

СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Научно-технический журнал по строительству и архитектуре

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

№ 23(75) – 2021

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» (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 утвержденный ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации Перечень рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук.

Индексируется в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ)

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, д.т.н., проф.
(КФУ им. В.И. Вернадского)

Редакционная коллегия:

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

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

Бекиров 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»;

Графкина М.В., д.т.н., проф. (МГМУ, Москва);

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»;

Кукунаев В.С., советник РААСН, д.т.н., с.н.с.
(КФУ им.В.И. Вернадского, Симферополь);

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»

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);

Серпокрылов Н.С., д.т.н., проф. (ДГТУ, Ростов-на-Дону);

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

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);

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

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

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

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

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

СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

№ 23(75) – 2021

научно-технический журнал

Печатается по решению научно-технического
совета ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»
(протокол № 8 от 28.12.2021)

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

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

Адрес редакции: 95006, Республика Крым,
г. Симферополь, ул. Павленко, 3, корпус 2, к. 200,
e-mail: rio@narps.ru

Подписан в печать 21.01.2022.

Формат 70×108/16.

Бумага офсетная. Печать трафаретная.

Гарнитура Times New Roman. Усл.-печ. л. 10,8.
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.

© Академия строительства и архитектуры
ФГАОУ ВО «КФУ им. Вернадского», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Градостроительство

Мосякин Д.С. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МОДУЛЬНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МОЛОДЕЖНЫХ ЦЕНТРОВ	5
Привалова Е.Н., Сергеева А.Ю. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АРХИТЕКТУРЫ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИНЦИПОВ БИОПОЗИТИВНОСТИ.	13

Раздел 2. Строительство

Журавлев П.А, Марукян А.М., Сборщиков С.Б. СМЕТНАЯ ПРИБЫЛЬ, КАК РЕЗУЛЬТАТ ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ (ЧАСТЬ 1)	27
Шейна С.Г., Виноградова Е.В., Чернявский И.А СОВРЕМЕННЫЕ ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ ИНТЕРНАТОВ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ПРЕСТАРЕЛЫХ	35
Васильев М.В., Белавский В.А. ВЛИЯНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ШАХТНО-ПЕРЕСЫПНОЙ ИЗВЕСТКОВОЙ ПЕЧИ	43

Раздел 3. Инженерное обеспечение

Шуршилин Е.А., Олехнович Я.А. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ	49
Кругликова А.В., Амбросова Г.Т., Рафальская Т.А. ПРОЦЕССЫ ТЕПЛОМАССООБМЕНА МЕЖДУ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТЬЮ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ	59
Урецкий Е.А., Николенко И.В., Мороз В.В. ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ УЗЛА СОРБЦИОННОЙ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАМЫВНЫХ СОРБЦИОННЫХ ФИЛЬТРОВ	67
Николенко И.В., Котовская Е.Е. АНАЛИЗ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ ЕМКОСТИ РЕЗЕРВУАРОВ ЧИСТОЙ ВОДЫ	79

Раздел 4. Экологическая безопасность

Глинянова И.Ю., Асанова Н.В. ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ПЫЛИ И ЕЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА В ЖИЛОЙ ЗОНЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ С ПОЗИЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ	89
Табуницкий В.А. ГЛУБИНА РАСЧЛЕНЕНИЯ РЕЛЬЕФА В ПРЕДЕЛАХ ЛАНДШАФТОВ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА	101
Список авторов	113
Руководство для авторов	114

CONTENT

Section 1. Town planning

Mosyakin D.S. FEATURES OF THE FORMATION OF MODULAR UNIVERSAL YOUTH CENTERS	5
Sergeeva A.Yu., Privalova E. N. PRINCIPLES AND APPROACHES IN BIOPOSITIVE ARCHITECTURE - SYMBIOSIS OF MODERN TECHNOLOGIES AND METHODS OF ADAPTING BUILDINGS WITH NATURE	13

Section 2. Construction

Zhuravlev P.A., Marukya A.M., Sborshikov S.B. ESTIMATED PROFIT AS A RESULT OF FINANCIAL ACTIVITIES OF CONSTRUCTION ORGANIZATIONS (PART 1)	27
Sheina S.G., Vinogradova E. V., Chernyavsky I.A MODERN DECORATION MATERIALS FOR THE CONSTRUCTION OF BOARDING BUILDINGS FOR THE DISABLED AND THE ELDERLY	35
Vasiliev M.V., Belavsky V.A THE DETERIORATION IMPACT TO STRESS-STRAIN CONDITIONS FOR THE FILLING HOIST STRUCTURE OF LIMESTONE KILN.	43

Section 3. Engineering Support

Shurshilin E. A., Olekhovich Ya. A. GEOINFORMATION SYSTEMS IN CIVIL ENGINEERING AND ANALYSIS OF MEASUREMENT ACCURANSY	49
Kruglikova A.V., Ambrosova G.T., Rafalskaya T.A. PROCESSES OF HEAT AND MASS TRANSFER BETWEEN THE LIQUID WASTE AND THE ENVIRONMENT	59
Uretskiy E.A., Nikolenko I. V., Moroz V. V. INVESTIGATION OF THE OPERATION OF THE SORPTION WASTEWATER TREATMENT UNIT USING ALLUVIAL SORPTION FILTERS	67
Nikolenko I. V., Kotovskaya E.E. ANALYSIS OF METHODS FOR DETERMINING THE REGULATING CAPACITY CLEAN WATER TANKS	79

Section 4. Environmental safety

Glinyanova I.Yu., Asanova N.V. RESEARCH OF THE AMOUNT OF FINE DUST AND ITS CHEMICAL COMPOSITION IN THE RESIDENTIAL AREA OF INLANDED AREAS FROM THE POSITION OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY	89
Vladimir Tabunshchik DEPTH OF RELIEF DISSECTION WITHIN LANDSCAPES OF THE CRIMEAN PENINSULA	101
List of authors	113
Authors Guide	114

Раздел 1. Градостроительство

УДК 721.012.6

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МОДУЛЬНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МОЛОДЕЖНЫХ ЦЕНТРОВ

Мосякин Д.С.

Институт «Академия строительства и архитектуры» ФГАОУ КФУ им. В. И. Вернадского,
mosyakin_dmitriy@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается формирование модульных универсальных молодежных центров, проводится анализ возможностей применения различных архитектурных и градостроительных приемов при создании и прогнозировании развития модулей на основе факторов, влияющих на выбор и формирование модулей. Даны рекомендации по размещению, типологии и внутреннему оснащению различных видов модулей, как составных частей универсального молодежного центра. Автором проведен анализ вариантов формирования и соединения модулей в единое целое, определены перспективы развития модульной архитектуры и требования, которые необходимо учитывать при формировании модульных единиц.

Цель исследования: определить основные параметры, которые необходимо учитывать при применении модульных типов зданий, характеристики модулей и их технические особенности.

Предмет исследования: универсальные молодежные центры модульного типа.

Материалы и методы: проведен анализ видов модульных единиц, сформированы рекомендации для формирования и развития модульных универсальных молодежных центров.

Результаты: результаты полученного исследования дают понять, что модульная архитектура в сложившихся условиях должна активно применяться в проектировании, модульные универсальные молодежные центры необходимо внедрять и применять в городских условиях. Такие центры смогут охватить большее количество людей и покрыть недостающие в конкретном регионе функции по обеспечению времяпровождения не только молодежи, но и населения всех возрастов. В ходе исследования были проанализированы примеры отдельных модулей, входящих в состав универсальных молодежных центров.

Выводы: полученные результаты исследования дают понятие развития модульной архитектуры молодежных центров. Формирование универсальных молодежных центров модульного типа – это первый шаг в области переосмысления архитектуры и градостроительства в регионе. В ходе исследования были разобраны примеры отдельных модулей, сформированы рекомендации по взаимосвязи модулей между собой и функциональному зонированию частей (модулей) молодежного центра внутри объекта.

Ключевые слова: универсальный молодежный центр, модуль, взаимосвязь, функциональное взаимодействие, модульная единица, оснащение.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение эволюции типов многофункциональных досуговых учреждений в XX веке позволило проследить процесс формирования современных универсальных молодежных центров. Выявлены особенности многофункциональных комплексов, которые проявляются в их размещении, функциональном зонировании, вместимости, в архитектуре и дизайне, методе получения информации в процессе развлечения, а также в наличии ярко выраженной тематики или развития творческих идей и концепций. Отличительной особенностью универсального молодежного центра является его особенность создания, когда архитектурными средствами создается атмосфера среды, которая вовлекает посетителей способствует эмоциональному и психологическому развитию человека, активизирует разнообразие его деятельности. Все чаще универсальные молодежные центры формируются как модульные

здания, когда комплекс центра состоит из отдельных функциональных модулей, объединенных в общую структуру.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Основам проектирования общественных зданий и сооружений, посвящены труды, А.Л. Гельфонд [1], М.Р. Савченко [2], Н.П. Былинкина [3].

Комплексным исследованием вопросов развития спортивной индустрии и материально-технической базы для физкультуры и спорта занимаются, Л.В. Жестяников, Пронин С.А., Хитёв А.В. [4], В.Б. Мяконьков [5].

Гутнов А.Э., Лежава И.Г. [6] в своих работах предлагали комплексный центр свободного общения, разделение его по функциональному признаку, а также на группы и зоны; теория градостроительного применения «комплексных центров свободного общения» – стали фундаментальными теоретическими работами в

сфере досуговых центров, клубных сооружений, этими материалами пользуются и сейчас.

Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) было выпущено методическое пособие по проектированию модульных зданий. В этом методическом пособии указаны технические требования к модульным зданиям, описан их жизненный цикл [7]. Методическое пособие может быть применимо при разработке типов модульных зданий, определению их состава и функционального насыщения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Универсальные модульные молодежные центры – это активно развивающиеся объекты, которые, в силу быстрого роста потребностей населения, в первую очередь молодежи, необходимо также подстраивать под существующие реалии. В современных городах все меньше пространства отводится под общественные здания и кластеры. Их места занимают торговые центры, которые в силу своей многофункциональности и смешения функций пытаются отчасти заменить универсальные молодежные центры. Однако, как показывают наблюдения и опросы, проведенные в различных регионах Российской Федерации, молодежные центры необходимы, сама молодежь говорит об этом. Проведенные социологические исследования говорят о том, что более 65% молодежи испытывают недостаток универсальных пространств для взаимодействия и общения. А так как в городах возникает проблема нехватки места для подобных учреждений – возникает потребность в формировании универсального молодежного центра модульного типа, который может быть передвижным, легко возводимым и более гибким в планировочной структуре и в формировании своей наполненности функциями [8].

Постоянные изменения в обществе требуют от универсального молодежного центра важных характеристик: трансформации и адаптации.

Архитектурная адаптация бывает статическая и динамическая (когда возможно изменение объекта в процессе его эксплуатации, отсюда вытекает понятие трансформации).

Адаптация молодежных центров заключается в том, что сам комплекс, его планировочная и пространственная организация внутренней среды изменчива. Здесь нет постоянных, четко разграниченных пространств, каждое пространство взаимосвязано друг с другом и перетекает из одного в другое. Эта важная черта современного молодежного центра дает возможность использовать его в любых условиях, перепрофилировать его в зависимости от различных функций и разного назначения. Следствием адаптации пространства и планировки к функциям является трансформация – еще одно важное

качество современного молодежного комплекса. Трансформируемая архитектура дает возможности с помощью конструктивных решений и архитектурных взаимодействий менять конфигурацию, вид, назначение помещений внутри комплекса [10]. Такие возможности становятся дополнительным толчком к развитию архитектуры молодежных центров в сторону модульности и универсальности. Модульная архитектура имеет большие возможности в области взаимодействия в разных условиях, важной ее чертой является вариативность. Центр может расположиться в удобном для посетителей месте, даже в условиях исторической застройки и на территории объекта значимого с культурной точки зрения.

Архитекторы стремятся создать комфортные условия для функционирования молодежных центров, соответствующих требованиям времени. Универсальные молодежные центры относятся к многофункциональным зданиям и постепенно, с развитием функций и взаимодействий внутри комплекса, они начинают перерастать в систему молодежных центров.

Стоит отметить, что в условиях Крыма такая трансформация предсказуема и необходима. Крымские города имеют ряд разрозненных функций в рамках своей градостроительной системы, которые необходимо удовлетворить для покрытия потребностей молодежи, а с этой задачей может справиться только система молодежных центров.

Это направление развития перспективное и требует дальнейшего научного обоснования.

Типология универсальных молодежных центров – это следующий этап в разработке системы молодежных центров.

Типовой функциональный состав первых досуговых учреждений значительно дополнился и расширился. Они превратились в крупные комплексы. Универсальный молодежный центр в современном мире, и в нашей стране в том числе, в последние годы становятся необычайно популярными.

В современном мире растет образованность и возрастают запросы потребителей услуг многофункциональных комплексов, поэтому центры развиваются и совершенствуются, это важный процесс отклика архитектуры [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

При размещении модульных универсальных молодежных центров в структуре города необходимо учитывать ряд факторов, от которых зависит то, каким будет учреждение и как будет организовано пространство молодежного центра.

К таким факторам относятся:

- градостроительные (размеры и размещение участка под размещение молодежного центра, условия зрительного восприятия объекта в структуре города, структура окружающей городской застройки, функциональность городской структуры);

- социально-экономические (возрастной состав посетителей центра, уровень доходов населения на конкретной территории, конкретные особенности окружающей застройки);
- экологические (климат, рельеф);
- санитарные (наличие инженерных сетей, отдельных коммуникаций);
- функциональные (применение различных модулей, их сопоставление друг с другом);
- композиционно-художественные (варианты раскрытия модульный зданий, видовые точки и зрительное восприятие);
- объемно-планировочные;
- конструктивные (конструкции самих модулей, основания модуля, подбор критериев для выбора конструктивных решений).

Если рассматривать размещение досуговых центров в структуре города, то в исторической городской среде они практически отсутствуют. Это одно из отличий универсального молодежного центра от других типов многофункциональных сооружений.

Если они размещаются в городе, то зачастую только в рекреационных зеленых зонах. Если за городом, то в пригородной рекреационной зоне. Однако, универсальные молодежные центры, благодаря своей универсальности, мобильности и адаптации, могут встраиваться в историческую среду, тесно взаимодействовать с ней. Такое взаимодействие дополнительно заинтересовывает и привлекает молодежь. Конечно, такое взаимодействие отражается и на архитектуре. Это очередной вызов для архитекторов, ведь здесь должны быть применены как биопозитивные технологии, так и не стандартные архитектурные решения (трансформируемость помещений, внедрение облегченных конструкций, быстровозводимых и временных сооружений, не нарушающих целостность исторической застройки, модульные конструкции). Такие архитектурные решения в совокупности с развитием заинтересованности молодежи в проведении своего свободного времени, и конкретно в функциональном насыщении такого рода комплексов.

Основная задача универсального молодежного центра – создание универсальной синтезированной среды. Здесь важна не столько сама ценность каждого объекта, выступающего в качестве элемента этого своеобразного градообразования, сколько все единство элементов составляющих в целом универсальный молодежный центр. Сам объект должен быть интегрирован в существующую ситуацию, в ландшафт или градостроительный узел. В универсальном молодежном центре пространство перетекает друг в друга и работает как лабиринт – привлекая посетителя своей необычностью, и не отпускает до конца маршрута. Этого можно достичь посредством архитектуры, развивая малые архитектурные формы, совмещая маленькие пространства с перерастанием в контрастные к ним пространства залов и атриумов. Такой контраст

развивает в зрителе интерес и чувство ожидания, раскрытия новых деталей.

Универсальные молодежные центры – это современные точки притяжения и раскрытия потенциала с высокой концентрацией разнообразных функций, насыщенных различными зданиями, зонами и сооружениями, обеспечивающими свободное общение людей в этом насыщенном многофункциональном пространстве, где посетитель выступает одновременно в качестве участника, зрителя и творца.

Оригинальной особенностью универсальных молодежных центров в Республике Крым и в целом в Российской Федерации должен стать модульный молодежный центр.

Отличительными чертами такого центра являются:

- отдельные структурные ячейки, из которых собирается как из блоков объем молодежного центра;
- трансформация и вариативность объема центра;
- удобство и унификация производства таких ячеек;
- доступность.

Такие центры в перспективе смогут сделать универсальные молодежные центры доступными и дополнительно привлечь различные социальные группы населения, в основном сельское население полуострова [11].

В специфических условиях Республики Крым универсальные молодежные центры должны трансформироваться в объем, сохраняя основные градостроительные принципы функционального зонирования, когда под единым покрытием создаются на разных уровнях открытые функциональные зоны, пространства и площадки. Это относится и к композиции универсального молодежного центра из ряда отдельных взаимосвязанных объектов, например, универсальный молодежный центр, где реализуется идея мини-городка в своем внутреннем пространстве.

Также в условиях Республики Крым актуальными становятся универсальные молодежные центры в курортных городах.

Необходимо отметить, что при проектировании универсальных молодежных центров возможно применение различных конструктивных схем и решений. Широко применяется при строительстве таких центров каркасная схема с железобетонными колоннами и ригелями, а также большепролетные конструкции (фермы, вантовые конструкции и т.д.). Особенно стоит отметить применение унифицированных модульных ячеек, которые предполагается изготавливать в заводских условиях, далее уже готовую составную единицу перевозить на место предполагаемого возведения молодежного центра. Данный тип сможет обеспечить современными видами досуга и развития молодежь в сельской местности, где

капитальное строительство молодежного центра зачастую нецелесообразно и затратно.

Одной из главных особенностей формирования универсальных молодежных центров, а в будущем и их сети, является модульность [7]. Каждая зона в центре будет иметь свой набор функций, в таком формате каждой функции будет соответствовать свой модуль, с присущим только ему набором необходимых элементов. Варьируя сочетания модулей, возможно разместить досуговый центр в любых градостроительных условиях. Модули необходимо предусматривать типовыми, но с применением различных типовых форм, так как такой тип будет экономически выгодным и наиболее удобным для применения в различных условиях.

Также, важной особенностью универсальных молодежных центров будет являться их ориентация на проведение досуга не только молодежи, а всех поколений в целом, таким образом будет осуществляться наиболее важная функция таких универсальных комплексов – коммуникативная.

Тяготение универсальных молодежных центров к учреждениям образования (вузы, школы, колледжи), а в особых случаях и формирование таких комплексов на базе образовательных учреждений – также является важной особенностью, которая должна учитываться при формировании молодежного центра.

Универсальные молодежные центры имеют своей основной задачей – предоставление услуг различного вида и назначения, в основном коммуникативных, развлекательных и

развивающих. Основная аудитория, на которую ориентированы молодежные центры – это молодые люди в возрасте от 14 до 35 лет. Именно на эту аудиторию ориентированы основные мероприятия, проводимые в универсальных молодежных центрах.

Стоит отметить, что среди мероприятий доминируют, в основном, культурно-досуговые, развлекательные мероприятия – концерты, представления, дискотеки, различные фестивали, сюда же можно отнести и зоны свободного общения молодежи. Информационные и просветительские мероприятия занимают всего лишь пятую часть в основной массе мероприятий, проводимых в молодежном центре, к ним относятся: мастер-классы, лекции, дискуссии, творческие встречи с деятелями культуры, науки.

Особого внимания заслуживают универсальные молодежные центры модульного типа, в модуле организовывается культурно-досуговый тип учреждения. Модуль может быть непосредственно состоящим из отдельной структурной единицы и сборно-разборного типа.

Типы мобильных зданий, которые возможно применять при проектировании молодежных центров очень разные, если учитывать комбинации различных типов модулей – можно сделать архитектуру составных единиц центра эффективной и запоминающейся. Наиболее часто применяются такие типы мобильных зданий:

- сборно-разборное из типовых мелкоштучных элементов (Рис. 1);



Рис. 1. Концепция сборно-разборного здания из мелкоштучных элементов https://konveyt.ru/info/articles/chto_predstavlyayut_soboy_modulnye_zdaniya/

Fig. 1. The concept of a collapsible building made of small-piece elements https://konveyt.ru/info/articles/chto_predstavlyayut_soboy_modulnye_zdaniya/

- сборно-разборное комбинированное из плоских и линейных типовых элементов в сочетании с блок-контейнерами (3x6 м) (Рис. 2).

- готовые модули различных типовых форм, которые могут объединяться в единый ансамбль (Рис. 3). Такие модули имеют более интересную архитектуру, не теряя преимущества модульных зданий.



