свойствами при условии его развития в качестве базы отдыха. Здесь необходимо обратить внимание как на факторы, способствующие развитию территории, препятствующие и нейтральные. Большинство отелей г. Балаклава, как самостоятельные единицы, имеют слабо развитую инфраструктуру, низкий уровень клиентского сервиса и устаревший номерной фонд, что сильно снижает их уровень конкурентоспособности и привлекательности для потребителей. Размещение участка базы отдыха «ВАСИЛИИ» в горно-лесистой части г. Балаклава предполагает рациональное освоение участка в виде строительства отдельных комфортабельных коттеджей. Комфортабельные коттеджи в конструктивном плане решены в виде зданий с металлическим каркасом, а второй этаж выполнен в виде сетчатого купола. В основу положено следующее конструктивное решение: 1-й этаж - стоечно-балочная система с размерами в плане 8,8 м на 6,4 м, второй этаж – сетчатый купол диаметром 10,8 метра высотой – 5,4 метра с кольцевым балконом с вылетом 1,5 м. Проведенные исследования позволили получить объемно-планировочное и конструктивное решение здания имеющее эксклюзивный вид и возможность значительного остекления здания, что весьма оригинально и предпочтительно для южных регионов Крымского полуострова.

Предмет исследования: конструктивное решение комфортабельных коттеджей.

Материалы и методы: в качестве исходного материала принято существующее конструктивное решение геодезического купола для большепролетных зданий. Для исследования работы элементов купола в составе каркаса индивидуального коттеджа была создана конечно-элементная модель здания программе «ЛИРА САПР».

Результаты: проведенные исследования позволили получить данные для проведения сравнительного анализа по рациональному расходу металла на элементы каркаса и купола здания.

Выводы: наиболее эффективными сечениями являются по куполу - швеллер гнутый равнополочный сечением 25x30x2 удельным расходом стали - 1,22 кг/м, по каркасу - колонна сквозного сечения из раздвинутых швеллеров соединенных решеткой из одиночного уголка сечением 20x20x2 с суммарным удельным расходом стали – 26,28 кг/м.

Ключевые слова: коттедж, купол, металлический каркас, конечно-элементная модель.

ВВЕДЕНИЕ

Целью настоящего исследования является определение направления освоения и развития территории в районе Василевой балки в городе Балаклава при наличии существующих на данный момент констант и переменных.

Объект развития территории характеризуется уникальными и потенциально высокими потребительскими свойствами при условии его развития в качестве базы отдыха.

Здесь необходимо обратить внимание как на факторы, способствующие развитию территории, препятствующие и нейтральные. [2...5].

Факторы, способствующие развитию территории

- Видовые характеристики (на море и горы).
- Обособленный, труднодоступный для сторонних посетителей пляж.
- Отдаленность от трасс и городского шума.

- Строительство комплексной туристической инфраструктуры Яхтенной марины (рис. 1)

В отдельную категорию выделены места размещения, расположенные вблизи участка база отдыха «Васили» в г. Балаклава, а именно такие отели как: «Рота Chalet Marina»; Отель «Дионис»; Отель «Гомер»; Отель «Кефало Врисси»; Гостевой Дом «KupInn»; «Фордевинд Отель»; «Рыбацкая Слобода»; Гостиница «Даккар». При этом, большинство отелей г. Балаклава, как самостоятельные единицы, имеют слабо развитую инфраструктуру, низкий уровень клиентского сервиса и устаревший номерной фонд, что сильно снижает их уровень конкурентоспособности и привлекательности для потребителей.

В результате анализа рынка «спрос-предложение» обнаружен дефицит предложения качественных мест размещения в г. Севастополь и г. Балаклава - спрос на места размещения в Балаклаве удовлетворен на 55% по реалистичному сценарию.



а)
а)

Рис.1. а) Фрагмент планировочного решения базы отдыха «ВАСИЛИ». б) Индивидуальный коттедж с купольным покрытием.
Fig.1. а) Fragment of the planning solution for the recreation center “VASILI”. б) Fig. 2. Individual cottage with dome roof.

Заключение: Размещение участка базы отдыха «ВАСИЛИ» в горно-лесистой части г. Балаклава предполагает рациональное освоение участка в виде строительства отдельных комфортабельных коттеджей, оборудованных всеми необходимыми инженерными системами, и обустройства территории необходимой инфраструктурой - открытые бассейны, игровые, спортивные и детские площадки, кафетерии закрытого и открытого типа, комфортные выходы на морское побережье (рис. 1, а).

Рекомендации - освоение участка со строительством отдельных комфортабельных коттеджей, оборудованных всеми необходимыми инженерными системами с обустройством территории необходимой инфраструктурой.

Комфортабельные коттеджи в конструктивном плане решены в виде зданий с металлическим каркасом, а второй этаж выполнен в виде сетчатого купола (рис. 1, б).

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Мировой опыт проектирования и строительства показывает, что в настоящее время сетчатые купола

проектируются преимущественно на основе сеток с треугольными ячейками и их разновидностями. Отечественный и зарубежный опыт куполостроения подтверждает рациональность использования односетчатых купольных покрытий сферической формы из металла и древесины и материалов на ее основе [3-10].

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для исследования работы элементов купола в составе каркаса индивидуального коттеджа была создана конечно-элементная модель здания программе «ЛИРА САПР», позволяющая провести расчет с использованием МКЭ [11-16]. В основу положено конструктивное решение следующего типа: 1-й этаж - стоечно-балочная система с размерами в плане 8,8 м на 6,4 м, второй этаж – сетчатый купол диаметром 10,8 метра высотой – 5,4 метра с кольцевым балконом с вылетом 1,5 м (рис.2).

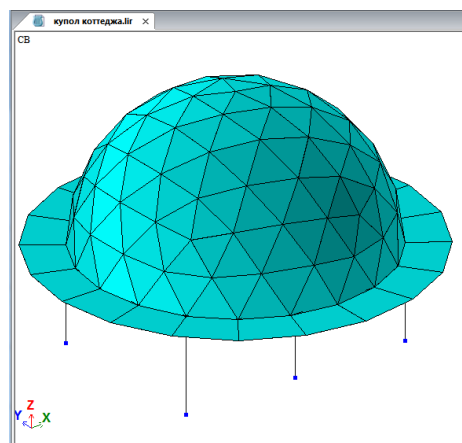


Рис. 2. Стержневая система с заполнением элементами оболочек.
Fig. 2. Rod system filled with shell elements.

Для данной модели были собраны нагрузки и воздействия по источнику [2] для района г. Севастополя, представленные в таблице (рис. 3,а). Элементом конечно-элементной модели на начальном этапе исследований были присвоены

следующие жесткости: колонны – коробчатое сечение 160x6 мм; балки перекрытия – двутавры № 26 и 30; элементы купола – коробчатое сечение 40x2 (рис.3, б) [1].

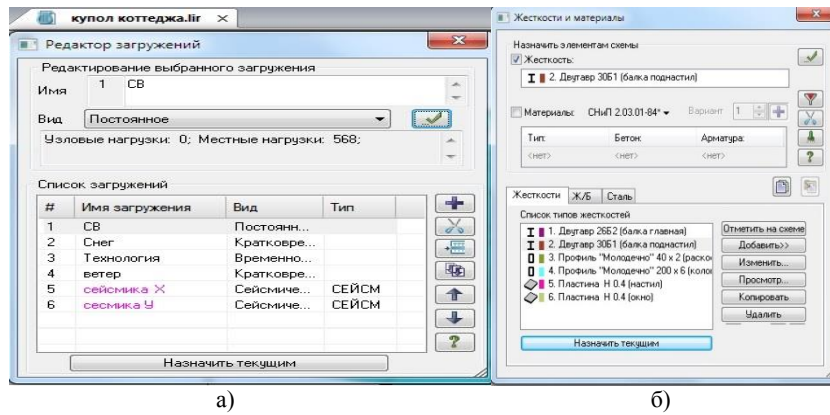


Рис. 3. Конечно-элементная модель
 а) Нагрузки, участвующие в расчетах; б) жесткости и материалы стержней и оболочек.
Fig. 3. Finite element model
 а) Loads involved in calculations; б) stiffness and materials of rods and shells.

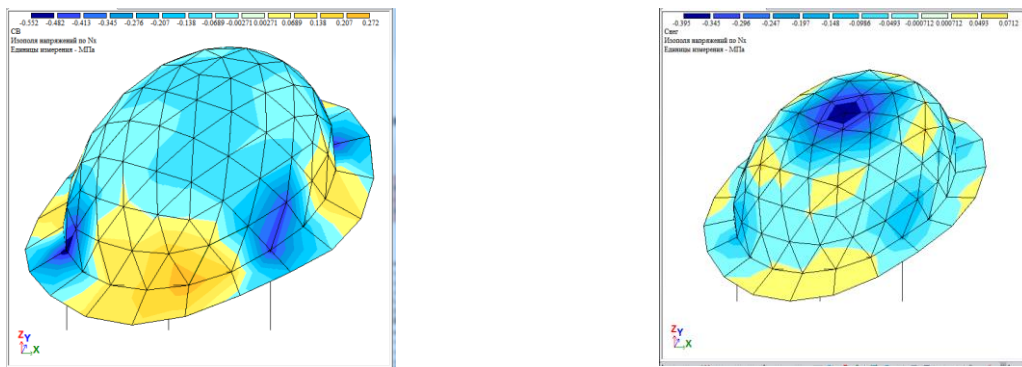


Рис. 4. Изополя напряжений в элементах конечно-элементной модели от собственного веса и снега
Fig. 4. Stress isofields in the elements of the finite element model due to their own weight and snow

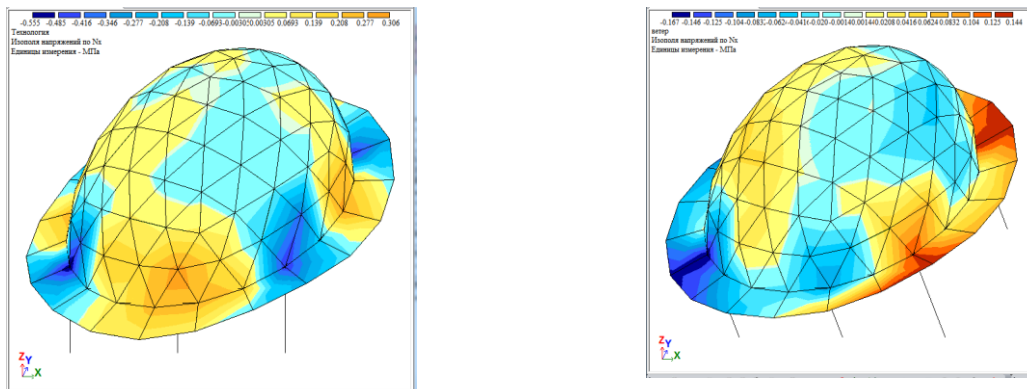


Рис. 5. Изополя напряжений в элементах конечно-элементной модели от технологии и ветра
Fig. 5. Stress isofields in elements of the finite element model depending on technology and wind

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

В результате расчетов были получены результаты в виде расчетных усилий и изополей напряжений в элементах конечно-элементной модели, представленных на рис. 4, 5.

В результате проведенных вычислений были на основе метода расчета по предельным состояниям

проверены прочность и устойчивость стержневых элементов и элементов оболочек – остекления и настила перекрытия – проверка 1-ого предельного состояния. А также была произведена проверка жесткости конструкций купольно-каркасной системы индивидуального коттеджа - проверка 2-ого предельного состояния. Результаты представлены на рис. 6 а,б.

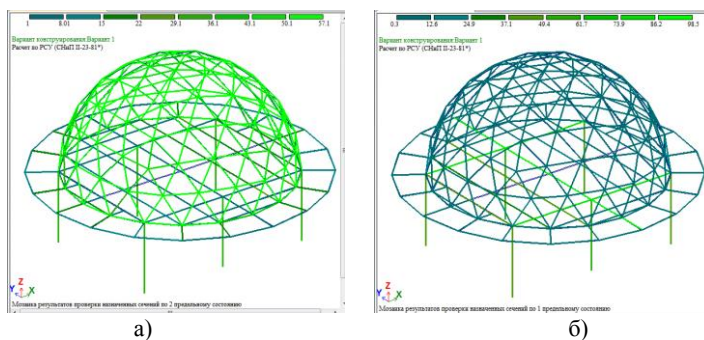


Рис. 6. Изополя напряжений в элементах конечно-элементной модели от технологии и ветра
 а) проверка 1-ого предельного состояния; б) проверка 2-ого предельного состояния
Fig. 6. Stress isofields in the elements of the finite element model depending on technology and wind
 а) checking the 1st limit state; б) checking the 2nd limit state

С целью определения наиболее эффективного сечения элементов купола с точки зрения удельного расхода стали для них принимались различные сечения в 4-х вариантах приведенных в таблице 1.

Таблица 1
Table 1

Наименование элемента	Сортамент	Сечение, см ²	Напряжение, МПа (1 пред. состояние)	Предельная гибкость (2 пред. состояние)	Расход, кг/м
1.	2.	3.	4.	5.	6.
Раскос купола- стальной (Сталь класса С245пс)					
Вариант 1	Швеллер гнутые равнополочные	25x30x2	245*0,777=190.4	166 < 220-40a=180	1.22
Вариант 2	Коробка из швеллеров гнутые равнополочные	(25x26x2)x2	245*0,405=99,35	158 < 220-40a=180	1.07x2=2,14
Вариант 3	Уголок гнутые равнополочные	40x2,5	245*0,904=221.5	180 < 220-40a=180	1,48
Вариант 4	Профиль Молодечно	40x2	245*0,405=44,9	103 < 220-40a=180	2,31

Сравнение результатов исследований показало наиболее эффективное сечение рядового раскоса сетчатого металлического купола швеллер гнутый равнополочный сечением 25x30x2 у удельным расходом стали - 1,22 кг/м при высоком значении процента использования сечения по 1-ому предельному состоянию -78 %, а по 2-му

предельному состоянию -89 %, что подтверждает эффективность такого сечения.

С целью определения наиболее эффективного сечения колонн с точки зрения удельного расхода стали для них принимались различные сечения в 4-х вариантах приведенных в таблице 2.

Таблица 2
table 2

Наименование элемента	Сортамент	Сечение, см ²	Напряжение, МПа (1 пред. состояние)	Предельная гибкость (2 пред. состояние)	Расход, кг/м
1.	2.	3.	4.	5.	6.
Раскос купола- стальной (Сталь класса С245пс)					
Вариант 1	Труба электросварная прямошовная	219x5	245*0,972= 238.2	49 < 180-60a=120	26,38
Вариант 2	Раздвинутые швеллера	(14П+20x20x2)x2	245*0,93=226.2	98 < 180-60a=120	26,28
Вариант 3	Двутавр колонный	20К1	245*0,801=196,3	64 < 180-60a=120	41,34
Вариант 4	Профиль Молодечно	160x6	245*0,976=239.2	59 < 180-60a=120	28,6

Сравнение результатов исследований показало наиболее эффективное сечение наиболее нагруженной колонны каркаса металлического каркаса – сквозное сечение из раздвинутых швеллеров соединенных решеткой из одиночного уголка сечением 20x20x2 с суммарным удельным расходом стали – 26,28 кг/м при высоком значении процента использования сечения по 1-ому предельному состоянию -93 %, а по 2-му предельному состоянию -98 %, что подтверждает эффективность такого сечения.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования позволили заключить, что освоение участка базы отдыха «ВАСИЛИ» в горно-лесистой части г. Балаклава полагает рациональное освоение участка в виде строительства отдельных комфортабельных коттеджей, оборудованных всеми необходимыми инженерными системами.

Конструктивное решение комфортабельных коттеджей рационально с точки зрения быстроты возведения и минимизации расходов возможно в виде зданий с металлическим каркасом, второй этаж которых выполнен в виде сетчатого металлического купола.

Произведен сравнительный анализ конструктивных решений сечений элементов:

1. Элемент купола - рядовой раскос сетчатого металлического купола, наиболее эффективное сечение швеллер гнутый равнополочный сечением 25x30x2 у удельным расходом стали - 1,22 кг/м;

2. Колонна каркаса - сквозное сечение из раздвинутых швеллеров соединенных решеткой из одиночного уголка сечением 20x20x2 с суммарным удельным расходом стали – 26,28 кг/м.

Предложенное объемно-планировочное и конструктивное решение здания позволяет получить эксклюзивный вид коттеджей и возможность значительного остекления здания, что весьма оригинально и предпочтительно для южных регионов Крымского полуострова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования. - Министерство строительства Российской Федерации. М. 2016. -105 с.
2. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. - - Министерство строительства Российской Федерации. М. 2017. -145 с.
3. Журавлев А.А. Купольные покрытия из дерева и пластмасс. Спецкурс. -Ростов-на-Дону: Рост. инж. строит. ин-т, 1983. - 102с.
4. Журавлев А.А., Муро Г.Э., Кимсуор Лонг. Журавлев Ан.Л. Стержневые конструкции многогранных куполов. - Ростов-на-Дону: РИЦ РГСУ. 2007.-318с.
5. Makowski Z.S. Analysis, design and construction of braced domes. - London a.o.: Granada. 1984.- 701 p.

6. Журавлев А.А. Прочность и устойчивость пологих многогранных куполов из дерева и пластмасс. Дис. докт. техн. наук. - Ростов-на-Дону. 1987.-335с.

7. Гохарь-Хармандарян И.Г. Большепролетные купольные здания. М., Стройиздат, 1972. – 122 с.

8. Липникий М.Е. Купола. (Расчет и проектирование).-Л., Стройиздат, 1973. – 142 с.

9. Липникий М.Е. Купольные покрытия для строительства в условиях сурового климата. Л., Стройиздат, 1981. -155 с.

10. Лебедев В.А., Лубо Л.Н. Сетчатые оболочки в гражданском строительстве на севере. -Л., Стройиздат, 1982. – 204 с.

11. Туполев М.С., Морозов Ю.А. Тригонометрические параметры схем геодезических и кристаллических куполов. - В кн.: Строительная механика, расчет и конструирование сооружений, 1971, вып.3. – 120 с.

12. Бурыйшин М.Л., Гордеев В.Н. Эффективные методы и программы расчета на ЭВМ симметричных конструкций. К., Будівельник, 1984., -175 с.

13. Bass L.O. Unusual dome awaits base ball season in Houston. - Civil Engineering, 1965, v.35, №1.

14. Рекач В.Г. – Руководство к решению задач прикладной теории упругости, Москва, «Высшая школа», 1973 г., - 378 с.

15. Казакевич М.И., Мелашвили Ю.К., Сулаберидзе О.Г. Аэродинамика висячих покрытий. Киев, «Будівельник», 1983.- 225 с.

16. Tor L.A. Le Stade convert polyvalent «Louisiana Super-dome» a la Nouvelle-Orleans (Etats-Unis). Acier-Stahl-Steel, 1974, №3.

REFERENCES

1. SP 20.13330.2011. Loads and impacts. Design standards. - no . Ministry of regional development of the Russian Federation 2011.
2. SP 16.13330.2011 Steel structures.- Ministry of regional development of the Russian Federation 2011.
3. Zhuravlev A.A. Dome coverings made of wood and plastics. Special course. -Rostov-on-Don: Rost. Eng. builds. Institute, 1983. - 102 p.
4. Zhuravlev A.A., Muro G.E., Kimsuor Long. Zhuravlev An.L. Rod structures of multifaceted domes. - Rostov-on-Don: RIC RGSU. 2007.-318p.
5. Makowski Z.S. Analysis, design and construction of braced domes. - London a.o.: Granada. 1984.- 701 p.
6. Zhuravlev A.A. Strength and stability of flat multifaceted domes made of wood and plastics. Dissertation for a Doctor of Technical Sciences. - Rostov-on-Don. 1987.-335p.
7. Gokhar-Kharmandaryan I.G. Long-span domed buildings. М., Stroyizdat, 1972. – 122 p.
8. Lipniikiy M.E. Domes. (Calculation and design).-L., Stroyizdat, 1973. – 142 p.
9. Lipniikiy M.E. Dome coverings for construction in harsh climates. L., Stroyizdat, 1981. -155 p.
10. Lebedev V.A., Lubo L.N. Mesh shells in civil

engineering in the north. -L., Stroyizdat, 1982. – 204 p.

11. Tupolev M.S., Morozov Yu.A. Trigonometric parameters of geodesic and crystalline dome schemes. - In the book: Structural mechanics, calculation and design structures, 1971, issue 3. – 120 s.

12. Buryshkin M.L., Gordeev V.N. Effective methods and programs for computer calculations of symmetrical structures. K., Budivel'nik, 1984., -175 p.

13. Bass L.O. Unusual dome awaits base ball season in Houston. - Civil Engineering, 1965, v.35, №1.

14. Rekach V.G. – Guide to solving problems of applied theory of elasticity, Moscow, “Higher School”, 1973, - 378 p.

15. Kazakevich M.I., Melashvili Y.K., Sulaberidze O.G. Aerodynamics of suspended coverings. Kyiv, “Budevel'nik”, 1983.- 225 p.

16. Tor L.A. Le Stade convert polyvalent «Louisiana Super-dome» a la Nouvelle-Orleans (Etats-Unis). Acier-Stahl-Steel, 1974, №3.

APPLICATION OF A METAL DOME IN A COTTAGE DURING THE DEVELOPMENT OF THE BALAKLAVA COAST OF THE BLACK SEA

Sintsov A.V., Danchenko N.V., Mitrofanov S.V., Abdurakhmanov A.Z.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,
Institute "Academy of Construction and Architecture"
181, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea 295493
e-mail: sintsov_a.v@mail.ru, Arlekincool@mail.ru, aziz85@bigmir.net

Abstract. Development issues that remain relevant include determining the direction of development and development of the territory in the area of Vasilyeva Balka in the city of Balaklava in the presence of currently existing constants and variables. The territory development object is characterized by unique and potentially high consumer properties, provided that it is developed as a recreation center. Here it is necessary to pay attention to factors that contribute to the development of the territory, obstacles and neutral ones. Most hotels in Balaklava, as independent units, have a poorly developed infrastructure, a low level of customer service and an outdated number of rooms, which greatly reduces their level of competitiveness and attractiveness to consumers.

The location of the site of the recreation center "VASILI" in the mountainous and wooded part of the city of Balaklava involves the rational development of the site in the form of the construction of separate comfortable cottages. Comfortable cottages are designed in the form of buildings with a metal frame, and the second floor is made in the form of a mesh dome. The basis is the following design solution: the 1st floor is a post-and-beam system with plan dimensions of 8.8 m by 6.4 m, the second floor is a mesh dome with a diameter of 10.8 meters, a height of 5.4 meters with a ring balcony with an overhang of 1.5 m.

The research carried out made it possible to obtain a space-planning and constructive solution for the building that has an exclusive appearance and the possibility of significant glazing of the building, which is very original and preferable for the southern regions of the Crimean Peninsula

Subject: constructive solution for comfortable cottages.

Materials and methods: The existing design solution of a geodesic dome for long-span buildings was adopted as the starting material. To study the operation of dome elements as part of the frame of an individual cottage, a finite element model of the building was created using the LIRA SAPR program.

Results: the conducted research made it possible to obtain data for a comparative analysis on the rational consumption of metal for the elements of the frame and dome of the building.

Conclusions: the most effective sections are for the dome - a bent equal-flange channel with a section of 25x30x2 with a specific steel consumption of 1.22 kg/m, for the frame - a through-section column of spread channels connected by a lattice of a single angle with a section of 20x20x2 with a total specific steel consumption of 26, 28 kg/m.

Key words: cottage, dome, metal frame, finite element model.

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СИЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ФУНДАМЕНТОВ С ГРУНТОВЫМ ОСНОВАНИЕМ

Меннанов¹ Э.М., Родин² С.В., Калафатов³ Д.А., Богущкий⁴ Ю.Г.Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского. Институт «Академия строительства и архитектуры»
295493, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 181E-mail: ¹mennanov.elmar@mail.ru; ²sv_rodin@mail.ru; ³jafer90@mail.ru; ⁴bogutskiyyg@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований моделей фундаментов при разрушении по наклонным сечениям и в виде продавливания. Для рационального планирования экспериментов был построен большой комбинационный квадрат, состоящий из 25 средних по величине квадратов, соответствующих всем сочетаниям двух факторов (кубиковой прочности бетона и коэффициенту армирования). Каждый из 25 средних квадратов, в свою очередь, состоит из 25 клеток, соответствующих всем возможным сочетаниям остальных факторов: высоты плиты фундамента и относительному вылету консольной части. Выполнены экспериментальные исследования с крупномасштабными железобетонными моделями фундаментов на песчаном основании, которые позволили изучить параметров совместной работы фундамента и грунта, и установить геометрические и прочностные факторы, играющие важную роль в формировании процесса хрупкого разрушения фундамента (вылет консолей, высота плиты фундамента, армирование, прочность бетона).

Предмет исследования: напряженно-деформированное состояние фундаментов под колонны зданий и сооружений при хрупком разрушении системы «основание–фундамент», так как хрупкое разрушение опасно как с точки зрения катастрофического выхода из строя самого фундамента, так и с точки зрения внезапного исчерпания прочности всего сооружения.

Материалы и методы: Наши экспериментальные исследования были разделены на два этапа:

1 – проведение постановочных опытов на крупномасштабных железобетонных моделях фундаментов с целью выбора четырех факторов, так как большее число факторов, вводимых в эмпирические формулы, практически не повышает точности формул, а только увеличивает количество и трудоемкость экспериментов;

2 – исследование влияния формы эпюры нормальных контактных напряжений и установленных первичных факторов на прочность при продавливании фундаментов натуральных размеров (2x2 м).

Постановочные экспериментальные исследования проводили по сериям из трех или пяти одинаковых моделей фундаментов размером в плане 1x1x0,1 м (высота) при различных значениях исследуемых факторов. Конструкции фундаментов показаны на рис.1.

Результаты: экспериментальное изучение влияния эпюр контактных напряжений песчаного грунта на прочность натуральных столбчатых фундаментов при продавливании; выявление реальных форм пирамиды продавливания на натуральных железобетонных образцах фундаментов; разработка методики расчета прочности при хрупком разрушении столбчатых фундаментов на песчаном основании; получение математических зависимостей разрушающей нагрузки от параметров конструкции фундаментов; новые конструктивные решения фундаментов.

Выводы: на основе статистической обработки результатов экспериментальных исследований, выполненных по комбинационному квадрату, получена эмпирическая формула расчета прочности, расчеты по которой для фундаментов, разрушившихся от продавливания, наиболее точно согласуются с экспериментальными данными. Полученная формула может быть рекомендована как экспресс-метод оценки прочности фундамента.

Ключевые слова: фундамент, основание, грунт, исследование, планирование, железобетон.

ВВЕДЕНИЕ

Проведение исследований на моделях фундаментов, выполненных С.В.Родиным [17] позволило выявить четыре наиболее важных фактора, определяющих прочность железобетонных фундаментов при разрушении по наклонным сечениям и в виде продавливания: гибкость конструкции (высота плиты фундамента и вылет консоли), прочность бетона, содержание продольной рабочей арматуры.

В качестве рациональной последовательности значений отмеченных факторов была выбрана арифметическая прогрессия, т.к. она позволяла сохранить подобие рядов образцов, и в то же время ограничиться минимальным числом вариантов значений факторов. Принятые значения факторов охватывали основные, встречающиеся в практике

проектирования, и теоретически возможные случаи конструирования фундаментов, рассматривали даже бетонные образцы. Учитывалась также прогрессивная тенденция к применению в конструкциях, взаимодействующих с грунтом, материалов с повышенными прочностными характеристиками, увеличенной гибкости.

Если каждый из этих переменных факторов будет принимать пять разных значений, то для проведения намеченных исследований влияния четырех факторов потребовалось бы осуществить 625 различных опытов, не считая повторных при каждом испытании.

Если принять к сведению еще сравнительно значительный разброс данных, неизбежных при исследованиях фундаментов, характеризуемым коэффициентом вариации около 20–25%, то для получения средних величин со степенью достоверности 95% следовало каждый отдельный

эксперимент повторить не менее 3–5 раз, т.е. провести 3125 опытов.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Вопрос о распределении нормальных контактных напряжений по подошве фундаментов имеет огромное практическое значение, так как эпюра нормальных контактных напряжений (проекция пространственного поля напряжений в массиве грунта на контактную поверхность) является по существу внешней нагрузкой на фундамент. По изменениям эпюры нормальных контактных напряжений можно судить об изменениях пространственного напряженно-деформированного состояния системы «основание–фундамент», по-этому рядом исследователей были поставлены опыты по изучению распределения нормальных контактных напряжений.

Экспериментальные исследования совместной работы грунтового основания и фундамента проводились и проводятся по трем основным направлениям: 1 – исследование послойных деформаций грунта под фундаментом и деформации поверхности основания в окрестности фундамента [8, 22]; 2 – изучение прогибов, напряжений, осадок конструкции фундамента и косвенный переход (используя различные модели грунтового основания) к определению контактных напряжений [5, 16]; 3 – непосредственное измерение нормальных контактных напряжений [1, 2, 4, 10].

В нашем обзоре акцентировано внимание на третьем направлении, получившем в последнее время преимущественное распространение благодаря совершенствованию техники измерительной аппаратуры и методики исследований. Значительный вклад в эту область внесли работы отечественных исследователей Н.Н. Давиденкова [4], А.Г. Родштейна [18, 19], Д.С. Баранова [1], Г.Е. Лазебника [6, 7], Ю.Н. Мурзенко [12], ими созданы приборы и испытательные комплексы, позволяющие с высокой достоверностью определять напряжения в грунтовом основании, в том числе контактные, как в модельных, так и в натуральных условиях.

Подробный анализ зарубежных исследований контактных напряжений опубликованы в 1961 г. проф. Э. Шульце [9], куда однако не вошли работы советских исследователей. Поэтому в настоящем обзоре анализируются только важнейшие результаты зарубежных исследований. В ретроспективный обзор отечественных работ включены результаты изучения распределения нормальных контактных напряжений под подошвой отдельно стоящих фундаментов (штампов) мелкого заложения при действии осесимметричных нагрузок, распределенных по концентрированной площади. В соответствии с условным разделением плоскостных конструкций отдельно стоящих фундаментов мелкого заложения на жесткие и гибкие (например, по показателю

гибкости М.И. Горбунова-Посадова [3]) аналитический обзор содержит две части.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Чтобы ускорить исследования и не поступиться точностью получаемых зависимостей, была применена методика рационального планирования экспериментов, разработанная проф. М.М. Протодяконовым [14] и развитая в работе [15].

В соответствии с этой методикой был построен большой комбинационный квадрат (рис. 1), состоящий из 25 средних по величине квадратов, соответствующих всем сочетаниям двух факторов (кубиковой прочности бетона R и коэффициенту армирования μ_s).

Каждый из 25 средних квадратов в свою очередь состоит из 25 клеток, соответствующих всем возможным сочетаниям остальных двух факторов: высоты плиты фундамента и вылету консоли $h, l_{оп}/l$.