Рис. 2. Блок контейнер общественного назначения. Конвейт. <https://konveyt.ru>
Fig. 2. Public container block. Konveyt. <https://konveyt.ru>

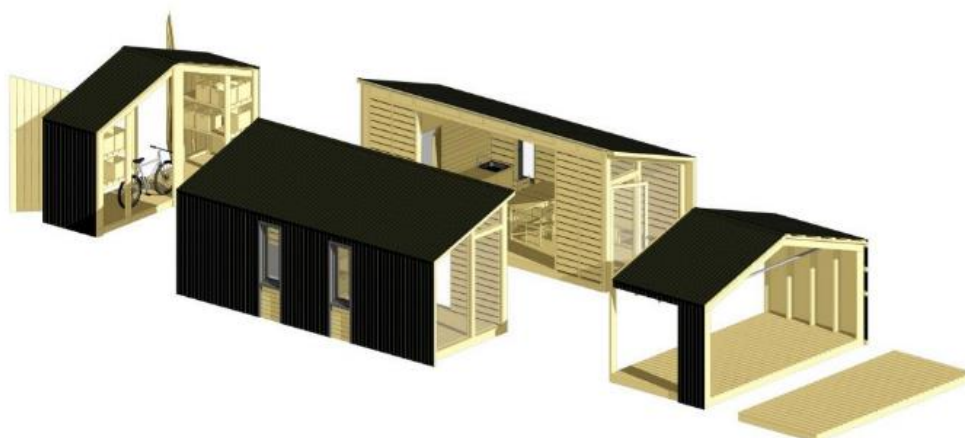


Рис. 3. Пример совмещения различных по типу модулей. <https://zen.yandex.ru/media/zaggoru/karkasnye-modulnye-doma-kachestvennoe-nadejnoe-jile-ili-kot-v-meshke-61d1889e1fcd56397738caa0>
Fig. 3. An example of combining modules of different types. <https://zen.yandex.ru/media/zaggoru/karkasnye-modulnye-doma-kachestvennoe-nadejnoe-jile-ili-kot-v-meshke-61d1889e1fcd56397738caa0>

Стоит особо отметить применение различных по характеристикам и компоновке модулей, которые в сочетании друг с другом формируют не только функциональное пространство, но и интересные архитектурные и планировочные решения. Такие модули легко перевозить, монтировать, они могут применяться на различных территориях в различных климатических районах.

Координационные размеры сборно-разборных зданий должны соответствовать размерам 3х3 и 3х6 метров (для удобства проектирования и транспортировки). Шаг колонн и габариты элементов в сборно-разборных зданиях – 3 и 6 м.

Допускается применение панельных и каркасно-панельных сборно-разборных зданий с пролетом и шагом несущих конструкций, кратными 2,4 м, но в этих случаях шаг колонн и схема модуля изменятся под шаг 2.4 метра.

Параметры окон – не более принятых координационных размеров (в основном используются типовые размеры окон 0,9; 1,2; 1,5 м и высотой 1,5 м), форма окон – прямолинейная, арочные формы не рекомендуются. Вне зависимости от применяемых конструкций молодежного центра, максимальный коэффициент

остекленности фасадов здания молодежного центра принимается – 35%.

В соответствии с предложенными размерами молодежного центра, возможно применение различным конструктивных схем при проектировании одного модульного здания (блок-контейнеры или каркасные сборно-разборные модули).

Помещения молодежных центров могут складываться из объемов в различные композиции, также рекомендуется использовать пространства, образуемые объемами универсального молодежного центра.

Этажность помещений таких комплексах рекомендуется принимать в один этаж.

Согласно ГОСТ Р 58760-2019 «Здания мобильные (инвентарные). Общие технические условия», высота помещений от пола до потолка – не менее 3 м, в лекционных, зрительских залах и помещениях презентационных комнат – не менее 5,5 м. Основание – сборно-разборное из железобетонных блоков заводской готовности с последующей укладкой плит перекрытия железобетонных заводской готовности.

ТРЕБОВАНИЯ К АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫМ РЕШЕНИЯМ

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ

Многофункциональность является основным требованием, предъявляемым к модульным молодежным центрам. Предполагается возможность разностороннего использования пространства и объема молодежного центра для реализации различных событийных, образовательных, развивающих и спортивных программ.

К основным элементам многофункционального пространства относят:

- совмещение различных функциональных зон как в одном помещении, так и на одной территории;
- комфортное совмещение рекреационных зон (разделение «шумных» и «тихих» зон отдыха);
- возможность выбора мест под необходимое функциональное насыщение зоны универсального молодежного центра.

Основным приемом разделения функциональных зон внутри пространств и объемов может служить освещение: потолочное общее освещение, потолочное точечное освещение, световые дорожки и напольное освещение, декоративная и нюансная подсветка зон, цветовое решение подсветки и т.д.

ТРАНСФОРМИРУЕМОСТЬ

Пространство современного модульного молодежного центра должно легко трансформироваться в зависимости от функционального насыщения и конкретного событийного мероприятия.

Основными методами для обеспечения трансформации могут служить:

- объемно-пространственная трансформация-применение сборно-разборных и мобильных перегородок, применяется для увеличения или уменьшения количества помещений внутри объема универсального молодежного центра;
- функциональная трансформация – прием для создания определенных функциональных зон с помощью элементов интерьера и освещения.

К элементам, формирующим трансформируемое пространство можно отнести – конструктивные элементы здания модульного центра и элементы объемно-пространственной организации помещений (элементы интерьера, освещения).

РАЦИОНАЛЬНОСТЬ

В модульном молодежном центре, в условиях ограниченности пространства необходимо рационально и с максимальной пользой использовать каждый квадратный метр пространства. Важно грамотно разграничивать зоны и предусматривать пути следования и зоны размещения посетителей молодежного центра. Необходимо максимально использовать пространство, вплоть до организации зон отдыха на подоконниках и пространствах на полу центра.

ИНТЕРАКТИВНОСТЬ

Пространство современного дома культуры должно «вступать в диалог» со своими пользователями и даже давать им возможность себя менять. Также важны средовые возможности и для взаимного «обмена» между пользователями – между посетителями и администрацией, между учениками и педагогами, между волонтерами и теми, кто нуждается в помощи.

К элементам интерактивного пространства относятся различные указатели, системы для презентации и комфортного ориентирования в пространстве центра, применение компьютерных технологий для погружения посетителя в среду молодежного центра.

ДОСТУПНОСТЬ И КОМФОРТНОСТЬ

Пространства универсального молодежного центра должны быть открытыми, и должны обеспечивать единство всех посетителей центра, а также не препятствовать свободе выбора – человек сам должен решать, куда ему пойти и каким образом провести время в пространстве молодежного центра. При организации молодежного центра необходимо уходить от формирования замкнутых огороженных пространств, а делать выбор в пользу открытых, дружелюбных человеку зон с разграничением функций между этими зонами. Пространства должны быть открыты и удобны для любой деятельности.

Также необходимо обеспечить право людей на уединение и, пусть даже в открытом пространстве, иметь тихие зоны, где посетитель молодежного центра будет уверен, что его никто не потревожит. В таких местах местами необходимо создать условия для самостоятельной работы человека. Здесь могут быть оборудованы места для подзарядки гаджетов, зоны тихого отдыха, отделенные трансформируемыми конструкциями от основной части центра [12].

В соответствии с СП 59.13330.2016 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения», пространство современного молодежного центра должно обеспечивать равных комфорт пребывания в нем всех групп населения, как по возрасту, так и по физическим особенностям. В молодежном центре должен быть реализован весь комплекс мероприятий, отвечающих нормативным требованиям обеспечения доступности и безопасности маломобильных групп населения.

К сожалению, сегодня большая часть досуговых центров в особенности мобильных зданий инклюзивными не являются. Здесь необходимо применение отдельных помещений для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, слуха, зрения, обустройство для них санузлов с соответствующим оборудованием. Необходимо применение зон отдыха для пожилого населения (ведь молодежные центры хоть и ориентированы в основном на молодое поколение, тем не менее

являются доступными для всех возрастных групп), организация комнат матери и ребенка и т. д. [13].

Важно не забывать, что современные молодежные центры должны обеспечивать удобную и интуитивно-понятную навигацию внутри учреждения досуга. Требования к безопасности, а также конструкционным и отделочным материалам должны соответствовать требованиям СП 59.13330.2016.

ВЫВОДЫ

Крайне важно привлечь в универсальный молодежный центр молодежь и людей среднего возраста, предложив такой сценарий проведения свободного времени, который их заинтересует. Поэтому наряду с реновацией материально-технической базы молодежных центров необходима перестройка управленческой модели:

- сознательная ориентация на аудиторию всех возрастов – от дошкольников до пенсионеров;
- выполнение роли общественного центра (комьюнити-центра) – пространства самоорганизации и самореализации местного активного сообщества.

Задача – сделать досуговые учреждения универсальными и доступными пространствами, где люди всех возрастов могут отдыхать, общаться, обучаться и самовыражаться.

Современный досуговый комплекс – это многофункциональный социокультурный центр, призванный обеспечить социализацию, развитие и самореализацию жителей всех возрастов.

Важным этап распространения универсальных молодежных центров является применение их в различных условиях как градостроительных, так и социальных. Для этого важно понимать такую характеристику молодежных центров как адаптация и производная от нее – трансформация комплекса. Эти параметры позволяют применять модульные универсальные молодежные центры для того, чтобы наиболее полно раскрыть потенциал учреждения, расширить его функционал и увеличить привлекательность среди населения различных групп.

Можно смело предположить, что модульная архитектура – это будущее, она открывает многообразие форм и возможности реализации пространств различного вида и назначения. Сама архитектура модульных универсальных молодежных центров развивается колоссальными темпами и приход к модульности – это лишь первый шаг на пути развития нового вида молодежной архитектурной единицы. Важно отметить, что, применяя модульный тип зданий, необходимо учитывать ряд факторов, напрямую влияющих на формировании планировочной структуры и объемно-пространственного решения объекта. Сами модули также должны отвечать требованиям, предъявляемым к модульным зданиям, должны быть доступны всем слоям населения, в том числе маломобильным группам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гельфонд А.Л. Архитектурная типология общественных зданий и сооружений. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2003. – 201 с.
2. Зал и зрелище. Условия видимости. Кинозалы, театральные, концертные, спортивные залы и арены. Функциональная форма. Критерий комфортности. 2007 Издательство: ЛКИ, 2007. – 200 с.
3. Вопросы всеобщей истории архитектуры. 1961 Под редакцией Н.П.Былинкина. М.: Гос. Изд-во литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам. 1961г. Выпуск 1 Современная советская архитектура 1955-1980 гг., 1985.
4. Жестяников Л.В. Мироненко В.В. Пронин, С.А. Хитёв А.В. Оценка состояния спортивных объектов в Российской Федерации // Ученые записки университета Лесгафта. 2011. – №3. – С. 66-74.
5. Мьяконьков В.Б. Коллективное бессознательное и общественное сознание в структурной модели социального поведения // Вестник Санкт-Петербургского Университета. Научно-теоретический журнал. – серия 6, вып. 3. – СПб.: изд. СПбГУ, 2005.
6. Гутнов А.Э., Лежава И.Г. Будущее города. – Москва: Стройиздат, 1977. – 126 с.
7. Проектирование модульных зданий. Методическое пособие [Электронный ресурс] // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, Федеральное автономное учреждение «Федеральный центр нормирования, стандартизации и оценки соответствия в строительстве». М., 2018. URL: http://https://www.faufcc.ru/upload/methodical_materials/mp23_2018.pdf.
8. Радыгина А.Е., Пермяков М.Б. Концепция модульных быстровозводимых общественных зданий // Актуальные проблемы современной науки. – 2014. – №1. – С. 48-49.
9. Мосякин Д.С., Нагаева З.С. Проблема досуга современной молодежи. Региональные особенности // Строительство и техногенная безопасность. – №1 8(70) – 2020. – С. 27-33.
10. Голубева, Е.П. Принципы формирования архитектуры рекреационно-досуговых комплексов: дис. кандидата архитектуры. – М., 2006.
11. Жукова Л.Г. Модульные здания // Инновационная наука. – 2017. – № 12. – С. 211-214.
12. Панфилов А.В. Мобильное жилище. Анализ эволюции и направлений дальнейшего развития / Объединённый научный журнал. – 2008. – № 7. – С. 58-62.
13. Цайдлер Э. Многофункциональная архитектура. Пер. с англ. А.Ю. Бочаровой; Под ред. И.Р. Федосеевой. – М.: Стройиздат, 1988г. – 152 с.

REFERENCES

1. Gelfond A.L. Architectural typology of public buildings and structures. – Nizhny Novgorod: NNGASU, 2003. – 201 p.
2. Hall and spectacle. visibility conditions. Cinema halls, theatrical, concert, sports halls and arenas. functional form. comfort criterion. 2007 Publisher: LKI, 2007. – 200 p.
3. Questions of the general history of architecture. 1961 Edited by N.P. Bylinkin. M.: State. Publishing house of literature on construction, architecture and building materials. 1961 Issue 1 Modern Soviet Architecture 1955-1980, 1985.
4. Zhestyannikov L.V. Mironenko V.V. Pronin S.A. Khitev A.V. Assessment of the state of sports facilities in the Russian Federation // Scientific notes of the University of Lesgaft. – 2011. – № 3, – Pp. 66-74.
5. Myakonkov V.B. Collective unconscious and social consciousness in the structural model of social behavior // Bulletin of St. Petersburg University. Scientific and theoretical journal. - Series 6, no. 3. - St. Petersburg: ed. St. Petersburg State University, 2005.
6. Gutnov A.E., Lezhava I.G. The future of the city. – Moscow: Stroyizdat, 1977. – 126 p.
7. Design of modular buildings. Methodical manual [Electronic resource] // Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation, Federal Autonomous Institution "Federal Center for Rationing, Standardization and Conformity Assessment in Construction". M., 2018. URL: http://www.faufcc.ru/upload/methodical_materials/mp_23_2018.pdf.
8. Radygina A.E. The concept of modular prefabricated public buildings / Radygina A.E., Permyakov, M.B. – Actual problems of modern science. – 2014. – № 1. – Pp. 48-49.
9. Mosyakin, D.S., Nagaeva, Z.S. The problem of leisure of modern youth. Regional features // Construction and technogenic safety. – 2020. – № 18 (70) – Pp. 27-33.
10. Golubeva, E.P. Principles of formation of the architecture of recreational and leisure complexes: dis. Candidate of Architecture / E.P. Golubev. – M., 2006.
11. Zhukova, L.G. Modular buildings // Innovative science. – 2017. – №12. – Pp. 211-214.
12. Panfilov A.V. Mobile home. Analysis of evolution and directions of further development / United scientific journal. – 2008. – №. 7. – Pp. 58-62.
13. Zeidler E. Multifunctional architecture. Per. from English. A.Yu. Bocharova; Ed. I.R. Fedoseeva. - M.: Stroyizdat, 1988. – 152 p.

FEATURES OF THE FORMATION OF MODULAR UNIVERSAL YOUTH CENTERS

Mosyakin D.S.

Academy of Construction and Architecture "V. I. Vernadsky Crimean Federal University",
E-mail: mosyakin_dmitriy@mail.ru

Abstract. The article discusses the formation of modular universal youth centers, analyzes the possibilities of using various architectural and urban planning techniques in creating and predicting the development of modules based on factors influencing the choice and formation of modules. Recommendations are given on the placement, typology and internal equipment of various types of modules as components of a universal youth center. The author analyzes the options for forming and connecting modules into a single whole, identifies the prospects for the development of modular architecture and the requirements that must be taken into account when forming modular units.

The purpose of research: Determination of the main parameters to be taken into account when using modular types of buildings, the characteristics of modules and their technical features.

Subject: Universal youth centers of modular type.

Materials and methods: An analysis of the types of modular units was carried out, recommendations were formed for the formation and development of modular universal youth centers in the conditions of the Republic of Crimea.

Results: the results of the obtained research make it clear that modular architecture in the current conditions should be actively applied in design, modular universal youth centers should be implemented and applied in urban conditions. Such centers will be able to reach more people and cover the missing functions in a particular region to ensure the pastime of not only young people, but also the population of all ages. In the course of the study, examples of individual modules included in the universal youth centers were analyzed.

Conclusions: the obtained research results give the concept of the development of modular architecture of youth centers. The formation of universal modular youth centers is the first step in rethinking architecture and urban planning in the region. In the course of the study, examples of individual modules were analyzed, recommendations were formed on the relationship of modules to each other and the functional zoning of parts (modules) of the youth center inside the facility.

Key words: Universal youth center, module, interconnection, functional interaction, modular unit, equipment.

УДК 721.011.12

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АРХИТЕКТУРЫ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРИНЦИПОВ БИОПОЗИТИВНОСТИ

Привалова Е.Н., Сергеева А.Ю.

Институт «Академия строительства и архитектур» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»
295493, Республика Крым, г. Симферополь, улица Киевская, 181, Ennifer2000@mail.ru

Аннотация. В статье обосновывается необходимость применения биопозитивных зданий и сооружений. Сформулированы принципы и подходы биопозитивной архитектуры. Проанализирован мировой опыт по применению принципов, основанных на симбиозе современных технологий и экологии. Рассмотрены экологические направления, связанные с темой исследования. Приведена классификация биоподходов с разных аспектов архитектуры. Проанализировано соответствие биоподходов биологическим критериям живого организма.

Предмет исследования. Биопозитивность зданий и сооружений.

Материалы и методы. В ходе работы был проведен анализ литературы по теме исследования и выявлены основные принципы и подходы при проектировании биопозитивных зданий и сооружений на основе анализа мирового опыта, применены методы: дедукции, теоретического анализа и синтеза, метод аналогии.

Результаты. В ходе исследования была решена одна из основных задач архитектурной науки - выведена классификация биоподходов, сформулированы принципы, выявлена тенденция развития архитектуры в бионаправлении. Проанализирован мировой опыт проектирования зданий и сооружений, основанных на биопозитивности. Изучено воздействие на биологический, социальный, психологический, интеллектуальный и физический уровни общества. Проектирование новых или преобразование уже существующих зданий и сооружений должно основываться на использовании мероприятий, способствующих экологическому равновесию между объектом и окружающей природной средой. Анализ данных свидетельствует о том, что вопрос создания, реконструкции и преобразования объектов городской среды чрезвычайно актуален и должен изучаться специалистами разных сфер деятельности (градостроителями, архитекторами, инженерами, экологами, экономистами, социологами и т.д.).

Выводы. На современном этапе развития общества биопозитивность зданий и сооружений – необходимая мера для устойчивого развития городских территорий. Развитие городов нуждается в модификации с учетом внедрения современных биопозитивных технологий и природоохранных мероприятий. Понятие «биопозитивность» становится основной стратегией развития городов мира. И цель этой стратегии восстановить природу в городах, приблизить человека к ней, таким образом повысить уровень городской жизни. Создание и реконструкция городской застройки, основанной на биоподходах включает в себя решение широкого круга вопросов инженерно-технического, экологического и социального характера, а также должна предусматривать выполнение комплекса мероприятий по экологизации объектов и прилегающих к ним территорий. Модернизируя, восстанавливая и адаптируя объекты градостроительства к современным запросам, условиям и требованиям, можно не только улучшить качество жизни человека, но и сформировать уникальный облик населенного пункта с учетом коэволюционного развития человека и биосферы.

Ключевые слова: биопозитивность, «зеленые крыши», вертикальное озеленение, биопозитивные материалы, повышение качества жизни, экология.

ВВЕДЕНИЕ

Депрессии и неврозы, как следствие «синдрома крупных городов» которым страдают жители «каменных джунглей», а также деградация ландшафтов, загрязнение атмосферы и почвы, нарушение аэрации и температурного режима, образование свалок мусора наблюдается почти в каждом населенном пункте. Рост городов происходит в разногласии с природными устоями, постоянно загрязняя окружающую среду и нанося негативное воздействие на физическое и психическое состояние жителей города.

Вопросы связанные с дальнейшим развитием общества, впервые были рассмотрены на Конференции ООН в Рио-де-Жанейро в 1992г. При разработке стратегии развития стран во многом они стали определяющими. Одну из главных ролей в решении данного вопроса играют инновационные технологии строительства.

Непрерывное устойчивое развитие человечества подразумевает, как сохранение и восстановление окружающей среды, в том числе снижение

пагубного влияния жизнедеятельности человека на воздух, почву, воду, флору и фауну, так и максимальное сохранение невозполнимых источников природных ресурсов.

Следовательно, система «зеленого» строительства полностью соответствует принципам развития социума. Она расширяет объемы экологически благоприятных зданий и сооружений, способствует улучшению окружающего климата и микроклимата, приводит к минимализации отходов, как в процессе строительства, так и в период эксплуатации сооружения.

Рассматривая данный вопрос непосредственно в нашей стране, можно сказать, что на данный момент большая часть городов России находится в неблагоприятной ситуации, ведь основной причиной возникновения экологических проблем являются сами города. Поэтому для решения данной проблемы необходимо рассматривать весь ряд мероприятий строительного комплекса, начиная с производства строительных материалов и заканчивая утилизацией строительных отходов после сноса объекта. Сочетание «зеленых»

стандартов и инновационных технологий способствует созданию биопозитивных сооружений, комбинирующих комфорт населения и защиту окружающей среды [1].

Цель исследования: разработка принципов формирования архитектурного пространства на основе комплексного применения биоподходов в контексте коэволюционного развития человека и биосферы.

Задачи исследования:

1. определить принципы биопозитивности;
2. провести анализ успешного мирового опыта использования принципов биопозитивности при строительстве объектов;
3. определить значение биопозитивных материалов, биопозитивных технологий, их эффективность для устойчивого развития городов будущего;
4. предложить классификацию биоподходов в различных структурных аспектах;
5. провести анализ соответствия биоподходов экологическим критериям живого организма;
6. сформулировать выводы.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Проблемы развития городов наиболее детально раскрыты в работах доктора технических наук Тетиора А.Н. [2,3]. В его работах дается определение понятия «биопозитивность», «устойчивое развитие города», описываются принципы и приемы биопозитивного строительства, а также прогнозируется преобразования городской среды будущего.

Вопросы необходимости применения биопозитивных технологий, как основы развития устойчивой городской среды (в том числе для Республике Крым) рассмотрены в статье Сидоровой В.В. и Сорокиной Н.А. [4].

Саяпина Д.Г. и Коробий Е.Б. в своей статье [5] анализируют современную тенденцию озеленения городского пространства, ее влияние на здоровье человека, его душевное состояние и работоспособность. Рассмотрена история градостроительства и архитектуры, а именно - попытки создания экспериментальных моделей экологически эффективных зданий и городов в целом.

В работе Денисенко Е.В. [6] рассматривается взаимодействие природы и общества, как длительной перспективы развития экологической стратегии устойчивой городской среды. Приведены принципы формирования архитектурного пространства на основании комплексного применения биоподходов в контексте взаимного развития человека и природы, также рассмотрена практика применения принципов биопозитивной архитектуры и природных форм такими архитекторами как: Антонио Гауди, Фрэнк Ллойд Райт, Ле Корбюзье, Кисе Курокава, Кензо Танге, Оскар Нимейер, Фрэнк Гери, Заха Хадид, Норман

Фостер, ОМА, R&Sie(n), UN Studio, MVRDV и другие.

Биопозитивность зданий и сооружений достигаемая за счет использования экологически чистых видов энергии, анализ передовых технологий изготовления различных экологически чистых или практически экологически чистых строительных материалов, усовершенствование стандартов и норм проектирования. Приведены условия биопозитивности зданий и сооружений, мероприятия для повышения уровня биопозитивности. Проанализирован вопрос о способах урбоэкологической помощи живой природе. Рассмотрен ряд решений для «возвращения» части застроенной природной среды в более естественное состояние. Изучены преимущества системы «умное» биопозитивное здание. Выведены принципы создания материалов и их использование в технике, а также приведены варианты совершенствования биопозитивных материалов и экологических конструкций достаточно подробно рассмотрено в работе Слепынина А. [7]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В работе проанализированы теоретические и практические материалы, касающиеся темы исследования, сделаны выводы. В процессе подбора материалов по теме публикации и анализа полученных результатов применены методы: дедукции, сравнительного анализа и теоретического синтеза, метод аналогии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Ведущим направлением по сохранению и улучшению экологической ситуации в населенных пунктах является придание биопозитивности зданиям и сооружениям. Основная задача биопозитивного объекта — это формирование благоприятной и безопасной среды для жизнедеятельности человека, а также отсутствие негативного влияния на природную среду.

Впервые термин «биопозитивность» применен доктором технических наук Тетиором А.Н.

Биопозитивность зданий и инженерных сооружений – это их способность органично вписываться в природную среду и не быть отторгаемыми экосистемами, не разрушать и не загрязнять природную среду, восстанавливать природу, быть приспособленными (биоадаптивными) для существования живой природы на наружных поверхностях зданий и внутри объемов сооружений, экономить ресурсы и не требовать для изготовления зданий невозобновляемых ресурсов, не быть преградами на путях потоков веществ и энергии, не выделять не перерабатываемых природной средой загрязнений, создавать высокое качество жизни [2].

Особенности технологических и конструктивных решений

При разработке конструктивных решений объектов для оказания благоприятного воздействия на природу необходимо:

- Минимизировать площадь занимаемой поверхности земли при строительстве;
- Использовать источники возобновляемой энергии;
- Утилизировать отходы;
- Исключить негативное воздействие на окружающую среду от эксплуатируемого объекта;
- Использовать экологически чистые материалы при строительстве объекта;
- Применять внешнее вертикальное озеленение стен и фасадов, озеленение крыш;

- Восстанавливать естественное состояние участка территории после окончания срока эксплуатации здания;

- Не создавать под поверхностью земли непроницаемых экранов, чтобы не нарушать процесс естественного испарения и движения ливневых и грунтовых вод, не препятствовать деятельности почвенных организмов.

Важнейшей задачей является сохранение почвенного покрова. Размещая здания и сооружения над и под поверхностью земли, на шельфе, под водой и на неудобьях можно решить данную проблему [8].

Примеры подземных сооружений: часть Штеделевского музея в г. Франкфурт-на-Майне (Германия), музея Иоанненум в г. Грац (Австрия), торговый комплекс «Охотный ряд» в г. Москва (Россия) (рис. 1).

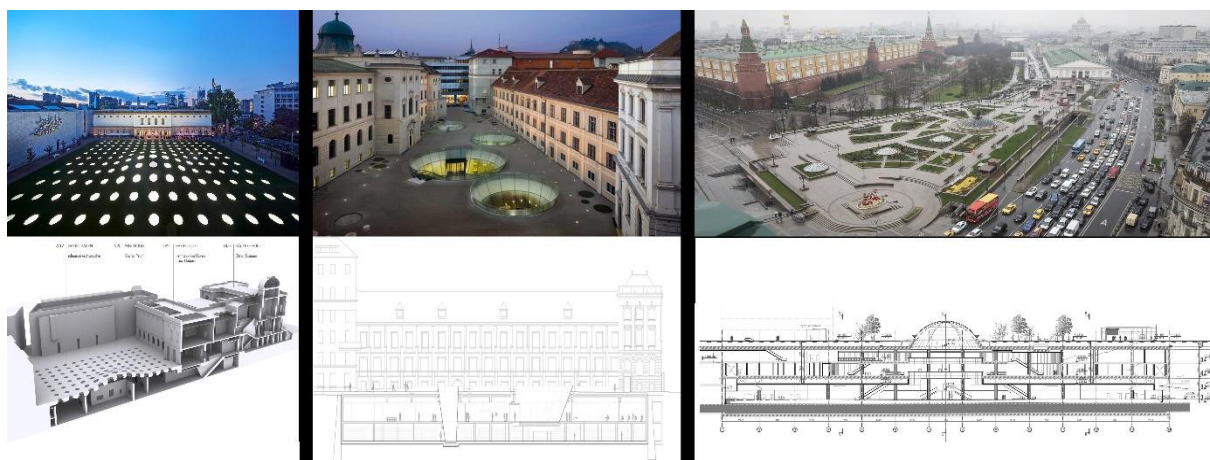


Рис. 1. Подземно – наземные сооружения: Штеделевский музей в г. Франкфурт-на-Майне (Германия) (слева); музей Иоанненум в г. Грац (Австрия) (в центре); торговый комплекс «Охотный ряд» в г. Москва (Россия), (справа).

Fig. 1. Underground - aboveground structures: Shtedel Museum in Frankfurt am Main (Germany) (left); the Joannenum Museum in Graz (Austria) (center); shopping center "Okhotny Ryad" in Moscow (Russia), (right).

Примеры обвалованных или полузаглубленных сооружений: Edgeland Residence штат Техас (США), церковь Темпелиаукио в г.Хельсинки (Финляндия).

Примеры надземных сооружений: автономная вилла Когельхоф в Норд-Беваланде (Нидерланды); дом Toda в Хиросиме (Япония); дом Полюс (Австралия) (рис.2) [4].



Рис. 2. Надземные сооружения: автономная вилла Когельхоф в Норд-Беваланде (Нидерланды) (слева); дом Toda в Хиросиме (Япония) (в центре); дом Полюс (Австралия) (справа).

Fig. 2. Above ground structures: self-contained villa Kogelhof in Nord-Bevaland (Netherlands) (left); the Toda house in Hiroshima (Japan) (center); house Pole (Australia) (right).

Озеленение поверхностей

Минимальное условие биопозитивности объектов - возможность существования и развития на поверхности сооружения живых организмов, а также благоустройство прилегающей территории. Биопозитивными являются только те конструктивные решения, которые передают поверхности здания «некоторое подобие естественной среды обитания для растений, птиц и мелких животных».

Возможность существования и роста растений на закрепленных наклонных, вертикальных и горизонтальных поверхностях приводит к очищению от загрязнений воды и воздуха, улучшению микроклимата внутри здания, а также созданию биомассы, тепло- и звукозащиты и как следствие улучшает эстетический вид.

В 1994 г. в г. Манчестере (Англия) на конгрессе «Глобальный экологический форум - 94» рассматривались вопросы биопозитивности и выработаны подходы к решению проблемы

преобразования городской среды. Было предложено использовать архофитомелиоративные мероприятия при строительстве и реконструкции объектов.

Архофитомелиоративные мероприятия включают следующие меры:

- Вертикальное озеленение стен при помощи устройства веранд и террас, создания ампельных покрытий и навесных устройств для озеленения фасадов;
- Устройство фитомансардных этажей для устройства зимних садов внутри здания;
- Создание биопозитивных цокольных зон здания (выполнение фитоэкранизирующих покрытий стен, озеленение конструкций отмосток, цоколей и др.);
- Озеленение максимально возможных свободных участков территории и искусственных надземных территорий, создаваемых с помощью подземного пространства;
- Эксплуатация крыш путем озеленения как зон рекреации.



Рис. 3. Варианты озеленения фасадов: культурный центр Acros (Япония) (слева); резиденция Hualien (Тайвань) (в центре); школа искусств (Сингапур) (справа).

Fig. 3. Facade landscaping options: Acros Cultural Center (Japan) (left); Residence Hualien (Taiwan) (center); School of the Arts (Singapore) (right).

Целесообразно озеленять крыши зданий с плоской кровлей. Ле-Корбюзье считал сады на эксплуатируемой кровле «программным пунктом новой архитектуры». Благодаря устройству почвенного покрова, дренажного слоя и гидроизоляции озеленяемая кровля защищает

здания от теплопотерь в зимний период и от перегрева летом, улучшает микроклимат, препятствует загрязнению, уменьшает излучение вредных веществ, присущие обычным крышам при перегреве (рис. 4) [10].



Рис. 4. Варианты озеленения кровли: Наньянский технологический университет (Сингапур) (слева); Marcel Sembat High School (Франция) (в центре); ресторан Royal Beach (Крестовский остров, Санкт-Петербург) (справа).

Fig. 4. Roof landscaping options: Nanyang Technological University (Singapore) (left); Marcel Sembat High School (France) (center); Royal Beach restaurant (Krestovsky Island, St. Petersburg) (right).

По исследованиям Ле-Корбюзье эксплуатируемое покрытие каждого здания с плоской крышей следует проектировать в виде атриума, дендрария или открытой площадки, это позволит получить в каждом доме еще одну экологически чистую зону.

К биопозитивным относятся не только здания, но и берегоукрепительные сооружения, которые способствуют развитию прибрежных экосистем, подводные конструкции и шумозащитные озелененные экраны вдоль автомагистралей и т.д. [9].

Архофитомелиоративные мероприятия способствуют созданию благоприятного микроклимата в помещениях, защищают от пыли, вибрации, шума, загазованности, способствуют оздоровительному эффекту, улучшают эстетический вид, поддерживают видовое разнообразие растений, возмещают уничтоженную при строительстве биопroduкцию, и таким образом делают окружающую среду более комфортной [5].

В будущем возможно усовершенствование системы «умное здание», которое будет контролировать состояние внутренней и внешней среды через систему датчиков и при отклонении показателей стремится привести их к нормативным.

Также хочется отметить необходимость оптимизации площади проездов, пешеходных дорожек, автомобильных стоянок и дворовых площадок. Экологически благоприятными являются покрытия из штучных материалов (плитные и брусчатые из природного камня). Они сохраняют доступ воздуха и влаги к почве, благоприятно влияют на грунтовые воды и микрофлору [1].

Уровни биопозитивности

- Минимальный уровень – выращивание растений на поверхности зданий и сооружений
- Более высокий уровень подразумевает возможность существования на озелененной поверхности сооружений животных или птиц.
- Следующий уровень предусматривает получение биопroduкцию с этих площадей.

Уровень биопозитивности зданий и сооружений может быть существенно повышен путем использования биопозитивных материалов, учета требований сенсорной экологии, сокращения энергопотребления и повышения теплозащитных свойств, устройства в конструкциях здания установок для утилизации возобновимой энергии, сбора и использования дождевой воды с кровли, и т.д. [7].

Активные биопозитивные здания выполняют такие функции как:

- 1) Создавать условия для нормального существования и развития растений и животных, обитающих в данном регионе;
- 2) Создавать благоприятный микроклимат внутри помещения и комфортные условия проживания людей;

- 3) Очищать выпадающие атмосферные осадки и окружающий атмосферный воздух, воспроизводить биопroduкцию равную или большую, чем производимая на занятой территории зданием ранее [8].

Биопозитивные строительные материалы

Биопозитивные материалы – это материалы из возобновляемых природных ресурсов, требующие минимальных затрат энергии в процессе изготовления, не загрязняющие природную среду при изготовлении и эксплуатации, не оказывающие негативного действия на человека, полностью рециклируемые или разлагающиеся после выполнения функций подобно материалам живой природы. К таким материалам относятся: дерево, бамбук, тростник, солома, шерсть, кожа, войлок, пробка, коралловый песок и камни, натуральный шелк, хлопок натуральная олифа, натуральные клеи, натуральный каучук и др. Также можно отнести к биопозитивным изделия из стекла, алюминия, глины [11].

При создании биопозитивных конструкций и материалов полезно использовать принципы природы.

Существующие материалы должны совершенствоваться в направлении биопозитивности. Для этого, во-первых, необходимо применять рециклируемые материалы, сократить материалоемкость, повысить их долговечность. Во-вторых, создать абсолютно новые материалы с заданными свойствами биопозитивности, которые смогут расти, регенерироваться и подпитываться энергией самостоятельно.

Один из самых популярных строительных материалов в городах – это бетон. Существуют интересные разработки по **приданию бетону биопозитивных свойств**. Например, в Барселоне ученые политехнического института рекомендуют использовать органический бетон, способствующий развитию лишайника и мха, как альтернативу вертикальных садов не требующих поддерживающих конструкций. В составе бетона портландцемент (вяжущее вещество) было заменено фосфатом магния, который скрепляет бетон и подкисляет среду, что способствует выращиванию некоторых растений. Верхний слой бетона задерживает дождевую воду, а средний влагостойкий слой препятствует разрушению и проникновению влаги внутрь стен.

Еще одно усовершенствование бетона предоставили ученые из голландского университета Delft Technical University. Биобетон обладает свойствами самовосстановления, при помощи живущих в нем бактерий *Vacculus* трещины затягиваются. Добавленные в бетон микроорганизмы и крошечные капсулы с локтатом кальция, служат источником питания бактериям. При добавлении воды происходит химическая реакция, во время которой образуется известняк и

заполняет все микротрещины. Примером строения с использованием такого материала служит спасательная станция в Голландии на берегу озера.

К сожалению, биопозитивных материалов, способных приблизить сооружения к природным

объектам, на сегодняшний день мало, они находятся на стадии разработки и широко не применяются в строительстве [4].

Таблица 1. Природные принципы создания материалов и их использование в технике.
Table 1. Natural principles of creating materials and their use in technology.

Объект	Природные принципы	Использование природных принципов в технике
Материалы и их изготовление	Биоматериалы, не требующие затрат невозобновляемых ресурсов при изготовлении.	Новые технологии и материалы, не потребляющие невозобновимые ресурсы
	Саморазлагающиеся материалы, не загрязняющие природу.	Саморазрушающиеся (после срока эксплуатации) материалы
	Активные материалы, подпитываемые энергией и меняющие жесткость (наподобие мышц)	Создание активных материалов, воспринимающих временные нагрузки
	Композиты: сочетание пассивных и активных материалов	Композиты, сочетание пассивных и активных материалов
Конструкции	Пространственные конструкции (оболочки мембраны, сетки)	Пространственные конструкции
	Гексогональность пор, сеток	Гексогональность
	Тургор, напряжение пор	Тургор, напряжение сот,
	Торможение трещин	Торможение трещин
	Полифункциональность.	Полифункциональность.
Развитие и разложение	Рост, развитие по программе	Саморастущие сооружения
	Ремонт и изменения в процессе жизни по программе	Самозалечивание и нужные изменения по программе
	Разложение после завершения жизни с возвратом всех веществ в кругооборот	Саморазрушение с возвратом составляющих в производство или естественный кругооборот.

Использование возобновляемых источников энергии

В зависимости от источников энергии энергетические ресурсы делятся на возобновляемые, применение которых ведет к устойчивому развитию, и не возобновляемые. К возобновляемым источникам относятся: энергия ветра, солнца, фотосинтеза, приливов, волн, гидроэнергия, геотермальная энергия, процессов испарения и выпадения осадков, тепловая энергия.

Для получения возобновляемой энергии, необходимо применить установки совмещенные со зданием и сооружением. Рассмотрим примеры зданий и сооружений с установками по утилизации возобновляемых источников энергии в электричество из мировой практики (рис.5) [4].

Энергия ветра: в Бахрейском торговом центре успешно работают ветрогенераторы. Сооружение состоит из двух башен, соединенных между собой

тремя воздушными мостами с установленными на них ветрогенераторами.

Энергия солнца: Павильон Endesa в Барселоне, разработанный Институтом Передовой Архитектуры Каталонии, оборудован фотогальваническими группами по многоуровневому, угловым крышам, которые собирают максимальное количество света даже с учетом сезонности.

Геотермальная энергия: Noain City Hall в Испании, принцип действия заключается в обмене энергии здания с землей через тепловые насосы, температура внутренних помещений регулируется через сеть микротруб, установленных в полу. Таким образом, пол превращается в одну большую систему охлаждения (рис.5).

Энергия механическая: компания Pavegen Systems Ltd в Великобритании разработала тротуарную плитку и покрытие пола, вырабатывающие электроэнергию от шагов. Плиты изготовлены из полимерного бетона и переработанной резины с светодиодом в центре,

который загорается, когда кто-нибудь наступает на них [4]. Корпус плитки изготовлен из особой нержавеющей стали. При нажатии верхняя грань прогибается на 5 миллиметров, и заставляет интегрированный преобразователь генерировать

электричество. Электроэнергия может накапливаться в литиевом аккумуляторе, либо отправляться напрямую для питания освещения рекламных вывесок, витрин, автобусных остановок и т.д.



Рис. 5. Энергоэффективные здания: торговый центр в Бахрейне (слева); Павильон Endesa в Барселоне (в центре); Noain City Hall в Испании (справа).

Fig. 5. Energy efficient buildings: shopping center in Bahrain (left); Endesa Pavilion in Barcelona (center); Noain City Hall in Spain (right).

К энергосберегающим мероприятиям можно отнести: правильная ориентация по ветру, эффективные объемно-планировочные и конструктивные решения, утилизация теплоты от внутренних источников здания, использование теплоизоляции наружных стен, регуляторы и счетчики тепла, солнечные батареи на кровлях и экранах лоджий, аккумулирование энергии, при возможности – использование ветровой энергии, биогаза, подземного тепла и др.

На данный момент биопозитивные технологии дороги и требуют обширных знаний специалистов для внедрения их в городскую среду. Поэтому в основном положительный эффект можно рассмотреть на примере экономически развитых стран, которые ощущают нехватку полезных ископаемых и ориентированы на экологизацию жизни.

Формообразование и стилевые направления

Одно из условий при проектировании биопозитивных сооружений — это соблюдение визуальной экологичности. Использование пространственных конструкций (структур, мембран оболочек) как максимально приближенным к природным формам является методом решения данного вопроса. Данные конструкции визуально приятные и экономичны в расходах при строительстве объекта. Так как правильно выбранная (обтекаемая) форма объекта приводит к снижению ветровых нагрузок, при этом появляется возможность уменьшить расчетное значение несущих конструкций.

Анализируя стилевые направления и теоретические концепции XX в. можно заметить индивидуальность подходов (взглядов) на взаимодействие природы и архитектуры при помощи структурных и функциональных связей: «форма следует функции» (Л. Салливен); органичное взаимодействие архитектуры-природы-человека (А. Аалто); уникальность объекта в зависимости от его местоположения (Ф.Л. Райт); экологичность и подражание природе в архитектурном проектировании (Ле Корбюзье).

Природная составляющая стилевых направлений выражается в: органичности мотивов модерна; функциональности рационализма; мобильности функционализма; пластичности экспрессионизма; конструктивности неопластицизма (Я. Ауд.); естественности и контекстуальности органической архитектуры (Ф.Л. Райт); природной ассоциативности неоекспрессионизма (С. Калатрава, Й. Уотсон); мобильности и модульности неофункционализма; гармоничном взаимодействии элементов структурализма; естественности материалов необрутализма (А. и П. Ститсоны); модульности и трансформации метаболизма с возможностью развития и роста аналогично живому организму (К. Курокава); динамичности деконструктивизма (З.Хадид, Э. Моос, Ф. Гери); бережном отношении к природной среде (Т. Андо) и т.д.

Взаимодействия и взаимосвязи архитектуры-человека-природы основывается на принципе «функция + форма + структура», а также на принципах проектирования с использованием возобновляемых источников энергии, экологических материалов.

К современной бионаправленной архитектуре относятся: зеленая архитектура, экоархитектура; фитоморфизм, био-тек, органи-тек, био-тек, эко-тек, зооморфизм, фитоморфизм, биоурбанизм, биотектура.

На основании анализа творчества архитекторов можно разработать классификацию структурных аспектов (рис. 6) [6].