Согласно методике рационального планирования экспериментов, для каждого из 25 средних квадратов опыты проводятся не при всех 25 возможных сочетаниях двух других факторов, а только при одном, соответствующем отмеченной клетке. Это позволило нам уменьшить потребное количество экспериментов в 25 раз.

Нетрудно заметить, что в средних квадратах отмеченные клетки расположены по-разному, т.к. в каждой строке и каждом из 25 столбцов большого квадрата находится только одна клетка.

класс Величина	В7,5					В15					В25					В30					В40					
	h	16	24	32	40	8	16	24	32	40	8	16	24	32	40	8	16	24	32	40	8	16	24	32	40	
0,0	0,15			1																						
	0,20																									
	0,25																									
	0,30																									
	0,35																									
0,3	0,15																									
	0,20																									
	0,25																									
	0,30																									
	0,35																									
0,6	0,15																									
	0,20																									
	0,25																									
	0,30																									
	0,35																									
0,9	0,15																									
	0,20																									
	0,25																									
	0,30																									
	0,35																									
1,2	0,15																									
	0,20																									
	0,25																									
	0,30																									
	0,35																									

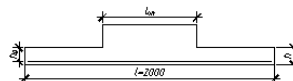


Рис. 1. Комбинационный квадрат
Fig. 1. Raman Square

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Выбранное расположение клеток обеспечивает при группировке результатов по одному какому-либо фактору нейтрализации влияния трех остальных факторов путем усреднения.

После того, как результаты эксперимента записаны в клетки комбинационного квадрата, производят усреднение полученных результатов по каждому из факторов. Для этого результаты группируются по влияющим факторам и находится среднее арифметическое значение. Если влияние факторов оказывается не в прямой зависимости от результатов эксперимента, а выражается степенной функцией или же не проявляется в результате математических усреднений, находят среднее геометрическое значение результатов по строкам и столбцам квадрата, логарифмируют и затем находят среднее арифметическое значение.

Усредненные величины по каждому фактору наносят на координатную сетку и выделяют среди них такие точки, которые могут быть соединены плавными кривыми. Количество и распределение полученных кривых позволяет предварительно определить вид искомой функции, исключить влияние соответствующих факторов путем вычитания найденных величин или деления на них. В дальнейшем выполняют повторное исследование остаточных факторов. Результатом обработки комбинационного квадрата является эмпирическая формула, в которой учтено влияние факторов на результат.

Конструирование фундаментов натуральных размеров для проведения второго этапа экспериментальных исследований выполнено с учетом рассмотренной методики по комбинационному квадрату (рис. 1).

Экспериментальные исследования с крупномасштабными железобетонными моделями фундаментов на песчаном основании позволили, помимо изучения параметров совместной работы фундамента и грунта, установить геометрические и прочностные факторы, играющие важную роль в формировании процесса хрупкого разрушения фундамента (вылет консолей, высота плиты фундамента, армирование, прочность бетона).

Частью задачи экспериментальных исследований с образцами фундаментов натуральных размеров, являлось изучение взаимовлияния отмеченных факторов на прочность фундаментов по наклонным сечениям и при продавливании.

Произведем усреднение полученных значений разрушающих нагрузок на фундаменты по каждому из первичных факторов. Результаты вычислений приведены в табл. 1 и табл.2.

Нанося полученные средние значения величин факторов на график (рис. 2а), получим зависимости результатов от каждого из факторов в отдельности при средних значениях прочих факторов.

Таблица 1. Результаты усреднения факторов R и μ_s

Table 1. Averaging Results R and μ_s

	100	200	300	400	500	Сумма	Среднее
0,0	85	165	114	19	68,5	452	90,3
0,3	134	29	314	138	280	895	179
0,6	355	88,2	44	325	405	1218	244
0,9	134	375	269	498	34	1310	262
1,2	30,5	105	108	245	650	1138	228
Сумма	738,5	762,2	849	1225	1438	5013	—
Среднее	148	152	170	245	288	—	200,3

Таблица 2. Результаты усреднения факторов h , $l_{оп}/l$.

Table 2. Factor averaging results h , $l_{оп}/l$.

	8	16	24	32	40	Сумма	Среднее
0,15	34,4	88,2	85	245	314	766,6	153,3
0,2	44,5	68,5	105	134	498	850	170
0,25	19	107,7	280	375	355	1136,6	227,3
0,3	30,5	138,4	269	405	165	1007,9	201,6
0,35	29	134	325	114	650	1252	250,4
Сумма	157,4	536,7	1064	1273	1982	5013	—
Среднее	31,5	107,3	212,8	255	396,4	—	200,5

При этом заметим, что с ростом фактора h функция P растет монотонно и быстрее, чем в первой степени, имеется тенденция роста функции P и с увеличением фактора R , влияние факторов $l_{оп}/l$ и μ_s остается неясным. Проверим зависимость между P и фактором h^2 . Из графика рис. 2б видно, что функция P получается практически прямо пропорциональной h^2 . Поэтому для устранения влияния фактора h пересчитаем все первичные данные, разделив их на h^2 . Затем сгруппируем их по следующему по силе фактору R . Для нейтрализации этого фактора снова разделим результат на R (см. рис. 2в).

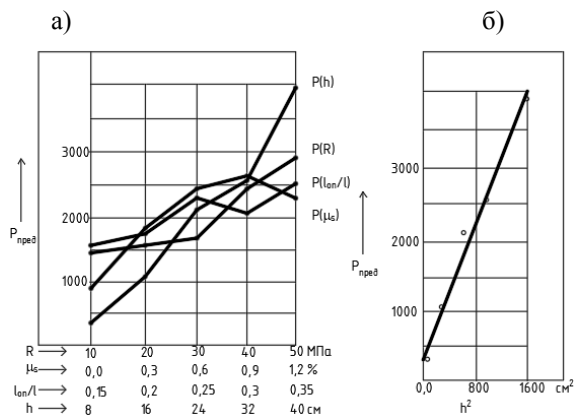


Рис. 2.

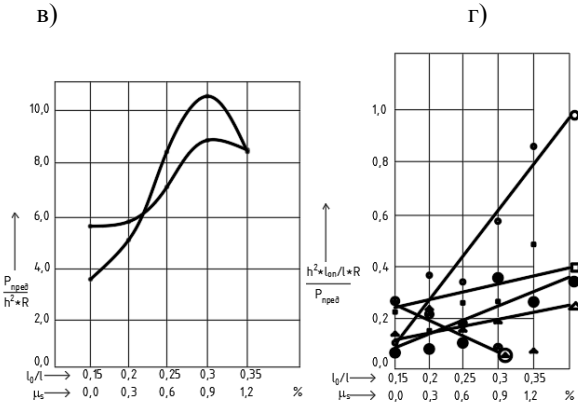


Рис. 2. Результаты обработки испытаний фундаментов, выполненных по комбинационному квадрату:
 а – зависимости параметров $R, \mu_s, l_{on}/l, h$ от $P_{пред}$;
 б – зависимость h^2 от $P_{пред}$; в, г – результаты усреднения параметров.

Fig. 2. Processing results of raman square foundation tests
 Полученные после второго пересчета данные группируем в табл. 3 по значениям факторов l_{on}/l и μ_s .

Таблица 3. Результаты усреднения фактора P/h^2R
Table 3. Factor averaging results P/h^2R

	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	Сумма	Среднее
0,0	1,48	0,54	0,74	0,52	0,73	3,65	0,73
0,3	0,65	1,31	1,0	1,35	0,725	5,0	1,0
0,6	1,72	2,32	2,22	0,8	1,41	8,47	1,7
0,9	1,1	0,78	1,83	1,56	5,23	10,5	2,1
1,2	0,6	0,91	1,4	4,77	0,8	8,48	1,7
Сумма	5,55	5,86	7,19	9,0	8,54	36,1	–
Среднее	1,11	1,17	1,44	1,8	1,71	–	7,23

Нанося эти данные на график рис. 2г, заметим, что все точки вполне удовлетворительно ложатся на плавные кривые, имеющие вид смешанных гипербол [14]. Для того, чтобы найти уравнение таких кривых, их предварительно нужно спрямить. Для кривой подобного типа можно предположить следующий вид уравнения [15]:

$$P_o = \frac{P_m \cdot l_{on}/l}{l_{on}/l + l_{on(0)}/l_{(0)}} \quad (1)$$

или иначе

$$\frac{l_{on}/l + l_{on(0)}/l_{(0)}}{P_m} = \frac{l_{on}/l}{P_o} = \frac{l_{on}/l \cdot R \cdot h^2}{P} \quad (2)$$

Формула (2) – это уравнение прямой линии в координатах l_{on}/l и $\frac{l_{on}/l \cdot R \cdot h^2}{P}$

Пересчитаем данные табл. 3, вычисляя обратные величины $\frac{l_{on}/l \cdot R \cdot h^2}{P}$, и получим следующие данные (табл. 4).

Таблица 4. Результаты усреднения фактора $P/R \cdot h^2$
Table 4. Factor averaging results $P/R \cdot h^2$

	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	Сумма	Среднее
0,0	0,1	0,37	0,34	0,58	0,95	2,34	0,468
0,3	0,22	0,15	0,25	0,22	0,48	1,33	0,266
0,6	0,087	0,086	0,1	0,38	0,25	0,903	0,181
0,9	0,14	0,26	0,14	0,19	0,067	0,797	0,159
1,2	0,25	0,22	0,18	0,06	0,44	1,15	0,23
Сумма	0,807	1,086	1,01	1,43	2,187	6,52	–
Среднее	0,16	0,22	0,202	0,286	0,44	–	1,308

Нанося эти данные на график (рис. 2) заметим, что точки на нем с некоторым приближением ложатся вдоль прямых линий. Общее уравнение этих прямых линий получается следующим:

$$\frac{l_{on}/l \cdot R \cdot h^2}{P} = l_{on}/l + \mu_s \quad (3)$$

Откуда

$$P = \frac{l_{on}/l \cdot R \cdot h^2 \cdot 100}{l_{on}/l + \mu_s} \quad (4)$$

где R – кубиковая прочность бетона, МПа;
 h – высота плиты, м;

$$\mu_s = \frac{A_s}{b \cdot h_0} \quad (5)$$

В табл. 5 приведены результаты оценки точности расчета предельной прочности фундаментов при продавливании по формуле (4) и опытными значениями продавливающей силы.

Сопоставление величин продавливающих сил, определенных по формулам (4) и (8.87) [21], с экспериментальными значениями показывает, что продавливающие силы, определенные по формуле (4), для фундаментов, разрушившихся от продавливания, более точно соответствуют экспериментальным данным, чем результаты расчета по формуле (8.87) [21] при эпюре нормальных контактных напряжений грунта, принятой по [20].

Поэтому мы рекомендуем формуле (4) использовать в расчетах фундаментов как экспресс-метод определения расчетной несущей способности фундаментов в предположении хрупкого разрушения, например, при вариантном сравнении.

Таблица 5. Результаты оценки точности расчета предельной прочности фундаментов при продавливании по формуле (4) и опытными значениями продавливающей силы

Table 5. Results of Estimating the Accuracy of Calculating the Ultimate Strength of Foundations at Punching by Formula (4) and Experimental Values of Punching Force

Источник	Таблица 4.1 [17]							[16]	[13]	[11]
	6	9	10	12	14	18	20	22	21Ф	ПС-7
№ испытания	6	9	10	12	14	18	20	22	21Ф	ПС-7
$P_{расч}$, кН	1105	911	2330	403	1540	1550	218	950	214	360

Продолжение таблицы 5.

P (8.87) [21], кН	818	1014	1650	325	1900	1580	211	775	–	–	–
$P_{оп}$, кН	1000	1107	2270	805	2180	1950	328	920	180	412	104

ВЫВОДЫ

1. На основе статистической обработки результатов экспериментальных исследований, выполненных по комбинационному квадрату, получена эмпирическая формула расчета прочности, расчеты по которой для фундаментов, разрушившихся от продавливания, наиболее точно согласуются с экспериментальными данными.

2. Полученная формула может быть рекомендована как экспресс-метод оценки прочности фундамента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов Д.С. Измерительные приборы, методика и некоторые результаты исследования распределения давлений в песчаном грунте. – М.: Научное сообщение ЦНИИСК, 1959. Вып. 7. – 60 с.
2. Бараускас Я.А., Ривкин С.А. Экспериментальное определение расчетных параметров естественных грунтов оснований. – Литовский механический сборник № 1. – Вильнюс: Вильнюсский инженерно-строительный институт, 1969. – С. 88-98.
3. Горбунов-Посадов М.И. Расчет конструкций на упругом основании. – М.: Гос. Изд-во литературы по строительству и архитектуре, 1953. – 516 с.
4. Давиденков Н.Н. Струнный метод измерения деформаций. – Л.-М.: Гос. техн.-теоретич. Изд., 1933. – 60 с.
5. Корнев Б.Г., Ручимский М.Н. Экспериментальные исследования работы моделей плит на грунтовом основании. – М.: Вопросы расчета плит на упругом основании. – Стройиздат, 1958. – С. 5-40.
6. Лазебник Г.Е. Разработка, испытания и усовершенствование датчиков для определения давлений грунта и сыпучих тел на сооружения в натуре. – В кн.: Исследования по основаниям, фундаментам и механике грунтов. – Киев: Будивельник, 1969. – С. 116-123.
7. Лазебник Г.Е., Смирнов А.А. Определение напряжений и деформаций под фундаментами в основаниях из различных грунтов. – В кн.: Исследования по основаниям, фундаментам и механике грунтов. – Киев: Будивельник, 1969. – С. 100-111.
8. Манвелов Л.И., Борташевич Э.С. О выборе расчетной модели упругого основания. – Строительная механика и расчет сооружений, 1961. № 4. – С. 14-18.
9. Мартишюс А.Т. К расчету фундаментных плит переменной толщины на продавливание. – В сб.:

Железобетонные конструкции. – Вильнюс: Вильнюсский инженерно-строительный институт, 1969. – С. 141-147.

10. Мурзенко Ю.Н. Основные закономерности изменения напряженного состояния песчаного основания по контактной по-верхности фундаментов при возрастании нагрузки. – В сб.: Исследования оснований, фундаментов и гидротехнических сооружений. – Новочеркасск: Новочеркасский ПИ, 1970. Т. 216. – С. 3-12.

11. Мурзенко Ю.Н., Цесарский А.А. Влияние заглубления на совместную работу железобетонных фундаментов и песчаного основания. – В сб.: Исследования оснований, фундаментов и гидротехнических сооружений. – Новочеркасск: Новочеркасский ПИ, 1970. Т. 216. – С. 29-35.

12. Мурзенко Ю.Н., Ревенко В.В., Аринина Э.В. Исследование напряженно-деформированного состояния песчаного основания в процессе повышения нагрузки. – В сб.: Экспериментально-теоретические исследования строительных конструкций, оснований и фундаментов. – Новочеркасск: Новочеркасский ПИ, 1974. – С. 61-67.

13. Палатников Е.А., Тепляков А.А. Экспериментальные исследования плит на грунтовом основании. – М.: Труды института ГипроНИИавиапром. Вып. 8. 1971. – С. 76-102.

14. Протодьяконов М.М. Обработка опытных данных по резанию горных пород методом смешанных гипербол. Научные доклады высшей школы. – М.: Горное дело, 1958. № 2. – С. 263-269.

15. Протодьяконов М.М., Тедер Р.И. Методика рационального планирования экспериментов. – М.: Наука, 1970. – 76 с.

16. Ривкин С.А. Расчет фундаментов. – Киев: Будивельник, 1967. – 304 с.

17. Родин С.В. Особенности силового взаимодействия железобетонных столбчатых фундаментов с песчаным основанием: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02 / С.В. Родин. – Днепропетровск, 1983. – 212 с.

18. Родштейн А.Г. Контактные напряжения под жесткими фундаментами на песчаном основании. Информационные материалы. – М.: 1952. № 1. – С. 31-35.

19. Родштейн А.Г. Лабораторные и натурные исследования реактивных давлений под жестким фундаментом. – М.-Л.: Труды координационных совещаний по гидротехнике. Вып. 111. Госэнергоиздат, 1962. – С. 69-74.

20. Руководство по проектированию фундаментов на естественном основании под колонны зданий и сооружений промышленных предприятий. – М.: Стройиздат, 1978. – 109 с.

21. СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003». [Текст]. – М.: Минстрой России, 2018. – 143 с.

22. Черкасов И.И. Механические свойства грунтов в дорожном строительстве. – М.: Транспорт, 1976. – 247 с.

REFERENCES

1. Baranov D.S. Measuring Instruments, Methodology and Some Results of the Study of Pressure Distribution in Sandy Soil. Moscow, TsNIISK Publ., 1959. Vol. 7. – 60 p. (in Russian).
2. Barauskas Y.A., Rivkin S.A. Experimental Determination of Calculated Parameters of Natural Soil Foundations. – Lithuanian Mechanical Collection No. 1. Vilnius: Vilnius Institute of Engineering and Civil Engineering, 1969. P. 88-98.
3. Gorbunov-Posadov M.I. Calculation of structures on an elastic basis. – M.: State. Publishing house of literature on construction and architecture, 1953. – 516 p.
4. Davidenkov N.N. String method of measuring deformations. – L.-M.: State Technical University.-theoretical Publishing House, 1933. – 60 p.
5. Korenev B.G., Ruchimsky M.N. Experimental studies of the operation of models of slabs on a soil base. – M.: Issues of calculating slabs on an elastic base. – Stroyizdat, 1958. – pp. 5-40.
6. Lazebnik G.E. Development, testing and improvement of sensors for determining the pressures of soil and bulk solids on natural structures. – In: Research on foundations, foundations and soil mechanics. – Kiev: Budivelnik, 1969. – pp. 116-123.
7. Lazebnik G.E., Smirnov A.A. Determination of stresses and deformations under foundations in foundations from various soils. – In: Research on foundations, foundations and soil mechanics. – Kiev: Budivelnik, 1969. – pp. 100-111.
8. Manvelov L.I., Bortashevich E.S. On the choice of the calculated model of the elastic base. – Construction mechanics and calculation of structures, 1961. No. 4. – pp. 14-18.
9. Martishus A.T. On the calculation of foundation slabs of variable thickness for punching. – In the collection: Reinforced concrete structures. – Vilnius: Vilnius Institute of Civil Engineering, 1969. – pp. 141-147.
10. Murzenko Yu.N. The main patterns of changes in the stress state of the sandy base along the contact surface of the foundations with increasing load. – In the collection: Studies of foundations, foundations and hydraulic structures. – Novochoerkassk: Novochoerkassk PI, 1970. Vol. 216. – pp. 3-12.
11. Murzenko Yu.N., Tsesarsky A.A. The influence of sinking on the joint work of reinforced concrete foundations and sandy foundations. – In the collection: Studies of foundations, foundations and hydraulic structures. – Novochoerkassk: Novochoerkassk PI, 1970. Vol. 216. – pp. 29-35.
12. Murzenko Yu.N., Revenko V.V., Arinina E.V. Investigation of the stress-strain state of a sandy base in the process of increasing the load. – In the collection: Experimental and theoretical studies of building structures, foundations and foundations. – Novochoerkassk: Novochoerkassk PI, 1974. – pp. 61-67.
13. Palatnikov E.A., Teplyakov A.A. Experimental studies of slabs on a soil base. – M.: Proceedings of the Institute of Engineering and Aviation Industry. Issue 8. 1971. – pp. 76-102.
14. Protodiakonov M.M. Processing of experimental data on rock cutting by the method of mixed hyperboles. Scientific reports of the higher school. – M.: Mining, 1958. No. 2. – pp. 263-269.
15. Protodiakonov M.M., Teder R.I. Methods of rational planning of experiments. – M.: Nauka, 1970. – 76 p.
16. Rivkin S.A. Calculation of foundations. – Kiev: Budivelnik, 1967. – 304 p.
17. Rodin S.V. Features of Power Interaction of Reinforced Concrete Columnar Foundations with a Sand Foundation. ... Cand. Tech. Sci.: 05.23.02 / S.V. Rodin. – Dnepropetrovsk, 1983. 212 p. (in Russian).
18. Rodstein A.G. Contact stresses under rigid foundations on a sandy base. Information materials. – M.: 1952. № 1. – Pp. 31-35.
19. Rodstein A.G. Laboratory and field studies of reactive pressures under a rigid foundation. – M.-L.: Proceedings of coordination meetings on hydraulic engineering. Issue 111. Gosenergoizdat, 1962. – pp. 69-74.
20. Guidelines for the design of foundations on a natural foundation for columns of buildings and structures of industrial enterprises. – M.: Stroyizdat, 1978. – 109 p.
21. SP 63.13330.2018 "Concrete and reinforced concrete structures. The main provisions. Updated version of SNiP 52-01-2003". [Text]. – M.: Ministry of Construction of Russia, 2018. – 143 p.
22. Cherkasov I.I. Mechanical properties of soils in road construction. – M.: Transport, 1976. – 247 p.

PLANNING AN EXPERIMENT IN THE STUDY OF THE FORCE INTERACTION OF FOUNDATIONS WITH A SOIL BASE

Mennanov¹ E.M., Rodin² S.V., Kalafatov D.A.³, Bogutsky⁴ Y.G.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Institute "Academy of Construction and Architecture"
181, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493
E-mail: ¹mennanov.elmar@mail.ru; ²sv_rodin@mail.ru; ³jafer90@mail.ru; ⁴bogutskiyg@mail.ru

Abstract. The article presents the results of studies of foundation models when breaking along inclined sections and in the form of punching. For rational planning of experiments, a large combination square was constructed, consisting of 25 medium-sized squares corresponding to all combinations of two factors (cubic strength of concrete and reinforcement coefficient). Each of the 25 middle squares, in turn, consists of 25 cells, corresponding to all possible combinations of other factors: the height of the foundation slab and the relative overhang of the cantilever part. Experimental studies were carried out with large-scale reinforced concrete models of foundations on a sand base, which made it possible to study the parameters of the joint operation of the foundation and soil, and to establish geometric and strength factors that play an important role in the formation of the process of brittle destruction of the foundation (overhang of cantilevers, height of the foundation slab, reinforcement, strength of concrete).

Materials and methods: Our experimental studies were divided into two phases:

1 – conducting staged experiments on large-scale reinforced concrete models of foundations in order to select four factors, since a greater number of factors introduced into empirical formulas practically does not increase the accuracy of the formulas, but only increases the number and labor intensity of experiments;

2 – study of the influence of the shape of the plot, normal contact stresses and established primary factors on the strength when punching foundations of full-scale dimensions (2x2 m).

Staged experimental studies were carried out on a series of three or five identical models of foundations with a plan size of 1x1x0.1 m (height) at different values of the factors under study. The foundation structures are shown in Figure 1.

Results: experimental study of the effect of diagrams of contact stresses of sandy soil on the strength of full-scale columnar foundations during punching; identification of real forms of the punching pyramid on full-scale reinforced concrete foundation samples; development of a method for calculating the strength of brittle fracture of columnar foundations on a sand base; obtaining mathematical dependencies of the destructive load on the parameters of the foundation structure; New structural solutions for foundations.

Conclusions: на основе статистической обработки результатов экспериментальных исследований, выполненных по комбинационному квадрату, получена эмпирическая формула расчета прочности, расчеты по которой для фундаментов, разрушившихся от продавливания, наиболее точно согласуются с экспериментальными данными. Полученная формула может быть рекомендована как экспресс-метод оценки прочности фундамента.

Key words: foundation, soil, exploration, planning, reinforced, concrete.

УДК: 62-784.23

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УДАЛЕНИЯ ВРЕДНОСТЕЙ ОТ ПОСТОВ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ

Зайцев О.Н.¹, Сиваченко Ю.А.²

Юго-Западный государственный университет им. И.И. Ишутина, ул. 50 лет Октября, 94, Курск, 305040, Россия
ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», Институт «Академия строительства и архитектуры», ул. Киевская, 181,
г. Симферополь, Республика Крым, 295493, Россия
E-mail:¹ zon071941@mail.ru; ² strikermk12@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается способ повышения эффективности локализации и удаления вредностей от постов плазменной резки, а также предложена конструкция коаксиального активированного приточной радиальной струей локального вытяжного устройства для удаления вредностей от постов плазменной резки и сварки. Применение данного способа удаления вредностей помогает решить проблему повышения качества микроклимата на постах плазменной резки при широкой номенклатуре обрабатываемых металлов различных толщин и химических составов. Снизить риски для рабочего персонала ввиду вредности выделяемых веществ в процессе раскроя металлов. Изучено каким образом влияет на увеличение осевой скорости всасывающего потока активация местного отсоса приточной радиальной струей, а также определен диапазон работы устройства на заданных расходах воздуха и диапазон эффективного всасывания характеризующийся осевой скоростью. Проверена гипотеза об увеличении спектра всасывания путем создания ограничивающей плоскости для уменьшения точечного стока при работе вытяжного устройства. В работе приведены результаты экспериментальных исследований, регрессионная зависимость осевой скорости в зависимости от удаленности от всасывающего коаксиального вытяжного устройства в зависимости от заданного расхода воздуха. Установлено, что вытяжное устройство предложенной конструкции показывает стабильные параметры работы во всем диапазоне заданных расходов (отсутствует негативное влияние всасывающего и ограничивающего потоков) для технического решения в котором установлено соотношение ограничивающего и удаляющего потока $\beta=1$.

Предмет исследования: способы повышения эффективности локализация и удаления вредностей при плазменной резке металлов.

Материалы и методы: поставленные задачи решались экспериментальными методами путем обработки данных методами статистического анализа на основе модели устройства полученной при физическом моделировании на основе полученных зависимостей, которые формулируют методики расчета аэродинамических и эколого - энергетических параметров результирующего течения при взаимодействии потока плазмы с спектром всасывания и радиальной активированной струей и численном моделировании процессов удаления воздуха коаксиальным активированным приточной радиальной струей локальным вытяжным устройством для удаления вредностей.

Результаты: На основании проведенного экспериментального исследования впервые получены регрессионные зависимости осевых скоростей от удаленности от всасывающего отверстия при заданном расходе воздуха для запатентованной конструкции активированного приточной ограничивающей радиальной струей местного отсоса.

Выводы: в результате проведенных экспериментов получена регрессивная зависимость осевой скорости от удаленности от всасывающего отверстия в зависимости от объема удаляемого и приточного воздуха реализующей принцип повышения эффективности локализации и удаления вредностей от постов плазменной резки, при помощи устройства конструкция которого представляет собой коаксиальный активированного приточной радиальной струей локального вытяжного устройства для удаления вредностей от постов плазменной резки и сварки. По полученной зависимости получен график осевых скоростей для устройства предложенной конструкции при равном соотношении приточного и вытяжного потоков.

Ключевые слова: местный отсос, плазменная резка, всасывающий факел, удаление, локальное удаление, плазменная резка

ВВЕДЕНИЕ

Политика государства, направленная на увеличение продолжительности и качества жизни, диктует необходимость создания новых подходов, особенно на участках производств с наличием вредных производственных факторов, к которым в том числе относится и плазменная резка металла. Ввиду того, что плазменная резка относится к сферам деятельности металлообработки сопряженным с вредным воздействием различных факторов на здоровье рабочих при развитии технологий, направленных на сохранение здоровья и максимальное их снижение, возможно, добиться качественного улучшения показателей производств в этой сфере.

Несмотря на развитие оборудования для плазменной резки, а также улучшение систем локальной вытяжной вентиляции, остается актуальной проблема повышения эффективности локальных отсосов при плазменной резке металлов для снижения общей загрязненности помещений производственных цехов, улучшения условий труда путем организации, нормируемых санитарно-гигиенических условий труда, в том числе путем доведения загрязненности рабочей зоны до требований по предельно допустимой концентрации вредных веществ при меньших капитальных и эксплуатационных затратах.

Развитие вычислительной техники, а также развитие и внедрение принципов автоматизации производственных процессов при плазменной резке металлов стимулируют развитие альтернативных сложившимся способам удаления вредных

выбросов на сварочных и плазменных производствах внедряя и применяя на вышеуказанных производствах локальные вытяжные системы.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Вопросы повышения эффективности всасывающих течений освещены в отечественной литературе [1-3]. Уделено внимание способам повышения эффективности всасывающих течений их аэродинамическим параметрам, а также рассматриваются вопросы технической реализации предложенных способов. Анализ публикаций показывает перспективность разработок, касающихся повышения эффективности локальных вытяжных устройств за счет внедрения новых технических решений, учитывающих особенности взаимодействия потоков их совместное влияние на работу точечного стока.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Значительные расходы воздуха для удаления вредных от современных вытяжных секционных столов составляющие порядка 8 тыс. м³/ч для раскроечных столов средних габаритов, [4] а также значительная металлоемкость подобных изделий диктуют необходимость снижения эксплуатационных и капитальных затрат при устройстве постов плазменной резки.

Раскроечный стол - состоящий из опорного каркаса, представляет собой металлоконструкцию, на которой размещаются ламели, каркас для крепления сетки, сетка для улавливания мелкоформатных деталей, вытяжные секции, которые выполняют функцию удаления выделившихся в процессе резки металла аэрозолей, а также бункера для сбора, грата и капель металла. В ряде случаев раскроечный стол не укомплектовывается секциям и обшивается листовым металлом либо представляет собой моноконструкцию на которую крепится портал (Рис.1).

Секции либо сегменты, одновременно служат как элемент вентиляционной системы для удаления аэрозолей, а также как емкость для сбора грата и металлических капель. Секции, как правило, выполняются шириной от 0,5-0,7м до 1м и представляют собой бункер трапецевидного профиля с торцевыми отверстиями, которые в зависимости от положения плазматрона открываются, или закрываются заслонками (Рис.2).

В зависимости от габаритных размеров столов также применяются иные профили секций - пирамидальной формы, реже прямоугольной. Заслонки открываются либо закрываются в зависимости от пространственного положения плазматрона. Благодаря работе направляющего механизма, воздействующего на пневматическую систему, происходит последовательное открывание

заслонок либо в случае механического управления - открытие и закрытие происходит направляющим аппаратом, при этом ввиду высокой абразивности образующейся в процессе плазменной резки пыли система, отвечающая за открытие и закрытие секций может часто требовать обслуживания либо вовсе выходить из строя.

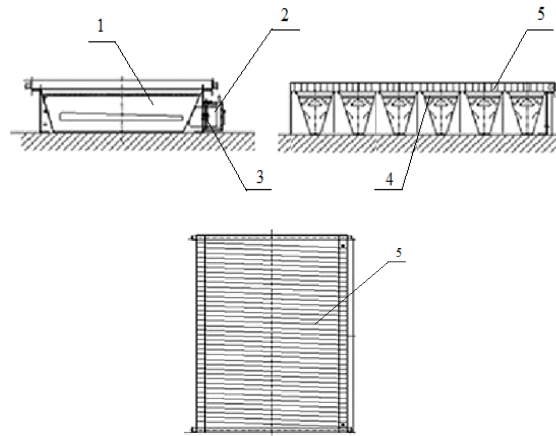


Рис. 1. Принципиальная схема секционного вытяжного стола. 1. Бункер-секция для сбора грата и удаления вредных веществ; 2. Сборный воздуховод; 3. Устройство регулирования работы секций; 4. Ограничивающая решетка, предотвращающая падение мелких деталей; 5. Ламели.

Fig. 1. Schematic diagram of a sectional exhaust table.