Исходя из полученных аспектов и подходов, основанных на взаимодействии с природной составляющей разработана классификация биоподходов (рис.7)

На базе выявленных структурных аспектов и соответствия им биоподходов сформулированы

принципы (рис. 8) и критерии архитектурного пространства, предложена теоретическая модель.

Принципы: экологичность, высокотехнологичность, интегрированность, природное формообразование, природное функционирование.

Согласно вышеуказанным принципам, можно провести соответствия биоподходов биологическим критериям живого организма (рис. 9). Формируя объект по принципу и подобию живого организма, появляется возможность поспособствовать взаимодействию с окружающей средой, помогая биосфере возобновлять биологические процессы, безвредно и независимо сосуществовать [6].

Структурный аспект	В чем выражено	Архитекторы
Пространственный аспект	Процесс саморазвивающегося пространства	П. Эйзенман
	Чередование масс-пространства	Д. Либескинд
	Информативность и функциональность блоб-пространства	Г. Линн
	Взаимозависимость формы-функции	Р. Роджерс
Формообразующий аспект	Масштабные пластичные скульптурные композиции	Ф. Гери
	Архитектурные «экзоскелеты»	С. Калатрава
	Абстрактная гибкая форма	З. Хадид
Контекстуальный аспект	Культурная и средовая конфигурация	Рем Колхас
	Принцип гармонии контекста и объекта	Р. Пиано
	«Живая система» объекта, биоклиматический подход, экологический и энергосберегающий принцип	К. Янг
	Изменчивость гибкость зданий как живых организмов, минимизация ущерба для природы	Н. Гримшоу
Процессуальный аспект	Программный метод проектирования	MVRDV
	Изменение порядка и гравитации	Coop Himmelb(l)au
	Прогнозирование процессов и ситуаций	П. Цумтор
	Ресурсосбережение в строгих образных решениях	Н. Фостер

Рис. 6. Классификация структурных аспектов
 Fig. 6. Classification of structural aspects

1. Контекстуальный аспект - взаимодействие природного контекста и архитектуры		
1.1. зеленые насаждения		
1.2. природные, экологические материалы		
1.3. отражение природы в архитектуре		
1.4. прозрачность		
1.5. арбоархитектура		
1.6. архитектура, встроенная в природную среду: земля или скалы, воздух, вода		
1.7. влияние природных факторов на формирование объекта		
2. Пространственный аспект - (характеристики и качества природного мира в архитектуре)		
2.1. трансформация		
2.2. мобильность		
2.3. функциональность		
2.4. модульность		
2.5. цикличность		
3. Процессуальный аспект - (процессы живого организма в архитектуре)		
3.1. автономность		
3.2. автоматизация		
3.3. высокие технологии		
4. Формообразующий аспект - (метафора природных форм в архитектуре)		
4.1. интерпретация природной формы		
4.2. копирование природной формы		
4.3. имитация природного контекста		
4.4. конструктивная аналогия с живой природой		

Рис. 7. Классификация биоподходов
Fig. 7. Classification of bioapproaches

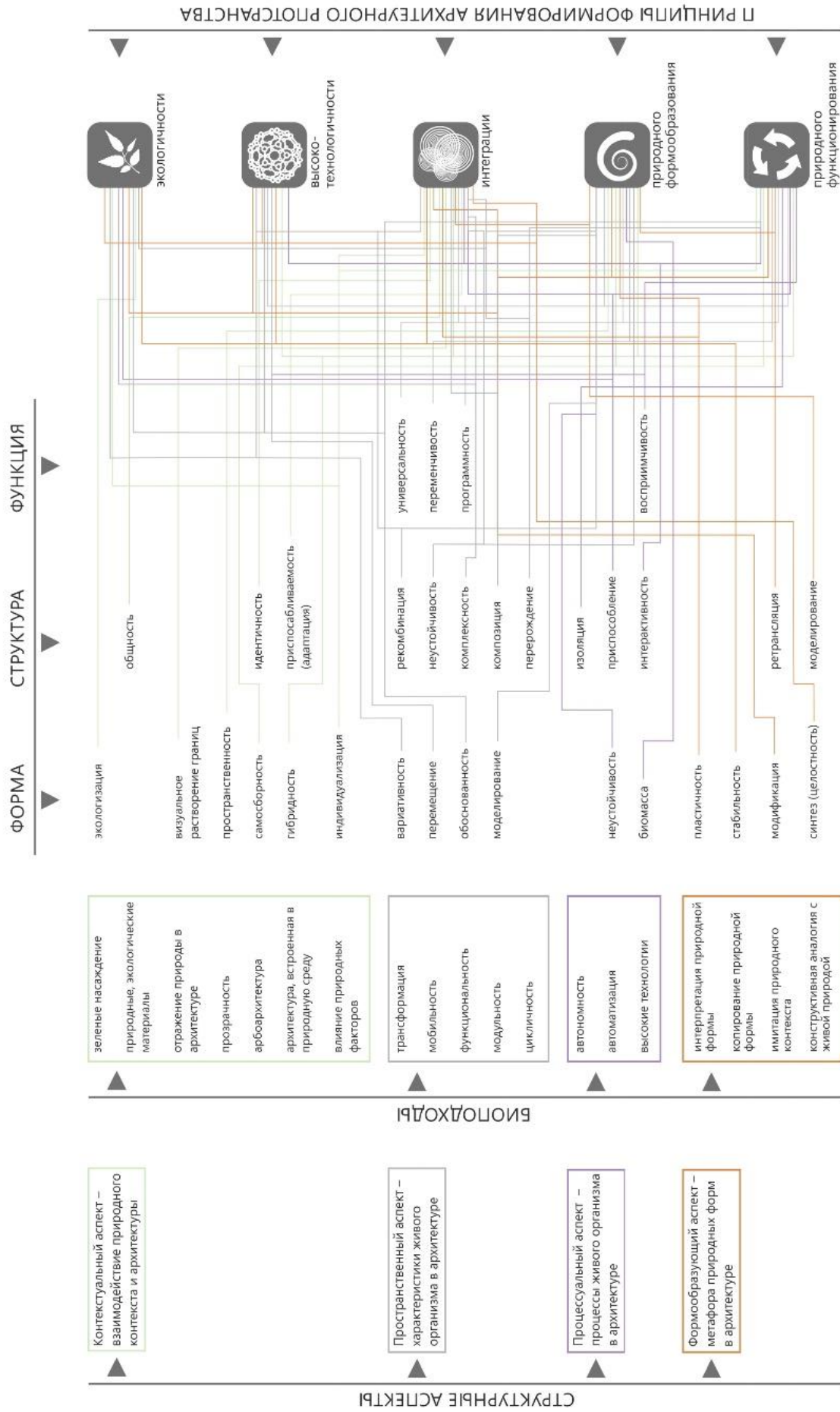


Рис. 8. Принципы формирования архитектурного пространства на основе биологов
 Fig. 8. Principles of the formation of an architectural space based on bio approaches.

	Мимикрия	Метаболизм	Адаптация	Авторегуляция	Дискретность	Изменчивость	Репродукция	Наследственность	Рост и развитие	Раздражимость	Ритмичность	Самовосстановление	Пластич./энерг. обмена
ОКРУЖАЮЩАЯ ПРИРОДНАЯ СРЕДА (КОНТЕКСТ) И АРХИТЕКТУРА													
применение зеленых насаждений	•	•			•		•		•	•		•	•
применение природных материалов	•				•		•						
отражение природы в архитектуре	•		•			•							
прозрачность	•		•			•							
арбоархитектура	•	•			•	•	•		•	•		•	•
архитектура, встроенная в природную среду	•				•		•						
влияние природных факторов на объект		•	•		•								
ХАРАКТЕРИСТИКИ И КАЧЕСТВА ПРИРОДНОГО МИРА (ЖИВОГО ОРГАНИЗМА) В АРХИТЕКТУРЕ													
трансформация				•		•	•		•		•		•
мобильность		•	•								•		•
функциональность						•		•					
модульность	•			•		•	•		•				•
цикличность		•					•				•		•
ПРОЦЕССЫ ПРИРОДНОГО МИРА (ЖИВОГО ОРГАНИЗМА) В АРХИТЕКТУРЕ													
автономность		•	•	•						•		•	•
автоматизация		•	•	•						•	•	•	
высокие технологии			•	•		•			•	•	•	•	•
МЕТАФОРА ПРИРОДНЫХ ФОРМ В АРХИТЕКТУРЕ (ОБОЛОЧКА)													
интерпретация природной формы	•				•			•					
копирование природной формы	•							•					
имитация природного контекста	•				•								
конструктивная аналогия с живой природой	•				•			•					

Рис. 9. Соответствие биоподходов биологическим критериям живого организма.
Fig. 9. Compliance of bioapproaches with biological criteria of a living organism.

Обобщая результаты, можно сказать с уверенностью, что устойчивый город будущего будет работать по принципам биопозитивности, рассмотренным в этой статье. Доказательством служат уже реализованные примеры из мирового опыта [4]. На данный момент в этом деле дальше всех продвинулись США. Уже на протяжении нескольких лет в стране работает совет по биопозитивному строительству (USGBC), который сертифицирует и дает оценку проектной документации возводимых объектов именно с точки зрения влияния их на здоровье человека и окружающую среду [1].

ВЫВОДЫ

Архитектура эволюционирует вместе с природой и человеком. Ведь объекты, спроектированные с учетом принципов экологического взаимодействия и подобия живому организму, способствуют приближению их к природе. Как показал опыт бионаправленной архитектуры данная тенденция весьма значима и нуждается в дальнейшем изучении тематики и усовершенствованию ее принципов.

1. На основании анализа концепций и стилевых направлений выявлены различные подходы взаимодействия архитектуры и окружающей природной среды от частичной до полной включенности: интерпретация природных форм, экологичность, цикличность, взаимодействие с природой, использование природных материалов, возобновляемой энергии и т.д.

2. Выявлены проблемы использования биоподходов в высоко и малопродуктивных территориях, а также на ландшафтах с особым характером (район вечной мерзлоты, пустыни). Необходимо отметить проблему биопозитивности зданий в районах повышенной этажности (небоскребах) и плотной застройки, не все методы могут быть применимы в данной ситуации.

3. Исходя из проведенного анализа научной литературы можно заключить, что данная проблема актуальна и всесторонне изучается.

4. Классифицированы структурные аспекты в соответствии с различными подходами биоадаптивности: пространственные (трансформация, функциональность, мобильность, цикличность, модульность), контекстуальные (зеленые насаждения, экологически чистые материалы, отражение природы в архитектуре, арбоархитектура, прозрачность, встроенная архитектура в природную среду формирования на основании природных факторов), формообразующие (имитация природного контекста, интерпретация природной формы, повторение природной формы, аналогия с живой природой) и процессуальные аспекты (применение нанотехнологий, автоматизация, автономность).

5. Выведены принципы создания объектов, основанных на комплексном биоподходе: принцип природного формообразования, принцип

интеграции, принцип высокотехнологичности, принцип экологичности, принцип природного функционирования.

6. Проанализированы проектные особенности мировых биопозитивных зданий и сооружений.

7. Полученные результаты способствуют формулированию принципов создания биопозитивных зданий и сооружений и могут быть использованы в последующих исследованиях, экспериментальном проектировании и учебном процессе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Серков А.И. Использование основных принципов архитектурно-строительной экологии при создании биопозитивных зданий и сооружений // Региональное развитие. Электрон. журн. 2017. № 2 (20). Режим доступа: <file:///C:/Users/USER/Downloads/ispolzovanie-osnovnyh-printsipov-arhitekturno-stroitelnoy-ekologii-pri-sozdanii-biopozitivnyh-zdaniy-i-sooruzheniy.pdf>.
2. Тетиор А.Н. Устойчивое развитие. Устойчивое проектирование и строительство. М: Природа, 1998. 450 с.
3. Тетиор А.Н. Архитектурно-строительная экология. М.: Академия, 2008. 368 с.
4. Сидорова В.В., Сорокина Н.А. Биопозитивные технологии, как основа развития устойчивой городской среды // Научно-технический журнал по строительству и архитектуре. Электрон. журн. – 2018. – № 10(62).
5. Саяпина Д.Г., Коробий Е.Б. Озеленение городов: биопозитивность зданий и сооружений // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. – 2014. – № 3. – С. 171-176.
6. Денисенко Е.В. Принципы формирования архитектурного пространства на основе биоподходов: автореф. дис. ... канд. архитектуры. Нижний Новгород., 2013. 28 с.
7. «Биопозитивность зданий и сооружений и архофитомелиорация» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nsportal.ru/ap/library/nauchno-tehnicheskoe-tvorchestvo/2013/11/26/biopozitivnost-zdaniy-i-sooruzheniy-i>.
8. Основы биопозитивности зданий и сооружений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lektsii.org/10-52183.html>.
9. Биопозитивность зданий и сооружений и архофитомелиорация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studopedia.ru/15_125393_biopozitivnost-zdaniy-i-sooruzheniy-i-arhofitomeliioratsiya.html.
10. Биопозитивность и архофитомелиорация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yarodom.ru/articles/23-bioozitivnye-doma/109-biopozitivnost-i-arkhofitomeliioratsiya>.

11. Биопозитивные материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ndpi.kiev.ua/pages/2777>.

REFERENCES

1. Serkov A.I. Using the basic principles of architectural and construction ecology in the creation of biopositive buildings and structures // Regional development. Electron. zhurn. – 2017. – № 2(20). Access mode: file:///C:/Users/USER/Downloads/ispolzovanie-osnovnyh-printsipov-arhitekturno-stroitelnoy-ekologii-pri-sozdanii-biopozitivnyh-zdaniy-i-sooruzheniy.pdf.
2. Tetior A.N. Sustainable development. Sustainable design and construction. – M: Priroda, 1998. – 450 p.
3. Tetior A.N. Architectural and construction ecology. Moscow: Academy. – 2008. – 368 p.
4. Sidorova V.V., Sorokina N.A. Biopositive technologies as the basis for the development of a sustainable urban environment // Scientific and technical journal on construction and architecture. Electron. zhurn. – 2018. – № 10(62).
5. Sayapina D.G., Korobiy E.B. Greening cities: bio-positivity of buildings and structures // New ideas of

the new century: materials of the international scientific conference FAD TOGU. – 2014. – № 3. – Pp. 171-176.

6. Denisenko E.V. Principles of the formation of an architectural space based on biological approaches: author. dis. ... Cand. architecture. Nizhny Novgorod., 2013.28 p.
7. "Biopositivity of buildings and structures and archophytomelioration" [Electronic resource]. – Access mode: <https://nsportal.ru/ap/library/nauchno-tehnicheskoe-tvorchestvo/2013/11/26/biopozitivnost-zdaniy-i-sooruzheniy-i>.
8. Bases of bio-positivity of buildings and structures [Electronic resource]. – Access mode: <https://lektsii.org/10-52183.html>.
9. Biopositivity of buildings and structures and archophytomelioration [Electronic resource]. – Access mode: https://studopedia.su/15_125393_biopozitivnost-zdaniy-i-sooruzheniy-i-arhohitomelioratsiya.html.
10. Biopositivity and archophytomelioration [Electronic resource]. – Access mode: <https://yaradom.ru/articles/23-bioozitivnye-doma/109-biopozitivnost-i-arkhofitomelioratsiya>.
11. Biopositive materials [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.ndpi.kiev.ua/pages/2777>.

PRINCIPLES AND APPROACHES IN BIOPOSITIVE ARCHITECTURE - SYMBIOSIS OF MODERN TECHNOLOGIES AND METHODS OF ADAPTING BUILDINGS WITH NATURE

Sergeeva A.Yu., Privalova E. N.

Academy of Construction and Architecture "V. I. Vernadsky Crimean Federal University"
295493, Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya Street, 181
Ennifer2000@mail.ru

Annotation. The article substantiates the need for the use of biopositive buildings and structures. The principles and approaches of biopositive architecture are formulated. The world experience in applying the principles based on the symbiosis of modern technologies and ecology is analyzed. The ecological directions related to the research topic are considered. The classification of biological approaches from different aspects of architecture is presented. The correspondence of biological approaches to biological criteria of a living organism has been analyzed.

The subject of the study. Biopositivity of buildings and structures.

Materials and methods. In the course of the work, an analysis of the literature on the research topic was carried out and the basic principles and approaches in the design of biopositive buildings and structures were identified based on the analysis of world experience, the following methods were applied: deduction, theoretical analysis and synthesis, the method of analogy.

Results. In the course of the study, one of the main tasks of architectural science was solved - a classification of biological approaches was derived, principles were formulated, and a tendency in the development of architecture in the bio-direction was revealed. The world experience in the design of buildings and structures based on bio-positivity is analyzed. The impact on the biological, social, psychological, intellectual and physical levels of society has been studied. The design of new or the transformation of existing buildings and structures should be based on the use of measures that contribute to the ecological balance between the object and the environment. Analysis of the data indicates that the issue of creating, reconstructing and transforming objects of the urban environment is extremely relevant and should be studied by specialists in various fields of activity (urban planners, architects, engineers, ecologists, economists, sociologists, etc.).

Conclusions. At the present stage of development of society, the bio-positivity of buildings and structures is a necessary measure for the sustainable development of urban areas. Urban development needs to be modified taking into account the introduction of modern bio-positive technologies and environmental protection measures. The concept of "bio-positivity" is becoming the main strategy for the development of cities in the world. And the goal of this strategy is to restore nature in cities, to bring people closer to it, thus increasing the level of urban life. The creation and reconstruction of urban development based on biological approaches includes the solution of a wide range of engineering, environmental and social issues, and should also provide for the implementation of a set of measures for the greening of facilities and adjacent territories. By modernizing, restoring and adapting urban planning objects to modern needs, conditions and requirements, it is possible not only to improve the quality of human life, but also to form a unique appearance of a settlement, taking into account the co-evolutionary development of man and the biosphere.

Key words: bio-positivity, "green roofs", vertical gardening, bio-positive materials, improving the quality of life, ecology.

Раздел 2. Строительство

УДК 69.003

СМЕТНАЯ ПРИБЫЛЬ, КАК РЕЗУЛЬТАТ ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ (ЧАСТЬ 1)

Журавлев¹ П.А., Марукян² А.М., Сборщиков³ С.Б.

^{1,2,3}НИУ МГСУ «Московский государственный строительный университет». Адрес: 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

E-mail: ¹tous2004@mail.ru, ²A8874316@yandex.ru, ³sbs@mgsu.ru

Аннотация. Определяющим критерием финансово-хозяйственной деятельности строительных предприятий является прибыль, определяемая организациями в результате планирования договоров и контрактов строительства, анализа их реализации и принятия управленческого учета расходов и доходов организации. Определение себестоимости выполняемых работ и услуг ведется строительными предприятиями самостоятельно, исходя из фактических затрат по выполняемым подобным работам и аналогичным объектам. В зависимости от особенностей, видов и условий выполняемых работ строительными организациями важной задачей в прогнозировании прибыли и безубыточности предприятий является политика учета затрат, определяющих формирование себестоимости строительной продукции (выполняемых работ и услуг), в том числе, налоговых отчислений по имеющимся на балансе основным фондам организаций. Вместе с тем, фактическое финансовое состояние подрядных строительных организаций (размер компенсируемых средств) зависит от цены, устанавливаемой государственными контрактами строительного подряда, и формируемой в процессе архитектурно-строительного проектирования сметной документацией, рассчитанной с применением сметных нормативов (в т. ч. норм сметной прибыли, накладных расходов), конкурсных процедур, условий заключения инвестиционно-строительных контрактов, выполнения строительных работ и сдачи работ заказчику.

Предмет исследования: Предметом исследования является учетная политика строительной организации и система формирования себестоимости строительной продукции.

Материалы и методы: Отмечено, что существенным фактором формирования себестоимости строительной продукции (работ и услуг) являются, в том числе затраты в виде налоговых отчислений и других обязательных платежей (налог на имущество производственных и офисных зданий) по имеющимся на балансе (в собственности) организаций основным средствам производства. Констатируется, что законодательно четко не регламентирован вопрос отнесения расходов в виде вышеуказанных налоговых отчислений на себестоимость продукции, выполнение работ и оказание услуг. Метод исследования – структурный и функциональный анализ.

Результаты: Приведено аргументированное подтверждение условий (принципов) отнесения (отражения) в бухгалтерском учете затрат по налогу на имущество в зависимости от особенностей (видов) и условий выполняемых работ строительными организациями. Отмечены различные подходы в определении системы учета доходов (прибыли) и расходов в сметном ценообразовании, используемом при определении цены государственного контракта, а также бухгалтерском и налоговом учете. Дана оценка указанным различиям. Констатируется, что значительное снижение норматива сметной прибыли в сметной стоимости объектов по основным видам работ (строительные, ремонтно-строительные, монтаж оборудования) в целом негативно сказывается на финансовом положении подрядных организаций.

Выводы: Фактическое финансовое состояние подрядных организаций напрямую зависит от размера возмещения (восполнения, покрытия), рассчитанных по нормативу сметной прибыли средств. Анализ норматива сметной прибыли выявил значительное уменьшение сметной прибыли подрядных организаций по основным видам работ. Указанные различия, выраженные в подходах учета доходов и расходов, снижении нормативов сметной прибыли и включении расходов по налогу на имущество в состав расходов, учитываемых нормативом накладных расходов, напрямую влияют на ухудшение фактических финансовых показателей подрядных организаций.

Ключевые слова: объект основных средств, себестоимость строительной продукции, расходы по обычным видам деятельности, налог на имущество, норматив сметной прибыли, норматив накладных расходов.

ВВЕДЕНИЕ

Целью деятельности строительных организаций является получение прибыли. Основным показателем финансово-хозяйственной деятельности также является прибыль, определяемая организациями в результате планирования договоров и контрактов строительства, анализа их реализации и принятия управленческого учета расходов и доходов организации. Финансовое планирование находится во взаимосвязи с разработанной сметной документацией, от которой зависит эффективность проекта. Особенности управленческого учета

строительной деятельности зависят от специфики и характера выполняемых работ.

В состав строительных работ, выполняемых строительными организациями по договорам подряда, входят строительные, монтажные работы, работы по ремонту зданий и сооружений, монтажу оборудования, а также другие виды работ.

При производстве работ подрядные строительные организации используют либо собственные основные фонды, состоящие у них на балансе, либо фонды, привлеченные по договорам финансовой аренды (лизинга), или на условиях оплаты за оказанные услуги [1, 2]. Основные фонды в строительстве являются базой

производственного процесса строительной организации, которые участвуют в формировании себестоимости строительной продукции (выполнения работ и оказания услуг) [3,4].

Результатом финансовой деятельности строительной организации является разница между денежными средствами (выручкой), полученными от реализации строительной продукции (выполнения работ, оказания услуг), и расходами предприятия на производство и реализацию (фактическая себестоимость) товаров, работ, услуг [5].

Исходя из того, что цена, устанавливаемая государственными строительными контрактами формируется в процессе архитектурно-строительного проектирования, разработки сметной документации, конкурсных процедур, заключения инвестиционно-строительных контрактов, выполнения строительных работ и сдачи работ заказчику [6], то размер компенсируемых средств, рассчитанных с применением норм сметных нормативов (норм сметной прибыли, накладных расходов), напрямую влияет на фактическое финансовое состояние подрядных строительных организаций.

Следует отметить, что норматив сметной прибыли, в составе сметной документации, призван возместить расходы строительно-монтажных организаций на развитие производства (на приобретение, модернизацию (реконструкцию) объектов основных средств или возобновление производства), материальное стимулирование работников, пополнение оборотных денежных средств, связанных с их подрядной деятельностью, а также налоговые отчисления. Сметные нормы накладных расходов должны компенсировать расходы строительных организаций, связанные с организацией производства, управлением и обслуживанием.

Расходы, необходимые для производства и реализации (используемые материальные, технические, трудовые ресурсы, основные производственные фонды), отражают (формируют) фактическую себестоимость строительной продукции. При этом, важным составляющим фактором в определении расходов предприятия на производство и реализацию являются налоги на имущество, на землю, транспортный налог, формирующие себестоимость строительной продукции [7].

Как следствие, система организации учета и исчисления себестоимости строительной продукции (работ, услуг) на основании бухгалтерского и налогового законодательства, должна учитывать различные особенности строительной отрасли, аспекты, воздействующие на образование себестоимости продукции (работ, услуг), требования действующего законодательства и быть тщательно организована (построена) [8-10].

В этой связи, целью исследования являются особенности учетной политики расходов (налогов, сборов, платежей и других обязательных

отчислений) строительных подрядных организаций как субъектов инвестиционно-строительной деятельности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Строительная отрасль является ведущей отраслью Российской экономики. Строительные организации и предприятия осуществляют изыскательные, проектные, научно-исследовательские, строительно-монтажные, ремонтные и специальные работы, а также снабжение и производство, комплектацию строительными материалами, изделиями и конструкциями, оборудованием и мебелью.

Планирование себестоимости выполняемых работ и услуг ведется строительными предприятиями самостоятельно, исходя из фактических затрат на выполнение видов и объемов работ по аналогичным работам, объектам. Важной задачей в прогнозировании прибыли и безубыточности строительного предприятия является учет затрат, определяющих формирование себестоимости выполняемых работ и услуг, учитывающих использование в процессе строительства трудовых, материальных ресурсов и основных фондов организации, а также оплачиваемых налогов, входящих в себестоимость строительной продукции [11]. Вместе с тем, при взаиморасчетах за выполненные работы размер компенсируемых средств, рассчитанных с применением норм сметных нормативов (норм сметной прибыли, накладных расходов), напрямую влияет на фактическое финансовое состояние подрядных строительных организаций. Инжиниринговые службы административно-управленческого аппарата строительных организаций несут ответственность перед собственниками организаций в части подготовки юридической, проектной и стоимостной документации таким образом, чтобы обеспечить безубыточность и прибыльность.

Основные средства являются базой (стержнем) производственного процесса строительной организации - характеризуют техническую оснащенность, непосредственно связаны с производительностью труда, трудоемкостью, механизацией, себестоимостью, качеством производимых (реализуемых) товаров, работ, услуг, прибыльностью и уровнем рентабельности [12].

Признаки, характеризующие объекты основных средств, регламентированы положением по бухгалтерскому учету «Учет основных средств» ПБУ 6/01» (далее ПБУ 6/01).

Согласно ПБУ 6/01 к основным средствам относятся: здания, сооружения, рабочие и силовые машины и оборудование, измерительные и регулирующие приборы и устройства, вычислительная техника, транспортные средства, инструмент, производственный и хозяйственный инвентарь и принадлежности, приспособления,

внутрихозяйственные дороги и прочие соответствующие объекты.

Анализ отчетности Росстата на 2018 год по структуре основных фондов коммерческих строительных организаций, (без учета субъектов малого предпринимательства), показывает, что наибольший процент приходится на машины и оборудование, всего 42,6%, далее на: здания – 23,9%, транспортные средства – 18,7%, сооружения – 12,7%, на прочие виды основных фондов – 2,1%.

Основные производственные фонды либо непосредственно участвуют в процессе создания строительной продукции, либо создают необходимые условия для его осуществления.

К пассивной части основных производственных фондов относят здания и сооружения, а станки, оборудование, транспорт, оснастку, приспособления включают в активную часть.

В состав производственных зданий и сооружений включаются строения, склады, контрольные и весовые пункты, здания транспортного хозяйства (гаражи и т.д.) и другие здания, которые не участвуют в непосредственном процессе строительства, а выполняют функцию обслуживания строительного производства.

Средний уровень использования производственных мощностей строительными организациями по данным Росстата за последние 10 лет практически не меняется и составляет около 60%, что указывает на уровень эффективности функционирования строительно-монтажных организаций. Критерием указанного уровня оценки (при выполнении годового объема строительного производства) является использование имеющихся производственных фондов - всех видов ресурсов (трудовых, материальных, технических, технологических и организационных).

Основные фонды в строительстве обладают большой разнородностью и нацеленностью на формирование строительной продукции.

Стоит отметить несколько иное распределение структуры основных производственных фондов в отраслевом разрезе строительных подрядных организаций 80-х годов прошлого века. Доля запасов основных фондов на здания, а также силовые и рабочие машины составляла примерно по 30% соответственно [13]. К тому же на балансе строительных организаций числились непроизводственные фонды, к которым относились жилые здания, коммунальные сооружения, объекты культурно-бытового назначения, здравоохранения, образования, не связанные непосредственно с производственным процессом (реализацией продукции), но переносящие косвенно свою стоимость на себестоимость строительно-монтажных работ. В настоящее время по данным официальной статистики вышеперечисленные непроизводственные активы в качестве основных фондов строительных организаций практически отсутствуют.

В целях формирования себестоимости строительной продукции (работ, услуг), необходимо выделить оплачиваемые организацией налоги (федеральные, региональные, местные налоги и сборы, ст. 12 Налогового Кодекса Российской Федерации, далее - НК РФ). При установлении налога должны быть определены налогоплательщики и элементы налогообложения.

Согласно ст. 167 НК РФ учетная политика для целей налогообложения утверждается приказом (распоряжением) руководителя организации и применяется по всей организации в целом (включая обособленные подразделения).

Налоговый и бухгалтерский учет в строительных организациях имеет свои особенности – организации и предприятия, функционирующие в строительной отрасли, могут являться инвесторами, заказчиками и подрядчиками.

Строительные организации (исполнители работ), применяющие общий режим налогообложения являются плательщиками, в том числе, налога на имущество (прямой налог) - перечисляется в региональный бюджет.

Учет состава оплачиваемых строительными организациями налогов, входящих в себестоимость, напрямую зависит от принятой в организации системы налогообложения.

Рассмотрим расходы строительных организаций (предприятий) по уплате налога на имущество.

Организациям России вменяется обязанность по уплате налога на имущество, признаваемое объектом налогообложения в соответствии со ст. 374 НК РФ в следующих случаях, если:

1. Недвижимое имущество (в том числе имущество, переданное во временное владение, в пользование, распоряжение, доверительное управление, внесенное в совместную деятельность или полученное по концессионному соглашению), учитывается на балансе организации в качестве объектов основных средств в порядке, установленном для ведения бухгалтерского учета (на счетах 01 «Основные средства» или 03 «Доходные вложения в материальные ценности»).

2. Недвижимое имущество, находящееся на территории Российской Федерации и принадлежащее организациям на праве собственности или праве хозяйственного управления, а также полученное по концессионному соглашению.

В первом случае за базу при исчислении налога на имущество берется его среднегодовая стоимость, во втором случае - кадастровая стоимость (ст. 375 НК РФ).

Плательщиками налога на имущество являются строительные организации, их филиалы (подразделения), имеющие отдельный баланс и расчетный счет. Исчислять налоговую базу и уплачивать налог на имущество строительные организации должны по месту нахождения указанных филиалов (подразделений).

Следует отметить, что по данным Росстата, из общего объема инвестиций в основной капитал (без

учета субъектов малого предпринимательства и объема инвестиций, не наблюдаемых прямыми статистическими методами), инвестиции в здания (кроме жилых) и сооружения составляют – 49,8%, в машины, оборудование, транспортные средства – 34,1%, в жилища – 6,5%, прочие инвестиции в основной капитал составили 9,6%.

При этом, особенности налогообложения (принципы учета доходов и расходов) основных фондов (зданий, сооружений), зависят от способа выполнения строительно-монтажных работ: хозяйственным или подрядным методами.

В случае, выполнения строительной организацией строительно-монтажных работ для собственного потребления (нужд) и только собственными силами (т.е. строительство хозяйственным способом), указанные работы признаются объектом обложения НДС (ст. 146 НК РФ). Под строительно-монтажными работами (СМР) для собственного потребления понимается возведение объектов капитального строительства, реконструкция, техническое перевооружение, модернизация, обновление, которые будут использованы исключительно в деятельности самой организации. В этом случае, в силу ст. 159 НК РФ отсутствие финансового результата влияет на налоговую базу по НДС, которая определяется как стоимость выполненных работ, исчисленная исходя из всех фактических расходов организации (налогоплательщика) на их выполнение (оплаты труда работников, осуществляющих строительство, налогов и сборов, уплачиваемых с этой заработной платы, амортизации основных средств, стоимости материалов, использованных при выполнении СМР).

Отличительной особенностью подрядного способа от хозяйственного является наличие договорных отношений между заказчиком и подрядной организацией, осуществляющей строительство. При подрядном способе происходит передача права собственности на результаты выполненных работ на возмездной основе, которые и признаются реализацией. При этом сроки реализации выполненных работ и услуг могут и не укладываться в налоговый период.

Практика показывает, что, когда процесс выполнения строительного заказа выходит за рамки одного отчетного (налогового) периода, наиболее распространенным является учет финансовых результатов подрядной строительной организации по методу «доход по стоимости работ по мере их готовности» с ежемесячной сдачей и выявлением финансового результата [14]. Соответствующее право регламентируется положением ст. 319 НК РФ, определяющим, что порядок распределения прямых расходов на незавершенное производство и на изготовленную в текущем месяце продукцию (выполненные работы, оказанные услуги) с учетом соответствия осуществленных расходов изготовленной продукции (выполненным работам, оказанным услугам), налогоплательщиком определяется самостоятельно.

Вместе с тем, среди факторов, ограничивающих производственную деятельность строительных организаций в интервале 2019 - 2020 гг., Росстат выводит (соответственно в указанных годах): высокий уровень налогов 41% и 36%, высокую стоимость материалов, конструкций, изделий 29% и 26%, неплатежеспособность заказчиков 22% и 23%, высокий процент коммерческого кредита 16% и 14%.

Перечисленные факторы влияют на прибыль предприятия не прямо, а через объем реализуемой продукции (работ, услуг) и себестоимость (определяемую фактически затратами), поэтому для установления конечного финансового результата необходимо сопоставить стоимость объема реализуемой продукции (работ, услуг) и стоимость затрат и ресурсов, используемых в строительном производстве.

Несмотря на тенденцию снижения факторов, ограничивающих производственную деятельность строительных организаций, расходная (налоговая) нагрузка на строительную организацию остается высокой.

Перечень соответствующих расходов, связанных с фактическими затратами на изготовление продукции (себестоимость), включает налоги и сборы, относящиеся к прочим (другим) расходам и сборам, связанным с производством и реализацией (ст. 264 НК РФ), устанавливается в налоговой и бухгалтерской учетной политике организации.

Исходя из того, что в инвестиционно-строительном процессе при государственном заказе используется проектно-сметный метод, размер компенсируемых средств за выполненные работы, связан (соотносится, рассчитывается) при подготовке сметной документации с применением сметных нормативов, в том числе утвержденных норм сметной прибыли и накладных расходов. Одновременно размер компенсируемых средств напрямую влияет на фактическое финансовое состояние подрядных строительных организаций.

Основой для формирования начальной (максимальной) цены контрактов является сметная стоимость объектов капитального строительства, прошедшая проверку достоверности определения сметной стоимости органами государственной экспертизы. Соответственно цена строительства, скорректированная в процессе заключения инвестиционно-строительных контрактов, непосредственно при выполнении строительных работ и сдаче работ заказчику, должна обеспечивать подрядчику возврат (компенсацию) затрат на строительное производство и прибыль в минимальном объеме сметной нормы [15].

Выбор подрядчика процедурно описан федеральным законом о контрактной системе, а также подзаконными актами и инструкциями, регламентирующими процедуру проведения аукциона, направленного на выбор подрядной организации. По данным Минфина России за 2017 и предыдущие годы, самым популярным является

аукцион в электронном формате (59,64% от всех опубликованных извещений).

Политика экономии при выполнении строительных работ обусловлена ситуациями со снижением начальной максимальной цены на десятки процентов, имеющими место при проведении электронных аукционов с участием строительных организаций. Как следствие, победа за счет значительного снижения цены создает для заказчика повышенные риски снижения качества строительства и в итоге неисполнения или ненадлежащего исполнения государственного контракта, а также неосвоения финансовых средств.

При составлении сметной документации стоимость строительно-монтажных работ определяется путем суммирования затрат на материалы, эксплуатацию строительных машин, и расходов на заработанную плату рабочих (прямых расходов).

Как известно, при расчете сметной стоимости строительной продукции, помимо стоимости прямых расходов определяется также величина сметной прибыли и накладных расходов.

Согласно утративших силу методических указаний по определению величины сметной прибыли в строительстве (МДС 81-25.2001) под сметной прибылью (в составе сметной стоимости продукции строительства) подразумевались средства, которые должны покрывать расходы подрядчика на развитие производства и материальное стимулирование работников, а также налоговые выплаты, определенные законодательством - налог на прибыль и налог на имущество.

Таким образом, можно дать определение сметной прибыли - как нормативно расчётной величине, находящейся исключительно в распоряжении строительной подрядной организации, сверх требуемых сметных затрат, относимых на себестоимость продукции при выполнении работ и оказании услуг.

Указанные налоговые выплаты, учитывались в составе норм сметной прибыли и в целях компенсации не требовали дополнительного учета в сметной документации.

Однако, расходы по налогу на имущество из состава норм сметной прибыли исключены, в утвержденной взамен МДС 81-25.2001, методике по разработке и применению нормативов сметной прибыли, при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства (приказ Минстроя России от 11.12.2020 № 774/пр, далее – Методика по сметной прибыли).

Вместе с тем, утвержденная Минстроем России методика по разработке и применению нормативов накладных расходов при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства (приказ Минстроя России от 21.12.2020 № 812/пр) относит указанный

налог (и другие обязательные отчисления, включаемые в себестоимость продукции) к «прочим накладным расходам», которые учитываются в составе норм накладных расходов, без увеличения нормы.

Следует отметить, что инвестиции крупных строительных организаций, направленные на развитие пассивных основных фондов (производственных и офисных зданий), сопровождаются ростом расходов по уплате налога на имущество, которые распространяются не на объект строительства, а на всю деятельность организаций.

В соответствии с п. 5 Положения по бухгалтерскому учету «Расходы организации» ПБУ 10/99, расходы организации, связанные с изготовлением продукции, выполнением работ и оказанием услуг и отвечающие определению расходов организации, являются расходами по обычным видам деятельности.

Расходы, относящиеся к выполненным по договору работам (по обычным видам деятельности), учитываются как затраты на производство (счет 20 «Основное производство»). По мере признания выручки по договору, расходы по договору списываются для определения финансового результата отчетного периода в порядке, установленном ПБУ 2/2008.

Учитывая вышеуказанное, суммы налога на имущество, уплаченные организацией, могут формировать ее расходы по обычным видам деятельности (что подтверждается позицией Минфина России, письмо от 05.10.2005 № 07-05-12/10). Таким образом, указанные расходы участвуют в производстве и реализации строительной продукции и могут относиться на себестоимость.

Однако, необходимо подчеркнуть, что законодательство четко не регламентирует особенности отнесения расходов по налогу на имущество организаций в бухгалтерском и налоговом учете.

Налогоплательщик самостоятельно в бухгалтерском учете определяет и закрепляет в учетной политике организации порядок отражения налога на имущество, исходя из специфики деятельности строительной организации.

Вместе с тем, уплаченные организацией суммы налога на имущество в соответствии с Инструкцией по применению Плана счетов бухгалтерского учета финансово-хозяйственной деятельности организаций, могут отражаться записью:

1. По дебету счета 26 «Общехозяйственные расходы» - позиция Минфина России (п. 3 письма Минфина России от 19.03.2008 № 03-05-05-01/16).

2. По дебету счета 91 «Прочие доходы и расходы», субсчет 91-2 «Прочие расходы» в составе прочих расходов.

В первом случае, недвижимое имущество используется во вспомогательных производствах (офисное здание), не связано непосредственно с

производственным процессом строительства, используется для нужд управления.

Во втором случае, недвижимое имущество (складское или производственное здание) классифицируется как не относящиеся (не связанное) с основным видом строительной деятельности организации – передаваемое в аренду (п. 11 ПБУ 10/99 с учетом положения абзаца 4 п. 5) Следует отметить, что приведенный случай возможен, но не типичен для строительных организаций.

Таким образом, учитывая особенности деятельности конкретной строительной организации, порядок отражения расходов по начисленному налогу на имущество должен быть закреплен ею самостоятельно в учетной политике в соответствии с ПБУ 1/2008 «Учетная политика организации».

Налоговый кодекс Российской Федерации не относит расходы по налогу на имущество в состав прямых и косвенных расходов на производство и реализацию (статья 318), таким образом, подразумеваемая их погашение за счет финансовых результатов (прибыли) строительной организации.

Отсутствие регламентированных механизмов, учитывающих особенности отнесения расходов по оплате налога на имущество в бухгалтерском и налоговом учетах, и необоснованное включение соответствующих затрат в сметном ценообразовании в состав накладных расходов (без увеличения норматива накладных расходов), указывают на неурегулированность (расхождение, дисбаланс) указанных систем учета между собой.

Следует отметить негативный для строительной отрасли фактор, влияющий на финансовые показатели (положение) строительных организаций. Методика по сметной прибыли, в сравнении с МДС 81-25.2001, значительно уменьшает норматив сметной прибыли строительным организациям по следующим видам работ: строительные работы – до 27 %, ремонтно-строительные работы – до 30%, монтаж оборудования – до 20%, пусконаладочные – до 10%.

Кроме того, запланированные (заложенные) в сметной документации средства в виде сметной прибыли, в реальности не отражают и не соизмеримы с реальной прибылью строительных организаций по причинам:

1) принципа нормативного исчисления сменой прибыли от фонда оплаты труда – уровень, которого не соотносится с реальным уровнем оплаты труда в строительстве;

2) нивелирования реальной прибыли организации ростом цен на строительные материалы и прочие ресурсы, вызванные инфляционными изменениями;

3) исключения из сметных нормативов требуемых затрат, которые фактически несет строительная организация.

То есть, базой для исчисления сметной прибыли (равно как и накладных расходов) принимается величина (размер) оплаты труда рабочих строителей

и механизаторов в текущих ценах в составе сметных прямых затрат.

Таким образом, выявлены совершенно разные подходы (методы) в определении (установлении) системы учета доходов (прибыли) и расходов в сметном ценообразовании, бухгалтерском и налоговом учете. Кроме того, затраты, рассчитанные на основании сметных нормативов, не соотносятся с фактическими расходами строительных организаций.