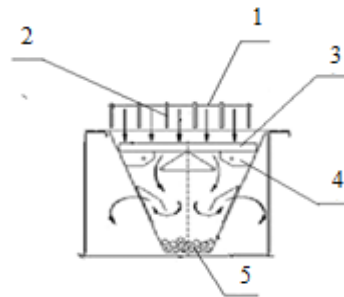


Рис. 2. Принципиальная схема секции вытяжного стола. 1. Листовая заготовка; 2.Ламель; 3.Решетка; 4.Крепёжная система решетки; 5.Грат, шлам.

Fig. 2. Schematic diagram of the exhaust table section

Посредством такого алгоритма действий в работу включается одна секция, над которой непосредственно и происходит резка, таким образом, происходит условная локализация зоны выделения вредных выбросов.

Альтернативой вышеуказанным техническим решениям могут служить локальные вытяжные устройства при внедрении которых реализуется принцип следования за плазматроном (принцип автоматического нахождения локального вытяжного устройства в наибольшем возможном приближении к месту в котором образуются вредности) для раскроечных столов значительной производительности. При использовании раскроечных столов для резки заготовок локальное

вытяжное устройство следует размещать как можно ближе к месту выделения вредных веществ, однако следует учитывать, что большинство современных устройств для удаления вредностей – так называемые раскроечные столы имеют ограниченное внутреннее пространство, что обусловлено технологией плазменной резки.

Задача экспериментального исследования геометрических характеристик коаксиального вытяжного устройства состояла в усовершенствовании и разработке вытяжного устройства, которое позволяет реализовать вышеуказанные принципы позволяющие добиться повышения эффективности средств локализации и удаления вредностей, подтвердить эффективность технического решения, примененного в локальном вытяжном устройстве предложенной конструкции.

С целью исследования всасывающего факела с ограничивающим потоком, была разработана и собрана экспериментальная установка (Рис.1), в которой реализована концепция двухходового вентиляционного устройства с поворотной камерой, что позволило реализовать техническое решение, при котором возможно использование одного побудителя (вентилятора) работающего как на всас для удаления воздуха, так и одновременно на подачу потока воздуха, формирующего ограничивающий поток воздуха в коаксиальном вытяжном устройстве и состоящего из:

Диффузора-ограничителя (1), наружного трубопровода (2) и внутреннего трубопровода (3) образующих межтрубное пространство с тарированными отверстиями для замеров скорости воздушного потока (15), регулирующего насадка (4), конусных переходников (5,6), корпуса (7), поворотной камеры (8), сочлененной вентиляционной установки (9,10), регулятора производительности вентиляторов (11), а также цифрового анемометра (12) с телескопическим щупом (13) установленных на опоре (14) соштангой для фиксации щупа, которая устанавливается на заданном расстоянии от оси всасывающего отверстия.(Рис. 3.)

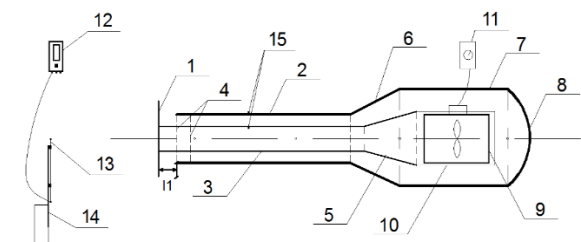


Рис.3. Принципиальная схема экспериментальной установки

Fig.3. Schematic diagram of the experimental installation

Принцип действия экспериментальной установки, в которой реализовано техническое решение, для которой установлено соотношение ограничивающего и удаляющего потока, выражено зависимостью (1)

$$Q_{в1} = \beta \times Q_{в2} \quad (1)$$

где:

$Q_{в2}$ - расход воздуха на формирование ограничивающего потока, м³/ч;

$Q_{в1}$ - расход удаляемого воздуха, м³/ч;

β - соотношение расходов для формирования ограничивающего потока и удаляемого потока, при этом для установок с одним побудителем $Q_{в2} \leq \beta \leq Q_{в1}$ для значений соотношения потоков $\beta=0,8-1$ при котором достигается отсутствие негативных факторов взаимодействия струй при формировании приточного потока воздуха в виде радиальной веерной струи заключается в следующем, воздушный поток всасывается через внутреннюю трубу (3) на которой закреплен круглый диффузор-ограничитель (1) при этом, внутренний воздуховод меньшего диаметра вставляется в наружный воздуховод большего диаметра так, чтобы наружный воздуховод располагался на некотором расстоянии от диффузора, который закреплен на воздуховоде меньшего диаметра образуя при этом воздухораспределительное устройство. Второй поток проходит через межтрубное пространство, образованное внутренней трубой (3) и наружной трубой (2).

Для определения основных характеристик всасывающего течения был проведен комплекс экспериментальных исследований, заключающийся в установлении зоны действия всасывающего течения, определении распределения скоростей на различном удалении от всасывающего отверстия, а также определении осевой скорости потока

Измерения проводились в контрольных точках, серий не менее чем из семи замеров, с разностью между результатами в серии отличной не более, чем на +5 %, в обратном случае серия замеров проводилась повторно.

Доверительная вероятность в соответствии с [5-7] и [8] принималась 0,95. Обработка результатов эксперимента производилась при помощи корреляционного регрессионного анализа. Согласно [9,10] при корреляционном регрессионном анализе для полнофакторного двухфакторного эксперимента количество серий опытов принималось равным четырем. Для проведения эксперимента использовался полный факторный ортогональный план [10].

По результатам экспериментальных исследований на разработанном экспериментальном стенде, на основании регрессионного анализа, получена регрессионная зависимость осевой скорости локального вытяжного устройства предложенной конструкции от заданного расстояния при заданном расходе воздуха (2), анализ которой показал увеличение осевой скорости по сравнению с обычным (не активированным) локальным вытяжным устройством.

$$V_0 = 1,429 + (-0,518) \times (0,01 \times Q - 7,5) + (-0,146) \times (0,2 \times L - 5) \quad (2)$$

где:

Q - расход удаляемого воздуха, м³/ч

L - осевое расстояние от источника вредных выделений, см

На основании полученных данных были построены – сводные графики зависимости осевых скоростей от удаленности от оси всасывающего отверстия при различных значениях расходов удаляемого воздуха рис 2.

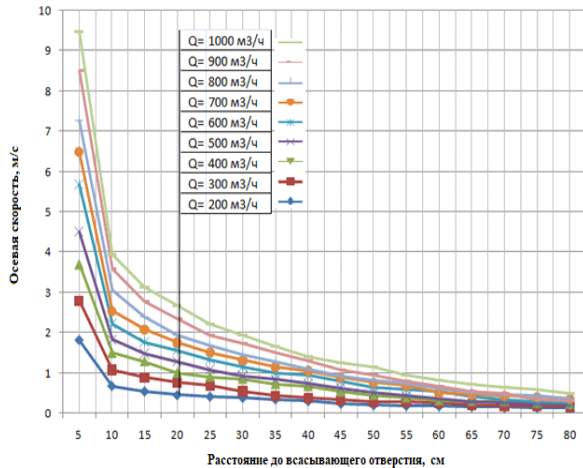


Рис.4. График зависимости осевых скоростей от удаленности от оси всасывающего отверстия при заданных расходах Q (м³/ч) и равном соотношении всасывающего и ограничивающего потоков

Fig.4. Graph of the dependence of axial velocities on the distance from the axis of the suction opening at a given flow rate Q (m³/h) and an equal ratio of suction and limiting flows

ВЫВОДЫ

Получено экспериментальное подтверждение увеличения осевой скорости всасывающего потока при использовании локального вытяжного устройства предложенной конструкции в сравнении с вытяжным устройством без ограничивающего потока при установленном значении соотношения расходов β, что подтверждает предположения об увеличении эффективности локального вытяжного устройства активированного веерной струей для увеличения дальности всасывающего факела в ограниченном пространстве в условиях высокотемпературного воздействия удаляемых газов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Писаренко, В.Л. Вентиляция рабочих мест в сварочном производстве/ В.Л. Писаренко // - М.: Машиностроение. 1981г.— С. 92, 95-97;
- 2.Кортес, А.Р. Сварка, резка, пайка металлов. / А.Р. Кортес //– М.: ООО «Арфа СВ», 1999.—С. 138-141;
- Васильев, К.В. Плазменно-дуговая резка. / К.В. Васильев // – М.: "Машиностроение", 1974.—С.72-74;

- 3.Ширшов, И.Г. Плазменная резка/ Ширшов И.Г., Котикова В.Н.//. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ие, 1987.—С.131-133;

- 4.Официальный сайт (ОАО "Зонт"). Каталог оборудования для плазменной резки [Электронный ресурс] / (ОАО "Зонт")- производство столов, порталных маши и дополнительного оборудования для плазменной резки. - Режим доступа:http://www.artadmires.com/www/zont/production/dop_oborud/stol/;

- 5.Зайдель, А.Н. Погрешности измерений физических величин / А.Н. Зайдель// – Л.: Наука, 1985. — 110 с. ;

6. Рабинович, С.Г.Погрешности измерений / С.Г. Рабинович// – Л.: Энергия,1978. —258 с. ;

- 7.Бояршинова, А.К.Теория инженерного эксперимента: курс лекций / А.К.Бояршинова, А.С. Фишер// – Челябинск: ЮУрГУ, 2006. —85 с.;

8. ГОСТ 8.563-96Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. -М.: ИПК Издательство стандартов, 2008. —7 с. ;

- 9.Бояршинова, А.К.Теория инженерного эксперимента: курс лекций / А.К.Бояршинова, А.С. Фишер// – Челябинск: ЮУрГУ, 2006. —85 с. ;

10. Спирин, Н.А. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: Учебное пособие / Н.А. Спирин, В.В. Лавров, Л.А. Зайнуллин, А.Р. Бондин, А.А. Бурькин; Под общ. ред. Н.А. Спирина. // — Екатеринбург: ООО «УИНЦ», 2015. — 290 с.

REFERENCES

- 1.Pisarenko, V.L. Ventilation of workplaces in welding production/ V.L. Pisarenko // - M.: Mashinostroenie. 1981 — pp. 92, 95-97;

2. Cortes, A.R. Welding, cutting, soldering of metals. / A.R. Cortes // - M.: LLC "Arfa SV", 1999. — pp. 138-141; Vasiliev, K.V. Plasma arc cutting. / K.V. Vasiliev // - M.: "Mashinostroenie", 1974. —pp.72-74;

- 3.Shirshov, I.G. Plasma cutting/ Shirshov I.G., Kotikova V.N.//. – L.: Mashinostroenie. Leningr. publishing House, 1987.—pp.131-133;

4. Official website (JSC "Umbrella"). Catalog of plasma cutting equipment [Electronic resource] / (JSC "Umbrella")- production of tables, gantry machines and additional equipment for plasma cutting. - Access mode:http://www.artadmires.com/www/zont/production/dop_oborud/stol/;

5. Zaidel, A.N. Measurement errors of physical quantities / A.N. Zaidel// – L.: Nauka, 1985. — 110 p.;

6. Rabinovich, S.G. Measurement errors / S.G. Rabinovich// – L.: Energiya, 1978. -258 p.;

7. Boyarshinova, A.K. Theory of engineering experiment: a course of lectures / A.K. Boyarshinova, A.S. Fisher// – Chelyabinsk: SUSU, 2006. -85 p.;

8. GOST 8.563-96STATE system for ensuring the uniformity of measurements. Measurement methods. - M.: ИПК Publishing House of Standards, 2008. -7 p.;

9. Boyarshinova, A.K. Theory of engineering experiment: a course of lectures / A.K.Boyarshinova, A.S. Fisher// – Chelyabinsk: SUSU, 2006. -85 p.;

10. Spirin, N.A. Methods of planning and processing the results of an engineering experiment: A textbook / N.A. Spirin, V.V. Lavrov, L.A. Zainullin, A.R. Bondin, A.A. Burykin; Under the general editorship of N.A. Spirin. // — Yekaterinburg: LLC "WINTS", 2015. — 290 p.

A METHOD TO INCREASE THE EFFICIENCY OF REMOVING HAZARDS FROM PLASMA CUTTING POSTS

Zaitsev O.N.¹, Sivachenko Yu.A.²

I.I. Ishutin Southwestern State University, 94 50 let Oktyabrya str., Kursk, 305040, Russia
 V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Kievskaya str., 181, Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia
 E-mail:¹ zon071941@mail.ru; ² strikermk12@mail.ru

Abstract: The article considers a way to increase the efficiency of localization and removal of hazards from plasma cutting posts, and also proposes a design of a coaxial local exhaust device activated by a supply radial jet to remove hazards from plasma cutting and welding posts. The use of this method of removing hazards helps to solve the problem of improving the quality of the microclimate at plasma cutting stations with a wide range of processed metals of various thicknesses and chemical compositions. To reduce the risks for the working staff due to the harmfulness of the substances released during the metal cutting process. It is studied how the activation of local suction by a supply radial jet affects the increase in the axial velocity of the suction flow, and the range of operation of the device at specified air flow rates and the range of effective suction characterized by axial velocity are determined. The hypothesis of increasing the suction spectrum by creating a limiting plane to reduce the point drain during operation of the exhaust device has been tested. The paper presents the results of experimental studies, the regression dependence of the axial velocity depending on the distance from the suction coaxial exhaust device depending on the set air flow. It is established that the exhaust device of the proposed design shows stable operating parameters over the entire range of specified flow rates (there is no negative influence of suction and limiting flows) for a technical solution in which the ratio of limiting and removing flow $\beta = 1$ is established.

Subject: methods for increasing the efficiency of localization and removal of hazards during plasma cutting of metals.

Materials and methods: the tasks were solved by experimental methods by processing data using statistical analysis methods based on a device model obtained by physical modeling based on the obtained dependencies, which formulate methods for calculating the aerodynamic and environmental - energy parameters of the resulting flow during the interaction of the plasma flow with the suction spectrum and the radial activated jet and numerical modeling of the processes of air removal by a coaxial activated supply a radial jet with a local exhaust device for removing harmful substances. Results: Based on the conducted experimental study, regression dependences of axial velocities on the distance from the suction port at a given air flow rate were obtained for the first time for a patented design of a local suction activated by a supply limiting radial jet.

Results: Based on the conducted experimental study, regression dependences of axial velocities on the distance from the suction port at a given air flow rate were obtained for the first time for a patented design of a local suction activated by a supply limiting radial jet.

Conclusions: as a result of the experiments carried out, a regressive dependence of the axial velocity on the distance from the suction port was obtained, depending on the volume of the removed and supply air, which implements the principle of increasing the efficiency of localization and removal of hazards from plasma cutting posts, using a device whose design is a coaxial local exhaust device activated by a supply radial jet to remove hazards from plasma cutting posts and welding. According to the obtained dependence, a graph of axial velocities for the device of the proposed design is obtained with an equal ratio of supply and exhaust flows.

Key words: local suction, plasma cutting, suction torch, removal, local removal, plasma cutting.

Раздел 3. Инженерное обеспечение

УДК 621.311.6

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПОКРЫТИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ И Г. СЕВАСТОПОЛЬ

Бекиров ¹Э.А., Абдурахманов ²Р.Н., Асанов ³М.М.ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,
Физико-технический институт

295493, Республика Крым, г. Симферополь, улица Киевская, 181

E mail: bekirov.e.a@cfuv.ru¹, rechatfor@gmail.com², asanov.m.m@cfuv.ru³

Аннотация. В работе проанализированы особенности мирового рынка производства биогаза. Произведен расчет количества сырья для биогазовой энергоустановки с целью выработки электроэнергии для снабжения потребителей Республики Крым и г. Севастополь. Выполнен сравнительный анализ стоимости капитального строительства проанализированной биогазовой энергоустановки и других возобновляемых источников энергии.

Предмет исследования: Биогазовая энергоустановка, предназначенная для покрытия потребностей в электроэнергии потребителей Республики Крым и г. Севастополь, количество ресурсов для организации ее эффективной работы и капитальные затраты на ее строительство.

Результаты: В исследовании установлено, что при использовании всего биогаза, выработанного из местного сырья, энергоустановка может покрыть 8 % из необходимой для потребителей Республики Крым и г. Севастополь электроэнергии. Капитальные затраты на строительство такой биогазовой энергоустановки составят по расчетам около 12 млрд. руб. Для строительства солнечной электростанции, которая будет вырабатывать такое же количество электроэнергии необходимо затратить около 27 млрд. руб., ветроэлектростанции наземного типа – около 38 млрд. руб.

Вывод: Полученные результаты позволяют оценить потенциальные возможности использования местного сырья для производства биогаза с целью выработки электроэнергии на территории Республики Крым и г. Севастополь. Сравнения капитальных затрат на строительство различных энергоустановок возобновляемой энергетики показывают значительное преимущество биогазовых энергоустановок и свидетельствуют о больших перспективах их развития в регионе.

Ключевые слова: производство биогаза, местное сырье, биогазовая энергоустановка, электроэнергия, Республика Крым.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из видов возобновляемых источников энергии является биогаз, получаемый путем переработки органических отходов. В России, как и во многих других странах, интерес к биогазу растет с каждым годом. В статье рассматривается перспектива использования биогаза на основе животных отходов в Республике Крым

В России имеется значительный потенциал для производства биогаза. Огромное количество органических отходов, таких как сельскохозяйственные отходы, стоки клубники, отходы пищевой промышленности и агрохимии, могут быть использованы для производства биогаза. Однако на текущий момент производство биогаза из отходов значительно уступает в технологическом развитии и производственных мощностях таким возобновляемым источниками энергии, как ветровая и солнечная.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Анализ литературных источников показывает, что одной из проблем является недостаточное количество специализированных установок для производства биогаза. В некоторых регионах России уже работают такие установки, однако выработанная ими энергия несоизмерима мала для

развития необходимого потенциала. Это ограничивает производство биогаза и его использование для производства электроэнергии, а также использования его в качестве горючего. Зачастую при ограниченном производстве биогаза, его необходимо использовать в удаленных от сети местности с применением автономных источников. Биогаз используется для генерации электроэнергии, тепло- и энергоснабжения в различных отраслях. Большие перспективы использования биогаза, в качестве биотоплива для транспортных средств, что позволит сократить выбросы вредных веществ и положительно влиять на экологическую обстановку.

Некоторые предприятия в России уже успешно реализуют проекты по производству и использованию биогаза. Подобные проекты позволяют использовать органические отходы, сокращать затраты на электроэнергию и вносить значительный вклад в развитие экологически чистой энергетики.

Как показывают данные Международного энергетического агентства (МЭА) 2022 г производство биогаза в мире ежегодно увеличивается. В 2000 году выработка составляла 129,9 ТВт·ч, а уже на 2022 составила 701,2 ТВт·ч. По прогнозам МЭА выработка биогазовой отрасли по всему миру на 2027 г. достигнет показателей в 912,3 ТВт·ч [1].

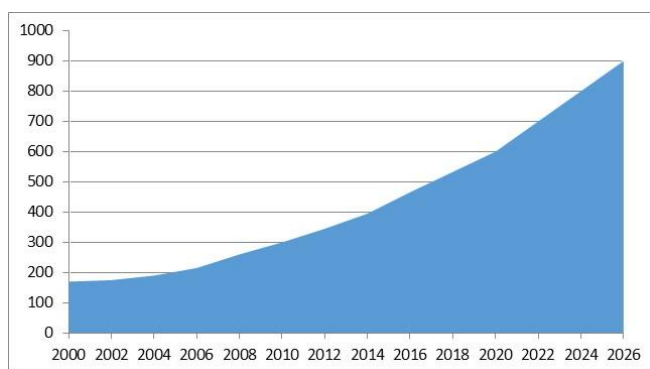


Рис. 1. Общее производство биогаза мира, 2000-2027 [1]

Fig. 1. Total biogas production of the world, 2000-2027 [1]

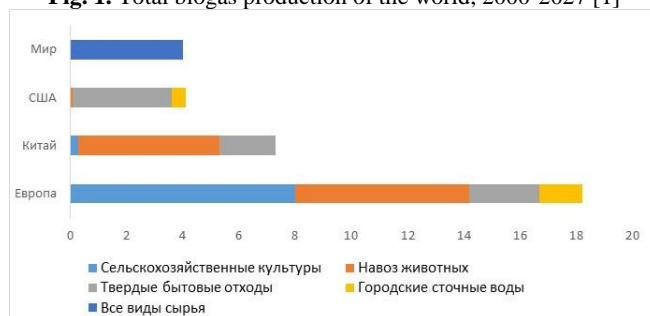


Рис. 2. Производство биогаза по регионам и видам сырья, 2018 [2]

Fig. 2. Biogas production by region and type of raw materials, 2018 [2]

Развитие биогаза во всем мире было неравномерным, поскольку оно зависит не только от доступности сырья, но и от политики, использования новых технологий поощряющей его производство и использование. На Европу, Китайскую Народную Республику и Соединенные Штаты приходится 90% мирового производства (рис. 2).

На рисунке 2 видно, что Европа является крупнейшим производителем биогаза. Германия на сегодняшний день является крупнейшим рынком, и на нее приходится две трети мощностей биогазовых установок в Европе [2]. Как можно заметить, биогазовая отрасль стала одной из самых быстроразвивающихся источников возобновляемой энергетики.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В работе приведен анализ перспектив строительства биогазовой станции для выработки электроэнергии на основе отходов животного происхождения. Произведен сравнительный анализ стоимости строительства данного типа энергоустановок с электростанциями, работающими на солнечной и ветровой энергии, а также на газовом топливе.

Для подсчета суточного выхода навоза с поголовья скота будут использованные данные из таблицы 1 [3].

Таблица 1. Суточный выход навоза/помета [3]

Table 1. Daily yield of manure/manure [3]

Животное	Масса навоза/помета, кг/гол/сут.
Хряки	11,1
Свиноматки	11,36
Поросята	0,97
Свиньи на откорме	5,75
Быки-производители	40
Коровы лактирующие стельные (сухостойные) и нетели за два месяца до отела	55
Телята	8,7
Молодняк: телки и нетели	20,5
На откорме	30,5
Куры	0,216
Индейки	0,45
Утки	0,43
Гуси	0,59

На основании данных таблицы 1 усредненный коэффициент выработки сырья кг/гол/сут составит:

$$K_{pc} - 31 \text{ кг/гол/сут};$$

$$K_c - 7,3 \text{ кг/гол/сут};$$

$$K_n - 0,3 \text{ кг/гол/сут};$$

где K_{pc} - крупнорогатый скот; K_c – свиньи; K_n – птица.

Согласно данным Управления Федеральной службы государственной статистики по Республике

Крым и г. Севастополь поголовье скота и птицы в хозяйствах всех категорий на 1 января 2022г. показаны в таблице 2 [4].

Для расчета были приняты сельскохозяйственные организации и крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные предприниматели (рис. 3,4,5). Хозяйства населения не приняты во внимание в связи с сложностью контроля и транспортировки сырья [5].

Таблица 2. Поголовье скота в Крыму [4]
Table 2. Livestock in Crimea [4]

Все категории хозяйств	2020 г	2021 г	2022 г
Крупный рогатый скот (тыс. голов)	102,3	101,3	100,8
в т.ч. Коровы (тыс. голов)	49,9	48,6	49,9
Свиньи (тыс. голов)	114,4	112,6	104,5
Птица (тыс. голов)	6343,4	5626,4	5980

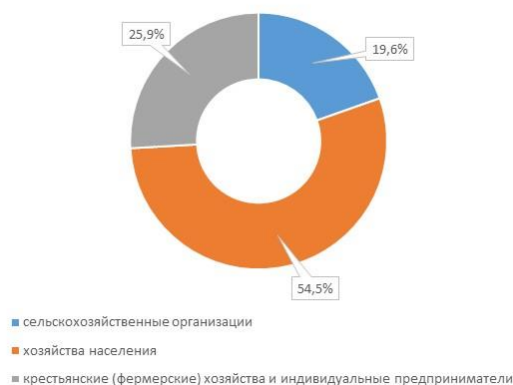


Рис.3. Количество поголовья КРС на период 2022г [5]
Fig.3. The number of cattle for the period 2022 [5]



Рис.4. Количество поголовья свиней на период 2022г [5]
Fig.4. The number of pigs for the period 2022 [5]



Рис.5. Количество поголовья птиц на период 2022г [5]
Fig.5. The number of birds for the period 2022 [5]

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Количество получаемого сырья в сутки (т) найдем по формуле:

$$m = Z_i * \frac{k_1}{100} * K_i, \quad (1)$$

где Z_i – поголовье скота, тыс. голов; k_1 – процент сельскохозяйственных организаций и крестьянские (фермерские) хозяйства и индивидуальные

предприниматели; K_i – усредненный коэффициент выработки сырья, кг/гол/сут.

Объем получаемого биогаза найдем по формуле:
$$V = m * k_2, \quad (2)$$

где k_2 – коэффициент биогаза, выделившегося при разложении 1 т сырья, м³/т [6]; m – масса загружаемого сырья, т.

Для выработки электрической энергии был выбран газотурбинный генератор, работающий на

биогазе: газопоршневая электростанция 3000 кВт, двигатель ЯМЗ-8503, Vaudouin, серии АГ-3000С-Т400-1Р, полная комплектация "Maximum", в режиме параллельной работы (АГ-3000 Мини-ТЭЦ, в составе десяти газовых генераторов ГПУ 10*315 кВт с синхронизацией, суммарной мощностью 3000 кВт - 3 МВт / 0,4 кВ). Расход данной установки в номинальном режиме составляет 950 м³/ч [7].

Необходимое количество установок для полного использования топлива найдем по формуле:

$$A = \frac{V}{e}, \quad (3)$$

где V – объем биогаза, м³/ч; e – потребление одной установки в час (950 м³/ч).

Количество получаемой электрической энергии при использовании разного сырья найдем по формуле с помощью выбранных установок:

$$\mathcal{E} = A * P * t, \quad (4)$$

где P – мощность одной установки (3 МВт); t – время работы установки (1 час).

Результаты расчетов были занесены в таблицу 3.

Согласно официальным статистическим данным Филиала Системного оператора – Черноморское

РДУ потребления Республики Крым и г. Севастополь в мае 2022 года составило 606,7 млн кВт*ч.[8]

Полученные результаты, приведенные в таблице 3, показывают, что суммарное количество энергии, выработанное на основе коровьего, свиного навоза и куриного помета составляет 51 МВт*ч, что позволит покрывать 8% от потребления Республики Крым и г. Севастополь.

Согласно данным Управления энергетической информации США, капитальная стоимость постройки электростанций различного типа предоставлена в таблице 4 [9].

Капитальные затраты на строительство электростанции такой же мощности составят:

$$C = c * \sum P, \quad (5)$$

где P – мощность электростанции, Вт; c – капитальная стоимость одного киловатта электростанции.

Полученные результаты представлены в таблице 5.

Таблица 3. Итоговые результаты

Table 3. Final results

Вид животного	КРС	Свиньи	Птицы
Общее поголовье скота в Крыму в 2022 г., тыс. голов	100,8	104,5	5980
Усредненный коэффициент выработки сырья, кг/гол/сут	31	7,3	0,3
Количество получаемого сырья, т/сут	2126,6	531,7	1359,8
Объем получаемого биогаза, м ³ /сут	170128	45197	45197
Объем получаемого биогаза, м ³ /ч	7088,7	1883,21	7932,5
Необходимое количество установок для полного использования топлива, шт	7,46 (принято 7)	1,98 (принято 2)	8,34 (принято 8)
Получаемая электроэнергия МВт*ч	21	6	24

Таблица 4. Капитальная стоимость постройки электростанций (US\$/кВт)

Table 4. Capital cost of construction of power plants (US\$/kW)

Тип электростанции	Солнечная электростанция	Ветроэлектростанция наземного типа	Газотурбинная электростанция	Биогазовая электростанция
ЕІА	1561	1428	920	2592

Таблица 5. Капитальные затраты на строительство электростанций

Table 5. Capital costs for the power plants construction

Тип электростанции	Солнечная электростанция	Ветроэлектростанция наземного типа	Газотурбинная электростанция	Биогазовая электростанция
ЕІА(тыс\$)	79611	72828	46920	132192
ЕІА(млрд р)	7,165	6,554	4,223	11,9

Для солнечной и ветроэлектростанций необходимо сделать поправку на непостоянную выработку электрической энергии.

Для расчета необходимой номинальной мощности солнечной электростанции P_1 равной по годовой выработке биогазовой используем следующее выражение:

$$P_1 = \frac{b * P_c}{\sum(t_1 * K)}, \quad (6)$$

где P_c – необходимая выработка солнечной станции (51 МВт); t_1 – продолжительность светового дня (ч); K – количество солнечных дней в месяц; P_1 – номинальная мощность станции (МВт); b – количество часов в году (8760 ч).

Данные о продолжительности солнечного дня и процента облачности были взяты из Cedar Lake Ventures [10].

Для расчета необходимой номинальной мощности ветроэлектростанции P_2 за основу взяты ветрогенераторы Vopus B82 /2300 номинальной мощностью 2,3 МВт, а также данные о скорости ветра из [11, 12].

Номинальная мощность ветроэлектростанции с показателем выработки, аналогичным с биогазовой энергоустановкой составит:

$$P_2 = \frac{P_c * b}{\sum(P_i * \vartheta_i)} * P_n \quad (7)$$

где P_c – необходимая выработка ветроэлектростанции (51 МВт); ϑ_i – среднечасовая

скорость ветра, м/с [12]; P_i – мощность ветрогенератора при текущей скорости ветра, Вт; P_n – номинальная мощность ветрогенератора, Вт (2,3 МВт).

Итоговые результаты вычислений занесены в таблицу 6.

Таблица 6. Капитальные затраты на строительство электростанций, аналогичных биогазовой энергоустановки по выработке

Тип электростанции	Солнечная электростанция	Ветроэлектростанция наземного типа	Газотурбинная электростанция	Биогазовая электростанция
Номинальная мощность (МВт)	186	294,4	51	51
EIA(млн \$)	296,590	420,403	46,920	132,192
EIA(млрд р)	26,693	37,836	4,223	11,9

Table 6. Capital costs for the construction of power plants similar to a biogas power plant in terms of production

ВЫВОДЫ

В работе был проанализирован потенциал использования биогаза в Республике Крым. По полученным данным можно сделать вывод о том, что регион на данный момент имеет потенциал для строительства электростанции, которая используя отходы животного происхождения будет обладать номинальной мощностью 51 кВт. Это в свою очередь может покрыть 8% нужд потребителей электроэнергии Республики Крым и г. Севастополь. Анализ капитальной стоимости строительства показал, что биогазовая электростанция имеет экономический потенциал и возможности конкурировать с другими источниками энергии на возобновляемом топливе. Затраты на строительство такой станции, использующей биоресурс, в два раза меньше, чем на строительство солнечной электростанции и более чем в три раза меньше, чем на строительство ветроэлектростанции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. МЭА (2022), Возобновляемые источники энергии 2022, МЭА, Париж URL <https://www.iea.org/reports/renewables-2022> Лицензия: CC BY 4.0
2. МЭА (2020), Перспективы биогаза и биометана: перспективы органического роста, МЭА, Париж URL <https://www.iea.org/reports/outlook-for-biogas-and-biomethane-prospects-for-organic-growth> Лицензия: CC BY 4.0
3. Система нормативных документов агропромышленного комплекса министерства сельского хозяйства российской федерации методические рекомендации по технологическому проектированию методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета рд-апк 1.10.15.02-17 дата введения 1 сентября 2017 года
4. Управление Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г.Севастополю [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL

<https://82.rosstat.gov.ru/folder/27566>(Дата обращения 14.05.2023)

5. Управление Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г.Севастополю [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Инфографика%20погол%20%20скота.pdf> (Дата обращения 14.08.2023)

6. Томас А. Руководство по биогазу. От получения до использования / Томас А. Хартвиг фон Бредов. Жаклин Д. Г. [и др.] //Специальное агентство возобновляемых ресурсов (FNR) Район Гюльцов Хофплатц 1 18276 Гюльцов-Прюцен, Германия, 5-е полностью переработанное издание, Гюльцов, 2010 г. С-79

7. ООО Компания «Дизель-Систем» [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://www.d-system.ru/gaz/ag/gpu3000/> (Дата обращения 24.09.2023)

8. Системный оператор единой энергетической системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://www.so-ups.ru/odu-south/news/odu-south-news-view/news/18472/> (Дата обращения 24.09.2023)

9. Construction cost data for electric generators installed in 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL <https://www.eia.gov/electricity/generatorcosts/> (Дата обращения 20.02.2024)

10. Cedar Lake Ventures (WeatherSpark) [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://ru.weatherspark.com/about> (Дата обращения 20.02.2024)

11. Wind-turbine-models 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://en.wind-turbine-models.com/about> (Дата обращения 20.02.2024)

12. National Renewable Energy Laboratory [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://nrsdb.nrel.gov/data-viewer> (Дата обращения 20.02.2024)

REFERENCES

1. IEA (2022), Renewable Energy Sources 2022, IEA, Paris URL <https://www.iea.org/reports/renewables-2022> License: CC BY 4.0
2. IEA (2020), Prospects for biogas and biomethane: prospects for organic growth, IEA, Paris URL <https://www.iea.org/reports/outlook-for-biogas-and-biomethane-prospects-for-organic-growth> License: CC BY 4.0
3. The system of normative documents of the agro-industrial complex of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation methodological recommendations on technological design methodological recommendations on technological design of systems for the removal and preparation for the use of manure and manure rd-apk 1.10.15.02-17 date of introduction September 1, 2017
4. Department of the Federal State Statistics Service for the Republic of Crimea and Sevastopol [Electronic resource]. – Access mode – URL <https://82.rosstat.gov.ru/folder/27566> (Accessed 05/14/2023)
5. The Office of the Federal State Statistics Service for the Republic of Crimea and Sevastopol [Electronic resource]. – Access mode – URL <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Инфографика%20погол%20%20скота.pdf> (Accessed 08/14/2023)
6. Thomas A. Biogas Manual. From receipt to use / Thomas A. Hartwig von Bredow. Jacqueline D. G. [et al.] //Special Agency for Renewable Resources (FNR) Gulzow Hofplatz District 1 18276 Gulzow-Prutzen, Germany, 5th completely revised edition, Gulzow, 2010 P-79
7. Diesel-Systems LLC [Electronic resource]. – Access mode – URL: <https://www.d-system.ru/gaz/ag/gpu3000/> (Accessed 09/24/2023)
8. The system operator of the unified energy system [Electronic resource]. – Access mode – URL: <https://www.so-ups.ru/odu-south/news/odu-south-news-view/news/18472/> (Accessed 09/24/2023)
9. Construction cost data for electric generators installed in 2021 [Electronic resource]. – Access mode – URL <https://www.eia.gov/electricity/generatorcosts/> (Accessed 02/20/2024)
10. Cedar Lake Ventures (WeatherSpark) [Electronic resource]. – Access mode – URL: <https://ru.weatherspark.com/about> (Accessed 02/20/2024)
11. Wind-turbine-models 2021 [Electronic resource]. – Access mode – URL: <https://en.wind-turbine-models.com/about> (Accessed 02/20/2024)
12. National Renewable Energy Laboratory [Electronic resource]. – Access mode – URL: <https://nstrdb.nrel.gov/data-viewer> (Accessed 02/20/2024)

PROSPECTS OF USING BIOGAS PLANTS TO COVER ELECTRICITY NEEDS IN THE REPUBLIC OF CRIMEA AND THE CITY OF SEVASTOPOL

Bekirov E.A.¹, Abdurahmanov R.N.², Asanov M.M.³

Department of Electric Power Engineering and Electrical Engineering
V.I. Vernadsky Crimean Federal University
Simferopol, Russia

E mail: bekirov.e.a@cfuv.ru¹, rechatfor@gmail.com², asanov.m.m@cfuv.ru³

Abstract. The work analyzes the features of the global biogas production market. The amount of raw materials was calculated for a biogas power plant to generate electricity to supply consumers in the Republic of Crimea and the city of Sevastopol. The comparative analysis of the capital construction costs of the analyzed biogas power plant and other renewable energy sources was carried out.

Subject of research: The biogas power plant designed to cover the electricity needs of consumers in the Republic of Crimea and the city of Sevastopol, the amount of resources for organizing its effective operation and capital costs for its construction.

Results: The study found that when using all the biogas produced from local raw materials, the power plant could cover 8% of the electricity required for consumers in the Republic of Crimea and the city of Sevastopol. Capital costs for the construction of such a biogas power plant are estimated to be about 12 billion rubles. To build a solar power plant that will generate the same amount of electricity, it is necessary to spend about 27 billion rubles, and a ground-based wind power plant - about 38 billion rubles.

Conclusion: The obtained results allow researcher to evaluate the potential possibilities of using local raw materials for the production of biogas to generate electricity in the Republic of Crimea and the city of Sevastopol. The comparison of capital costs for the construction of various renewable energy plants shows a significant advantage of biogas power plants and indicate great prospects for their development in the region.

Key words: biogas production, local raw materials, biogas power plant, electricity, Republic of Crimea.

УДК 528.44

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ 3D
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙВахдаев^{1,2} К.В., Марташева¹ В.А., Аллабердин^{1,2} А.Б., Гарипов¹ Б.А., Ткачук¹ М.А., Юсупов¹ А.М.

¹ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,
ул. Менделеева, д. 195, 450080, Уфа, Российская Федерация,
E-mail: vazhdaev.k@gmail.com

²ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»
ул. Заки Валиди, д. 32, 450076, Уфа, Российская Федерация,
E-mail: vazhdaev.k@gmail.com

Аннотация. В представленной статье анализируется процесс внедрения технологии информационного моделирования в строительной отрасли Российской Федерации. Подробно рассматривается проблема внедрения отечественных программных продуктов, основанных на ТИМ-технологии: проводится сравнительный анализ зарубежных и отечественных ТИМ-программ, по результатам которого представлены практические итоги их применения в сфере архитектурного проектирования объектов капитального строительства. У зарубежных ТИМ-ПО нет абсолютного преимущества, но по большинству позиций они превосходят российские продукты. Поэтому авторы исследования выражают надежду, что данная работа послужит делу развития отечественных программных продуктов, использующих в своей основе технологию информационного моделирования, путём налаживания коммуникации между специалистами строительного сектора и разработчиками программных продуктов, которые будут оперативно реагировать на просьбы и конструктивные пожелания российских пользователей и развивать свои разработки.

Предмет исследования: Преимущества и недостатки программ в среде проектирования инженерных сетей.

Методы и материалы: В работе применялись два метода: теоретический и практический, а именно – изучение зарубежных и отечественных программных продуктов 3D моделирования при проектировании инженерных систем, обзор, анализ данных Интернет-ресурсов по соответствующей проблематике.

Результаты: Прогресс в области использования ТИМ-технологии в России будет зависеть от уровня развития компьютерной техники, оперативного анализирования конструктивных пожеланий пользователей ТИМ-ПО, программного инструментария и автоматизации процессов проектирования.

Выводы: Проектно-строительные организации активно набирают опыт в области информационного проектирования, а также проводят общественные мероприятия и конференции по его обмену; правительством РФ активно ведется разработка нормативных актов и документов, регламентирующих правила и порядок внедрения и использования цифровых технологий в строительстве; в настоящее время внедрение ТИМ закрепились на стадии проектирования и разработки документации, но необходимо дальнейшее внедрение и обучение пользованию ТИМ средой всех участников и на всех этапах жизненного цикла объекта строительства.

Ключевые слова: Autodesk, AutoCAD, NanoCAD, Компас 3D, Renga, Revit, Zulu, Gisgeo.

ВВЕДЕНИЕ

Строительная отрасль Российской Федерации вступила в период повышенной неопределенности и рисков, характеризующийся необходимостью освоения и внедрения застройщиками новых современных технологий и инструментария, чтобы сохранить свои позиции на рынке, снизить риски и издержки и выйти на качественно новый уровень. В частности, встал вопрос о плановом переходе на программное обеспечение от российских разработчиков и его дальнейшем использовании в новых проектах.

Сектор строительства для Правительства Российской Федерации является одним из приоритетных направлений регулирования, потому что является важным звеном для развития экономики и государства. Так экономическая эффективность смежных отраслей частично обеспечивается благодаря интенсивному развитию строительства.

Поэтому, в современных условиях, технологией, которая требует особого внимания строительной отрасли, является технология информационного

моделирования объектов капитального строительства ТИМ (технология информационного моделирования). ТИМ – это зарубежный термин, обозначающий процесс создания информационной модели физического объекта. ТИМ технологии позволяют построить трехмерную модель объекта, содержащую всю информацию о нем, необходимую не только для его проектирования и строительства, но и эксплуатации и утилизации. Такие технологии обладают рядом важных преимуществ, среди них: экономия времени проектирования и строительства, точность проектов, автоматизированный поиск и исключение проектных ошибок, уменьшение стоимости строительства и эксплуатации за счет оптимизации процессов.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

В работе применялись два метода: теоретический и практический, а именно – изучение зарубежных и отечественных программных продуктов 3D моделирования при проектировании инженерных систем, обзор, анализ данных Интернет-ресурсов по соответствующей проблематике.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

В Российской Федерации сложился и используется иной термин, обозначающий технологии информационного моделирования – ТИМ. Он появился благодаря постановлению Правительства РФ от 05.03.2021 № 331 с 01 января 2022 года, согласно которому года на всех объектах государственного заказа становится обязательным формирование информационной модели (ИМ) объекта капитального строительства (ОКС) [1]. ТИМ центры— это эффективные драйверы внедрения цифровых технологий в регионах. Они открывают широкие перспективы, поскольку технологии информационного моделирования (ТИМ) являются важнейшей составляющей цифровой экономики России. Нормативно-правовая база России и техническая документация в области строительства были дополнены и изменены: были внесены соответствующие правки, необходимые для применения технологий информационного моделирования (ТИМ). Также была разработана группа нормативно-правовых актов, направленных на применение ТИМ на всех стадиях «жизненного цикла» объектов промышленного и гражданского строительства, в разработке национальных и межгосударственных стандартов в области информационного моделирования в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта и сноса объектов.

Актуальные правила и нормы обязывают строительные компании, в первую очередь те, которые используют бюджетное финансирование проектов, работать с ТИМ технологиями, применяя отечественное программное обеспечение. Это позволяет организациям создавать трехмерную модель здания, содержащую всю информацию об объекте, необходимую не только для его проектирования и строительства, но и эксплуатации [2].

Инновационные ТИМ технологии являются новым отраслевым стандартом для многих строительных компаний в период повышенной неопределенности и рисков. Однако, в современных социально-политических реалиях и экономических условиях рынка строительства, применение и развитие ТИМ технологий чрезвычайно зависит от способности российских разработчиков ПО обеспечить своевременное и качественное предложение программного обеспечения на рынке. Если оперативно будут созданы программные комплексы, превосходящие по степени функциональности и качеству многие импортные аналоги, развитие ТИМ технологий продолжится [3]. Государство трезво оценивает риски и понимает необходимость работы над отечественными инновационными компьютерными технологиями, так Президент Российской Федерации подписал указ, по которому с 1 января 2025 года органам государственной власти и другим заказчикам запрещается применение иностранных программных продуктов на объектах критической

информационной инфраструктуры (КИИ). Также госкомпаниям с 31 марта 2022 года запрещено закупать иностранный софт, в том числе в составе ПАКов, для использования на объектах КИИ без согласования с профильным министерством (Минцифры) [4]. Также госкомпаниям с 31 марта 2022 года запрещено закупать иностранный софт, в том числе в составе ПАКов, для использования на объектах КИИ без согласования с профильным министерством (Минцифры) [4]. В Российской Федерации к объектам КИИ относятся критически важные сети и информационные системы субъектов КИИ, к которым относятся государственные организации, юридические лица и индивидуальные предприниматели, владеющие информационными системами из ряда стратегически важных отраслей: транспорта, телекоммуникаций, банковской, строительной сфер, ТЭК, науки, металлургии, здравоохранения, оборонной, атомной энергетики, ракетно-космической и химической промышленности.

Долгое время многие отрасли, в том числе и строительная, работали с различными продуктами компании Autodesk, которая являлась крупнейшей фирмой не только на российском рынке, но и на международном. В условиях современной мировой ситуации, Autodesk прекратил работу в Российской Федерации, и остановилась выдача(продление) лицензии для официальной работы в таких программах как Revit, 3ds Max, ArchiCAD, AutoCAD и другие. AutoCAD активно использовался во всех областях строительства: архитектура и дизайн, проектирование конструкций, инженерных сетей и многое другое. С 1 марта 2023 года 3D-модели стали обязательными, и если раньше речь шла об информационной модели на этапе проектирования, то сейчас внесены изменения: речь идёт о проектировании, строительстве и эксплуатации. На сегодняшний день наиболее актуальным стал вопрос о том, какими программами можно заменить привычный AutoCAD.

Использование отечественных программных продуктов моделирования при проектировании инженерных сетей имеет ряд преимуществ:

1. Позволяет получить более точный и надежный результат.

2. Разработаны специально для российских условий и учитывают множество факторов, которые влияют на работу инженерных сетей в нашей стране, например, характер климата, особенности грунта, особенности геометрии местности и т.д.

3. Позволяет снизить затраты на разработку проектной документации. Цена на российские программные продукты примерно в два раза меньше, чем на зарубежные аналоги, а качество работы остается на высоком уровне.

4. Обеспечивает лучшую интеграцию с другими системами, используемыми в проекте. Российские программные продукты часто разрабатываются с учетом совместной работы с рядом других продуктов, включая CAD/CAM/CAE-системы,

системы автоматизации управления, системы мониторинга и т.д.

Рассмотрим каждую программу по отдельности, и выясним, какими преимуществами и недостатками они обладают.

1. **AutoDesk** – одна из крупнейших зарубежных компаний, которая занимается разработкой программного обеспечения для проектирования, моделирования и создания 3D-моделей. Компания AutoDesk имеет офисы по всему миру, и ее продукты активно используются во многих отраслях, таких как строительство, архитектура, инженерия, авиационная и автомобильная промышленности.

Однако, несмотря на свою популярность и широкое распространение, AutoDesk получила конкуренцию в России от местных производителей аналогичных программных продуктов. В настоящее время, на рынке России существует множество различных разработок, которые могут заменить AutoDesk. Продукты созданы отечественными компаниями и полностью адаптированы к российским условиям.

Одна из таких компаний – это «САПР-ПК», которая занимается разработкой программного обеспечения в области компьютерной графики. В линейке продуктов компании представлены программы для моделирования, проектирования и создания 3D-моделей, которые прекрасно заменяют продукты AutoDesk. Компания имеет большое количество клиентов в России и за ее пределами, и продолжает активно развиваться и расширять свои продукты.

Еще один отечественный производитель программного обеспечения, который конкурирует с AutoDesk, – это компания «Nanosoft». Она занимается разработкой программных продуктов для архитекторов, дизайнеров и инженеров. Такие продукты, как nanoCAD, nanoCAD Mechanical, nanoCAD Construction и другие, уже успешно используются на предприятиях России и за ее границами.

Несмотря на широкую распространенность продуктов AutoDesk в мире, на российском рынке они получают серьезную конкуренцию от производителей. Локализация продуктов, адаптация к российской аудитории и доступная цена – все это делает отечественные продукты более привлекательными для предприятий и разработчиков в России.

2. **AutoCAD** – система, разработанная компанией Autodesk в 1982 году для двух- и трехмерного автоматизированного проектирования.

Преимущества при проектировании инженерных сетей:

- Возможность создания точного и детализированного 2D и 3D-моделей инженерных сетей.
- Встроенные библиотеки готовых элементов сетей, что ускоряет процесс проектирования.

- Возможность автоматического расчета мощности, гидравлики, давления и других параметров сети.

- Способность визуализировать сеть в различных ракурсах и перспективах.

- Возможность сохранения проекта в различных форматах и передача их между различными приложениями для дальнейшей работы.

Недостатки AutoCAD при проектировании инженерных сетей:

- Необходимость предварительного обучения и опыта работы с программой для полноценного использования ее возможностей.

- Высокая стоимость лицензии на программу.

- Не всегда есть возможность быстрого изменения проекта в процессе работы.

- Ограничения в создании сложных 3D-моделей и проектирования крупных проектов.

3. **NanoCAD** – это бесплатная система автоматизированного проектирования (САПР) для 2D и 3D моделирования, разработанная в 2008 году компанией Nanosoft. Она оснащена широким спектром функциональных возможностей, включая создание чертежей, расчеты, анимацию, импорт и экспорт файлов в различных форматах, а также работу с облачными сервисами. NanoCAD поддерживает стандартные форматы файлов DWG и DXF и обладает интуитивно-понятным интерфейсом.

Преимущества NanoCAD при проектировании инженерных сетей:

1. Бесплатность - NanoCAD доступен бесплатно для некоммерческого использования, что может быть привлекательным для стартапов и малых предприятий.

2. Легкость использования - интерфейс программы дружелюбен к пользователю, что облегчает процесс проектирования.

3. Удобство работы с данными - NanoCAD позволяет легко импортировать и экспортировать данные из других программ, таких как AutoCAD или Revit.

4. Гибкость - NanoCAD предлагает широкий выбор инструментов и функций, что позволяет пользователю настроить процесс проектирования под свои потребности.

Недостатки NanoCAD при проектировании инженерных сетей:

1. Ограниченность функций - в сравнении с другими программами NanoCAD может иметь ограниченное количество инструментов и возможностей для проектирования инженерных сетей.

2. Отсутствие совместимости с некоторыми форматами файлов - NanoCAD может иметь проблемы с импортом и экспортом некоторых форматов файлов.

3. Ограниченная поддержка - программы, которые бесплатны для использования, обычно имеют ограниченную поддержку, что может быть проблемой для пользователей, которые нуждаются в срочной помощи.

4. **Компас 3D** – российское программное обеспечение компании «ASCON», которое позволяет проектировать инженерные сети такие, как системы водоснабжения, канализации, отопления, кондиционирования воздуха и прочие. Программа Компас 3D имеет встроенные инструменты для создания трехмерной модели сетей, расчета необходимых параметров и экспорта данных в различные форматы для использования в других программах и системах.

Кроме того, программа позволяет создавать технические чертежи и документацию для всех этапов проектирования и строительства инженерных сетей, а также обеспечивает возможность мониторинга и управления сетями в реальном времени.

Преимущества:

1. Возможность создавать трехмерные модели инженерных сетей.
2. Поддержка большинства форматов файлов для импорта и экспорта моделей.
3. Простота использования и наличие широкого функционала, упрощающего процесс проектирования.
4. Встроенные инструменты для анализа и оптимизации моделей.
5. Возможность быстрой визуализации и анимации моделей.

Недостатки:

1. Высокая стоимость лицензии на использование программы.
2. Не всегда удобный интерфейс, который требует некоторого времени для освоения.
3. Требовательность к производительности компьютера, особенно при работе с большими моделями.
4. В некоторых случаях не всегда точная работа алгоритмов расчетов и симуляций.

5. **Autodesk Revit** – программа компьютерного проектирования (Computer-Aided Design, CAD), разработанная компанией Autodesk, которая позволяет архитекторам, инженерам и дизайнерам создавать трехмерные модели зданий, сооружений и систем, а также анализировать их технические характеристики и взаимодействие. Программа позволяет создавать чертежи, планы и схемы, а также редактировать их с помощью различных инструментов и функций. Revit используется в различных отраслях, таких как архитектура, строительство, инженерные системы и дизайн интерьеров. Данная программа основана на технологии информационного моделирования BIM, благодаря чему привычное всем вычерчивание помещений или инженерных сетей заменяет моделирование.

Преимущества Revit при проектировании инженерных сетей:

1. Интегрированность: Revit позволяет создавать инженерную модель в интегрированной среде, что упрощает создание и работы с такой моделью.

2. Универсальность: Revit используется для проектирования инженерных сетей различных типов, таких как электрические, водопроводные и другие.

3. Многопользовательский доступ: Revit позволяет нескольким пользователям работать над одним проектом одновременно. Это повышает производительность и эффективность работы.

4. Гибкость: Revit предоставляет возможность создавать и использовать пользовательские элементы, что позволяет настроить систему под конкретные потребности проекта.

Недостатки Revit при проектировании инженерных сетей:

1. Сложность обучения: Revit требует значительной подготовки для работы с программой и построения эффективной модели.

2. Ограничения в использовании: Revit предназначен для создания моделей зданий и сооружений, что делает его ограничивающим в использовании для проектирования сетей на уровне города или большой инфраструктуры.

3. Необходимость высокоспециализированных знаний: требуются обширные знания и опыт в области проектирования инженерных сетей для эффективного использования Revit.

4. Стоимость: Revit является коммерческим продуктом, что делает его дороже свободно распространяемых программ Open Source.

6. **Renga** - программное обеспечение для проектирования инженерных систем и сетей. Оно разработано компанией ASCON, которая занимается разработкой программного обеспечения для 3D-проектирования в России.

Renga представляет собой инновационный инструмент для проектирования и моделирования инженерных систем и сетей. С его помощью можно создавать и изменять проекты всевозможных сложностей, включая водопровод, канализацию, отопление, вентиляцию, электроснабжение, системы кондиционирования воздуха и многое другое.

Основные преимущества Renga:

- Простота использования. Даже начинающие пользователи смогут быстро разобраться в интерфейсе программы.
- Возможность создания проектов любой сложности.
- Продвинутое инструменты моделирования систем и сетей.
- Интеграция с другими системами проектирования.
- Встроенный анализатор проектов, позволяющий выявлять и исправлять ошибки и дефекты.
- Встроенные библиотеки объектов и элементов, упрощающие процесс моделирования.
- Возможность визуализации проектов в реальном времени.

- Различные каталоги, доступные для скачивания с официального сайта Renga, которые регулярно обновляются и дополняются.

Renga является достойной альтернативой другим программам для проектирования инженерных систем, таким как AutoCAD MEP и Revit MEP. Более того, благодаря бесплатной пробной версии, каждый может ознакомиться с возможностями программы и оценить ее преимущества.

Преимущества Renga при проектировании инженерных сетей:

1. Интеграция различных инженерных систем: Renga позволяет объединить в единую модель системы вентиляции, кондиционирования, отопления, сантехники, электроснабжения и т.д. Это упрощает процесс проектирования и позволяет избежать ошибок.

2. Точность и скорость: используя инструменты Renga, можно быстро и точно создать модель инженерных систем, что позволяет экономить время и уменьшить стоимость проекта.

3. Возможность визуализации: Renga позволяет создавать трехмерные модели инженерных систем, что позволяет визуализировать объект еще до его строительства. Это позволяет перейти от классических чертежей и визуально оценить эргономику и функциональность предлагаемых решений.

4. Анализ систем: с помощью Renga можно провести анализ тепловых потерь и гидравлических потерь инженерных систем. Это позволяет более точно определить параметры и сэкономить затраты на возможные доработки в процессе эксплуатации.

Недостатки Renga при проектировании инженерных сетей:

1. Высокая стоимость: программа Renga является профессиональным инструментом для проектирования, и ее стоимость может быть высокой для некоторых пользователей.

2. Сложность использования: Renga может быть насыщен множеством опций и инструментов, выводящих его за рамки простого приложения. Использование этого продукта может потребовать значительного времени на обучение и не позволит владельцу быстро войти в процесс работы.

3. Мощная платформа обработки: правильная работа Renga настолько мощна, что может быть необходима дополнительная оборудование. Она предъявляет большое количество требований к ПК или серверу компьютера для более эффективной работы.

7. **Zulu** - это мощная и универсальная программа для проектирования инженерных сетей. Она предоставляет широкий набор инструментов для создания и моделирования сложных сетевых инфраструктур.

Программа Zulu поддерживает различные типы инженерных сетей, включая сети электропитания, системы вентиляции и кондиционирования, сети водоснабжения и водоотведения, газоснабжения,

системы связи и телекоммуникаций, а также прочие инфраструктурные системы.

С помощью Zulu вы можете создавать и настраивать различные элементы сети, такие как трансформаторы, генераторы, насосы, клапаны, трубопроводы, кабели и многое другое.

Программа также позволяет проводить различные анализы и расчеты, такие как расчет нагрузки, оптимизацию затрат, моделирование потока и т.д.

Одной из главных особенностей Zulu является его интуитивный интерфейс, который делает проектирование инженерных сетей быстрым и простым. Она также обладает мощными функциями импорта и экспорта данных, что позволяет взаимодействовать с другими программами проектирования, базами данных и системами управления.

Zulu - это отличный выбор для инженеров, проектировщиков и специалистов в области инженерных сетей, которые ищут надежное и эффективное программное обеспечение для своих проектов.

Преимущества Zulu при проектировании инженерных сетей:

1. Высокая надежность: Zulu использует протоколы, которые обеспечивают надежное и стабильное соединение с минимальным количеством сбоев. Это особенно важно для инженерных сетей, где неполадки могут привести к серьезным последствиям.

2. Гибкость и масштабируемость: Zulu предлагает широкий набор функций и возможностей, позволяющих легко настраивать и масштабировать инженерные сети в зависимости от потребностей проекта. Это позволяет эффективно управлять ресурсами и оптимизировать работу сети.

3. Высокая производительность: Zulu разработан с учетом требований к производительности инженерных сетей. Его алгоритмы и механизмы позволяют обеспечить высокую скорость передачи данных и минимальную задержку, что особенно важно для работы в реальном времени.

4. Безопасность: Zulu обладает расширенными возможностями по обеспечению безопасности инженерных сетей. Это включает в себя шифрование данных, контроль доступа, аутентификацию и другие меры для защиты сети от несанкционированного доступа и взлома.

5. Легкость установки и управления: Zulu предлагает простой и интуитивно понятный интерфейс для установки и управления инженерными сетями. Это упрощает задачи администрирования и снижает затраты на обучение и поддержку персонала.

6. Интеграция с другими системами и устройствами: Zulu позволяет интегрировать инженерные сети с другими системами и устройствами, такими как датчики, мониторинговые системы и управляющее оборудование. Это позволяет создавать

комплексные и универсальные решения для инженерных сетей.

7. Поддержка открытых стандартов: Zulu разработан с учетом открытых стандартов, что обеспечивает совместимость с другими системами и устройствами, использующими те же стандарты.

Это позволяет сэкономить время и ресурсы на интеграции и обновлении существующих систем.

Недостатки Zulu при проектировании инженерных сетей:

1. Ограниченные возможности масштабирования: Zulu не всегда может эффективно масштабироваться для больших инженерных сетей или сетей, которые подвергаются частым изменениям.

2. Сложность и ограничения в настройке: Настройка и настройка Zulu может быть сложной и требует определенного уровня экспертизы. К тому же, некоторые настройки и конфигурации могут быть ограничены, что может ограничить гибкость и эффективность системы.

3. Ограниченная поддержка и обновления: Некоторые пользователи отмечают, что Zulu не всегда предоставляет обновления программного обеспечения и поддержку, что может привести к уязвимостям и риску безопасности в инженерных сетях.

4. Ограниченные возможности мониторинга и управления: Zulu может не иметь достаточных средств для мониторинга и управления инженерными сетями, что ограничивает возможности диагностики и устранения неисправностей.

8. **Gisgeo** — это программное обеспечение для геоинформационного моделирования и проектирования инженерных сетей. Оно предоставляет разработчикам и инженерам инструменты для создания и анализа географических данных и сетевых структур.

Преимущества Gisgeo при проектировании инженерных сетей:

1. Геоинформационное моделирование: Gisgeo позволяет создавать, редактировать и анализировать географические данные, такие как цифровые карты, изображения спутников, топографические данные и т.д. Это позволяет легко интегрировать геопространственные данные в процесс проектирования инженерных сетей.

2. Проектирование инженерных сетей: Gisgeo предоставляет инструменты для создания и проектирования различных типов инженерных сетей, таких как коммунальные сети, энергетические сети, телекоммуникационные сети и другие. Оно позволяет оптимизировать трассировку сетей, расчет пропускной способности, управление ресурсами и многое другое.

3. Анализ данных и оптимизация: Gisgeo предоставляет мощные аналитические инструменты для вычисления и анализа данных, связанных с инженерными сетями. Он позволяет определить оптимальные трассы сетей, расчет нагрузок и поддержания баланса ресурсов.

4. Визуализация и отчетность: Gisgeo предлагает возможность визуализации созданных данных и результатов анализа в виде графиков, диаграмм и карт. Он также позволяет генерировать отчеты и документацию для представления результатов проектирования и анализа сетей.

Недостатки Gisgeo при проектировании инженерных сетей:

1. Сложность использования: Gisgeo может быть сложен в освоении и требует времени и обучения для полноценного использования всех его функций и возможностей. Некоторые пользователи могут столкнуться с трудностями в начале работы с программой или требовать дополнительной поддержки и обучения.

2. Стоимость: Gisgeo является коммерческим программным обеспечением, и его лицензия может быть дорогой, особенно для малых и средних предприятий. Это может быть преградой для использования программы или требовать значительных инвестиций для доступа к полному набору функций.

3. Совместимость данных: Gisgeo поддерживает различные форматы данных, однако иногда возможны проблемы совместимости с определенными типами данных или системами других поставщиков. Это может потребовать предварительной конвертации данных или использования дополнительных инструментов, чтобы достичь полной интеграции в работающие инфраструктуры.