В сметном ценообразовании прибыль исчисляется от фонда оплаты труда и не связана с себестоимостью работ, а в бухгалтерском учете – является (формируется) за счет реализации строительной продукции, которая определяется как разница между себестоимостью строительной продукции, работ, услуг и полученными от заказчика средствами за выполненные и сданные работы. Это подтверждается понятием «доход организации» из ПБУ 9/99 «Доходы организации», где, в частности, отмечено, что доходами организации признаются увеличения экономических выгод в результате поступления активов (денежных средств, иного имущества) и (или) погашения обязательств, приводящие к увеличению капитала этой организации.

ВЫВОДЫ

Существенным фактором формирования себестоимости строительной продукции (работ и слуг) являются затраты в виде налоговых отчислений по имеющимся на балансе (в собственности) организации основным средствам.

Отмечены различные подходы в определении системы учета доходов (прибыли) и расходов в сметном ценообразовании, используемом при определении начальной максимальной цены государственного контракта, а также бухгалтерском и налоговом учете.

Приведено аргументированное подтверждение условий (принципов) отнесения (отражения) в бухгалтерском учете затрат по налогу на имущество в зависимости от особенностей (видов) и условий выполняемых работ строительными организациями.

Расходы по налогу на имущество, в том числе офисных зданий, необходимо относить на себестоимость продукции, связанной с выполнением строительными организациями и предприятиями функциональной деятельности, обеспечивающей производство, реализацию, организацию, управление, сопровождение и контроль строительного производства, в том числе проектирование, авторский надзор, строительный контроль, эксплуатацию и д.р.

Фактическое финансовое состояние подрядных организаций напрямую зависит от размера возмещения (восполнения, покрытия), рассчитанных по нормативу сметной прибыли средств. Анализ норматива сметной прибыли выявил, значительное уменьшение сметной прибыли подрядных организаций по основным видам работ. Указанные различия, выраженные в

подходах учета доходов и расходов, снижении нормативов сметной прибыли и включении расходов по налогу на имущество в состав расходов, учитываемых нормативом накладных расходов, напрямую влияют на ухудшение фактических финансовых показателей подрядных организаций.

Тенденция к снижению стоимости строительства за счет занижения норм сметной прибыли, приведет к оттоку подрядных организаций, что неминуемо вызовет падение интереса к участию в государственных инвестиционных проектах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шульженко С.Н., Пушилина Ю.Н., Чеботарев П.Н. Современное состояние парка машин и механизмов в строительных организациях России // Известия ТулГУ. Технические науки. 2014. №11-2. С. 449-458.

2. Абдулхаликова П.А., Павлюченко Е.И. Особенности развития лизинговых отношений в строительстве. // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2017 № 44(4) С. 194-206.

3. Набиев Р.А. Учет затрат на производство строительно-монтажных работ // Вестник АГТУ. 2006. №4. С. 197-204.

4. Богомолова Е.А., Козловский А.В., Моисеенко Н.А. Подходы к снижению стоимости инвестиционной продукции // Вестник ГУУ. 2016. №3. С. 123-130.

5. Кулешова И.Б. Процесс формирования стоимости строительно-монтажных работ // Транспортное дело России. 2014. №5. С. 11-16.

6. Журавлев П.А. Цена строительства и этапы ее формирования // Вестник Иркутского Государственного Технического Университета. 2015. №9. С. 174-178.

7. Зейналов М.З., Павлюченко Е.И. Влияние эффективности использования основных фондов на себестоимость строительной продукции // Вестник ДГТУ. Технические науки. 2015. №4. С. 167-174

8. Бобрышев А.Н., Дебелый Р.В., Шелухина В.В. Организация учета затрат и исчисления себестоимости ремонтно-строительных работ в дорожном хозяйстве // Бухгалтерский учет в бюджетных и некоммерческих организациях. 2015. №24 (384). С. 2-7

9. Медведева О.В. Особенности организации системы учета и исчисления себестоимости работ (услуг) строительных подрядных организаций // Вестник Южного института менеджмента. 2017. № 1. С. 15-20.

10. Ордынская М.Е., Ситимов З.Р. Выбор метода и системы учета затрат на производство и калькулирования себестоимости продукции // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. 2017. №3 (205). С. 77-91

11. Журавлев П.А., Кочеткова Е.М. Стадийность ресурсно-технологического моделирования по объектам капитального строительства при формировании инвестиционных программ //

Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 6. С. 76-80.

12. Прохоров С.В. Повышение уровня энергоэффективности строительного производства на основе применения современных средств механизации // Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова. 2017. №8. С. 70-74.

13. Тускаева З.Р. Воскобойников И.Б., Дрябина Е.В. Отраслевая историческая статистика основных фондов российской экономики. Промышленность. Данные и источники: Препринт WP2/2009/03. М.: Изд. дом Государственного университета – Высшей школы экономики, 2009.

14. Ткаченко И.Ю., Гетманова Е.В. Особенности учетной политики строительной (подрядной) организации // Учет и статистика. 2011. №1 (21). С. 30-36.

15. Журавлев П.А., Марукян А.М. Формирование сметы государственного контракта с твердой договорной ценой в строительной сфере // Промышленное и гражданское строительство. 2020 № 3. С. 47-57.

REFERENCES

1. SHul'zhenko S.N., Pushilina Yu.N, SHebotarev P.N. Sovremennoe sostoyanie parka mashin i mekhanizmov v stroitel'nyh organizatsiyah Rossii [The current state of the fleet of machines and mechanisms in construction organizations in Russia]. Izvestiya TulGU. Tekhnicheskie nauki. 2014. no.11-2. pp. 449-458. (In Russian)

2. Abdulkhalikova P.A., Pavlyuchenko E.I. Development features of leasing relations in construction. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2017; 44 (4):194-206. (In Russian)

3. Nabiev R.A. Uchet zatrat na proizvodstvo stroitel'no-montazhnyh rabot [Accounting for the costs of construction and installation work]. Vestnik AGTU. 2006. no. pp. 197-204. (In Russian)

4. Bogomolova E.A, Kozlovskij A.V., Moiseenko N.A. Podhody k snizheniyu stoimosti investicionnoj produktsii [Approaches to reducing the cost of investment products]. Vestnik GUU. 2016. no. pp. 123-130. (In Russian)

5. Kuleshova I.B. The process of forming the cost of construction and installation works. Transportnoe delo Rossii. [Transport Business of Russia]. 2014. no. 5. pp. 11-16. (In Russian).

6. Zhuravlev P. A. The Price of construction and stages of its formation // Vestnik Irkutskogo Gosudarstvennogo Tekhnicheskogo Universiteta. 2015. no. 9. pp. 174-178. (In Russian).

7. Zejnalov M.Z., Pavlyuchenko E.I. Vliyanie effektivnosti ispol'zovaniya osnovnyh fondov na sebestoimost' stroitel'noj produktsii [The impact of the efficiency of the use of fixed assets on the cost of construction products]. Vestnik DGTU. Tekhnicheskie nauki. 2015. no.4. pp 167-174. (In Russian).

8. Bobryshev A.N., Debelyj R.V., SHeLuhina V.V. Organizatsiya ucheta zatrat i ischisleniya sebestoimosti remontno-stroitel'nyh rabot v dorozhnom hozyajstve [Organization of cost accounting and calculation of the

cost of repair and construction works in the road sector]. Buhgalterskiy uchet v byudzhetnyh i nekommercheskih organizatsiyah. 2015. no. 24 (384). pp. 2-7. (In Russian)

9. Medvedeva O. V. Features of the organization of the system of accounting and calculating the cost of works (services) of construction contractors. [Features of the organization of the system of accounting and calculation of the cost of works (services) of construction contractors]. Vestnik YUzhnogo instituta menedzhmenta. 2017. no. 1. pp. 15-20. (In Russian).

10. Ordynskaya M.E., Sitimov Z.R. Vybora metoda i sistemy ucheta zatrat na proizvodstvo i kal'kulirovaniya sebestoimosti produktsii [Choosing a method and system for accounting for production costs and calculating the cost of production]. Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 5: Ekonomika. 2017. no.3 (205). pp. 77-91. (In Russian)

11. Zhuravlev P. A., Kochenkova E. M. Stages of Resource-Technological Modeling of Capital Construction Objects when Forming Investment Programs. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo [Industrial and Civil Engineering], 2019, no. 6, pp. 76–80. (In Russian).

12. Prohorov S.V. Povyshenie urovnya energoeffektivnosti stroitel'nogo proizvodstva na osnove primeneniya sovremennykh sredstv mekhanizatsii [Improving the energy efficiency of construction production through the use of modern means of mechanization]. Vestnik BGTU imeni V.G. Shuhova. 2017. no.8. pp. 70-74. (In Russian)

13. Voskoboynikov I. B., Dryabina E. V. Branch historical statistics of fixed assets of the Russian economy. Industry. Data and sources: Preprint WP2/2009/03. Moscow: Publishing House of the State University-Higher School of Economics, 2009.

14. Tkachenko I. Yu., Getmanova E. V. Features of the accounting policy of a construction (contract) organization. Uchet i statistika. [Accounting and statistics]. 2011. no. 1 (21). pp. 30-36. (In Russian).

15. Zhuravlev P. A., Marukyan A.M. Formation of the estimate of the state contract with a firm contractual price in the construction sector. [Formation of an estimate of a state contract with a fixed contractual price in the construction sector]. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. [Industrial and civil construction]. 2020. no. 3. pp. 47-57. (In Russian).

ESTIMATED PROFIT AS A RESULT OF FINANCIAL ACTIVITIES OF CONSTRUCTION ORGANIZATIONS (PART 1)

Zhuravlev¹ P.A., Marukya² A.M., Sborshikov³ S.B.

^{1,2,3} Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU); 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation.

E-Mail: ¹tous2004@mail.ru, ²A8874316@yandex.ru, ³sbs@mgsu.ru,

Annotation. The defining criterion of financial and economic activity of construction enterprises is the profit determined by organizations as a result of planning contracts and construction contracts, analyzing their implementation and taking management accounting of expenses and income of the organization. The determination of the cost of work and services performed is carried out by construction companies independently, based on the actual costs of such work performed and similar facilities. Depending on the characteristics, types and conditions of work performed by construction organizations, an important task in forecasting profit and break-even of enterprises is the cost accounting policy that determines the formation of the cost of construction products (works and services performed), including tax deductions on the fixed assets of organizations available on the balance sheet. At the same time, the actual financial condition of construction contractors (the amount of compensated funds) depends on the price set by state construction contracts, and the estimated documentation formed in the process of architectural and construction design, calculated using estimated standards (including estimated profit rates, overhead costs), competitive procedures, conditions for concluding investment and construction contracts, construction work and delivery of work to the customer.

Subject: The subject of research is the accounting policy of a construction organization and the system of formation of the cost of construction products.

Materials and methods: It is noted that a significant factor in the formation of the cost of construction products (works and services) are, including costs in the form of tax deductions and other mandatory payments (property tax on industrial and office buildings) on the balance sheet (owned) organizations of fixed assets. It is stated that the issue of attributing expenses in the form of the above-mentioned tax deductions to the cost of production, performance of works and provision of services is not clearly regulated by law. The research method is structural and functional analysis.

Results: A reasoned confirmation of the conditions (principles) of attribution (reflection) in the accounting of property tax costs, depending on the characteristics (types) and conditions of work performed by construction organizations, is given. Different approaches are noted in determining the system of accounting for income (profit) and expenses in the estimated pricing used in determining the price of a government contract, as well as accounting and tax accounting. An assessment of these differences is given. It is stated that a significant decrease in the standard of estimated profit in the estimated cost of facilities for the main types of work (construction, repair and construction, installation of equipment) generally negatively affects the financial position of contractors.

Conclusions: The actual financial condition of contractors directly depends on the amount of compensation (replenishment, coverage) calculated according to the standard of estimated profit of funds. The analysis of the estimated profit standard revealed a significant decrease in the estimated profit of contractors for the main types of work. These differences, expressed in the approaches to accounting for income and expenses, reduction of estimated profit standards and inclusion of property tax expenses in the expenses accounted for by the overhead standard, directly affect the deterioration of the actual financial indicators of contractors.

Key words: object of fixed assets, cost of construction products, expenses for ordinary activities, property tax, estimated profit standard, overhead standard.

УДК 69.691

СОВРЕМЕННЫЕ ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ ИНТЕРНАТОВ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ПРЕСТАРЕЛЫХ

Шейна¹ С.Г., Виноградова² Е.В., Чернявский³ И.А

Донской государственный технический университет, Ростовская область,
г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая 162, 344022,
E-mail: ¹rgsu-gsh@mail.ru, ³cross_fire_26rus@mail.ru

Аннотация: Данная статья посвящена проблеме использования современных строительных материалов при строительстве жомов интернатов для инвалидов и престарелых людей. Анализируется опыт работы по строительству таких учреждений. Рассматривается разнообразие вариантов стройматериалов внутренней и внешней отделки, а также представлены отечественный и зарубежный опыты использования отделочных материалов при строительстве домов-интернатов для инвалидов и престарелых. Представлены результаты опроса постояльцев о предпочитаемых строительных материалах.

Ключевые слова: отделочный материал, дом-интернат, облицовка, здание, отечественный опыт, зарубежный опыт, архитектура.

ВВЕДЕНИЕ

Современный мир достиг нового совершенствования. С каждым днём человек пополняет свои знания и анализирует потребности общества. Прогресс стал расти с невероятной силой, в современное общество проникли различные технологии. Инновации стали ключевым звеном при реализации любой деятельности. На сегодняшний день прогресс стал расти с невероятной силой, в современное общество проникли различные технологии. Так, например, на смену старым подходам, материалам приходят новые, современные, технологичные подходы, используются экологичные и прочные материалы. Всё это проявляется в новом подходе к качеству производства технологий, позволяющие модернизировать строительные материалы и облегчать процесс отделочных работ. На сегодняшний день помимо реконструкции школ, детских садов, государственных учреждений, а также анализируется ситуация с домами для инвалидов и престарелых людей.

Технологический процесс возведения интернатов для престарелых и инвалидов не стоит на месте. В настоящее время рынок стройматериалов для внутренней и внешней отделки предлагает большое разнообразие выбора с точки зрения функционала, экологичности, долговечности. Более того, особое внимание уделяется тщательному отбору и использованию современных прочных строительных материалов.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

В работах Назаровой В.И., Сериковой Г.А., Сбитневой Е.М., Романченко Е. отражены различные современные отделочные работы, даются советы по использованию определенных отделочных материалов, наиболее подходящих к определенной ситуации. Рассматриваются стройматериалы для внешней и внутренней отделки

дома-интерната для престарелых и инвалидов, их физические и механические свойства, качественные характеристики. Также в работах рассказывается о достижениях технического прогресса в области строительных материалов, представлены современные инструменты, технологии осуществления разнообразных строительных работ и советы при их выполнении. [1-3, 5, 8].

На интернет-ресурсе «Fasadwiki» размещена информация об обустройстве фасадной части зданий, различных стройматериалов, применяемых при отделке фасада, в том числе о фасадных панелях. [4].

Интернет-ресурсы «НашаОтделка», «ТехПриборы» содержат информацию о большинстве видов отделочных работ, разновидности отделочных материалов, их особенностях и применении. [6,7].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Под отделочными материалами понимаются материалы, которые применяются для повышения защитных функций и декоративных качеств зданий. Строительные инновационные изменения в применении стали и стекла достигли высшего разряда. На сегодняшний день ситуация по использованию отделочных строительных материалов имеет свои преимущества, качество материалов улучшается.

В зависимости от функционала отделочные материалы, делятся на простые отделочные материалы, суть которых заключается в создании декоративного и защитного покрытия здания. К ним относятся различные виды лаков, красок, штукатурок. И конструктивно-отделочные материалы, выполняющие функции ограждающих конструкций, помимо вышеперечисленных. Это декоративный бетон, кирпичи, стеноблоки [1, 7].

Говоря о строительстве зданий домов престарелых и инвалидов, хочется отметить, что также применяются натуральные отделочные

материалы, среди которых природный камень и древесина. Каменные материалы прочны, экологичны и обладают красивым внешним видом. Долговечность этих материалов находится на высоком уровне и в среднем достигает 50-100 лет.

Для получения облицовочных изделий часто используют магматические и осадочные горные породы (гранит, базальт, габбро, известняк ракушечный, мрамор, кварцит, сланец, туф). (Рис.1).



Рис.1. Сырьё для облицовочных строительных материалов:

1) Гранит; 2) Базальт; 3) Габбро; 4) Известняк ракушечный; 5) Мрамор; 6) Кварцит; 7) Сланец; 8) Туф.

Fig. 1. Raw materials for lining building materials:

1) Granite; 2) Basalt; 3) Gabbro; 4) Shell limestone; 5) Marble; 6) Quartzite; 7) Shale; 8) Tuf.

Плотные каменные материалы обладают высокой влагонепроницаемостью, тем самым не негативному воздействию стороны атмосферных осадков; хорошей сопротивляемостью динамическим воздействиям. Если же природный каменный материал пористый, то к положительным качествам прибавляется свойство пониженной теплопроводности и повышенной паропроницаемости, которая позволяет ограждающим конструкциям «дышать».

Нельзя не отметить, что в строительстве домов для престарелых людей используется и искусственные каменные отделочные материалы (силикатные, гипсовые, цементные бетоны, полимербетоны, керамика) [2].

Натуральная древесина часто используемый стройматериал при возведении домов интернатов для инвалидов и престарелых. Плюсами являются дешевизна, экологичность, малый вес конструкций по отношению к достаточно высокой прочности, низкая теплопроводность, высокая шумо и вибро подавление, легко поддается обработке. Недостатками стройматериалов из древесины являются подверженность биологическому поражению отдельных участков, сопровождающееся снижением прочности; низкая стойкость к горению; высокое влагопоглощение итогом которого является увеличение размеров поперечного сечения и веса конструкции. Но это нивелируется использованием лаков и эмалей, которые повышают срок использования пиломатериалов. Наиболее распространены такие детали как фанера, брус, плита.

Фанера создаётся путем склеивания листов. От вида клея зависят свойства фанеры. Используется

для создания легких перегородок, облицовочных панелей. Брус бывает обычным и клееным (состоящий из склеенных досок). Плиты бывают древесно-стружечными, которые образованы при помощи прессования древесной стружки со смолой, а также древесноволокнистые плиты, состоящие из спрессованных волокон целлюлозы с добавлением синтетических полимеров. С их помощью создаются перегородки и отделяются помещения [3,6].

Стекланные панели станут прекрасным дополнением современных интернатов для престарелых и инвалидов. Они долгосрочны и неприхотливы в эксплуатации, обладают повышенной звукоизоляцией. Стекланные панели вполне экологичны и не имеют неприятный запах и токсичные испарения. Также современные стекланные панели имеют большой запас прочности, обладают хорошей шумоизоляцией, а также у них отсутствуют деформации при низких и высоких температурах [4].

В качестве внешнего облицовочного материала для отделки основного здания и жилых корпусов также хорошо подойдет клинкерный кирпич. Этот материал устойчив к агрессивной среде, резким перепадам температур, имеет грязеотталкивающие свойства, которые, в свою очередь, исключают регулярную очистку фасада. Срок эксплуатации составляет более века. Клинкерный кирпич устойчив к воздействию УФ-лучей и способен выдерживать высокие механические нагрузки, а также обладает повышенной влагостойкостью [1, 3].

Для отделки интерьера подойдут: водоземulsionные краски, пробковое покрытие и венецианская штукатурка.

Спальни можно отдекорировать вододисперсионной краской спокойных и нежных тонов, для придания минимализма. Вододисперсионная краска включает в свой состав микроскопические частицы пластмассы, растворенные в воде. После нанесения и последующем высыхании раствора на поверхности вода испаряется, затем пластмассовые частицы скрепляются между собой создавая эластичную и прочную плетку. Несмотря на то, что вододисперсионная краска в своём составе содержит мелкие частицы пластмассы она абсолютно безвредна и безопасна для окружающей среды и здоровья человека за счет изначального растворения в воде, тем самым предотвращая токсичность.

Краска достаточно хорошо пропускает водяные пары и воздух позволяя ограждающим конструкциям «дышать». Также несомненными плюсами вододисперсионной краски являются её дешевизна по сравнению с масляными красками; экономичность – одного килограмма краски достаточно для того чтобы окрасить 5м² площади поверхности; высокая укрывистость – свойство покрасочных материалов полностью скрывать цвет поверхностей на которую наносится краска. Также вододисперсионную краску можно наносить на ранее покрашенные масляными, клеевыми, эмалевыми красками элементы. Вододисперсионные краски – быстросохнущие. При температуре 18-22 °С полное высыхание краски составляет 1,5 часа [3].

Пробковое покрытие станет неплохой отделкой для комнат отдыха и релаксации, специализированных мед.процедур за счёт своей звукоизоляции и способности не поглощать пыль,

что, безусловно, положительно скажется на людях страдающих от аллергии.

Отделать холл и различные коридоры будет уместнее венецианской штукатуркой. Данный материал отличается от других штукатурок наибольшей долговечностью. В состав данной штукатурки входят:

- 1) пылевые частицы мрамора, гранита, известняка, малахита, оникса, кварца;
- 2) вяжущее вещество – гашеная известь;
- 3) органические и неорганические красители.

Венецианская штукатурка является водонепроницаемой и экологичной вследствие использования натуральных составляющих; не имеет запаха. Так как в составе венецианской штукатурки используются материалы, которые не горят, она является пожаробезопасной. Особенность данной штукатурки – создание эффекта мраморной поверхности положительно отразится на внешнем виде холла. [5,8].