4. Производительность: С географическими данными масштабные проекты могут потребовать значительных ресурсов компьютера и обрабатываться медленнее. В некоторых случаях Gisgeo может потребовать оптимизации или использования более мощного оборудования для обеспечения адекватной производительности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дальнейший прогресс в области использования ТИМ-технологии в России будет зависеть от уровня развития компьютерной техники, оперативного анализа конструктивных пожеланий пользователей ТИМ-ПО, программного инструментария и автоматизации процессов проектирования. Все рассмотренные в статье недостатки должны быть учтены при принятии решения о выборе программных средств для проектирования инженерных сетей. Конечный результат должен основываться на потребностях и ресурсах организации, а также на сравнительном анализе возможностей и ограничений различных программ:

- проектно-строительные организации активно набирают опыт в области информационного проектирования, а также проводят общественные мероприятия и конференции по его обмену;

- правительством РФ активно ведется разработка нормативных актов и документов, регламентирующих правила и порядок внедрения и использования цифровых технологий в строительстве;
- в настоящее время внедрение ТИМ закрепились на стадии проектирования и разработки документации, но необходимо дальнейшее внедрение и обучение пользованию ТИМ средой всех участников и на всех этапах жизненного цикла объекта строительства;

Анализируя полученные выводы, стоит отметить, что нельзя сразу получить положительный эффект от внедрения цифровых технологий в строительстве. Должно пройти время, при котором будет накоплен положительный и отрицательный опыт, кроме того, для его получения в полном объеме должны быть задействованы все участники процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ginzburg A., Shilova L., Shilov L. The modern standards of information modeling in construction Scientific Review. 2017. No9. P. 16–20.
2. Daniotti, B. Digital Transformation of the Design, Construction and Management Processes of the Built Environment. 2019. P. 4–5.
3. Талапов В.В. Внедрение BIM в Сингапуре: впечатляющий опыт // САПР и Графика. 2016. No 1(6). С. 60–63.
4. Внедрение BIM: фундаментальный опыт Великобритании // Технологии строительства. – 2017. – №1–2(117–118). – С. 78–87. – Режим доступа к журн. URL: <https://rucont.ru> (дата обращения 01.04.2020).
5. Абдрахманов В. Х., Салихов Р. Б., Важдает К.В. Система мониторинга и удаленного управления температурным режимом, климатом и теплопотреблением // Актуальные проблемы электронного приборостроения: сб. науч. статей междунар. науч.-техн. конф. АПЭП-2016 / Новосиб. гос. техн. ун-т.– Новосибирск. – Т.10. – 2016. – С. 241-246.
6. Важдает К.В., Ураксеев М.А., Мартяшева В.А. Автоматизированная многофункциональная система контроля утечки газа с использованием беспроводной технологии // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2020. Т. 16. № 1. С. 97-105.
7. Urakseev M.A., Vazhdaev K.V., Sagadeev A.R. Optoelectronic devices on traveling and standing elastic waves for microprocessor control systems // 2017 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017 - Proceedings. electronic edition. 2017. С. 8076373.
8. Валиахметова Ю.И., Важдает К.В., Мартяшева В.А., Латыпова Т.В., Газизова Л.И., Шарафутдинов А.И., Ульмасов Р.Р. Исследование различных

комбинаций утепления пространства между стеной и сэндвич-панелью из минеральной ваты // Строительство и техногенная безопасность. 2020. № 19 (71). С. 27-35.

9. Urakseev M.A., Vazhdaev K.V., Sagadeev A.R. Microcontroller information-measuring systems on Bragg gratings // 2019 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2019. 2019. С. 8742929.

10. Urakseev M.A., Vazhdaev K.V., Sagadeev A.R. Information automated gas leakage control system in buildings and structures // AIP Conference Proceedings. Ser. "Oil and Gas Engineering, OGE 2020" 2020. С. 050007.

REFERENCES

1. Ginzburg A., Shilova L., Shilov L. Modern standards of information modeling in construction: scientific review. 2017. No.9. pp. 16-20.
2. Daniotti B. Digital transformation of the processes of design, construction and management of the artificial environment. 2019. pp. 4-5.
3. Talapov V.V. Introduction of BIM in Sinapura: practical experience // CAD and Graphics. 2016. No. 1(6). pp. 60-63.
4. Implementation of BIM: the intellectual experience of the United Kingdom // Construction technologies. – 2017. – №1-2(117-118). – Pp. 78-87. – Access mode to the journal URL: <https://rucont.ru> (accessed 04/01/2020).
5. Abrammanov V. A., Salikhov R. B., Vajdaev K.V. System of monitoring and state management of the temporary regime, climate and application // Actual problems of electronic instrumentation: collection of scientific tr. articles of international scientific and technical conf. APEP-2016 / Novosibirsk State Technical University Univ.- Novosibirsk. – Vol. 10. – 2016. – pp. 241-246.
6. Vajdaev K.V., Urakseev M.A., Martyasheva V.A. Automated multifunctional gas leak monitoring system using wireless technology // Electrical engineering and information complexes and systems. 2020. Vol. 16. No. 1. pp. 97-105.
7. Urakseev M.A., Vajdaev K.V., Sagadeev A.R. Optoelectronic devices on traveling and standing elastic waves for microprocessor control systems // International Conference on Industrial Design, Application and Production 2017, ICIEAM 2017 - Materials. electronic edition. 2017. pp. 8076373.
8. Valiakhmetova Yu.I., Vajdaev K.V., Martyasheva V.A., Latypova T.V., Gazizova L.I., Sharafutdinov A.I., Ulmasov R.R. Investigation of various combinations of insulation of the space between the wall and the sandwich panel made of mineral wool // Construction and technogenic safety. 2020. No. 19 (71). pp. 27-35.
9. Urakseev M.A., Vajdaev K.V., Sagadeev A.R. Microcontroller information and measurement systems on Bragg gratings // International Conference on Industrial Engineering, Applications and Production 2019, ICIEAM 2019. 2019. pp. 8742929.

10. Urakseev M.A., Vajdaev K.V., Sagadeev A.R.
Information automated system for monitoring gas leaks
in buildings and structures // Materials of the AIP
conference. Ser. "Oil and gas engineering, OGE 2020"
2020. No. 050007.

USE OF DOMESTIC 3D MODELING SOFTWARE PRODUCTS IN THE DESIGN OF ENGINEERING NETWORKS

Vazhdaev^{1,2} K.V., Martyasheva¹ V.A., Allaberdin^{1,2} A.B., Garipov¹ B.A., Tkachuk¹ M.A., Yusupov¹ A.M.

¹ Ufa State Petroleum Technical University,
st. Mendeleeva, 195, 450080, Ufa, Russian Federation,
E-mail: vazhdaevk@gmail.com

²Ufa University of Science and Technology
st. Zaki Validi, 32, 450076, Ufa, Russian Federation,
E-mail: vazhdaevk@gmail.com

Abstract. This article analyzes the process of introducing information modeling technology in the construction industry of the Russian Federation. The problem of introducing domestic software products based on TIM technology is examined in detail: a comparative analysis of foreign and domestic TIM programs is carried out, based on the results of which the practical results of their application in the field of architectural design of capital construction projects are presented. Foreign TIM-POs do not have an absolute advantage, but in most respects they are superior to Russian products. Therefore, the authors of the study express the hope that this work will serve the development of domestic software products based on information modeling technology, by establishing communication between construction sector specialists and software product developers who will quickly respond to requests and constructive wishes of Russian users and develop their development.

Subject of research. Advantages and disadvantages of programs in the engineering network design environment.

Methods and materials: Two methods were used in the work: theoretical and practical, namely, the study of foreign and domestic 3D modeling software products for the design of engineering systems, review, and analysis of data from Internet resources on relevant issues.

Results: Progress in the use of TIM technology in Russia will depend on the level of development of computer technology, operational analysis of the constructive wishes of TIM software users, software tools and automation of design processes.

Conclusions: Design and construction organizations are actively gaining experience in the field of information design, as well as holding public events and conferences to exchange it; The government of the Russian Federation is actively developing regulations and documents regulating the rules and procedure for the introduction and use of digital technologies in construction; Currently, the implementation of TIM has been consolidated at the stage of design and development of documentation, but further implementation and training in the use of the TIM environment for all participants and at all stages of the life cycle of a construction project is necessary.

Key words: Autodesk, AutoCAD, NanoCAD, Compass 3D, Renga, Revit, Zulu, Gisgeo.

ТЕПЛОПТЕРИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Бекиров Э.А., Воскресенская С.Н., Нусретова С.Ш.

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»,
Физико-технический институт,
Симферополь, ул. Киевская, 181,
e-mail: kaf_energo@cfuv.ru

Аннотация. В статье проводится анализ геотермальных источников энергии в Крыму для различных глубин залегания. На глубине до 1000 м температуры относительно не велики от 34 до 65⁰С, а на глубине 4000 м достигают на некоторых участках 175 – 180⁰С. Также приводятся формулы для расчета числа Рейнольдса и числа Нуссельта, используемых при определении теплотерь от геотермальной воды к стенке трубопровода, температура которого в свою очередь зависит от температуры окружающего грунта. Рассчитано снижение температуры в трубопроводе при извлечении нагретой воды для различных случаев, причем выявлено, что при длине трубопровода до 100 м оно менее градуса. Чем больше расход воды, тем в меньшей степени снижается температура, а зависимость нелинейная.

Предмет исследования: геотермальные источники энергии Крыма. Исследование направлено на решение проблемы, связанной с извлечением низкотемпературной воды для подачи ее потребителю.

Материалы и методы. Применялись как аналитические, так и расчетные методы, основанные на использовании формул процессов теплопередачи.

Результаты. Установлено, что при стабилизированном процессе извлечения геотермальной воды из скважины Новоселовской площадки в Крыму снижение температуры для участка трубопровода относительно невелики, что позволяет использовать ее для нужд теплоснабжения потребителей.

Выводы. Геотермальные источники в Крыму практически не используются, несмотря на существенный потенциал. Расходы на семи площадках геотермальных источников в Крыму колеблются в диапазоне от 600 до 4900 м³/сутки, при этом в зависимости от глубины залегания температуры достаточны или для теплоснабжения потребителей, или для генерации электроэнергии. На примере Новоселовской площадки при самоизливах от 700 до 3500 м³/сутки было выявлено возможное снижение температуры в трубопроводе. При этом температура воды принималась 50⁰С, а снижение температуры составило менее 0,13% на 100 м трубопровода.

Ключевые слова: геотермальный источник, теплотери, снижение температуры, скважина.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из актуальных направлений возобновляемой энергетики является использование геотермальных источников энергии для обеспечения горячего водоснабжения и теплоснабжения жилых домов и объектов сельскохозяйственного назначения. Геотермальные источники по версии Международного энергетического агентства могут быть классифицированы на пять разных типов [1] и только один из них – это горячая вода или пар и вода. При этом температура может быть различной и в одних случаях недостаточной для эффективного применения потребителями после передачи на необходимое расстояние, в других случаях необходимо учитывать теплотери. Это связано с нормами температуры при горячем водоснабжении и отоплении.

Целью данной статьи является анализ снижения температуры при отборе горячей воды из геотермального источника.

Постановка задачи исследования. Для подачи горячей воды из геотермальных источников необходимо определить теплотери воды по длине трубопровода при использовании глубинного насоса. Труба, помещенная в скважину, металлическая, не имеющая утеплителей и контактирующая непосредственно с грунтом.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Геотермальные источники энергии неравномерно распределены по территории Российской Федерации, но даже в таких условиях в соответствующих регионах потенциал не используется в полной мере. Например, в Краснодарском крае разведано 18 геотермальных месторождений и пробурено 79 скважин [2], на Северном Кавказе сосредоточено 49 геотермальных месторождений [3], большинство из которых не разрабатывается, в Крыму – около 41 скважины, не разрабатываемых вовсе. В качестве противоположного примера можно привести Камчатку являющуюся одним из лидеров на территории России по извлечению геотермальных вод, причем в основном не только для теплоснабжения, но и для электроснабжения потребителей. При теплоснабжении, если температура воды в скважине не велика, может быть выбран отдельный объект, чаще всего сельскохозяйственного [4] или рекреационного назначения типа спа-центра [5], что связано с расположением скважин.

В зависимости от целей схемы и принцип работы геотермальных энергоустановок могут различаться [6, 7], но обычно использованную воду возвращают

обратно в грунт. При этом возникают экологические риски, связанные с наличием тяжелых металлов и сопутствующих газов [8, 9].

Тем не менее, геотермальные источники энергии являются хорошей альтернативой использованию органического топлива, в связи с чем необходимо оценивать тепловой поток, теплопотери [10, 11] или потери температуры на различных этапах извлечения воды из скважин. Поэтому для уменьшения теплопотерь от воды в трубе к грунту предлагается использовать дополнительную изоляцию [12].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Используются аналитические и расчетные методы, в том числе с помощью чисел Рейнольдса и Нуссельта.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Важное значение это имеет для Крыма, обладающим большим количеством геотермальных источников, температура источников, температура воды в которых на поверхности земли лежит в пределах от 35⁰С до 54⁰С и вода из этих источников поступает самоизливом. С увеличением глубинных скважин геотермальных источников температуры воды возрастает (рис. 1 – 4).

В Крыму можно выделить следующие типы подземных вод: седиментогенные и инфильтрогенные. Наибольшим распространением пользуются седиментогенные. Причем подземные воды имеют значительную дифференциацию температур и по площади и по разрезу.

На глубине 1000 м температура изменяется от 34 до 65⁰С. (рис. 1). Наиболее прогреты отложения района Новоселовской, Красновской и Красногвардейской площадей, северо-западного Тарханкута и Керченского полуострова, где температуры достигают 65⁰С. Горный Крым, Северное Причерноморье, выделяются как более охлажденные районы, с температурой 35 – 40⁰С.

На глубине 2000 м температуры изменяются от 60 до 110⁰С. (рис. 2). Зоны высоких температур приурочены к Новоселовскому поднятию, северо-западу Тарханкута, в меньшей степени к Керченскому полуострову. Минимальные температуры фиксируются в Северном Причерноморье и Горном Крыму. В Равнинном Крыму четко прослеживается температурный минимум в Орловско-Серебрянско-Донузлавской зоне.

На глубине 3000 м температура изменяется от 95 до 140⁰С (рис. 3). Зоны максимальной прогретости аналогичны, как и на срезе 1000 и 2000 м. Причем максимальные значения зафиксированы на Керченском полуострове – 138⁰С. Температурный минимум в Орловско-Серебрянско-Донузлавской зоне расширяется на восток и захватывает Джанкойскую площадь.

На глубине 4000 м максимальные значения температуры отмечены на Керченском полуострове – 180⁰С. (рис. 4). На западе Тарханкута температура превышает 170⁰С. Минимальное значение температуры в Джанкойско-Донузлавской зоне – 125⁰С. Замеров температуры на Новоселовском поднятии нет, но можно с достаточной уверенностью предположить наличие здесь температуры превышающей 170 – 175⁰С.

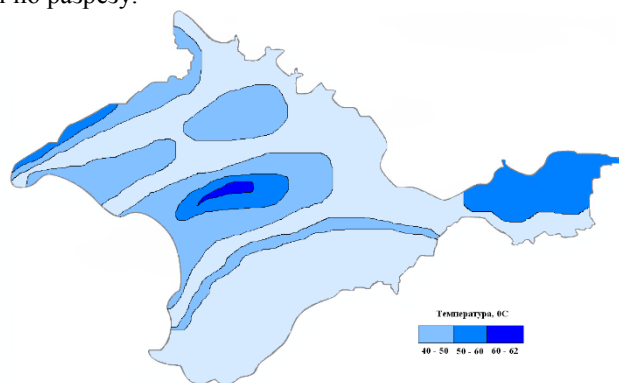


Рис. 1. Карта геотермальных источников в Крыму на глубине 1000 м
Fig. 1. Map of geothermal springs in Crimea at a depth of 1000 m

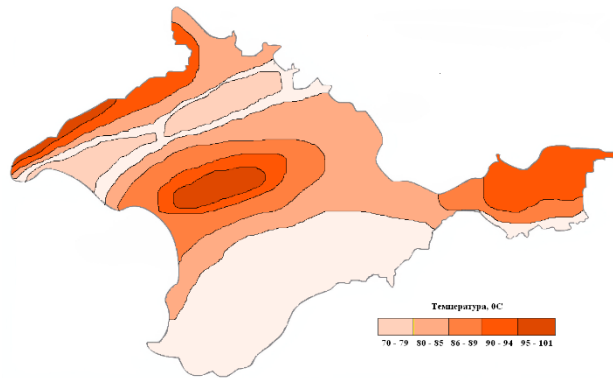


Рис. 2. Карта геотермальных источников в Крыму на глубине 2000 м
Fig. 2. Map of geothermal springs in Crimea at a depth of 2000 m

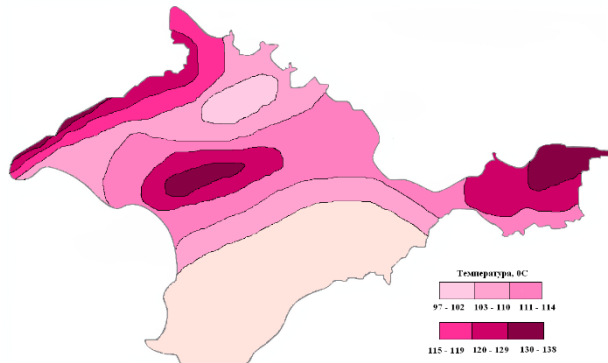


Рис. 3. Карта геотермальных источников в Крыму на глубине 3000 м
Fig. 3. Map of geothermal springs in Crimea at a depth of 3000 m

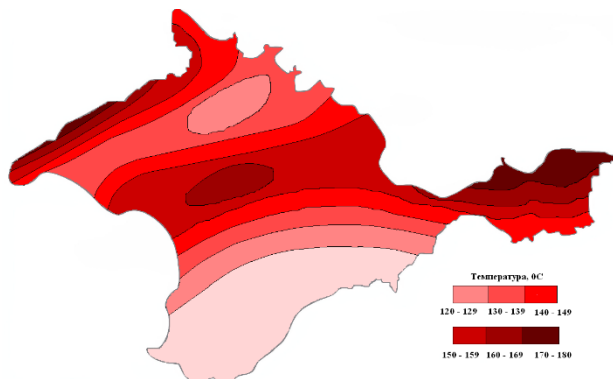


Рис. 4. Карта геотермальных источников в Крыму на глубине 4000 м
Fig. 4. Map of geothermal springs in Crimea at a depth of 4000 m

В Крыму можно выделить семь площадей с геотермальными водами: Новоселовская, Октябрьская, Джанкойская, Тархангутская, Гончаровская, Казантипско-Чокракская, Северо-Сивашская, которые имеют разные глубины залегания от 700 до 5000 м и суточные расходы от 600 до 4900 м³/сутки.

Приведем параметры Новоселовской площадки с геотермальными водами:

- $t_2 = 55^\circ\text{C}$ – температура воды на глубине 1000 метров.
- $t_1 = 10^\circ\text{C}$ – температура грунта на глубине 4000 метров.

- Самоизлив составляет $700 \text{ м}^3/\text{сут} \div 3715 \text{ м}^3/\text{сут}$.

Течение жидкости может быть ламинарным и турбулентным. О режиме течения судят по величине числа Рейнольдса:

$$Re = \frac{W_0 \times d}{\nu}, \quad (1)$$

где W_0 – характерная (средняя) скорость жидкости, м/с;

d – гидравлический (эквивалентный) диаметр, м;

ν – кинематическая вязкость среды, м²/с.

Гидравлический диаметр для жидкостей, протекающих не по трубам, – это некоторая эквивалентная величина, определяющая эффективность русла в пропускании потока

жидкости. Он соответствует диаметру трубы, по которой может пройти поток жидкости с сопротивлением аналогичным потоку русла.

Если $Re < (Re_{кр.1} \approx 2300)$, то течение является ламинарным. Развитое турбулентное течение в технических трубах устанавливается при $Re < (Re_{кр.2} \approx 10^4)$. Течение при $Re \approx (2300 \div 10^4)$

называется переходным. Ему соответствует и переходный режим теплоотдачи.

Опыт показывает, что переход из ламинарной формы течения в турбулентную происходит не в точке, а на некотором участке. Течение на этом участке имеет нестабильный характер и называется переходным (рис. 5).

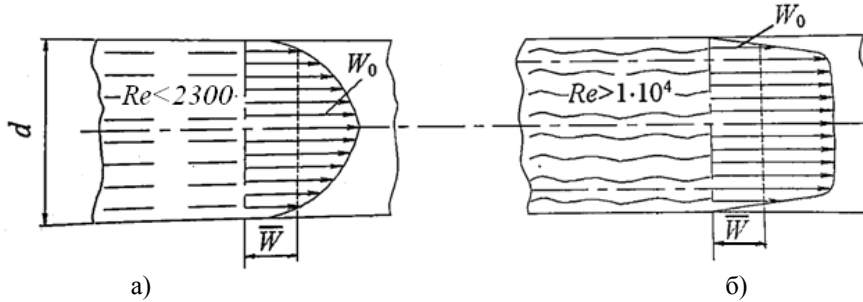


Рис. 5. Распределение скорости по сечению при ламинарном (а) и турбулентном (б) режимах изотермического течения жидкости в трубах

Fig. 5. Distribution of speed by the cross-section during laminar (a) and turbulent (b) modes of the isothermal course of the liquid in the pipes

При наличии теплообмена, кроме гидродинамического, образуется также и тепловой пограничный слой. В пределах теплового слоя температура жидкости изменяется.

Определяющими параметрами процесса конвективного теплообмена являются определяющий размер и определяющая температура.

За определяющую температуру принимают ту температуру, при которой проводят вычисления физических параметров, составляющих критерии подобия.

Если число Рейнолдса в трубах превышает 10^4 , то при расчете теплоотдачи от воды к стенке трубы число Нуссельта может быть найдено по формуле М.А. Михеева [13]:

$$Nu = 0,021 \cdot Re_{ж}^{0,8} \cdot Pr_{ж}^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_c}\right)^{0,25}, \quad (2)$$

где $Re_{ж}$ – число Рейнольдса для рассматриваемой жидкости;

$Pr_{ж}$ – число Прандтля при средней температуре жидкости;

Pr_c – число Прандтля при температуре стенки.

Формула (2) приведена для случая, когда отношение длины трубы к диаметру превышает 50 и средний коэффициент теплоотдачи по длине трубы равен 1.

В качестве определяющих величин могут быть приняты: наружный и внутренний диаметры трубы d_2 и d_1 , определяющая температура воды t_2 и грунта t_1 , средняя скорость жидкости W_0 .

Для расчета местных коэффициентов теплоотдачи при свободном ламинарном течении

вдоль вертикальных стенок можно использовать формулу:

$$Nu = 0,76 \cdot (Gr_{ж} \cdot Pr_{ж})^{0,25} \cdot \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_c}\right)^{0,25}, \quad (3)$$

где $Gr_{ж}$ – число Грасгофа, определяющее процесс подобия теплообмена при конвекции в поле тяжести.

Расчетная формула для теплоотдачи при движении жидкости вдоль вертикальной стенки при турбулентном режиме:

$$Nu = 0,15 \cdot (Gr_{ж} \cdot Pr_{ж})^{0,33} \cdot \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_c}\right)^{0,25}$$

Здесь определяющей температурой является температура жидкости за пределами движущегося слоя, определяющий размер – длина трубы, отсчитываемая от начала теплообмена. Формула (4) приведена для теплоносителей с $Gr_{ж} \cdot Pr_{ж} > 10^9$.

Приведенные формулы применимы к трубам любой формы поперечного сечения – круглого, квадратного, прямоугольного, треугольного, кольцевого ($d_2/d_1 = 1 \div 5,6$), щелевого ($a/b = 1 \div 40$), (a и b – размеры щели).

Определим, чему равно число Рейнольдса для Новоселовской площадки (рис. 6). Для этого примем, что отбор горячей воды осуществляется с помощью трубопровода с наружным диаметром $d_2 = 101$ мм и внутренним – $d_1 = 97$ мм, то есть толщина стенок труб $d_v = 2$ мм. Кинематическая вязкость воды может меняться в зависимости от температуры и при $t_2=50^\circ\text{C}$ равна $\nu = 0,568 \cdot 10^{-6}$ м²/с.

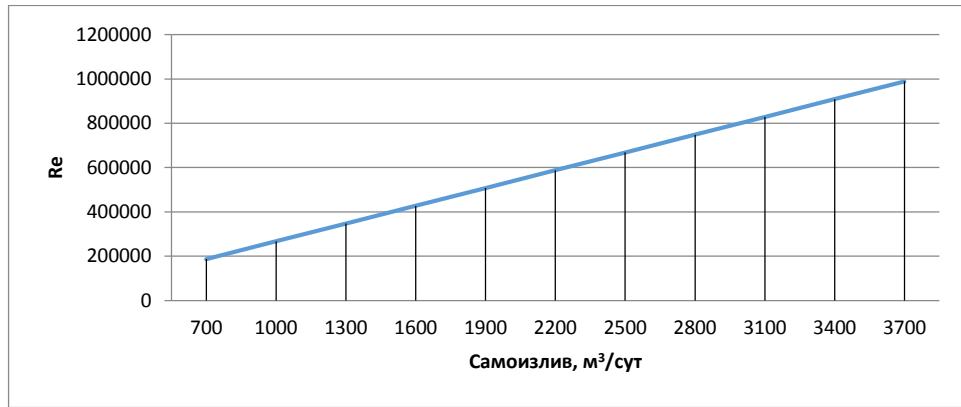


Рис. 6. Число Рейнольдса при отборе горячей воды Новоселовской площадки
Fig. 6. The number of Reynolds when selecting hot water of the Novoselovskaya site

Средний коэффициент теплоотдачи можно найти по формуле:

$$\alpha = \frac{Nu_{ж} \cdot \lambda_{ж}}{l}, \quad (5)$$

где $\lambda_{ж} = 0,643 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$ – теплопроводность воды при 50°C ;

l – длина трубы, м.

При рассмотрении отбора воды от геотермальных водоносных пластов примем, что число Рейнольдса в трубах $5 \cdot 10^5$, что соответствует скорости течения $\vartheta=2,93 \text{ м/с}$. Если температура воды 50°C , а стенки трубы 30°C , то соответствующие числа Прандтля равны 3,59 и 5,45. При стабилизированном процессе извлечения геотермальной воды температура стенки задается температурами теплоносителя и грунта, то есть с одной стороны располагается более нагретый, а с

другой менее нагретый источник тепла. Число Нуссельта для данного случая составляет 1188, средний коэффициент теплоотдачи $\alpha = 7,64 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$.

Количество передаваемой теплоты [13]:

$$Q = \pi \cdot d_1 \cdot l \cdot \alpha \cdot \Delta t, \quad (6)$$

где l – длина трубы, м;

Δt – разность температур между стенкой и водой.

Для рассматриваемого примера, если принять длину трубы 100 м, $Q = 4652,68 \text{ Вт}$.

Если провести расчеты по формулам (2), (5), (6) для возможных значений расходов для Новоселовской площадки при тех же значениях температуры и диаметров трубопроводов, то результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Теплоотдача в трубах при разных значениях расхода
Table 1. Heat transfer in pipes at different consumption values

Расход, м³/сут	Nu	α , Вт/м²·К	Q, Вт
700	541,2	3,5	2119,8
1000	719,9	4,6	2819,8
1300	888,0	5,7	3478,3
1600	1048,5	6,7	4106,9
1900	1203,0	7,7	4712,2
2200	1352,7	8,7	5298,5
2500	1498,4	9,6	5869,1
2800	1640,6	10,5	6426,1
3100	1779,8	11,4	6971,2
3400	1916,3	12,3	7505,9
3700	2050,4	13,2	8031,2

Зависимости числа Нуссельта, коэффициента теплоотдачи и количества передаваемой теплоты от расхода и скорости течения воды практически близки к линейным.

Так как тепловая мощность для промежутка времени Δt

$$Q = \frac{c \cdot m \cdot \Delta t_{\text{в}}}{\Delta t} = c \cdot \rho \cdot f \cdot \vartheta \cdot \Delta t_{\text{в}}, \quad (7)$$

где $c = 4181$ Дж/кг · К – удельная теплоемкость воды при 50°C;

m – масса воды, кг;

$\Delta t_{\text{в}}$ – изменение температуры воды при теплоотдаче, К;

$\rho = 988,1$ кг/м³ – плотность воды при 50°C;

$f = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4}$ – площадь сечения трубы, м²;

ϑ – скорость течения в трубе, м/с,

то снижение температуры в трубе:

$$\Delta t_{\text{в}} = \frac{Q}{c \cdot \rho \cdot f \cdot \vartheta}. \quad (8)$$

Для рассматриваемого случая $\Delta t_{\text{в}} = 0,052^\circ\text{C}$, для других случаев результат приведен на рис. 7.

Как видно из рис. 7, снижение температуры воды для широкого интервала расходов от 700 до 3700 м³/сут изменяется нелинейно от 0,0633 до 0,0454°C. Данные значения незначительны и свидетельствуют о том, что вода при движении вверх по трубам остывать не будет.

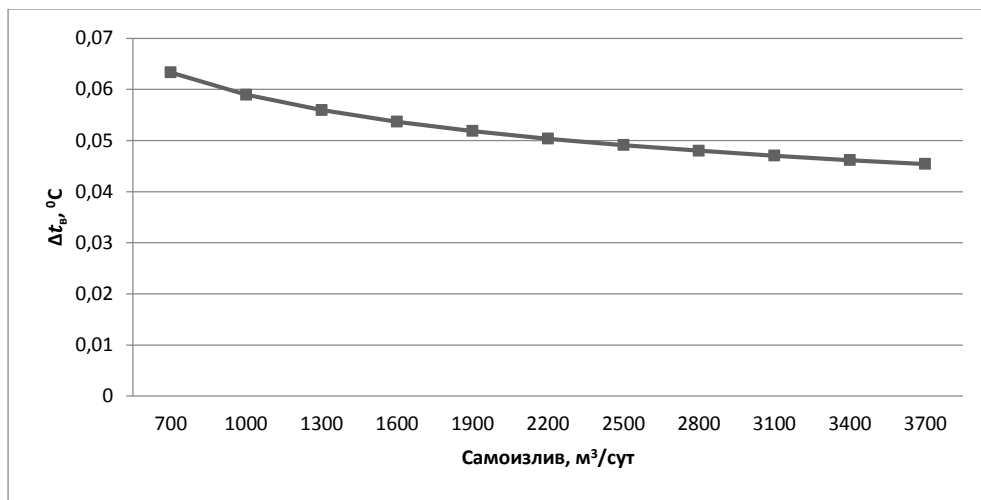


Рис. 7. Снижение температуры воды при различных расходах воды

Fig. 7. Reduced water temperature at various water consumptions

ВЫВОДЫ

Таким образом, в статье поведен анализ геотермальных источников в Крыму, выявлено, что при глубинах до 1000 м температурный потенциал относительно невысокий и может использоваться для нужд теплоснабжения близкорасположенных объектов. Тем не менее, суточные расходы при организации извлечения нагретой воды достаточны для технического использования.

Для Новоселовской площадки был проведен расчет теплопотерь для заданных условий и оценено снижение температуры при длине трубы 100 м. Снижение температуры на два порядка меньше 1°C, что позволяет сделать вывод о том, что расходы воды даже при самоизливе значительны и к потребителю вода поступит без существенного понижения температурного потенциала. Зависимость между данными параметрами носит нелинейный характер. Чем больше самоизлив, тем в меньшей степени снизится температура.

Аналогичным образом можно провести предварительный анализ, используя проектные длины трубопроводов. Также можно рассчитать, какова должна быть температура стенки трубы и необходимость в изоляции, чтобы эффективность извлечения геотермальной воды осталась на заданном уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гарипов М.Г., Гарипов В.М. Геотермальная энергетика // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 14. С. 202-204.
2. Гаджиев З.Х., Симонян Д.А., Уруджев А.К. Геотермальная энергия как основа "зеленой" энергетики Краснодарского края // Вестник научных конференций. 2015. № 3-6 (3). С. 38-40.
3. Гацаева Л.С., Гацаева С.С.А., Даукаев А.А. Геотермальный ресурс как важный источник энергии // Вестник КНИИ РАН. 2020. № 4 (4). С. 87-92.
4. Тихомиров Д.А., Трунов С.С. Обогрев и охлаждение животноводческих помещений с использованием геотермальной и внепиковой энергии // Агротехника и энергообеспечение. 2019. № 1 (22). С. 86-96.
5. Gažíková S., Takács J., Krajčík M. Improving the efficiency of geothermal energy use for recreation and balneology: a case study of spa Kremnica // Russian Journal of Construction Science and Technology. 2018. Т. 4. № 2. С. 12-17.
6. Хэллф Э.Х. Установка для выработки геотермальной энергии. Патент на изобретение RU 2260751 C2, 20.09.2005. Заявка № 2003113562/06 от 25.07.2001.

7. Ниemi P. Геотермальное теплообменное устройство, геотермальная тепловая установка и способ подачи тепловой энергии в грунт. Патент на изобретение RU 2756624 C1, 04.10.2021. Заявка №2020123426 от 12.02.2019.

8. Ibrahim Dincer, Murat Ozturk,. (2021). Geothermal energy sources. 10.1016/B978-0-12-820775-8.00004-0.

9. Sh.H. Baymatov, A.E. Berdimurodov, M.M. Kambarov, Z.S. Tulyaganov. (2023). Employing Geothermal Energy: The Earth's Thermal Gradient as a Viable Energy Source. E3S Web of Conferences. 449. 10.1051/e3sconf/202344906008.

10. Johannes Miocic, Lukas Schleichert, Adinda Van de Ven, Roland Koenigsdorff. (2024). Fast calculation of the technical shallow geothermal energy potential of large areas with a steady-state solution of the finite line source. Geothermics. 116. 10.1016/j.geothermics.2023.102851.

11. Elisa Heim, Marius Laska, Ralf Becker, Norbert Klitzsch. (2022). Estimating the Subsurface Thermal Conductivity and Its Uncertainty for Shallow Geothermal Energy Use—A Workflow and Geoportal Based on Publicly Available Data. Energies. 15. 3687. 10.3390/en15103687.

12. Мохов М.А., Шмелева М.А. Исследование процесса получения геотермальной энергии на нефтегазовых месторождениях // Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. 2019. № 1. С. 40-44.

13. Михеев М.А. Михеева И.М. Основы теплопередачи. Изд. 2-е, стереотип. М.: «Энергия», 1977. – 344 с.

REFERENCES

1. Garipov M.G., Garipov V.M. Geothermal energy. Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2014. Vol. 17. No. 14, pp. 202 – 204. (In Russian).

2. Gadzhiyev Z.KH., Simonyan D.A., Urudzhev A.K. Geothermal energy as the basis of the "green" energy of the Krasnodar Territory. Vestnik nauchnykh konferentsiy. 2015. No. 3-6 (3), pp. 38 – 40. (In Russian).

3. Gatsayeva L.S., Gatsayeva S.S.A., Daukayev A.A. Geothermal resource as an important source of energy. Vestnik KNII RAN. 2020. No. 4 (4), pp. 87 – 92. (In Russian).

4. Tikhomirov D.A., Trunov S.S. Heating and cooling of livestock premises using geothermal and non-pipe energy. Agrotekhnika i energoobespecheniye. 2019. No. 1 (22), pp. 86 – 96. (In Russian).

5. Gažíková S., Takács J., Krajčík M. Improving the efficiency of geothermal energy use for recreation and balneology: a case study of spa Kremnica. Russian Journal of Construction Science and Technology. 2018. Vol. 4. No. 2, pp. 12 – 17.

6. Patent RU 2260751 C2. Ustanovka dlya vyrabotki geotermal'noy energii [Installation for the production of geothermal energy]. Khellf E.KH. 20.09.2005. Application No. 2003113562/06 dated 07.25.2001. (In Russian).

7. Patent RU 2756624 C1. Geotermal'noye teploobmennoye ustroystvo, geotermal'naya teplovaya ustanovka i sposob podachi teplovoy energii v grunt [Geothermal heat-expanded device, geothermal thermal installation and the method of supplying thermal energy to the soil]. Niyemi. R.04.10.2021. Application No. 2020123426 dated 12.02.2019. (In Russian).

8. Ibrahim Dincer, Murat Ozturk,. (2021). Geothermal energy sources. 10.1016/B978-0-12-820775-8.00004-0.

9. Sh.H. Baymatov, A.E. Berdimurodov, M.M. Kambarov, Z.S. Tulyaganov. (2023). Employing Geothermal Energy: The Earth's Thermal Gradient as a Viable Energy Source. E3S Web of Conferences. 449. 10.1051/e3sconf/202344906008.

10. Johannes Miocic, Lukas Schleichert, Adinda Van de Ven, Roland Koenigsdorff. (2024). Fast calculation of the technical shallow geothermal energy potential of large areas with a steady-state solution of the finite line source. Geothermics. 116. 10.1016/j.geothermics.2023.102851.

11. Elisa Heim, Marius Laska, Ralf Becker, Norbert Klitzsch. (2022). Estimating the Subsurface Thermal Conductivity and Its Uncertainty for Shallow Geothermal Energy Use—A Workflow and Geoportal Based on Publicly Available Data. Energies. 15. 3687. 10.3390/en15103687.

12. Mokhov M.A., Shmeleva M.A. Study of the process of obtaining geothermal energy at oil and gas fields. Vestnik Assotsiatsii burovnykh podryadchikov. 2019. No. 1, pp. 40 – 44. (In Russian).

13. Mikheyev M.A. Mikheyeva I.M. Osnovy teploperedachi [The basics of heat transfer]. Izd. 2-ye, stereotip. M.: «Energiya». 1977. 344 p.

HEAT LOSS FROM GEOTHERMAL ENERGY SOURCES

Bekirov E.A., Voskresenskaya S.N., Nusretova S.Sh.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,
Institute of Physics and Technology,
Simferopol, 181, Kyivska Street,
e-mail: kaf_energo@cfuv.ru

Abstract. The article conducts an analysis of geothermal energy sources in Crimea for various depths of the occurrence. At a depth of up to 1000 m, the temperature is relatively not large from 34 to 65°C, and at a depth of 4000 m they reach 175 – 180°C in some areas. Formulas are also given for calculating the number of Reynolds and the Nussels number used in determining heat loss from geothermal water to the pipe wall, the temperature of which in turn depends on the temperature of the surrounding soil. It is calculated to reduce the temperature in the pipeline when extracting heated water for various cases, and it was revealed that with the length of the pipeline up to 100 m, it is less than a degree. The greater the water consumption, the less the temperature decreases, and the dependence is nonlinear.

Subject: Geothermal sources of Crimea energy. The study is aimed at solving the problem associated with the extraction of low-temperature water for the supply of it to the consumer.

Materials and methods. Both analytical and calculated methods based on the use of heat transfer processes were used.

Results. It was established that with a stabilized process of extracting geothermal water from the well of the Novoselovskaya site in Crimea, a decrease in temperature for the pipeline section is relatively small, which allows it to be used for the needs of consumer heat supply.

Conclusions. Geothermal springs in Crimea are practically not used, despite the significant potential. The costs of seven sites of geothermal springs with Crimea range in the range from 600 to 4900 m³/day, while, depending on the depth of temperature, either for heat supply to consumers, or for electricity generation. On the example of the Novoselovskaya site with self-gols from 700 to 3500 m³/day, a possible decrease in temperature in the pipeline was revealed. At the same time, the temperature of the water was taken 50°C, and the temperature decrease was less than 0.13% per 100 m of the pipeline.

Key words: geothermal source, heat loss, temperature reduction, hole.

Раздел 4. Экологическая безопасность

УДК 711.2.025

ПРОБЛЕМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ КАРЬЕРОВ ПОСЛЕ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Шатило Т.Ф.¹, Сидорова В.В.²

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,
Институт «Академия строительства и архитектуры»,
295493, Республика Крым, г. Симферополь, улица Киевская, 181
E-mail:¹ tih.schatilo@yandex.ru,² nucikBBC@yandex.ru,

Аннотация. Данное исследование посвящено проблемам, связанным с рекультивацией карьеров после открытых горных работ, а также рассматривает возможные пути их решения. Открытые горные работы, вносящие значительный вклад в экономическое развитие, оставляют за собой ландшафты, сталкивающиеся с экологическими, социальными и экономическими проблемами. Основное внимание исследования уделяется всестороннему анализу проблем, связанных с процессом рекультивации, включая долгосрочные экологические последствия, отсутствие стандартов восстановления и социально-экономическую сложность.

Существенной частью исследования является изучение потенциальных путей эффективного решения этих проблем. Это включает в себя глубокий анализ инновационных технологий, устойчивых стратегий градостроительства и инициатив по вовлечению общественности. Анализ современных методологий и успешных кейс-стади позволяет предложить практические рекомендации для заинтересованных сторон, градостроителей и экологов, стремящихся к устойчивым решениям проблем рекультивации карьеров. Результаты исследования способствуют более глубокому пониманию сложных динамик, связанных с рекультивацией после горных работ, и предоставляют рекомендации для создания экологически устойчивых и социально гармоничных ландшафтов.

Предмет исследования: эффективность методов рекультивации, воздействие горнодобывающей деятельности на окружающую среду, технологии и практики восстановления почв и растительности, а также возможные экологические последствия и вызовы при попытках восстановить природные условия на этих территориях.

Материалы и методы: проводилось изучение научных материалов и статей по теме восстановление нарушенных земель. Для выявления закономерностей развития различных территорий с поврежденными почвами используется метод сравнительного анализа. В данной работе были рассмотрены теоретические и практические аспекты, связанные с объектом исследования, и сделаны соответствующие выводы. В процессе отбора материалов, связанных с темой публикации, а также в ходе анализа полученных результатов, были использованы следующие методы: дедукция, теоретический анализ, синтез и метод аналогии.

Результаты Проанализировав международный опыт, было выявлено, что во-первых есть проблема исчезновения природной растительности, а именно горные работы могут привести к полной утрате естественного растительного покрова, что создает трудности при восстановлении биосистемы. Во-вторых есть почвенные проблемы, а именно процессы горных работ могут нарушить природные слои почвы, что влияет на ее структуру, плодородие и способность поддерживать растительность.

В третьих есть проблемы связанные с геологическими изменениями, а именно добыча полезных ископаемых может изменить геологическую структуру местности, влияя на гидрологические процессы, рельеф и даже геохимические свойства почв. В четвертых есть проблема загрязнение почвы и воды, а именно горные работы могут привести к выбросам токсичных веществ в почву и водные системы, создавая проблемы для растений и животных. В пятых есть проблема эрозии и обвалов, а именно изменение рельефа и структуры грунта может вызывать эрозию и обвалы, что усугубляет проблемы рекультивации. В шестых есть проблема неустойчивость грунта, а именно процессы горных работ могут сделать грунт менее устойчивым, что приводит к трудностям при создании устойчивых растительных сообществ. В седьмых есть проблемы связанные с остаточными техногенными объектами, а именно проблема заключается в наличии остаточных структур, оборудования или отходов от горных работ создает препятствия для нормального развития экосистемы.

Также имеются проблемы с восстановлением биоразнообразия заключается это в затруднения в восстановлении естественных сообществ растений и животных, включая редкие и уязвимые виды.

Эти проблемы могут потребовать комплексных и долгосрочных усилий для эффективной рекультивации карьеров после горных работ.

Выводы: на основании проведенного анализа литературных и нормативных документов по теме исследования сделан вывод о том, что для успешного восстановления поврежденных участков земли сначала необходимо сформировать почвенный слой, способный удерживать семена трав и предотвращать перемещение частиц техногенных материалов на соседние территории. Чтобы ускорить процесс формирования почвенного покрова, рекомендуется провести отсыпку на поврежденных участках. Толщина рекомендуемого почвенного слоя должна составлять не менее 30–40 см.

Подбор растительных видов для посадки на рекультивированной территории должен осуществляться с учетом ландшафтного подхода, чтобы обеспечить наилучшую приживаемость и сходство с естественными аналогами, а также учитывать функции растительности в укреплении необходимых биогенных веществ в почве, таких как азот. Примерно через 40 лет на рекультивированной территории может сложиться стабильное сообщество (экосистема), хотя оно не обязательно будет структурно аналогичным природным экосистемам. Эффект антропогенного воздействия, выраженный в составе и обилии видов в травяно-кустарничковом ярусе, может сохраняться.

Ключевые слова: рекультивация, карьеры, нарушенные земли.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях стремительного развития городов и интенсивного использования природных ресурсов, проблемы рекультивации карьеров после открытых горных работ становятся актуальным и важным аспектом градостроительства. Открытые горные работы, несмотря на свой значительный вклад в экономическое развитие, оставляют за собой значительные территории с нарушенной экосистемой, что представляет собой серьезные вызовы для устойчивости и гармоничного развития современных городов.

Проблемы рекультивации карьеров охватывают широкий спектр аспектов, начиная от экологических и социальных вопросов и заканчивая экономическими и архитектурными вызовами. Отсутствие эффективных механизмов восстановления и интеграции этих обширных территорий может привести к деградации окружающей среды, утрате биоразнообразия и созданию социальных неравенств в городских сообществах.

Целью данного исследования является глубокий анализ проблем рекультивации карьеров после открытых горных работ в контексте градостроительства. Мы стремимся выявить основные трудности, с которыми сталкиваются города при попытке восстановления нарушенных территорий, а также предложить конструктивные решения для создания устойчивых и эстетически привлекательных городских пространств. Анализ этих проблем не только расширит наше понимание вызовов в области рекультивации, но и поможет сформировать стратегии для более эффективного градостроительного развития в будущем.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

В настоящее время накоплен обширный объем теоретического и практического материала по вопросам восстановления нарушенных ландшафтов, причем часть этого материала представлена в существующих нормативных документах. Современные исследования в этой области отличаются комплексным подходом, включающим анализ экологических, экономических и социальных аспектов. Одним из ключевых моментов при восстановлении ландшафтов является определение их будущего функционального назначения.

В данной работе проанализирована научноисследовательская литература. Для исследования

принципов и проблем рекультивации карьеров после открытых горных работ были изучены зарубежные и отечественные работы следующих авторов: В.С. Коваленко [1], Брыжко В.Г. [2], Недбаев И.С. [3], Harshani H.M.D.[4], Вайсман Я.И. [5], Dilly O. [6], Левит С.Я. [7], Тюкленкова Е.П. [8], Костин А.С.[9], Bruno S.S. [10].

В научно-исследовательской работе «Изучение мирового и российского опыта по разработке

оптимальных путей рекультивации нарушенных земель» автора Недбаева И.С. и Елсуковой Е.Ю. опубликованной в журнале «Вестник Евразийской науки» [3] рассмотрены основные проблемы рекультивации карьеров после открытых горных работ и этапы рекультивации нарушенных земель.

Рамочные нормы в отношении лиц, деятельность которых привела к нарушению или ухудшению качества земель (в т.ч. в результате их загрязнения) на всех этапах жизненного цикла производственных объектов, по обязательному обеспечению рекультивации таких земель установлены многими федеральными законами:

- ст. 13 ЗК РФ;
- ст. 13, 21, 60.12, 60.14, 121 Лесного кодекса РФ;
- ст. 34, 39, 46, 78 Закона № 7-ФЗ;
- ст. 11 Закона № 174-ФЗ;
- ст. 9, 12, 22, 23.4, 23.5 Закона «О недрах».

Общие правила проведения рекультивации земель утверждены Постановлением Правительства РФ от 10.07.2018 № 800 (в ред. от 07.03.2019) [11] и регламентируют:

- основные требования к рекультивации земель с обязательной разработкой, согласованием (в определенных случаях) и утверждением проекта рекультивации земель в соответствии с утвержденным содержанием;
- порядок определения лиц, обязанных разрабатывать, согласовывать и утверждать проекты рекультивации земель;
- основные процедуры разработки, согласования и утверждения проектов рекультивации земель и сроки их выполнения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В данном разделе описываются процесс организации эксперимента, примененные методики, использованная аппаратура; даются подробные сведения об объекте исследования; указывается последовательность выполнения исследования и обосновывается выбор используемых методов (наблюдение, тестирование, эксперимент, лабораторный опыт, анализ, моделирование, изучение и обобщение и т. д.).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Одной из основных технических проблем является необходимость восстановления нарушенных почв и ландшафтов. Открытые карьеры оставляют после себя глубокие ямы и измененные геологические формации, что создает сложности в процессе их восстановления [6]. Это включает в себя не только восстановление физической структуры местности, но и восстановление природной флоры и фауны, что может занять десятилетия [6]. Следующей проблемой является экологическое воздействие,

вызванное горными работами. Это включает в себя загрязнение почвы и воды тяжелыми металлами, химикатами и другими вредными веществами. Экосистемы вокруг карьеров могут подвергаться долгосрочному отрицательному воздействию, что создает проблемы для биоразнообразия и здоровья окружающих сред. Социальные и экономические проблемы также играют важную роль [5]. Закрытие карьеров может привести к утрате рабочих мест и сокращению доходов местных сообществ, что может вызвать социальные напряжения. Кроме того, стоимость рекультивации и долгосрочного управления карьерами может быть финансово непосильной для многих компаний [12].

Решение этих проблем требует комплексного подхода, включая разработку эффективных технологий рекультивации, строгие экологические нормы, активное участие общественности и разработку устойчивых моделей управления. Однако, несмотря на сложность задач, рекультивация карьеров открытого типа остается важным направлением для сохранения природных ресурсов и обеспечения устойчивого будущего. При восстановлении техногенных объектов важно учесть, что процессы ландшафтной рекультивации требуют комплексного и согласованного подхода. Основной целью рекультивации должно быть снижение затрат при одновременном достижении максимального экологического эффекта, включая уменьшение водной эрозии и дефляции, а также улучшение общей экологической обстановки [5]. Современные стратегии рекультивации учитывают три ключевых аспекта: экологический, социальный и экономический. Исследование данной проблемы, ориентированное только на один или два из этих направлений, может предоставить неполное представление о происходящем [6]. Применение методов ландшафтного дизайна в процессе рекультивации открывает возможности для развития уникальности региона и формирования положительного имиджа восстановленной территории.

Основными проблемами рекультивации нарушенных земель является в первую очередь полная утрата естественного растительного покрова, что создает трудности при восстановлении биосистемы как единого целого [1]. Сами процессы горных работ нарушают природные слои почвы, что влияет на ее структуру, и, следовательно, на её плодородие и способность поддерживать растительность. Так же есть проблема эрозия и обвалов, а именно изменение рельефа и структуры грунта может вызывать эрозию и обвалы, что усугубляет проблемы рекультивации. проблема неустойчивость грунта, а именно процессы горных работ могут сделать грунт менее устойчивым, что

приводит к трудностям при создании устойчивых растительных сообществ [5].

Для успешной рекультивации в первую очередь требуется сформировать почвенный слой, способный удерживать семена трав и предотвращать распространение частиц техногенного материала на соседние участки [1]. Химический состав формирующихся почв на техногенных объектах существенно зависит от состава подстилающих пород, в данном случае, от материалов промышленных отходов [7]. Вместе с тем, основное внимание исследователей и исполнителей рекультивационных работ следует направить на восстановление плодородия почвы [7]. Большинство исследователей отрицательно относится к естественному зарастанию промышленных отходов и предпочитает применение почвенного слоя [1]. Некоторые считают, что для эффективной рекультивации достаточно слоя толщиной 30 см, так как при такой мощности достигается максимальное накопление органического вещества [1]. В то время как другие утверждают, что для достижения эффективных результатов необходимо не менее 40 см, а лучше около 50 см почвенного слоя [7]. Существует и третье мнение, согласно которому нанесение даже 30–40 см почвенного слоя не обеспечивает значительного эффекта.

Исследователи выражают мнение, что нецелесообразно ожидать естественного зарастания техногенных объектов, даже если они покрыты почвенным слоем, поскольку это не приведет к формированию биологически активной среды [8]. Для стимулирования роста растений на рекультивированных участках предлагается использовать растворы гуминовых веществ, которые можно извлекать из компостов из твердых коммунальных отходов [28]. Исследователи, включая Егорова А.А. и др., подчеркивают, что инновационные методы рекультивации, такие как выбор коренных видов данного ландшафта для засева и посадки на месте техногенных объектов, могут ускорить процесс зарастания [27]. С целью ускорения зарастания на участках отвалов горных пород рекомендуется сохранять пространственную неоднородность территории, поскольку небольшие перепады высот будут способствовать формированию аккумулятивных форм рельефа, сглаживая колебания экологических факторов [30]. Следует отметить, что специальные фитоценозы, созданные для восстановления ландшафтов, используются не только при рекультивации техногенных объектов, но также для озеленения городских территорий в некоторых регионах России,

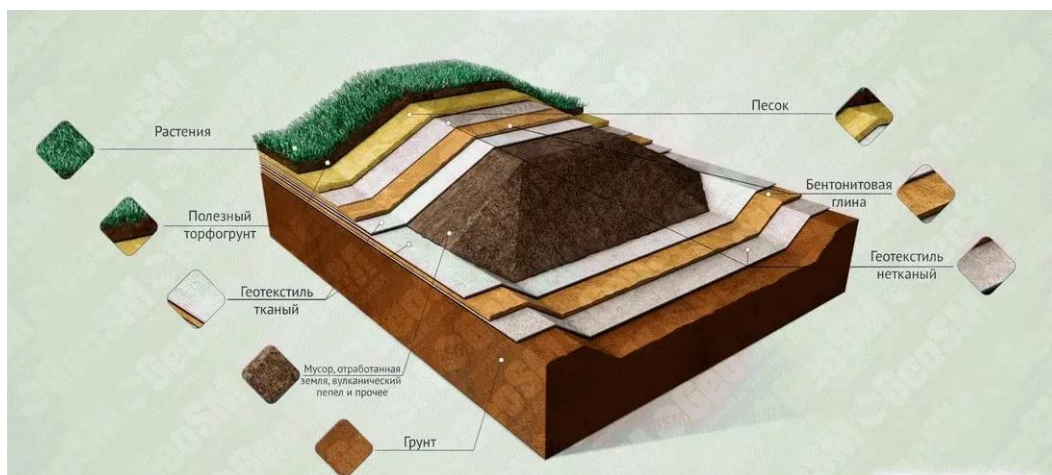


Рис. 1. Схема формирования почвенного и растительного покровов с помощью геотекстиля [15].

Rice. 1. Scheme of formation of soil and vegetation cover using geotextiles [15].

Исследования Bungart и Huttli [14] указывают на возможность создания плантаций с коротким севооборотом на первой стадии биологической рекультивации, ещё до формирования лесных экосистем (засев травами). Это позволяет достичь экономической прибыли и, параллельно, способствует формированию почвенных горизонтов. Этот подход привлекателен тем, что предоставляет возможность получить дополнительные выгоды. Однако необходимо учитывать, что рекультивационные работы должны проводиться так, чтобы не нанести ущерб формированию почвенно-растительного слоя. Около 3 лет необходимо, чтобы сформировался плотный травяной покров [3]. Дальше необходимо произвести посев лесных культур, и в течение 5–6 лет будет происходить адаптация и приживаемость семян [3]. Далее для формирования полноценного сообщества необходимо несколько десятков лет.

Существуют различные типы карьеров, классифицируемые по нескольким основным характеристикам. Одной из таких характеристик является крепость горных пород, разделяющая месторождения на два основных типа: те, которые не требуют предварительного рыхления (например, песчаные гравийно-песочные и гравийные), и те, которые подвергаются предварительному рыхлению (такие как песчаник, известняк, гранит и другие). Вторая характеристика - характер залегания полезного ископаемого - разделяет карьеры на холмистые (где полезное ископаемое находится выше основных откатных путей и разрабатываемая порода транспортируется к местам переработки вниз под уклон), глубинные (где полезное ископаемое залегает ниже дневной поверхности), обводненные (где полезное ископаемое расположено под водой) и комбинированные. Другие типы карьеров определяются углом падения горных пород: горизонтальные, пологопадающие и крутопадающие. Наконец, различают карьеры по виду разрабатываемого полезного ископаемого, такие как каменные, гравийные, песчаные, песчано-

гравийные, валунные (где ископаемое представлено отдельными обломками размером до 8-10 м) и шлаковые металлургические.

Одной из ключевых характеристик выбора метода рекультивации является тип добываемых природных ресурсов. Например, после извлечения угля, открытые угольные бассейны часто засыпают и на его месте формируют зелёные насаждения. В случае известняковых карьеров подход к рекультивации может включать сохранение части горного массива для защиты зеленых насаждений, которые будут восстановлены на месте добычи с использованием геотекстиля. Также часто известняковые карьеры преобразуют в искусственные водоемы или озера, способствуя не только восстановлению природной влажной среды, но и формированию привлекательных ландшафтов.

Что касается основных функциональных направлений использования рекультивированных карьеров, которые могут быть применены и для Крыма, включают следующие:

1. рекреационные зоны т.е. преобразование рекультивированных карьеров в парки, заповедники или другие места для активного отдыха, прогулок и пикников.

2. водоемы для рыболовства и отдыха: создание искусственных водоемов для рыболовства и отдыха, что станет привлекательным местом для любителей рыбной ловли и спокойного отдыха.

В целом, актуальность решения проблем рекультивации нарушенных территорий не вызывает сомнений. Следующим этапом исследования авторов будет попытка обобщить возможные варианты архитектурно-градостроительного освоения карьеров разных типов и их благоустройства для современной эксплуатации.

ВЫВОДЫ

Рекультивация карьеров после открытых горных работ представляет собой важное звено в современной градостроительной парадигме, где устойчивость, экологичность и социальная ответственность становятся приоритетами в формировании городской среды. Этот процесс не просто восстанавливает земельные участки, затронутые горными работами, но и предоставляет возможность трансформировать эти территории в устойчивые и функциональные пространства для городской жизни.

Одним из ключевых выводов является необходимость интеграции понятия рекультивации в общую стратегию градостроительного развития нарушенных территорий в целом. Разработка и применение комплексных планов рекультивации с учетом местных особенностей способствует созданию гармоничных городских ландшафтов, способных сочетать в себе природные элементы и современные инфраструктурные решения.

Важным моментом также является вовлечение жителей в процесс рекультивации. Создание общественных пространств, парков, и возможность участия граждан в формировании концепции восстановления способствует формированию позитивного восприятия проекта и укрепляет социальные связи в обществе.

Также стоит отметить, что рекультивация карьеров после горных работ предоставляет городам возможность диверсификации их функциональности. Создание рекреационных зон, инновационных кластеров или даже жилых кварталов на основе отреставрированных территорий может стать драйвером для привлечения новых инвестиций и улучшения общей экономической динамики города.

Таким образом, рекультивация карьеров в контексте градостроительства представляет собой не только экологическую необходимость, но и стратегически важное направление для создания устойчивых, жизнеспособных и вдохновляющих городских пространств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.С. Коваленко, Р.М. Штейнцвайг, Т.В. Голик «Рекультивация нарушенных земель на карьерах : в 2 частях»// Московский горный университет [МГГУ], Москва 2008.
2. Брыжко В.Г. Восстановление нарушенных земель в условиях крупного города //Фундаментальные исследования. — 2016. — № 6—1.
3. Недбаев, И. С. Изучение мирового и российского опыта по разработке оптимальных путей рекультивации нарушенных земель / И. С. Недбаев, Е. Ю. Елсукова // Вестник евразийской науки. — 2021. — Т. 13. — № 6.— URL: <https://esj.today/PDF/27NZVN621.pdf>
4. Harshani H.M.D., Nawagamuwa U.P., Senanayake A. Evaluation of cover soil

properties of solid waste dumpsites in Colombo District, Sri Lanka // Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka. — 2015. — № 43(2). С. 189–194. — doi:10.4038/jnsfsr.v43i2.7946.

5. Вайсман Я.И., Коротаев В.Н., Армишева Г.Т. Территории полигонов ТБО:восстановление и использование // Твёрдые бытовые отходы. — 2014. — № 4(94).— С. 34–37.

6. Dilly O., Nii-Annang S., Schrautzer J., Schwartze P., Breuer V., Pfeiffer E.-M., Gerwin W., Schaaf W., Freese D., Veste M., Huttel R.F. Ecosystem manipulation and restoration on the basis of long-term conceptions // Long-Term Ecological Research:Between Theory and Application. — 2010. С. 411–428. — doi: 10.1007/978-90-481-8782-9_28.

7. Левит, С.Я. Шламохранилища предприятий черной металлургии и проблемы их рекультивации / С.Я. Левит, Г.М. Пикалова // Растения и промышленная среда: сб. науч. тр. / УрГУ. — Свердловск, 1984. — С. 85–91.

8. Тюкленкова Е.П., Акифьев И.В., Чурсин А.И. Рекультивация территорий овражно-балочной сети Пензенской области // Успехи современного естествознания. — 2016. — № 12 (часть 1)— С. 210–215.

9. Костин А.С., Кречетов П.П. Трансформация почв в зоне влияния отвалов

Подмосковного бурогоугольного бассейна // Материалы международной научнопрактической конференции, посвященной 85-летию кафедры почвоведения БГУ и 80-летию со дня рождения В.С. Аношко «Почвы и земельные ресурсы: современное состояние, проблемы рационального использования, геоинформационное картографирование». — 2018. — С. 213–219.

10. Bruno S.S., Mariangela G.P. Assessment of rehabilitation projects results of a gold mine area using landscape function analysis // Applied Geography — Т. 108 — 2019.— С. 22–29.

11. Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 N 800 (ред. от 07.03.2019).

12. Костин А.С., Кречетов П.П. Трансформация почв в зоне влияния отвалов

Подмосковного бурогоугольного бассейна // Материалы международной научнопрактической конференции, посвященной 85-летию кафедры почвоведения БГУ и 80-летию со дня рождения В.С. Аношко «Почвы и земельные ресурсы: современное состояние, проблемы рационального использования, геоинформационное картографирование». — 2018. — С. 213–219.

13. Шарапова А.В. Саморазвитие горнопромышленных ландшафтов старого района угледобычи в Тульской области / Шарапова А.В., Семенов И.Н., Леднев С.А., Карпачевский А.М., Королева Т.В. // Экология и промышленность России. —2017. — № 12(21). — С. 54–59

14. Bungart R., Huttel R.F. Production of biomass for energy in post-mining landscapes in Lusatia and nutrient dynamics // Biomass Bioenergy. — 2001. — № 20. — С. 181–187.

15.URL: <https://geo-sm.ru/products/geomaty/geomaty-v-ekaterinburge>.