Говоря о всех этих отделочных материалах необходимо также упомянуть отечественные и зарубежные опыты проектирования и строительства домов интернатов для престарелых и инвалидов с использованием современных стройматериалов. Если говорить о международном опыте реализации домов для пожилых людей и курортов, то стоит отметить качество этих проектов, создаваемых в Австралии, Австрии, Дании, Португалии, Франции, и многих других стран.

Дом ухода и заботы, Морнингтон, Австралия

Здание построено по проекту архитектурной студии «Lyons Architects». Принято в эксплуатацию в 2007 году (Рис.2).



Рис.2. Облицовка фасада дома престарелых в Морнингтоне
Fig. 2. Facade cladding of a nursing home in Mornington

Фасад дома престарелых издали выглядит деревянным или даже песчаным. Чтобы добиться данного эффекта, строители использовали

специальные декоративные керамические кирпичи с гравировкой в виде «годовых колец дерева» (Рис.2) [9].



Рис. 3. Декоративные кирпичи фасада дома ухода и заботы в Морнингтоне
Fig. 3. Decorative bricks facade care home in Mornington

**Дом престарелых Morangis Retirement Home,
Париж, Франция**

Этот четырехэтажный дом интернат был возведен в 2013 году в пригороде Парижа. Проект был разработан Архитектурным бюро Vous Etes Ici

Architectes. Интерьер и фасад здания имеют обшивку из плит высококачественной твердой сибирской лиственницы. Под обшивкой располагается утеплитель (Рис.3) [10].



Рис. 4. Облицовка фасада дома престарелых Morangis Retirement Home
Fig. 4. Facade cladding of Morangis Retirement Home

**Дом престарелых имени Петера Розеггера,
Грац, Австрия**

Здание построено по проекту архитектора Дитгера Виссунига и сдано в эксплуатацию в 2014

году. В качестве облицовки фасада были выбраны доски из австрийской лиственницы, а также клееная древесина. Окна имеют в своем составе закаленное стекло (Рис.4) [11].



Рис. 5. Облицовка фасада дома престарелых имени Петра Розеггера
Fig. 5. Facing the facade of the Peter Rosegger Nursing Home

В качестве отечественных примеров проектирования домов интернатов с использованием современных материалов рассмотрим следующие дома престарелых.

Дом престарелых «Валентина». Малаховка, Московская область

При строительстве данного здания были

использован клинкерный кирпич из специального вида глины с минеральными добавками магматических горных пород.

Также при отделке стен фасада была применена силикатная штукатурка с добавлением силикатов калия и натрия, а также минерального наполнителя. Эта штукатурка паропроницаемая и влагонепроницаемая (Рис.5) [12].



Рис.6. Фасад здания дома престарелых в Малаховке.
Fig. 6. Facade of the building of a nursing home in Malakhovka.

В Ростовской области распространены керамические отделочные материалы. За 10 лет в два раза увеличилась добыча сырья для производства стройматериалов, а также производство самих материалов, среди которых огнестойкий клинкерный кирпич, керамическая плитка, отделочный камень.

Пансионат для инвалидов и престарелых «Забота». Ростов-на-Дону, Ростовская область

Фасад здания облицован высококачественной силикатной штукатуркой с мелко гранулированной мраморной крошкой, придающей ограждающим конструкциям декоративный рельеф. Цокольный

этаж отделан пластинами природного камня – белыми плитняками, добываемыми преимущественно на территории Ростовской области, а также плитками златолита (Рис.6).

Стены холла отделаны гладкой венецианской штукатуркой с фактурой под названием «Марбелло». Напольное покрытие представляет собой плитку из керамогранита (Рис.7).



Рис.7. Фасад здания пансионата для инвалидов и престарелых «Забота» в г. Ростов-на-Дону
Fig. 7. Facade of the boarding house building for the disabled and elderly "Care" in Rostov-on-Don

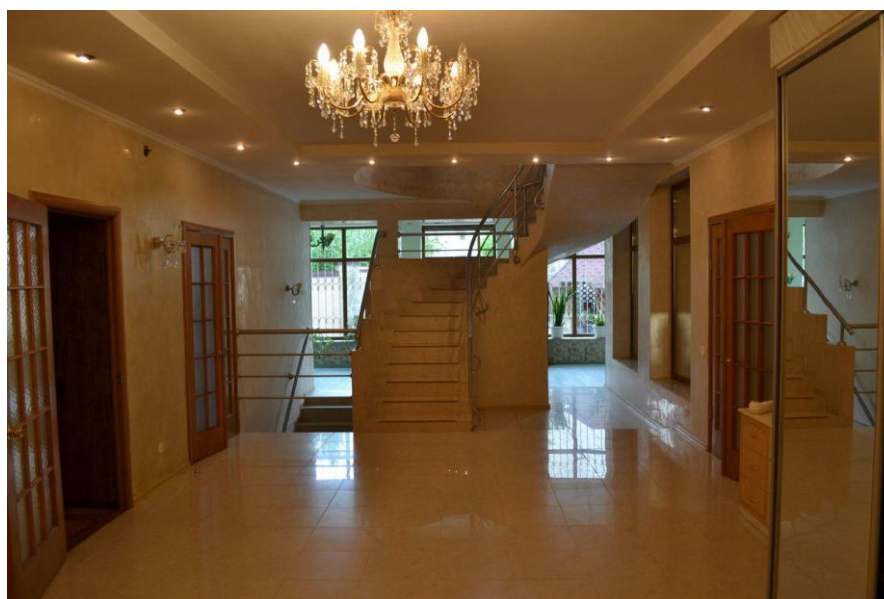


Рис.8. Интерьер холла пансионата для инвалидов и престарелых «Забота» в г. Ростов-на-Дону
Fig. 8. Interior of the hall of the boarding house for the disabled and elderly "Care" in Rostov-on-Don

Новизна данной статьи заключается в том, что до сих пор никто не учитывал предпочтения и пожелания самих престарелых людей. А данная статья основывается именно на результатах опроса, которые представлены в таблице 1 и в таблице 2.

В опросе участвовали 23 постояльца дома-интерната, среди которых. Среди них, мужчин – 10 человек (43,5% из числа опрошиваемых), женщин – 13 человек (56,5% из числа опрошиваемых).

Респондентам предоставили фотографии отделочных материалов, а также их качественные характеристики. Также их попросили оценить отделочные материалы по шкале от 1 до 10, где «1» и «10» указывают на наиболее предпочтительные и наименее предпочтительные варианты, соответственно.

Таблица 1. Результаты оценки респондентами внешних отделочных материалов домов-интернатов для инвалидов и престарелых.**Table 1.** The results of the respondents' assessment of the external finishing materials of boarding houses for the disabled and the elderly.

Наименование внешнего отделочного материала	Средняя оценка респондентами
Природный камень	9,09
Силикатная штукатурка	6,74
Стеклые панели	6,83
Фасадные панели из натуральной древесины	9,35
Клинкерный кирпич	8,30

Таблица 2. Результаты оценки респондентами отделочных материалов для интерьера домов-интернатов для инвалидов и престарелых.**Table 2.** The results of the respondents' assessment of finishing materials for the interior of boarding houses for the disabled and elderly.

Наименование отделочного материала для интерьера	Средняя оценка респондентами
Водоземлюсионные краски	7,35
Пробковое покрытие	8,57
Венецианская штукатурка	9,22

ВЫВОДЫ

Таким образом, проектируя дом престарелых и людей с ограниченными возможностями, учитывается гармоничность взаимосвязи человека и среды его обитания. Основная деятельность домов-интернатов для престарелых и инвалидов – уход за проживающим в нём контингенте, а не профессиональное медицинское обслуживание. Необходимо, чтобы дизайн придавал окружению домашнюю обстановку.

Совокупность цветовой гаммы оказывает как положительное, так и отрицательное воздействие на психику человека. Влияние некоторых цветов нормализует нервную систему и артериальное давление, что безусловно, хорошо отразится на самочувствии постояльцев домов-интернатов для престарелых и инвалидов.

Палаты для постоянного пребывания рекомендовано окрашивать зеленой, зеленовато-голубой, бежевой, серый цвета. Прихожие, коридоры следует окрашивать в желтый, оранжевый цвет.

Отделочные материалы для помещений отдыха, постоянного пребывания должны придавать спокойствие и уют для постояльцев - это достигается путём использования нежных цветов в цветовой гамме и правильным освещением. Стены ванных комнат желательно выполнять в тёмных тонах для того, чтобы светлая фарфоровая сантехника выделялась на их фоне, тем самым облегчая нахождение её расположения для слабовидящих людей. Также для постояльцев с плохим зрением правильным решением будет использование отделочных материалов с палитрой.

Отделка специализированных медицинских кабинетов в домах престарелых и инвалидов должна обладать водонепроницаемостью и стойкостью к загрязнениям.

По получившимся результатам опроса постояльцев дома-интерната для инвалидов и

престарелых можно сделать вывод о том, что в качестве внешнего отделочного материала они предпочитают натуральные отделочные материалы, такие как природный камень, панели из древесины. В качестве отделочного материала для интерьера постояльцы предпочитают венецианскую штукатурку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назарова В. И. Современные работы по внутренней и внешней отделке дома – М: Рипол классик, 2011. – 152 с.
2. Серикова Г. А. Современные отделочные материалы. Виды, свойства, применение – М: Рипол классик, 2011. – 60 с.
3. Сбитнева Е.М. Отделочные работы. - М: Вече, 2005. - 420 с.
4. Все о фасадных панелях для наружных отделок домов // Fasadwiki. Режим доступа: <https://fasadwiki.ru/fasadnye-paneli/vidy-i-svoystva/fasadnye-paneli-dlya-naruzhnoj-otdelki-doma> (дата обращения: 14.07.21).
5. Сбитнева Е.М. Отделка стен. – М: Вече, 2005. – 131 с.
6. Отделочные материалы. Виды и особенности. Применение // Тех. Приборы. Режим доступа: <https://tehpribory.ru/glavnaia/materialy/otdelochnye-materialy.html> (дата обращения: 14.07.21).
7. Виды отделочных материалов: классификация, особенности изделий для наружной и внутренней обшивки. // Наша отделка. Режим доступа: <https://nashaotdelka.ru/vneshnjaja/393-vidy-otdelochnyh-materialov/>; (дата обращения: 14.07.21).
8. Романченко Е. Внутренняя отделка. Современные материалы и технологии. – Харьков: Аргумент Принт, 2013 – 80с.
9. Mornington nursing home by Lyons Architects // Dezeen. Режим доступа: <https://www.dezeen.com/2008/05/21/mornington-nursing-home-by-lyons-architects/>; (дата обращения:

15.07.21).

10. Morangis Retirement Home / VOUS ETES ICI Architectes // archdaily. Режим доступа: <https://www.archdaily.com/365331/morangis-retirement-home-vous-etes-ici-architectes>; (дата обращения: 15.07.21).

11. Дом престарелых в Австрии // Блог «Частная архитектура». Режим доступа: <https://www.magazindomov.ru/2015/02/23/dom-prestarelyx-v-avstrii/>; (дата обращения: 15.07.21);

12. Сеть пансионатов «Валентина» в Малаховке - Пансионат для пожилых // allpans. Режим доступа: <https://allpans.ru/pansionats/pansionat-dlya-pozhilyh-valentina-v-malahovke/>. (дата обращения: 15.07.21).

REFERENCES

1. Nazarova V.I. Sovremennye raboty po vnutrennej i vneshnej otdelke doma. [Modern works on interior and exterior decoration of the house]. – Moscow: Ripol klassik, 2011. - 152 p.;

2. Serikova G.A. Sovremennye otdelochnye materialy. Vidy, svojstva, primenenie [Modern finishing materials. Types, properties, application]. – Moscow: Ripol klassik, 2011. - 60 p.;

3. Sbitneva E.M. Otdelochnye raboty. [Finishing work]. Moscow: Veche, 2005. - 420 p.;

4. Vse o fasadnyh paneljah dlja naruzhnyh otdelok domov [All about facade panels for exterior decoration of houses] // Fasadwiki URL: <https://fasadwiki.ru/fasadnye-paneli/vidy-i-svojstva/fasadnye-paneli-dlya-naruzhnoj-otdelki-doma> (date of access 14.07.21);

5. Sbitneva E.M. Otdelka sten. [Wall decoration]. – Moscow: Veche, 2005. – 131 p.;

6. Otdelochnye materialy. Vidy i osobennosti. Primenenie [Decoration Materials. Types and features.

Application] // Tekh. Pribory. URL: <https://tehpribory.ru/glavnaia/materialy/otdelochnye-materialy.html> (date of access 14.07.21).

7. Vidy otdelochnyh materialov: klassifikaciya, osobennosti izdelij dlya naruzhnoj i vnutrennej obshivki. [Types of finishing materials: classification, features of products for external and internal cladding]. // Nasha otdelka. URL: <https://nashaotdelka.ru/vneshnjaja/393-vidy-otdelochnyh-materialov> (date of access 14.07.21);

8. Romanchenko E. Vnutrennyaya otdelka. Sovremennye materialy i tekhnologii. [Interior decoration. Modern materials and technologies]. – Har'kov: Argument Print, 2013 – 80 p.

9. Mornington nursing home by Lyons Architects // Dezeen URL: <https://www.dezeen.com/2008/05/21/mornington-nursing-home-by-lyons-architects/> (date of access 15.07.21);

10. Morangis Retirement Home / VOUS ETES ICI Architectes // archdaily. URL: <https://www.archdaily.com/365331/morangis-retirement-home-vous-etes-ici-architectes> (date of access 15.07.21).

11. Dom prestarelyh v Avstrii [Nursing home in Austria] // Magazin domov URL: <https://www.magazindomov.ru/2015/02/23/dom-prestarelyx-v-avstrii/> (date of access 15.07.21).

12. Set' pansionatov «Valentina» v Malahovke - Pansionat dlya pozhilyh [Network of boarding houses "Valentina" in Malakhovka - Pension for the elderly] // allpans URL: <https://allpans.ru/pansionats/pansionat-dlya-pozhilyh-valentina-v-malahovke/> (date of access 15.07.21).

MODERN DECORATION MATERIALS FOR THE CONSTRUCTION OF BOARDING BUILDINGS FOR THE DISABLED AND THE ELDERLY

Sheina¹ S.G., Vinogradova² E. V., Chernyavsky³ I.A

Don State Technical University,
Rostov Oblast, Rostov-on-Don, st. Socialisticheskaya 162, 344022,
E-mail: ¹rgsu-gsh@mail.ru, ³cross_fire_26rus@mail.ru

Abstract: This article is devoted to the problem of using modern building materials in the construction of boarding schools for the disabled and the elderly. The experience of work on the construction of such institutions is analyzed. A variety of options for building materials for interior and exterior decoration is considered, as well as domestic and foreign experiences of using finishing materials in the construction of boarding houses for the disabled and the elderly are presented. The results of a survey of guests about the preferred building materials are presented.

Key words: finishing material, boarding house, cladding, building, domestic experience, foreign experience, architecture.

УДК 624.04

ВЛИЯНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ
КОНСТРУКЦИЙ ШАХТНО-ПЕРЕСЫПНОЙ ИЗВЕСТКОВОЙ ПЕЧИВасильев¹ М.В., Белавский² В.А.

Институт «Академия строительства и архитектуры» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»,
адрес: 295034 г. Симферополь, ул. Киевская, 181
E-mail: ¹ wmv_sapr@mail.ru, ² belavsky@mail.ru

Аннотация. Выполнена оценка несущей способности конструкций шахтно-пересыпной известковой печи с учетом возникших в процессе эксплуатации повреждений. Произошло частичное обрушение участка огнеупорной футеровки, в результате повысилась температура ствола печи. Исследования выполнены для определения необходимости усиления конструкций и оценки эффективности варианта усиления, предложенного заказчиком.

Предмет исследования: напряженно-деформированное состояние листовых стальных конструкций с учетом влияния повышенной температуры.

Материалы и методы: исследования выполнены на базе численных моделей в программном комплексе «ЛИРА-САПР» методом конечных элементов.

Результаты: была определена максимальная температура, при которой возможна нормальная эксплуатация печи. Предложен вариант усиления ствола печи для повышения надежности конструкции.

Выводы: проведенные исследования показали возможность эксплуатации печи при условии, что температура ствола не превысит 400°C. Предложенный заказчиком вариант усиления стержневыми элементами существенного результата не дал. Несущая способность повышалась на 4-11% в зависимости от температуры нагрева. В качестве способа усиления было рекомендовано рассмотреть вариант со сталебетонной обоймой.

Ключевые слова: моделирование, сооружение, температура, конечные элементы, несущая способность.

ВВЕДЕНИЕ

Кальциевая известь производится из известняка или мела, содержащих не более 5% карбоната магния. Обжиг этих карбонатных пород осуществляется в шахтных или вращающихся печах при температуре 1000–1250°C с получением извести [3].

Крупнейшими потребителями извести являются металлургические предприятия и строительная отрасль. Основные направления применения извести:

- в металлургии при выплавке стали для удаления соединений фосфора, серы и других примесей требуется 70 кг высокорекреакционной извести I сорта на 1 т металла;

- в строительной отрасли для производства силикатных изделий (кирпича и газобетонных блоков) в сырьевую массу добавляют 7–10% извести II или III сорта; для производства сухих строительных смесей и полимерцементных материалов используется гашеная известь в количестве 3–8%;

- в химической промышленности известь используется для производства кальцинированной соды, карбида кальция, хлорной извести, бертолетовой соли, синтетического каучука и др.;

Обжиг известняка и мела осуществляется в шахтных или вращающихся печах. Тип и конструкция печей определяются в первую очередь качеством исходного сырья. В шахтных печах обжигаются твердые породы известняка узкой фракции с размерами кусков не менее 30–40 мм. Чаще всего используют фракции 40–80 и 70–140 мм. Прочность известняка должна быть не менее

30 МПа. Не обжигаются в шахтных печах карбонатные породы, подверженные растрескиванию при нагревании, а также известняки, склонные к образованию в печи сваров (спеков). Преимущества шахтных печей: относительно низкий расход топлива; компактное размещение печи на небольшой площади; высокая степень обжига (95–98%); длительный срок службы футеровки (до 8 лет) [3].

В настоящее время на известковых комбинатах проводится модернизация шахтных печей, связанная с мероприятиями направленными на повышение качества извести и экономию тепла при обжиге сырья [2].

В случае необходимости продления срока эксплуатации ствола шахтной печи следует рассмотреть варианты усиления конструкции при повреждении футеровки.

Моделирование несущих конструкций шахтнопересыпной известковой печи (ствола печи) с использованием программного комплекса «ЛИРА-САПР» было выполнено для оценки технического состояния металлоконструкций ствола печи и возможности ее дальнейшей эксплуатации без усиления, а при необходимости последней для оценки эффективности предложенного заказчиком варианта. Необходимость расчета обусловлена фактом частичного обрушения участка огнеупорной футеровки печи от отм. +18,5 м до отм. +37,4 м, шириной от 0,8 до 1,2 м по западной стороне, вследствие чего наблюдается повышение наружных температур стенки ствола печи, возможный максимум – свыше 450 °С.

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ПЕЧИ, НАГРУЗОК И ПОСТРЕНИЕ МОДЕЛИ

Конструктивно шахтно-пересыпная известковая печь представляет собой трубу с конусообразным сужением в нижней части. Материал ствола сталь 09Г2С, толщина 20мм, наружный диаметр цилиндрической части ствола от отм. +19,525м до отм. +42.000м -7510мм; наружный диаметр низа конуса печи на отм. + 15,050 — 4560мм, верха конуса на отм. +19,525 - 7510мм.

Ствол является несущей конструкцией для устройства подачи шихты в печь (два скиповых подъемника, устройство загрузки состоит из двух конусов и распределительной лопаты), в нижней части расположено устройство валковой выгрузки, принудительная подача воздуха в печь - снизу. Внутренняя обечайка ствола футерована огнеупорным кирпичом: цилиндрическая часть отм. +19,525- +42.000м - кирпич тип ШТ, МЛУ по ГОСТ

24704-2015, ГОСТ 5040-2015; коническая часть отм.+1 5,050 - +19,525 - кирпич ШБ, ШПД по ГОСТ 390-2018, ГОСТ 1598-2018. Толщина футеровки - 350мм. Скиповый подъемник состоит из двух частей – нижней (основной) и верхней (разгрузочной). Нижняя часть состоит из двух мостов (рельсовых путей), разнесенных «в свету» на 1.0м. Между мостами выполнена ходовая лестница. Каждый мост состоит из двух плоских ферм, соединенных связями (раскосного типа) по нижним поясам и распорками — по верхним поясам. В фермах в качестве нижних поясов включены ходовые балки скипов. По нижним поясам ферм выполнен поддон - из стальных листов. По боковым граням ферм установлены сетки. Верхняя (разгрузочная) часть состоит из ходовых балок, а также из опорных подкосов. Подкосы верхней части оперты на конструкции площадки для обслуживания печей на отм. +45.000. Между собой из плоскости подкосы развязаны элементами решетки. Общий вид стальных конструкций печи представлен на рис. 1.