REFERENCES

1. V.S. Kovalenko, R.M. Steinzeig, T.V. Golik "Reclamation of disturbed lands in quarries: in 2 parts" // Moscow Mining University [MSGU], Moscow 2008. (In Russian)
2. Bryzhko V.G. Restoration of disturbed lands in a large city // Fundamental Research. — 2016. — No. 6-1. (In Russian)
3. Nedbaev I.S., Elsukova E.Yu. The study of world and Russian experience in the development of optimal ways of recultivation of disturbed lands. The Eurasian Scientific Journal, 13(6): 27NZVN621. Available at: <https://esj.today/PDF/27NZVN621.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).
4. Harshani H.M.D., Nawagamuwa U.P., Senanayake A. Evaluation of cover soil properties of solid waste dumpsites in Colombo District, Sri Lanka // Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka. — 2015. — № 43(2). C. 189–194. — doi:10.4038/jnsfsr.v43i2.7946.
5. Vaisman Ya.I., Korotaev V.N., Armisheva G.T. Territories of solid waste landfills: restoration and use // Solid household waste. — 2014. — No. 4(94). — P. 34–37.
6. Dilly O., Nii-Annang S., Schrautzer J., Schwartze P., Breuer V., Pfeiffer E.-M., Gerwin W., Schaaf W., Freese D., Veste M., Huttel R.F. Ecosystem manipulation and restoration on the basis of long-term conceptions // Long-Term Ecological Research: Between Theory and Application. — 2010. C. 411–428. — doi: 10.1007/978-90-481-8782-9_28.
7. Levit, S.Ya. Sludge storage facilities of ferrous metallurgy enterprises and problems of their reclamation / S.Ya. Levit, G.M. Pikalova // Plants and industrial environment: collection. scientific tr. / Ural State University. - Sverdlovsk, 1984. - pp. 85–91.
8. Tyuklenkova E.P., Akifev I.V., Chursin A.I. Reclamation of territories of the ravine-beam network of the Penza region // Advances in modern natural science. — 2016. — No. 12 (part 1) — pp. 210–215.
9. Kostin A.S., Krechetov P.P. Transformation of soils in the zone of influence of dumps Lignite basin near Moscow // Materials of the international scientific-practical conference dedicated to the 85th anniversary of the Department of Soil Science of BSU and the 80th anniversary of the birth of V.S. Anoshko "Soils and land resources: current state, problems of rational use, geoinformation mapping." — 2018. — pp. 213–219.
10. Bruno S.S., Mariangela G.P. Assessment of rehabilitation projects results of a gold mine area using landscape function analysis // Applied Geography — T. 108 — 2019.— C. 22–29.
11. Decree of the Government of the Russian Federation of July 10, 2018 N 800 (as amended on March 7, 2019).
12. Kostin A.S., Krechetov P.P. Transformation of soils in the zone of influence of dumps, Moscow 2008. (In Russian)
13. Sharapova A.V. Self-development of mining landscapes of the old coal mining area in the Tula region / Sharapova A.V., Semenov I.N., Lednev S.A., Karpachevsky A.M., Koroleva T.V. // Ecology and industry of Russia. — 2017. - No. 12(21). — pp. 54–59
14. Bungart R., Huttel R.F. Production of biomass for energy in post-mining landscapes in Lusatia and nutrient dynamics // Biomass Bioenergy. — 2001. — № 20. — C. 181–187.
- 15.URL: <https://geo-sm.ru/products/geomaty/geomaty-v-ekaterinburge>.

PROBLEMS OF QUARRY RESTORATION AFTER OPEN MINING

Shatilo T.F.¹, Sidorova V.V.².

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Academy of construction and architecture,
181, Kievskaya str., Simferopol, 295050, Russian Federation
E-mail: 1 tih.schatilo@yandex.ru, 2 nucikBBC@yandex.ru,

Abstract. This research delves into the challenges associated with the reclamation of quarries following open-pit mining activities and explores viable solutions. Open-pit mining, while contributing significantly to economic development, leaves behind landscapes marred by environmental, social, and economic issues. The focus of the study involves a comprehensive examination of problems related to the reclamation process, including long-lasting ecological impacts, the absence of standardized restoration procedures, and social and economic complexities. A significant aspect of the research is the exploration of potential pathways to address these challenges effectively. This involves an in-depth analysis of innovative technologies, sustainable urban planning strategies, and community engagement initiatives. By scrutinizing contemporary methodologies and successful case studies, the study aims to provide practical insights and recommendations for stakeholders, urban planners, and environmentalists seeking sustainable solutions for quarry reclamation problems. The findings of this research contribute to a better understanding of the complex dynamics involved in post-mining reclamation and offer guidance for creating environmentally resilient and socially harmonious landscapes.

Materials and methods: a study of scientific materials and articles on the topic of restoration of disturbed lands was carried out. To identify patterns of development of various territories with damaged soils, a comparative analysis method is used. In this work, theoretical and practical aspects related to the object of study were considered and appropriate conclusions were drawn. In the process of selecting materials related to the topic of publication, as well as in the analysis of the results obtained, the following methods were used: deduction, theoretical analysis, synthesis and the method of analogy.

Results: After analyzing international experience, it was revealed that, firstly, there is a problem of the disappearance of natural vegetation, namely mining operations can lead to the complete loss of natural vegetation cover, which creates difficulties in restoring the biosystem. Secondly, there are soil problems, namely mining processes can disturb the natural layers of the soil, which affects its structure, fertility and ability to support vegetation.

Thirdly, there are problems associated with geological changes, namely, mining can change the geological structure of the area, affecting hydrological processes, topography and even geochemical properties of soils. Fourthly, there is the problem of soil and water pollution, namely mining can lead to toxic emissions substances into the soil and water systems, creating problems for plants and animals. Fifthly, there is the problem of erosion and landslides, namely changes in the topography and structure of the soil can cause erosion and landslides, which aggravates the problems of reclamation. Sixthly, there is the problem of soil instability, namely processes mining operations can make the soil less stable, which leads to difficulties in creating sustainable plant communities. Seventhly, there are problems associated with residual man-made objects, namely the problem is that the presence of residual structures, equipment or waste from mining creates obstacles to the normal development of the ecosystem.

There are also problems with the restoration of biodiversity; these include difficulties in restoring natural communities of plants and animals, including rare and vulnerable species.

These challenges may require comprehensive and long-term efforts to effectively reclaim quarries after mining operations.

Conclusions: Based on the analysis of literary and regulatory documents on the topic of the study, a conclusion was made: in order to successfully restore damaged areas of land, it is first necessary to form a soil layer capable of retaining grass seeds and preventing the movement of particles of technogenic materials to neighboring territories. To speed up the process of soil cover formation, it is recommended to carry out backfilling in damaged areas. The thickness of the recommended soil layer should be at least 30–40 cm. The selection of plant species for planting in reclaimed areas should be carried out taking into account a landscape approach to ensure the best survival rate and similarity to natural counterparts, and also take into account the functions of vegetation in strengthening essential nutrients in the soil, such as nitrogen. After about 40 years, a stable community may have developed in the reclaimed area, although it will not necessarily be structurally similar to natural ecosystems. The effect of anthropogenic impact, expressed in the composition and abundance of species in the herb-shrub layer, may persist.

Key words: : reclamation, quarries, and disturbed lands.

УДК 628.31

ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГОРОДА УЛАН-БАТОРА (МОНГОЛИЯ)

Амбросова¹ Г. Т., Ганзориг Шонхор², Уколова³ К. И., Рафальская⁴ Т. А.

¹Новосибирский Государственный Архитектурно – Строительный Университет (Сибстрин), 630008, Россия, г. Новосибирск, Ленинградская ул., 113, galina-ambrosova@yandex.ru

² ГУП «Водоканал» г. Улан-Батор (Монголия), gannomin@yandex.ru

³Новосибирский Государственный Архитектурно – Строительный Университет (Сибстрин), 630008, Россия, г. Новосибирск, Ленинградская ул., 113, kristinaukolova1998@gmail.com

⁴Новосибирский Государственный Архитектурно – Строительный Университет (Сибстрин), 630008, Россия, г. Новосибирск, Ленинградская ул., 113, rafalskaya.ta@yandex.ru

Аннотация: описывается проблема очистки сточных вод города Улан-Батора и пути её решения. Указывается влияние недостаточной очищенных городских сточных вод на состояние водоёмов бассейна реки Селенга.

Предмет исследования. Рассматривается два комплекса по очистке городских сточных вод: функционирующий, построенный в 1964 году и строящийся, который планируется ввести в эксплуатацию в конце 2025 года. Приводятся проектные показатели сточной жидкости, использованные при проектировании нового комплекса очистных сооружений канализации, а также усредненные фактические значения показателей за 2023 год. Оцениваются возможности функционирующих очистных сооружений, работающих по устаревшей технологии, предусматривающей снижение в сточной жидкости двух показателей: взвешенных веществ и БПК_{пол}. Строящийся комплекс производительностью 250 тыс. м³/сут, предназначен для очистки сточной жидкости, поступающей двумя потоками: поток «А» (хозяйственно-фекальные стоки), поток «Б» (смесь хозяйственно-фекальных и производственных стоков). Согласно проекту, для хозяйственно-фекальных стоков применена механическая очистка, полная биологическая очистка с нитрификацией и денитрификацией, доочистка и обеззараживание на зернистых фильтрах, а для производственных - предусмотрена физико-химическая очистка с последующей также биологической очисткой и доочисткой стоков.

Методы исследования. По обоим объектам (функционирующему и строящемуся) изучена проектно-сметная документация, детально обследовано техническое состояние, проанализированы данные лабораторно-производственного контроля функционирующего объекта, выполнен поверочный расчёт строящегося комплекса на фактические значения загрязнений. Установлено, что технология строящегося комплекса рассчитан на прием хозяйственно-фекальных стоков по потоку «А» и хромсодержащих стоков по потоку «Б». Обследование показало, что по обоим потокам на очистку будут поступать стоки с содержанием производственных стоков. В обоих потоках содержание хрома настолько мало, что он не может повлиять на работу узла биологической очистки. Однако активная реакция (pH) обоих потоков находится на уровне 9-12.

Результаты. Проведены исследования с целью корректировки технологии очистки сточной жидкости строящегося комплекса. Произведен подбор реагентов для нейтрализации стоков перед их подачей в узел биологической очистки. Оптимальным вариантом является использование комплекса, представленного кислым реагентом (ОХА) и серной кислотой.

Выводы. В перспективе желательно перенести промышленный комплекс, включающий кожевенные заводы, красильные и шерстомойные фабрики, за пределы города, предусмотрев для них локальные очистные сооружения канализации в две или даже три ступени, что исключит поступление на городские сооружения случайных или преднамеренных сбросов производственных стоков.

Ключевые слова: сточная жидкость, очистные сооружения канализации, механическая, биологическая, физико-химическая очистка и доочистка стоков, иловые площадки.

ВВЕДЕНИЕ

Монголия имеет уникальное географическое расположение, она имеет сухопутную границу только с двумя государствами: Россией и Китаем (рисунок 1). На ее территории протекает крупная река Селенга, которая берет свое начало в притоках Идэра и Дэльгэр-Мурэна и впадает в озеро Байкал. Две трети бассейна реки Селенги находится на территории Монголии, а одна треть – в России.

С начала 90-х годов прошлого столетия ученые Федерального государственного бюджетного учреждения науки Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук, занимающиеся вопросами состояния природной воды, флоры и фауны Байкала, отмечают постоянное ухудшение экологического состояния

этого уникального водоёма. Заметные ухудшения связывают с увеличением содержания в природной воде озера биогенных элементов, которые могут поступать по притокам Байкала, а их у него около 300. Крупнейшей рекой, протекающей по территории России и Монголии и обеспечивающей до половины ежегодного поступления воды в озеро Байкал, является река Селенга. Селенга, имеющая множество больших и малых притоков, является приёмником очищенной сточной жидкости, как от населенных пунктов России, так и Монголии. Одним из самых крупных населённых пунктов, сбрасывающих очищенную сточную жидкость в бассейн реки Селенги, является столица Монголии город Улан-Батор (рисунок 1).

Очищенные стоки Улан-Батора сбрасываются в реку Туул, далее через реку Орхон они попадают в Селенгу, а затем и в Байкал. Монгольские

специалисты отмечают, что ранее в рыболовной реке Туул обитало много таймени, в настоящее время этот вид рыбы практически исчез и основной

причиной является сброс недостаточно очищенной городской сточной жидкости.



Рис. 1. Географическое расположение Монголии, граничащей только с Россией и Китаем.

Fig.1. The geographical location of Mongolia, bordering only Russia and China.

ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Предметом исследования настоящей работы являются функционирующий и строящийся комплексы по очистке сточных вод. На сегодня в городе Улан-Баторе имеются три функционирующие площадки очистных сооружений канализации (ОСК) для очистки городских стоков, пропускной способностью: в юрточном районе 80 м³/сут, в районе аэропорта 24 тыс. м³/сут, основных городских сооружений на 160 тыс. м³/сут.

Функционирующие городские очистные сооружения канализации были запроектированы Московским отделением «Гипрокоммунводоканал» в 1964 году и рассчитаны на очистку хозяйственно-фекальных и предварительно очищенных производственных стоков (рисунок 2). С течением времени город развивался, постепенно увеличивалась и пропускная способность ОСК, достигнув к 2000 годам 160 тыс. м³/сут. На сегодня объект находится в довольно хорошем техническом состоянии, так как в 2008 году Водоканалом благодаря малопрцентному кредиту, выделенному Испанией, была произведена модернизация, охватывающая замену большей части старого оборудования и выполнение капитального ремонта основных железобетонных конструкций (аэротенков, первичных и вторичных отстойников), а также построен цех механического обезвоживания осадка. К сожалению, пока на этом объекте используется устаревшая технология, предусматривающая снижение в сточной жидкости только двух показателей: БПКпол и взвешенных веществ.

Согласно принятой проектом схеме, сточная жидкость поступает на главную насосную станцию, расположенную на территории ОСК, по двум коллекторам. Далее стоки подвергаются классической механической и биологической очистке. Вначале они проходят узел предварительной очистки стоков (решётки, аэрируемые песколовки). Далее сточная жидкость по классическому варианту [1-4] поступает на первичное отстаивание, которое осуществляется в четырёх радиальных отстойниках, после которых она попадает в пять секций четырёх коридорных аэротенков с регенераторами. Для разделения иловой смеси, поступающей из аэротенков, предусмотрены вторичные радиальные отстойники. В процессе эксплуатации их количество было увеличено с четырёх до семи. Для сгущения избыточного активного ила перед его подачей в метантенки приняты два радиальных уплотнителя диаметром 18 м.

На момент сдачи объекта в эксплуатацию строительство метантенков не было завершено, тем не менее, акт государственной комиссии о приёмке ОСК в эксплуатацию был подписан, после чего строители ушли со строительной площадки. А вот строительство биопрудов к тому времени было завершено, однако они не были введены в эксплуатацию из-за грубого строительного дефекта. Геодезическая съёмка показала, что отметка приёмной камеры биопрудов превышает отметку лотка коллектора, подводящего сточную жидкость из вторичных отстойников, на 0,6 м. Таким образом, на объекте остался не дострой, который принципиально нарушил принятую проектом технологию обработки осадка и исключил доочистку биологически очищенных стоков.

Обезвоживание осадка предусматривалось на иловых площадках с искусственным основанием и дренажом, а также с поверхностным отводом иловой воды. В то время это было неплохое решение для обезвоживания анаэробно сброженного осадка, учитывая специфический климат Монголии. В стране мало выпадает осадков как зимой, так и летом, лето жаркое и сухое, хотя и

непродолжительное, часто наблюдается ветреная погода. Многолетняя практика эксплуатации иловых площадок показала, что проблемы возникали не с недостатком площадей для обезвоживания, а с постоянными жалобами жителей на неприятный запах, выделяемый с большой открытой территории, где протекали гнилостные процессы.

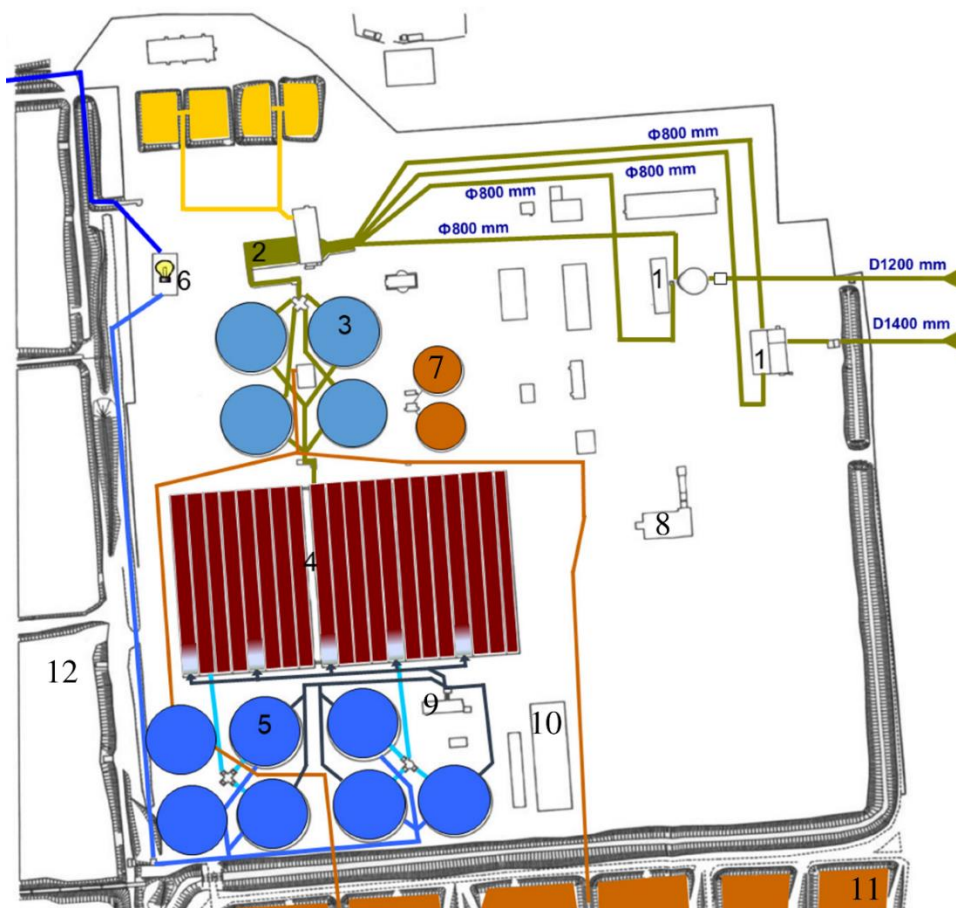


Рис. 2. Функционирующие очистные сооружения канализации Улан-Батора:

1 – станция перекачки хозяйственно-бытового стока; 1' – станция перекачки промышленного стока; 2 – песколовка; 3 – первичные радиальные отстойники; 4 – аэротенк; 5 – вторичные отстойники; 6 – УФО; 7 – радиальный илоуплотнитель; 8 – здание обезвоживания осадка; 9 – насосная станция активного ила; 10 – воздухоудная станция; 11 – иловые карты; 12 – биологические пруды.

Fig.2. Functioning wastewater treatment plants of Ulaanbaatar:

1 - domestic wastewater pumping station; 1' – industrial wastewater pumping station; 2 - sand trap; 3 – primary radial tanks; 4 – aerotank; 5 – secondary tanks; 6 – UVI; 7 – radial silt compactor; 8 – sludge dewatering building; 9 – activated sludge pumping station; 10 – blower station; 11 – sludge maps; 12 – biological ponds.

На сегодня основная проблема ОСК Улан-Батора состоит в постоянном нарушении работы узла биологической очистки стоков из-за сброса в городской коллектор недостаточно очищенных или вовсе неочищенных производственных стоков кожевенных заводов, шерстомойных и красильных фабрик [5]. Сброс этих стоков приходится на период массового забоя скота, а именно с октября по февраль ежегодно. Временное прекращение сброса производственных стоков с февраля по октябрь месяц, к сожалению, не позволяет эксплуатации восстановить нормальную работу аэротенков, а

значит, не удастся добиться требуемой степени очистки сточной жидкости.

Для решения возникшей проблемы в Министерстве ЖКХ Монголии в 2012-2013 годах рассматривалось несколько вариантов. Первый - предлагалось передать на баланс Водоканала основной функционирующий локальный комплекс очистки стоков производственной площадки. Второй - для появившихся кожевенных заводов рекомендовалось построить локальные очистные сооружения канализации. Третьим возможным вариантом решения проблемы является перенос

кожевенных заводов, шерстомойных и красильных фабрик за пределы города и строительство для них общей площадки очистных сооружений канализации со сбросом очищенных стоков в водоём. И, наконец, последним вариантом решения имеющейся проблемы являлось предложение о строительстве новой площадки городских ОСК с такой технологией, которая позволит очищать смесь хозяйственно-фекальных и неочищенных или недостаточно очищенных производственных стоков.

На сегодня предложения министерства ЖКХ реализованы частично. Локальные очистные сооружения канализации промышленного комплекса переданы на баланс Водоканала, который выполнил большой объем работ по его

модернизации. Наиболее крупные кожевенные заводы смонтировали на своих предприятиях компактные установки для локальной очистки наиболее загрязненных стоков, однако они не введены в эксплуатацию из-за отсутствия обученных кадров. Оказалось, что трудно обучить, но еще труднее подобрать кадры, которых не устраивает временная работа (с октября по февраль). В отношении кадров проблема не решена до сих пор.

В настоящее время реализуется четвертый вариант: а именно рядом с площадкой функционирующих ОСК возводится новый комплекс на приём стоков в количестве 250 тыс. м³/сут. (рисунок 3).



Рис. 3. Функционирующий и строящийся комплексы по очистке сточной жидкости города Улан-Батора (вид из космоса): 1 – функционирующие ОСК; 2 – иловые площадки действующего объекта; 3 – территория биологических прудов; 4 – строящиеся ОСК.

Fig.3. Ulaanbaatar wastewater treatment complexes in operation and under construction (view from space): 1 – functioning WWTP; 2 – silt sites of an existing facility; 3 – the territory of biological ponds; 4 – WWTP under construction.

Новый комплекс рассчитан на удаление из сточной жидкости растворимых и нерастворимых соединений органического и минерального происхождения, а также биогенных элементов [5, 6]. Технично-экономическое обоснование и рабочие чертежи на строительство объекта выполнила французская компания «Artelia», инвестиции на строительство под минимальные проценты выделены Китайской Народной Республикой, возводит объект также китайская компания «China Tiesiju Civil Engineering Group». Строительство было начато в 2019 году, ввод объекта в эксплуатацию намечается на декабрь 2025 года, работы по пуску и наладке будут проводить китайские специалисты.

Ныне функционирующие ОСК предполагается после ввода в эксплуатацию нового комплекса поставить на реконструкцию и в дальнейшем

использовать для очистки городских стоков, так как в ближайшие 20 лет прогнозируется резкое увеличение количества сточной жидкости из-за невероятно быстрых темпов развития жилой застройки столицы. Иловые площадки и неработающие пруды старого комплекса предполагается использовать в качестве аварийных иловых площадок как для новых ОСК, так и старых после их реконструкции.

Технологическая схема очистки сточной жидкости и обработки осадка возводимого комплекса показана на рисунке 4. Как видно из рисунка, очистные сооружения канализации расположены компактно, приняты современные конструкции сооружений механической и биологической очистки [6, 7] и современное оборудование.

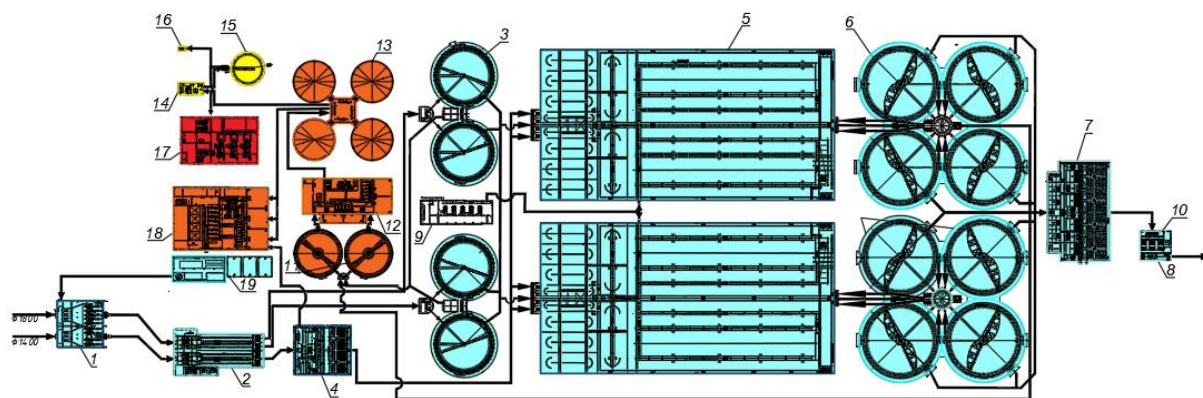


Рис. 4. Технологическая схема строящихся очистных сооружений канализации города Улан-Батора:

1 – насосная станция; 2 – здание решеток, совмещенное с аэрируемой песколовкой; 3 – первичные радиальные отстойники для хозяйственно-бытовых стоков; 4 – первичные отстойники с тонкослойными модулями для смеси бытовых и производственных стоков; 5 – аэротенк-нитрификатор-денитрификатор; 6 – вторичные радиальные отстойники; 7 – узел доочистки биологически очищенных стоков; 8 – узел обеззараживания стоков (УФО); 9 – насосно-воздуходувная станция; 10 – водомерный узел; 11 – илоуплотнитель; 12 – камера управления узла обработки осадка; 13 – метантенки; 14 – камера десульфуризации биогаза; 15 – газгольдер; 16 – свеча сжигания газа; 17 – когенератор; 18 – узел механического обезвоживания осадка; 19 – система очистки газа приемного отделения ГНС.

Fig. 4. Technological scheme of wastewater treatment plants under construction of Ulaanbaatar:

1 – pumping station; 2 – grate building combined with an aerated sand trap; 3 – primary radial tanks for household wastewater; 4 – primary tanks with thin-layer modules for a mixture of domestic and industrial wastewater; 5 – aerotank-nitrifier-denitrifier; 6 – secondary radial tanks; 7 – post-treatment unit for biologically treated wastewater; 8 – wastewater disinfection unit; 9 – pumping and blower station; 10 – water metering unit; 11 – silt compactor; 12 – control chamber of the sludge treatment unit; 13 – methane tanks; 14 – biogas desulfurization chamber; 15 – gas tank; 16 – gas combustion candle; 17 – cogenerator; 18 – mechanical sludge dewatering unit; 19 – gas purification system the reception department of the MPS.

В состав сооружений включены узлы по обработке осадка в метантенках и обезвоживанию в центрифугах, предусмотрено использование биогаза для получения тепловой и электрической энергии. Особенностью данного объекта, относящегося к городским очистным сооружениям канализации, является очистка двух потоков объёмами: поток «А» 150 тыс. м³/сут и поток «Б» 100 тыс. м³/сут. Поток «А» представляет собой хозяйственно-фекальные стоки, поток «Б» является смесью хозяйственно-фекальных и неочищенных или недостаточно очищенных производственных стоков кожевенных заводов, шерстомойных и красильных фабрик. Для потока «А» предусмотрен классический вариант очистки сточной жидкости на решётках, в аэрируемых песколовках, радиальных первичных отстойниках, аэротенках-нитрификаторах-денитрификаторах, вторичных радиальных отстойниках. Биологически очищенная сточная жидкость, согласно французскому проекту, должна была подвергаться доочистке на зернистых фильтрах. В состав узла доочистки были включены зернистые фильтры, воздуходувки и насосы для водо-воздушной промывки, насосы для откачки грязной воды на повторную очистку. Китайские специалисты этот узел откорректировали и заменили узел доочистки с зернистыми фильтрами на отстойники физико-химической очистки с тонкослойными модулями и введением перед ними реагентов.

Стоки потока «Б» также проходит предварительную очистку на решётках грубой и тонкой очистки, в аэрируемых песколовках, а физико-химическая очистка сточной жидкости

осуществляется в высокопроизводительных первичных отстойниках с тонкослойными модулями и вводом перед ними реагентов (FeCl₃ и NaOH). Осветленная сточная жидкость производственного потока «Б» смешивается со стоками потока «А» в узле биологической очистки, предназначенном для снижения БПК_{пол}, взвешенных веществ и азота методом нитрификации и денитрификации. Принято четыре автономно рабочие секции, каждая состоит из трёх зон: бескислородной для восстановления нитратов, аэробной для доокисления органических веществ, не востребованных в зоне денитрификации, а также аэробной зоны для окисления азотсодержащих соединений. Разделение иловой смеси на очищенную сточную жидкость и активный ил осуществляется в восьми вторичных радиальных отстойниках диаметром 53 м. При определении объёма каждой зоны узла биологической очистки рабочая доза активного ила была принята 3,6 г/л. Общая степень циркуляции активного ила распределена следующим образом: по внешнему контуру циркулирует 80% от общего количества, а по внутреннему 130%.

Для обеззараживания доочищенной сточной жидкости выбран метод ультрафиолетового облучения. В узле обеззараживания будет осуществляться также контроль объёма стоков, сбрасываемых в водоём.

Смесь органического осадка, а именно сырой осадок потока «А» и неуплотненный избыточный активный ил потоков «А» и «Б», направляется в два илоуплотнителя, сгущается и после этого закачивается на обработку в четыре метантенка.

Анаэробно сброженный осадок обезвоживается в центрифугах, как предполагается вначале временно складировать на ОСК, а затем вывозить на полигон твердых бытовых отходов. Выгружаемый из отстойников физико-химической очистки осадок, содержащий кристаллы ортофосфорной кислоты и частицы органического происхождения, обезвоживается в центрифугах без обработки. В качестве аварийного варианта, а также временного хранения обезвоженного осадка, как уже отмечалось, предполагается использовать иловые площадки и неработающие биопруды старой площадки ОСК,

Образующийся в процессе анаэробного сбраживания биогаз очищается, осушается и сжигается в когенераторе (принят один

когенератор) с получением тепловой и электрической энергии. Для обеспечения стабильного давления в газовой сети предусмотрен двухкамерный мембранный газгольдер (также принят один газгольдер). Получаемая от сжигания биогаза тепловая энергия расходуется для осуществления технологического процесса в метантенках и обогрева производственных помещений, а электрическая энергия используется для работы воздуходувок и оборудования узла механического обезвоживания осадка.

Основные показатели сточной жидкости обоих потоков, которые были использованы при проектировании новой площадки ОСК, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели сточной жидкости потоков «А» и «Б»
Table 1. Indicators of wastewater flows "A" and "B"

№	Показатель	Единица измерения	Значение показателя	
			потока «А»	потока «Б»
1.	Суточный расход сточной жидкости	тыс. м ³ /сут	150	100
2.	Максимальный часовой расход	м ³ /ч	8125	5417
3.	Коэффициент часовой неравномерности	-	1,3	1,3
4.	БПК _{пол}	мг/л	380	400
5.	ХПК	-«-	1200	1500
6.	Взвешенные вещества	-«-	800	1000
7.	Азот аммонийный (N-NH ₄ ⁺)	-«-	35	30
8.	Азот общий (по N)	-«-	40	40
9.	Общий фосфор (по P)	-«-	3	5
10	Хром трёхвалентный (Cr ₂ O ₃)	-«-	1	5
11	Сероводород (H ₂ S)	-«-	5	30

Как видно из таблицы, качество сточной жидкости, поступающей потоками «А» и «Б» отличаются незначительно. В обоих потоках наблюдается высокие значения ХПК, взвешенных веществ и БПК_{пол}, Концентрация биогенных элементов (азота и фосфора) находится на среднем уровне, характерном для хозяйственно-бытовых стоков. В потоке «Б», в сравнении с потоком «А», концентрация хрома трёхвалентного выше в 5 раз, а сероводорода в 6 раз.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

После глубокого изучения представителями НГАСУ (Сибстрин), проектной документации по технологии очистки сточной жидкости и обработки осадка функционирующего и строящегося комплекса ОСК и обсуждения ряда технических вопросов с монгольскими и китайскими специалистами пришли к единому выводу, что, в целом, проект строящегося комплекса отвечает основным требованиям, указанным в техническом задании Заказчика. Для справки: НГАСУ (Сибстрин) оказывают консультационно-техническую помощь Водоканалам Монголии, в том числе Водоканалу города Улан-Батора [5, 8].

Выезд специалистов кафедры водоснабжения и водоотведения в Монголию состоялся в июле 2023 года. За время нахождения специалистов НГАСУ (Сибстрин) в Монголии были изучены не только проектная документация очистных сооружений канализации старой и новой площадок, но и детально обследовано техническое состояние функционирующего и строящегося объекта, проанализированы данные лабораторно-производственного контроля функционирующего объекта, проведены совместно с монгольскими и китайскими специалистами поисковые опыты по подбору доступного, дешевого и эффективного реагента для узла физико-химической очистки потока «Б». В результате выполненной работы установлено, что фактическое качество сточной жидкости, которая будет поступать на очистку нового комплекса, принципиально отличается от проектных данных по обоим потокам (таблица 2). Исследования качества сточной жидкости по этим потокам проводились аккредитованной лабораторией Китайской Народной Республики в течение всего периода массового забоя скота (октябрь-февраль 2023 года), то есть в период интенсивной работы кожевенных заводов, шерстомойных и красильных фабрик.

Таблица 2. Фактические показатели сточной жидкости, поступающей на очистку в период массового забоя скота**Table 2.** Actual indicators of wastewater entering for cleaning during the period of mass slaughter of livestock

№	Показатель	Единица измерения	Значение показателя	
			потока «А»	потока «Б»
1.	Суточный расход сточной жидкости	тыс.м ³ /сут	150	100
2.	Максимальный часовой расход	м ³ /ч	8125	5417
3.	Коэффициент часовой неравномерности	-	1,3	1,3
4.	БПК ₅ или БПК _{пол}	мг/л	данные отсутствуют	
5.	ХПК	-«-	1900	1200
6.	Взвешенные вещества	-«-	655,7	317,3
7.	Азот аммонийный (N-NH ₄ ⁺)	-«-	38	21
8.	Азот общий (по N)	-«-	109	69
9.	Общий фосфор (по P)	-«-	16	4,7
10.	Хром трёхвалентный (Cr ₂ O ₃)	-«-	0,15	0,14
11.	pH		8,7	8,8

Как видно из таблицы, в обоих потоках концентрация хрома настолько мала, что она не может вызвать серьезных нарушений в работе узла биологической очистки, поэтому предусмотренная проектом технология удаления хрома после введения объекта в эксплуатацию окажется невостребованной. Вместе с тем, сточная жидкость потока «А» имеет очень высокие значения pH, которые достигают 12, поэтому перед биологической очисткой её придется нейтрализовать хотя бы до значений pH 8,5.

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕННОЙ РАБОТЫ

На совместно проведенном техническом совещании с присутствием российских, монгольских и китайских специалистов было решено продолжить изучение фактического качества исходной сточной жидкости с тем, чтобы на стадии проведения наладочных работ можно было произвести корректировку технологии очистки сточной жидкости на стадии механической очистки стоков. Для обоих потоков, судя по данным сегодняшнего дня, требуется только корректировка pH. В дальнейшем для оценки работы узла биологической очистки сточной жидкости необходима информация по БПК₅ или БПК_{пол}. Таким образом, в результате очистки стоков потоков «А» и «Б», по предварительным прогнозам, будет образовываться совершенно безвредный органический осадок, который можно обрабатывать в метантенках. К сожалению, как показали проведенные нами поверочные расчёты объём метантенков рассчитан только на приём осадка, образующегося при очистке потока «А». Рекомендовано в процессе проведения наладочных работ перевести их с мезофильного на термофильный режим сбраживания, благодаря этому можно успешно решить и проблему с обработкой осадка. Анаэробная обработка осадка потока «Б» позволит снизить сухое вещество выгружаемого из метантенков осадка, сократить расход флокулянта при его обезвоживании и

улучшить санитарное состояние цеха механического обезвоживания осадка с центрифугами, исключив попадание в него неприятно пахнущих и канцерогенных газов (сероводорода, аммиака, индола и меркаптанов).

Рекомендовано в период пуско-наладочных работ заменить узел приготовления хлорного железа и щелочи на узел приготовления реагентов для нейтрализации стоков и изучить влияние такой замены на работу последующих стадий очистки. В процессе исследований было изучено три варианта нейтрализации сточной жидкости. Первый, предполагает применение кислого реагента оксихлорида алюминия (ОХА), который может не только интенсифицировать процесс первичного отстаивания, но и снижать pH. Второй вариант предполагает только нейтрализацию сточной жидкости серной кислоты. И, наконец, согласно третьему варианту, можно получать необходимый эффект при вводе небольшого количества ОХА, основным же реагентом для нейтрализации будет являться серная кислота. В процессе эксплуатации дозы ОХА и серной кислоты будут корректироваться в зависимости от pH поступающей сточной жидкости согласно данным стационарного датчика, фиксирующего pH, который необходимо установить в приёмном отделении главной насосной станции. Исследования показали, что для нейтрализации, поступающей на очистку сточной жидкости, оптимальным является вариант применения ОХА и серной кислоты. Если для нейтрализации потоков «А» и «Б» будет использован только оксихлорид алюминия (ОХА), то как показали результаты проведенных совместных исследований (Россия, Монголия, КНР) будет достигнута чрезмерно высокая степень очистки стоков в первичных отстойниках, что крайне нежелательно для процессов, осуществляемых в зонах денитрификации. Считаем, что ограничение дозы вводимого ОХА связано ещё с возможностью бесконтрольного связывания свободных ион-фосфатов в трудно растворимую соль ортофосфорной кислоты, а дефицит фосфора в поступающей сточной жидкости может вообще

дестабилизировать работу узла биологической очистки. Четвёртым, правда пока ещё не исследованным вариантом, является применение углекислого газа после сжигания биогаза в когенераторах для снижения расхода серной кислоты, чрезмерно повышающей концентрацию сульфатов в очищенной сточной жидкости.

Что касается узла доочистки, то проведенный поверочный расчёт показал, что замена китайскими технологами проектного классического узла доочистки стоков (зернистых фильтров) на отстойники физико-химической очистки с тонкослойными модулями [9] также может создать в процессе эксплуатации проблему, заключающуюся в невозможности обеспечения требуемой степени очистки стоков по взвешенным веществам, БПК_{пол} и фосфору. Хотя, на наш взгляд, китайский вариант доочистки лучше тем, что ввод реагента для удаления фосфора производится не перед узлом биологической очистки, не в узле биологической очистки, а на стадии доочистки стоков [10-12]. Мировая практика эксплуатации узла доочистки стоков показала, что узел может справиться со своими задачами, если имеет две ступени. Первая ступень (грубая доочистка) служит для задержания крупных включений, которые выносятся из первичных отстойников (плавающие вещества), аэротенков (комочки жира) и вторичных отстойников (крупные частицы активного ила). Вторая ступень (тонкая доочистка) предназначена для улавливания мелких частиц активного ила, дозародышей, зародышей и кристаллов ортофосфорной кислоты. Согласно классическому варианту доочистки стоков может быть реализована как на зернистых фильтрах [13] с крупностью загрузки 0,6-1,2 мм, так и на дисковых фильтрах с размерами ячеек в фильтровальном полотне 10 мкм.

ВЫВОДЫ

Таким образом, несмотря на то что в настоящее время в Улан-Батаре возводится новый комплекс с технологией, предусматривающей очистку смеси хозяйственно-фекальных и предварительно очищенных производственных стоков, он может разделить участь ныне функционирующих очистных сооружений канализации. И основной причиной нестабильной и неудовлетворительной работы возводимого комплекса будет являться сброс в любой момент в городской коллектор недостаточно очищенных или вовсе неочищенных производственных стоков кожевенных заводов, красильных и шерстемойных фабрик, что и наблюдается в последнее десятилетие. К сожалению, на сегодня никто не может гарантировать качественное обслуживание локальных очистных сооружений канализации промышленных предприятий из-за отсутствия на этих объектах квалифицированных кадров. Считаем, что только вариант выноса кожевенных заводов, шерстемойных и красильных фабрик за черту города и строительство для них очистных

сооружений канализации в две или даже в три ступени исключит случайные или преднамеренные сбросы производственных стоков в городской коллектор и обеспечит нормальные условия для работы возводимого комплекса по очистке городской сточной жидкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пугачев Е.А. Очистка городских сточных вод мегаполиса: монография. М.: АСВ, 2013. 136 с.
2. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др. ; под общ. ред. В. Н. Самохина. М.: Стройиздат, 1981. 639 с.
3. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. М.: АСВ, 2002. 703 с.
4. Хенце М. Очистка городских сточных вод : пер. с англ. / под ред. С.В. Калужского. М.: Мир, 2006. 480 с. [Mogens Henze. Urban wastewater treatment, 1992.].
5. Уколова К.И., Окишева П.В., Амбросова Г.Т., Шонхор Ганзориг. Комплекс очистных сооружений канализации города Улан-Батора (Монголия) // Водные ресурсы – основа глобальных и региональных проектов обустройства России, Сибири и Арктики в XXI веке: материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием: сб. статей. в 2 т. Том I. Тюмень: ТИУ, 2023. 155-159 с.
6. Харькина О.В. Эффективная эксплуатация и расчет сооружений биологической очистки сточных вод. Волгоград: Панорама, 2015. 433 с.
7. Швецов В.Н., Морозова К.М., Степанов С.В. Расчет сооружений биологической очистки городских и производственных сточных вод в аэротенках с удалением биогенных элементов // Водоснабжение и санитарная техника. 2018. № 9. С. 26-39.
8. Амбросова Г.Т., Уколова К.И., Окишева П.В. Очистные сооружения канализации микрорайона Сонгино-Хайрхан г. Улан-Батор (Монголия) // Труды НГАСУ. 2023. Т. 26. №4 (90). С. 18-27. DOI: 10.32683/1815-5987-2023-26-90-4-18-27
9. Лю Сюэлян, Федоров С.В., Верхотуров В.П. Исследование усовершенствованного типа тонкослойного модуля // Санитарная техника и экология. 2022. №5 (94). С. 83-90.
10. Удаление азота и фосфора на канализационных очистных сооружениях / А.Н. Беляев, Б.В. Васильев, С.Е. Маскалева, Б.Г. Мишуков, Е.А. Соловьева // Водоснабжение и санитарная техника. 2008. №9. С. 38–43.
11. Васильев Б.В., Мишуков Б.Г., Соловьева Е.А. Реагентное удаление фосфора из городских сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2009. №2. С. 58–60.
12. Сравнительная оценка применяемых методов удаления фосфора из сточной жидкости / Г.Т. Амбросова, А.А. Функ, С.Д. Иванова, Ш. Ганзориг // Водоснабжение и санитарная техника. 2015. №2. С. 25–36.

13. Лукиных Н.А., Липман Б.Л., Криштул, В.П. Методы доочистки сточных вод. М.: Стройиздат, 1978. 156 с.

REFERENCES

1. Pugachev E.A. Ochistka gorodskih stochnyh vod megapolisa. Monografiya [Purification of urban wastewater of the megapolis. Monograph]. Moscow: ASV. 2013. 136 p.

2. Kanalizaciya naselenny`x mest i promy`shlenny`x predpriyatij [Sewerage of settlements and industrial enterprises] / Lixachev N.I., Larin I.I., Xaskin S.A. i dr. Edited by V.N. Samokhin. Moscow: Strojizdat. 1981. 639 p.

3. YAkovlev S.V., Voronov Yu.V. Vodootvedenie i ochistka stochnyh vod [Wastewater disposal and treatment]. Moscow: ASV. 2002. 703 p.

4. Henze M. Ochistka stochnykh vod [Wastewater treatment] : translated from English / edited by S.V. Kalyuzhsky. Moscow: Mir., 2006. 480 p.

5. Ukolova K.I., Okisheva P.V., Ambrosova G.T., Shonkhor Ganzorig. The complex of sewage treatment plants in the city of Ulaanbaatar (Mongolia). Water resources are the basis of global and regional projects for the development of Russia, Siberia and the Arctic in the XXI century: materials of the National Scientific and Practical Conference with international participation. Tyumen: TIU. 2023. Vol. I, pp. 155-159. (In Russian).

6. Khar'kina O.V. E`ffektivnaya e`kspluaciya i raschet sooruzhenij biologicheskoy ochistki stochny`x vod [Efficient operation and calculation of biological wastewater treatment facilities]. Volgograd: Panorama. 2015. 433 p.

7. Shvetsov V.N., Morozova K.M., Stepanov S.V. Calculation of biological treatment facilities for urban and industrial wastewater in aerotanks with removal of biogenic elements. Vodospabzhenie i sanitarnaya texnika. 2018. No. 9, pp. 26-39. (In Russian).

8. Ambrosova G.T., Ukolova K.I., Okisheva P.V. Wastewater treatment plants of the Songino-Khairkhan microdistrict of Ulaanbaatar (Mongolia). Trudy` NGASU. 2023. Vol. 26 No. 4 (90), pp. 18-27. DOI: 10.32683/1815-5987-2023-26-90-4-18-27 (In Russian).

9. Liu Xueliang, Fedorov S.V., Verkhoturrov V.P. Investigation of an improved type of thin-layer module. Sanitarnaya texnika i e`kologiya. 2022. No. 5 (94), pp. 83-90. (in Russian).

10. Belyaev A.N., Vasiliev B.V., Maskaleva S.E., Mishukov B.G., Solovieva E.A. Nitrogen and phosphorus removal at sewage treatment plants. Vodospabzhenie i sanitarnaya texnika. 2008. No. 9, pp. 38-43. (In Russian).

11. Vasil`ev B.V., Mishukov B.G., Solov`eva E.A. Reagent phosphorus removal from urban wastewater. Vodospabzhenie i sanitarnaya texnika. 2009. No. 2, pp. 58-60. (in Russian).

12. Ambrosova G.T., Funk A.A., Ivanova S.D., Ganzorig Sh. A comparative assessment of the methods used to remove phosphorus from wastewater. Vodospabzhenie i sanitarnaya texnika. 2015. No. 2, pp. 25-36. (in Russian).

13. Lukiny`x N.A., Lipman B.L., Krishtul, V.P. Metody` doochistki stochny`x vod. Moscow: Strojizdat. 1978. 156 p.

PROBLEMS OF WASTEWATER TREATMENT OF ULAANBAATAR (MONGOLIA)

G. T. Ambrosova¹, Ganzorig Sh², K. I. Ukolova³, T.A. Rafalskaya⁴

¹Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), 630008, Russia, Novosibirsk, Leningradskaya street, 113, galina-ambrosova@ya.ru

²State Unitary Enterprise «Vodokanal» of Ulaanbaatar (Mongolia), gannomin@yandex.ru

³Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), 630008, Russia, Novosibirsk, Leningradskaya street, 113, kristinaukolova1998@gmail.com

⁴Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), 630008, Russia, Novosibirsk, Leningradskaya street, 113, rafalskaya.ta@ya.ru

Abstract: The problem of wastewater treatment in the city of Ulaanbaatar and ways to solve it are described. The influence of insufficient treated urban wastewater on the condition of reservoirs in the Selenga River basin is indicated.

The subject of the study. Two municipal wastewater treatment complexes are being considered: a functioning one, built in 1964, and one under construction, which is scheduled to be commissioned at the end of 2025. The design parameters of the wastewater used in the design of the new sewage treatment plant complex, as well as the average actual values of the indicators for 2023, are given. The possibilities of functioning wastewater treatment plants operating using outdated technology, which provides for a reduction in two indicators in the wastewater: suspended solids and total BOD, are evaluated. The complex under construction with a capacity of 250 thousand m³ per day is designed to purify wastewater flowing in two streams: stream "A" (household fecal effluents), stream "B" (a mixture of household fecal and industrial effluents). According to the project, mechanical purification, complete biological purification with nitrification and denitrification, post-treatment and disinfection on granular filters are used for household and fecal effluents, and for industrial ones, physico-chemical purification is provided, followed by biological purification and post-treatment of effluents.

Research methods. For both facilities (functioning and under construction), design estimates were studied, the technical condition was examined in detail, data from laboratory and production control of the functioning facility were analyzed, and a verification calculation of the complex under construction for the actual values of pollution was performed. It has been established that the technology of the complex under construction is designed to receive household fecal effluents along the "A" stream and chromium-containing effluents along the "B" stream. The survey showed that wastewater containing industrial effluents will flow through both streams for treatment. In both streams, the chromium content is so low that it cannot affect the operation of the biological purification unit. However, the active reaction (pH) of both streams is at the level of 9-12.

Results. Studies have been conducted to adjust the technology of wastewater treatment of the complex under construction. Reagents have been selected to neutralize effluents before they are fed to the biological treatment unit. The best option is to use a complex represented by an acidic reagent (aluminum oxychloride) and sulfuric acid.

Conclusions. In the future, it is desirable to move the industrial complex, including tanneries, dyeing and wool washing factories, outside the city, providing for them local sewage treatment plants in two or even three stages, which will exclude accidental or intentional discharges of industrial effluents to urban structures.

Key words: wastewater, wastewater treatment plants, mechanical, biological, physico-chemical purification and post-treatment of wastewater, sludge pads.

СПИСОК АВТОРОВ

Абдурахманов А.З.	преподаватель, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Амбросова Г.Т.	к.т.н., профессор, Новосибирский Государственный Архитектурно-Строительный Университет (Сибстрин), г. Новосибирск
Асанов М.М.	к. ф-м.н., доцент, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Бекиров Э.А.	д.т.н., профессор, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Богущий Ю.Г.	старший преподаватель, Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского, г. Симферополь
Важдаев К.В.	к.т.н., доцент, Уфимский государственный нефтяной технический университет
Волкова Н.Н.	старший преподаватель, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Воскресенская С.Н.	к.т.н., доцент, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Данченко Н.В.	магистрант, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь.
Живица В.В.	старший преподаватель, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Клевец К.А.	к.т.н., Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Максименко А.Е.	к.т.н. , доцент, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Мартяшева В.А.	к.т.н., доцент, Уфимский государственный нефтяной технический университет
Меннанов Э.М.,	к.т.н., доцент, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Митрофанов С.В.	к.т.н., доцент, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского
Родин С.В.	к.т.н., доцент, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь.
Романов А.А.	обучающийся, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Рафальская Т. А.	д.т.н., профессор, Новосибирский Государственный Архитектурно-Строительный Университет (Сибстрин), г. Новосибирск
Сидорова В.В. В.И.	кандидат архитектуры, доцент, Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь
Синцов А.В.	к.т.н., доцент, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Суворов А.И.	старший преподаватель, Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь
Шатило Т.Ф.	обучающийся, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь

ПАМЯТКА ДЛЯ АВТОРОВ

1. Прием статей в редакцию и состав сопроводительных документов

Прием статей для публикации в журнале осуществляется в постоянном режиме. Процесс рассмотрения статьи, рецензирования и редакционно-издательской обработки занимает достаточно длительное время, в связи с чем поступившая и допущенная редколлегией к публикации статья будет, как правило, опубликована не ранее, чем через 4 месяца со дня ее поступления. Датой поступления статьи будет считаться дата ее получения от автора в окончательном варианте после всех доработок и исправлений по замечаниям рецензентов и редактора.

Просим авторов тщательно готовить свои материалы с целью сокращения сроков их рассмотрения и обработки.

Неправильно оформленные материалы не рассматриваются, не рецензируются и не возвращаются! Также не возвращаются авторам рукописи статей и электронные копии на локальных носителях. При этом редакция по собственной инициативе в переговоры с авторами не вступает.

1.1. Прием статей на рассмотрение и рецензирование осуществляется через онлайн систему приема статей.

Прием статей на рассмотрение и рецензирование через онлайн систему приема статей производится на сайте журнала по адресу: <https://stroyjournal-asa.ru>. Инструкция по использованию системы доступна на сайте. Автор имеет возможность следить за продвижением статьи в редакции в личном кабинете и получает соответствующие уведомления по электронной почте.

Все поступившие в редакцию статьи проходят обязательное двойное слепое рецензирование. По результатам рецензирования автору сообщается решение о публикации, замечания рецензента и редактора или решение об отклонении статьи.

1.2. Прием к публикации окончательного варианта статьи. Окончательный (после внесения правки по замечаниям рецензентов и редактора) вариант статьи автор также загружает через систему или направляет на электронный адрес ger_bilenko@cfuv.ru для ее редактирования, корректуры, верстки и публикации в журнале.

1.3. Прием пакета сопроводительных документов осуществляется через онлайн систему приема статей и по электронному адресу ger_bilenko@cfuv.ru.

Автор, пройдя регистрацию в системе, загружает статью в формате .doc или .docx, форматированную по шаблону (см. п. 2), вместе с файлами отсканированных документов: экспертного заключения о возможности опубликования в открытой печати (далее – экспертного заключения) и информации об авторах статьи.

Экспертное заключение оформляется по требованиям, установленным в организации – работодателем автора. Редакция исходит из того, что авторы добровольно предоставляют сведения о себе в анкете автора в требуемом объеме и составе (в соответствии с правилами для публикаций научных статей в журналах, включенных в Перечень ВАК) для их открытого опубликования. Также к загружаемой статье может быть приложен файл отсканированной внешней (т.е. из сторонней организации) рецензии (1 экз.), оформленной и заверенной в организации по месту работы рецензента. Оригинал рецензии присылать в редакцию по почте не требуется.

Сопроводительные документы можно направить по электронной почте по адресу ger_bilenko@cfuv.ru. Все вопросы и пожелания относительно пакета документов необходимо отправлять на этот адрес электронной почты редакции.

Пакет оригиналов сопроводительных документов, включающий информационную карту статьи на публикацию сведений об авторе и экспертное заключение, должен поступить в редакцию по почте не позднее 3 недель со дня уведомления автора (письмом на адрес электронной почты) о положительном решении по поводу публикации статьи.

Бланки сопроводительных документов и требования:

Информация об авторах статьи. Информация об авторах статьи загружается в систему OJS или отправляется на адрес электронной почты ger_bilenko@cfuv.ru в электронном виде в виде файла с расширением .doc или .docx;

Бланк экспертного заключения и авторской справки (только для авторов – работников КФУ им. В.И. Вернадского (распечатывается и заполняется вручную))

Бланк экспертного заключения и Внешняя рецензия – загружается в систему OJS или отправляется на адрес электронной почты ger_bilenko@cfuv.ru сканированным виде (файл PDF).

2. Требования к оформлению статей

Статья будет рассмотрена редколлегией и рецензентами только при условии полного соответствия ее оформления изложенным ниже требованиям, предъявляемым к публикациям в научных журналах, индексируемых международными базами научного цитирования.

Все статьи, поступившие в редакцию журнала, получившие положительную оценку рецензентов и рекомендованные к публикации, проходят обязательную редакционную обработку (редактирование, корректуру, техническое редактирование). Внесение правки по замечаниям редактора согласовывается с автором.

Датой поступления статьи в редакцию считается дата поступления и регистрации в редакции окончательного авторского оригинала с учетом всех внесенных изменений по замечаниям рецензентов и редактора.

Общие требования для подготовки статей

Объем статьи, включая таблицы, рисунки и фотографии должен быть не менее 6 страниц и не превышать 10 страниц.

Язык статьи: русский, английский.

Шрифт. Нормальный Times New Roman (TNR), размер шрифта – 10 пт, одинарный интервал; интервал шрифта – обычный (без растяжения или уплотнения). Варианты шрифта в тексте статьи: типа курсива или жирного шрифта допускаются, подчеркивание слов и предложений не допускаются.

Параметры страницы: верхнее поле – 2,5 см, нижнее – 2,5 см, левое – 2,5 см, правое – 2,5 см.

Таблицы. Таблица озаглавляется словом Таблица 1 (шрифт – обычный TNR 10 пт, по центру) со следующим за ним номером с точкой. Далее помещается название таблицы с прописной буквы (не более 3-х строк), без заключительной точки. Ниже приводится название таблицы на английском языке. Размер таблиц и рисунков не должен превышать размер В5 (12,5 × 19,5 см). Шрифт заголовков столбцов и строк, содержания таблицы – обычный TNR 9 пунктов. Таблицы нумеруются арабскими цифрами.

Рисунки и графики. Рисунки и графики озаглавляются словом Рис.1 (шрифт – обычный TNR 9 пунктов) со следующим за ним номером с точкой. Рисунки выполняются в графических редакторах, совместимых с Word и размещаются по тексту. Под рисунком помещается подпись на русском и английском языках. Короткая подпись центрируется, а если длинная – форматируется с абзацем первой строки. Качество рисунков и графиков должно обеспечивать прочтение и тиражирование. Рисунки и графики нумеруются арабскими цифрами.

Формулы. Формулы набираются в редакторе формул Equation или Math Type. Использовать для набора формул графические объекты, кадры и таблицы запрещается. Формула располагается по центру строки, номер формулы (в круглых скобках, TNR 10 пт) – по правому краю страницы, от окружающего текста отделяется пустыми строками. Формульное окно принудительно растягивать или сжимать нельзя. Применение единиц измерений в международной системе СИ – обязательно.

Обязательный порядок статьи.

- **УДК** в левом верхнем углу страницы, шрифт TNR 12 пт, прописными буквами
- **Название статьи шрифт** TNR 12 пт все прописными.
- **Имя и фамилия** автора(ов), шрифт обычный TNR 12 пт.
- **Место работы** авторов, шрифт обычный TNR 9 пт., адрес места работы, e-mail
- **Аннотация статьи (Abstract)** 200 – 250 слов, шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Предмет исследования (Subject of research):** шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Материалы и методы (Materials and methods):** шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Результаты (Results):** шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Выводы (Conclusions):** шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Ключевые слова (Key words)** до 6 слов и словосочетаний, необходимых для поиска или классификатора, шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Текстовая часть.** Статья должна содержать следующие разделы:
 - ВВЕДЕНИЕ;
 - АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ;
 - МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ;
 - РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ;
 - ВЫВОДЫ;
 - СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

Заголовки разделов набираются строчными буквами, шрифт TNR 11 пунктов и центрируются.

В конце статьи размещается **Название статьи, Имя и фамилия автора(ов), Место работы авторов, Аннотация статьи, Предмет исследований, Материалы и методы, Результаты, Выводы, Ключевые слова** на английском языке с сохранением редакторских требований, указанных выше к каждому структурному элементу статьи.

Рекомендации по подготовке аннотации статьи

Аннотация выполняет следующие основные функции:

- дает возможность читателю быстро оценить основное содержание статьи с тем, чтобы решить, следует ли ему обращаться к ее полному тексту;
- предоставляет читателю самую общую информацию о статье, устраняя необходимость чтения ее полного текста в случае, если статья представляет для читателя второстепенный интерес;
- используется в научных, библиотечных и поисковых информационных системах.

Аннотация к статье должна быть:

- информативной (не содержать общих слов);
- содержательной (отражать основное содержание статьи);
- структурированной (следовать логике изложения материала в статье);

Аннотация должна включать в себя:

- предмет и цель работы (если они не следуют из названия статьи);
- используемый метод или методы исследования;
- основные результаты исследования;
- отличия данной публикации от других, схожих по теме;
- область применения результатов;
- выводы, рекомендации, перспективы развития работы.

В аннотации следует избегать лишних вводных фраз (например, «автор статьи рассматривает...», «автор полагает...» и т.д.), а также сложных грамматических конструкций. Аннотацию следует писать как можно более лаконичным, точным и простым языком. Должна быть понятна широкому кругу читателей, поэтому не должна изобиловать научными терминами. Следует избегать общеизвестных сведений и штампов. Аннотация не должна включать в себя цитаты из текста статьи. В аннотации обычно используются конструкции констатирующего характера (автор анализирует, доказывает, излагает, обосновывает и т. д.), а также оценочные стандартные словосочетания (уделяет основное внимание, важный актуальный вопрос, проблема, детально анализирует, убедительно доказывает).

Список литературы оформляется на русском и английском языках.

Библиографическое описание выполняется по:

- ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание;
- ГОСТ 7.0.5-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления;
- ГОСТ 7.82-2001. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов;
- Регламент включения научных журналов в Российский индекс научного цитирования. – М., 2008.

Не менее 12 источников, с ссылками на статьи в предыдущих выпусках сборника «Строительство и техногенная безопасность», в которых не участвовали авторы представленной статьи.

Рекомендации по подготовке списка литературы

- Цитирование двух или более источников под одним номером, одного и того же источника под разными номерами не допускается.
- Во всех источниках необходимо указывать фамилии и инициалы всех авторов.
- Ссылки на книги, переведенные на русский язык, должны сопровождаться ссылками на оригинальные издания с указанием выходных данных оригинального издания.
- Ссылки на книги должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название книги, город, год, количество страниц.

- Ссылки на статьи в журналах должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год, том (если указан), номер, страницы (первая и последняя, разделенные тире).
- Ссылки на сборники (конференции, симпозиумы) должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название сборника (конференции, симпозиума), город (место проведения), год, том (если указан), номер (если указан), количество страниц.
- Ссылки на статьи в сборниках (материалах конференций, симпозиумов) должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название статьи, название сборника (конференции, симпозиума), город (место проведения), год, том (если указан), номер (если указан), страницы (первая и последняя, разделенные тире).
- Ссылки на электронные ресурсы удаленного доступа должны содержать следующую обязательную информацию: название ресурса, режим доступа, дата обращения.
- В инициалах авторов между именем и отчеством пробел не ставится.
- В заголовке описания запятая после фамилии автора перед его инициалами может быть опущена.
- Если в документе один, два или три автора, то в сведениях об ответственности (т.е. за косой чертой после названия документа) они могут не повторяться.
- При наличии **четырёх и более** авторов в сведениях об ответственности (т.е. за косой чертой после названия документа) приводят фамилии **всех** авторов.
- Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой.
- Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованные не из предписанного источника информации.

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

1. Включать в список литературы ссылки на федеральные законы, подзаконные акты, ГОСТы, СНИПы и др. нормативную литературу. Упоминание нормативных документов, на которые опирается автор в испытаниях или расчетах или аргументации лучше делать непосредственно по тексту статьи.
2. Ссылаться на учебные и учебно-методические пособия; статьи в материалах конференций и сборниках трудов, которым не присвоен ISBN и которые не попадают в ведущие библиотеки страны и не индексируются в соответствующих базах.
3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.
4. Самоцитирование, т.е. ссылки только на собственные публикации автора. Такая практика не только нарушает этические нормы, но и приводит к снижению количественных показателей автора.