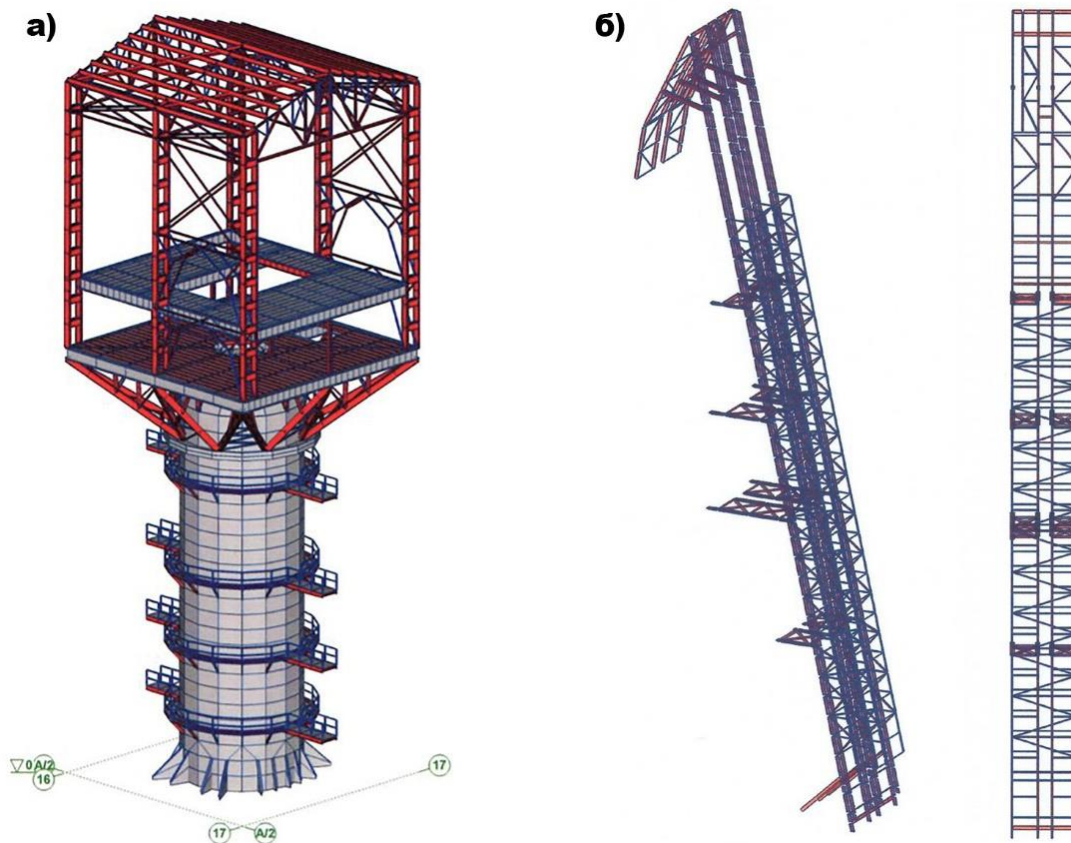


Рис. 1. Общий вид конструкций печи:

а) конструкция ствола печи с площадками обслуживания; б) конструкции для движения скипового подъемника.

Fig. 1. General view of limestone kiln

а) construction of limestone kiln with service platforms; б) construction for skip lift movement

Расчет был выполнен на основное сочетание нагрузок, при задании нагрузок были выделены следующие загрузки:

1. Собственный вес конструкций, постоянные нагрузки от веса шатровой надстройки над печью и от веса скипового подъемника.

2. Постоянное нагружение от действия горизонтального давления на вертикальные стенки печи от загрузки шихты известняка.

3. Длительно действующая часть временной нагрузки на конструкции балок ходовых мостиков, расположенных по периметру ствола печи.

4. Кратковременная часть временной нагрузки на конструкции балок ходовых мостиков, расположенных по периметру ствола печи.

В соответствии с исходными данными нагрузка от футеровки передается на железобетонный постамент на отм. 11,86-15,05. В данном расчете не учитывали нагрузку от футеровки ниже отм. +35. Общий вес футеровки в зоне подогрева составил 1690 кН. Расчетное значение составило 1860 кН. Данная нагрузка равномерно распределена по узлам модели, в уровне соответствующим отм. +35 сооружения.

По данным заказчика вес шатровой надстройки над печью составляет 1330 кН. С учетом коэффициента надежности по нагрузке, который составляет 1,1, расчетное значение составит 1463 кН. В модели шатровую надстройку не моделировали, а учитывали как равномерно распределенную постоянную нагрузку, приложенную к верхним узлам элементов, моделирующим ствол печи.

Равномерно распределенную нагрузку на конструкции ходовых мостиков (участки обслуживания и ремонта оборудования в производственных помещениях) определяли согласно по п. 11 табл. 8.3. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». Значения нагрузки представлены в таблице 1.

Нормативное горизонтальное давление на вертикальные стенки печи для случая загрузки до уровня верха печи при горизонтальной поверхности сыпучего определяем по формуле (21) [3]:

$$p_{Г}^H = k\gamma h,$$

где k – коэффициент бокового давления сыпучего, γ – объемный вес для известняка, в соответствии с приложением 2 [3] составляет 16-20 кПа, h – высота засыпки.

В соответствии с приложением 2 [3] угол внутреннего трения для известняка находится в пределах 29-51°, соответственно коэффициент бокового давления составит 0.36-0.12.

Расчетное давление определяем с учетом коэффициента перегрузки, который в соответствии с п. 3.3 [3] принимаем равным 1,2.

При полной загрузке печи от. отм. 42 м до отм. 18.5 м максимальное нормативное нормальное давление на вертикальные стенки составит 169,2 кПа.

Вертикальная нагрузка от шихты, передаваемая на стенки за счет трения учтена только для части сооружения выше отм. +35. Высота стенки 6,64 м. Коэффициент трения для известняка, в соответствии с приложением 2 [3] $f=0.65$.

Горизонтальное давление на глубине 6,64 м составит 47,8 кПа.

Вертикальная на грузка от трения на глубине 6,64 м составит 31 кПа.

Учитывая треугольную эпюру давления и длину окружности печи, суммарная нормативная нагрузка составит 680 кН, расчетное значение 816 кН.

Вес конструкций скипового подъемника составляет 342,5 кН. Расчетное значение составит 360 кН. Нагрузка приложена как равномерно распределенная к элементам, моделирующим мосты подъемника, погонная нагрузка составит 2,2 кН/м

Таблица 1. Нагрузки, приложенные к расчетной модели
Table 1. Loads applied to the design model

Наименование	Нормативное значение	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетное значение
Постоянные нагрузки			
Нагрузки на направляющие от веса скипового подъемника, кН			53,3
Временные нагрузки			
Равномерно распределенная переменная нагрузка на конструкции балок ходовых мостиков (участки обслуживания и ремонта оборудования в производственных помещениях), кН/м ² , в т.ч.	1,5	1,3	2,4
– длительная, кН/м ²	0,53	1,3	0,68
– кратковременная, кН/м ²	0,98	1,3	1,27

Были рассмотрены два варианта расчетной модели сооружения:

- без конструкций усиления (рис.2а);
- с учетом усиления ствола печи стальными конструкциями (рис.2б).

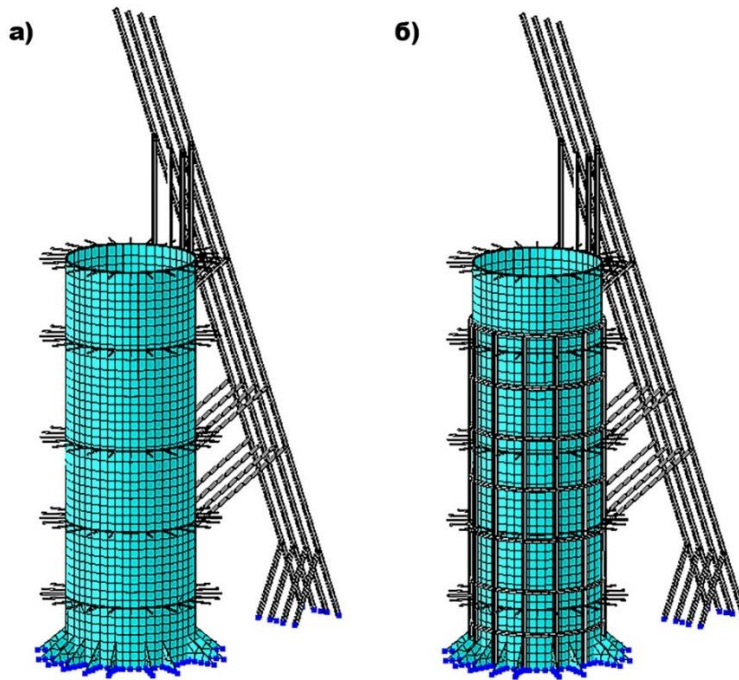


Рис. 2. Общий вид расчетной модели:

а) без усиления; б) с учетом усиления ствола печи стальными конструкциями.

Fig. 2. General view of design model of limestone kiln

a) without reinforcement; б) taking into account the reinforcement of steel structures.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА

Для дальнейшего анализа рассматривали нормальные, касательные и главные напряжения в элементах, моделирующих ствол печи, от расчетного сочетания нагрузок.

В соответствии с требованиями СП 16.13330.2017 Стальные конструкции были выполнены проверки прочности и устойчивости листовой конструкции цилиндрической стальной оболочки печи.

Расчёт на прочность листовых конструкций (оболочек вращения), находящихся в безмоментном напряженном состоянии, выполняли по формуле (148) СП 16.13330.2017 Стальные конструкции:

$$\frac{1}{R_y \gamma_c} \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2},$$

где σ_x и σ_y – нормальные напряжения по двум взаимно перпендикулярным направлениям; γ_c – коэффициент условий работы конструкций, назначаемый в соответствии с требованиями СП 43.13330 Сооружения промышленных предприятий.

При этом абсолютные значения главных напряжений должны быть не более значений расчётных сопротивлений, умноженных на γ_c .

Расчёт на устойчивость замкнутых круговых цилиндрических оболочек вращения, равномерно сжатых параллельно образующим, выполняли по

формуле (154) СП 16.13330.2017 Стальные конструкции»:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{cr,1} \gamma_c} \leq 1,$$

где σ_1 – расчётное напряжение в оболочке; $\sigma_{cr,1}$ – критическое напряжение, равное меньшему из значений ψR_y или cEt/r (здесь r – радиус срединной поверхности оболочки; t – толщина оболочки) при $r/t < 300$; при $r/t > 300$ $\sigma_{cr,1} = cEt/r$.

Значения коэффициентов ψ при $0 < r/t < 300$ следует определять по формуле (155) СП 16.13330.2017 Стальные конструкции:

$$\psi = 0,97 - (0,00025 + 0,95 R_y / E) r / t.$$

Значения коэффициента c следует определять по таблице 34 СП 16.13330.2017 Стальные конструкции.

Минимальные значения прочности и устойчивости при различной степени температурного воздействия представлены в таблице 2. Для всех рассчитанных сечений элементов стальных конструкций выводятся результаты проверок по прочности и устойчивости (по I предельному состоянию). Результаты представлены в виде процентов использования сечения в сравнении с предельной несущей способностью по той или иной проверке.

Таблица 2. Результаты проверки прочности и устойчивости
Table 2. Strength and stability test results

Вид расчетной модели	Расчетная температура, °С	Вид проверки		
		% использования по нормальным напряжениям	% использования по главным напряжениям	% использования по устойчивости
Без усиления	20	25,8	46,4	61,9
	100	28,6	51,5	67,2
	200	30,7	55,3	71,2
	300	33,5	60,5	76,7
	400	41,5	75,1	92,2
	450	71,3	129,3	150,4
С усилением	20	22,1	41,6	55,6
	100	24,4	45,9	60,0
	200	26,2	49,2	63,3
	300	28,5	53,6	67,9
	400	35,3	66,0	81,0
	450	60,2	112,8	131,0

Полученные результаты показали, что несущая способность ствола печи обеспечена при температуре до 400°С. Предложенный вариант усиления стойками сечением в виде швеллера № 24 и отдельными кольцами сечением в виде двутавра не оказывает существенного влияния на несущую способность ствола печи. Увеличение несущей способности составило от 4 до 11%.

Для повышения надежности при эксплуатации конструкций ствола обжиговой печи было рекомендовано рассмотреть вариант усиления стальной обоймой. Ствол обжиговой печи рекомендуется усилить стальными обечайками,

устанавливаемыми на расстоянии 60...80 мм от существующих стенок ствола обжиговой печи. Промежутки между обечайкой и стенкой заполняются бетоном класса В15 с тщательным вибрированием. Стальные обечайки высотой 1,5 м по окружности состояются из четырех элементов с сопряжением их болтами через приваренные к листам обечаек уголки. Обечайки свариваются вертикальными и горизонтальными швами толщиной 4 мм. К обечайкам по их осям на всю высоту привариваются диафрагмы из стальных листов толщиной 12 мм с горизонтальными ребрами толщиной 10 мм через 1 м по высоте (рис. 3).

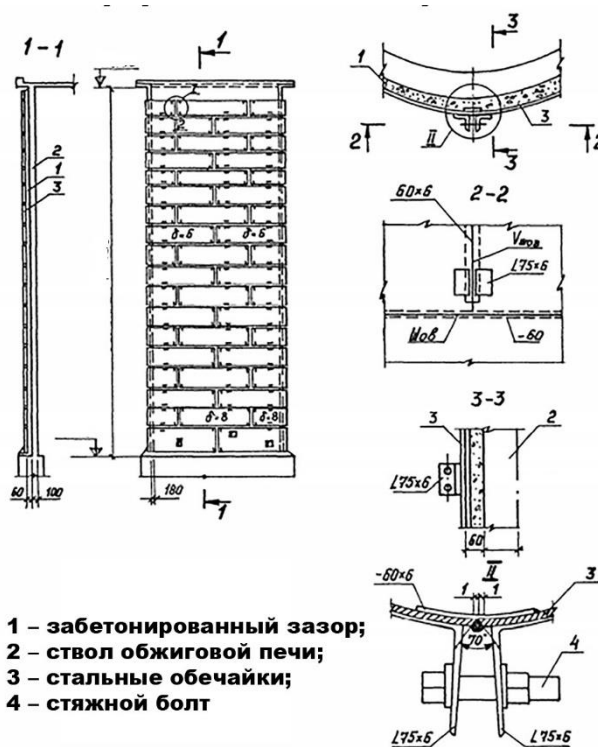


Рис. 3. Усиление ствола обжиговой печи стальной обоймой.
Fig. 3. Reinforcement of steel clip limestone kiln

ВЫВОДЫ

Выполнен расчет шести вариантов модели конструкции ствола шахтно-пересыпной известковой печи при нагреве в диапазоне температур от 20 до 450 °С с проверками прочности листовых конструкций по нормальным напряжениям, по главным напряжениям и на устойчивость замкнутых круговых цилиндрических оболочек вращения, равномерно сжатых параллельно образующим.

В результате расчета были получены расчетные сочетания нагрузок для всех элементов, моделирующих стальную цилиндрическую оболочку печи. В ходе анализа результатов расчета установлено, что условия прочности при проверке прочности листовых конструкций нормальным напряжениям перестают выполняться при нагреве свыше 400°С.

Предложенный заказчиком вариант усиления стержневыми элементами существенного результата не дал. Несущая способность повышалась на 4-11% в зависимости от температуры нагрева. В качестве способа усиления было рекомендовано рассмотреть вариант со сталебетонной обоймой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1: Нестеров А.В., Датукашвили Д.О. Производство кальциевой извести в России // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 52-59.
2. Нестеров А.В., Батыжев Д.З. Новая жизнь шахтных печей // Строительные материалы. – 2015. – № 3. – С. 49-52.
3. Руководство по расчету и проектированию железобетонных, стальных и комбинированных бункеров / Ленпромстройпроект. – М.: Стройиздат, 1983. — 200 с.

REFERENCES

1. Nesterov A.V., Datukashvili D.O. Production of calcium lime in Russia // Construction materials. – 2017. – № 3. – Pp. 52-59.
2. Nesterov A.V., Batyzhev D.Z. New life of shaft furnaces // Building materials. – 2015. –№ 3. – P. 49-52.
3. Guidelines for the calculation and design of reinforced concrete, steel and combined bunkers / Lenpromstroyproekt. – М.: Stroyizdat, 1983. – 200 p.

THE DETERIORATION IMPACT TO STRESS-STRAIN CONDITIONS FOR THE FILLING HOIST STRUCTURE OF LIMESTONE KILN.

Vasiliev¹ M.V., Belavsky² V.A

Academy of Construction and Architecture «V. I. Vernadsky Crimean Federal University»,
Kievskaya St. 181, Simferopol, Republic of Crimea, 295034,
E-mail: ¹ wmv_sapr@mail.ru, ²belavsky@mail.ru

Abstract. The assessment of the load-bearing capacity of the structures of a mine-filled lime kiln was carried out, taking into account the damage that occurred during operation. There was a partial collapse of the refractory lining section. As a result, the temperature of the furnace barrel increased. The studies were carried out to determine the need to strengthen the structures and evaluate the effectiveness of the reinforcement option proposed by the customer.

Subject: Stress-strain state of sheet steel structures taking into account the influence of elevated temperature.

Materials and methods: The research was carried out on the basis of numerical models in the software package "LIRA-SAPR" by the finite element method.

Results: The maximum temperature at which normal operation of the furnace is possible has been determined. A variant of strengthening the furnace barrel to increase the reliability of the structure is proposed.

Conclusions: The conducted studies have proved the possibility of operating the furnace, provided that the temperature of the barrel does not exceed 400°С. The option of reinforcement with rod elements proposed by the customer did not give a significant result. The load-bearing capacity increased by 4-11% depending on the heating temperature. As a method of reinforcement, it was recommended to consider the option with a steel-concrete clip.

Key words: modeling, construction, temperature, finite elements, bearing capacity.

Раздел 3. Инженерное обеспечение

УДК 528–94

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Шуршилин¹ Е.А., Олехнович² Я.А.

ФГАОУ ВО «Санкт-петербургский политехнический университет Петра Великого»,
Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29, shurshilin.ea@edu.spbstu.ru
E-mail: ¹shurshilin.ea@edu.spbstu.ru, ²olehnovich_yaa@spbstu.ru

Аннотация: Геоинформационные системы (ГИС) имеют широкий спектр применения во всех областях человеческой деятельности. Они позволяют существенно упростить решение различных задач, которые требуют учета реальных условий местности или базируются на ней. Особо перспективным является применение ГИС в различных областях строительства. Современное понимание их применения в строительстве заключается, в целом, в упрощении планирования и логистики строительного процесса, однако существует и другие более перспективные области применения ГИС: такие как, например, их интеграция с BIM-технологиями. Помимо строительства, геоинформационные системы могут быть применены во многих областях человеческой деятельности: от территориально-административного управления до сельского хозяйства и экологии. Не менее важным для понимания возможностей применения ГИС является структурный анализ их организации, характеристика принципов, лежащих в основе геоинформационных систем. В данной статье анализируется потенциал применения геоинформационных систем в строительстве и других сферах деятельности человека, определяется спектр практических задач, решение которых значительно упрощается с применением геоинформационных систем, рассматривается структура и организация геоинформационных систем, важнейшие принципы их функционирования и построения, даются практические примеры организации геоинформационных систем, подробно истолковываются решения практических задач строительства с применением ГИС. Проблема исследования данной статьи – необходимость изучения и анализа потенциала применения ГИС в строительстве, выявлении наиболее перспективных областей их интеграции в процесс строительства для более четкого понимания их эффективности на всех этапах строительного процесса и популяризации их внедрения в работу различных компаний и корпораций, работающих в этой сфере.

Предмет исследования: геоинформационные системы и эффективность их применения в строительстве, погрешность снятия координат точек геоинформационной системы.

Материалы и методы: анализ научной литературы, анализ и описание применения ГИС в строительстве, математический анализ погрешностей снятия точек.

Результаты: рассмотрен и проанализирован спектр задач строительства, решение которых упрощается применением геоинформационных систем, рассмотрено применение ГИС в других областях человеческой деятельности, в результате чего доказана актуальность применения геоинформационных систем и необходимость их применения в строительстве. Проанализирована структура и организация геоинформационных систем, обозначены важнейшие принципы их построения, дан наглядный пример структуры геоинформационной системы. Рассмотрен вопрос неточностей геоинформационных систем, проанализирована погрешность снятия координат точек при формировании ГИС, выведена формула коэффициента поправки снятия координат точек.

Выводы: геоинформационные системы могут применяться на всех этапах строительного процесса (от выбора участка застройки до введения его в эксплуатацию) и потому необходимо их повсеместное внедрение и популяризация среди компаний и корпораций, занимающихся строительством зданий и сооружений. ГИС могут содержать неточности и различные погрешности, основными из которых являются погрешности при снятии координат точек. В данном исследовании были проанализированы эти погрешности и выведены соответствующие им коэффициенты поправки.

Ключевые слова: геоинформационные системы, строительство, организация строительства, BIM, погрешность измерения, случайные погрешности.

ВВЕДЕНИЕ

Уже сейчас применение геоинформационных систем находит свое применение в различных областях строительства и распространено среди наиболее передовых международных строительных компаний. Тем не менее, среди российских компаний геоинформационные системы за частую применяются лишь на подготовительных этапах строительства. Из чего следует, что существует **проблема** непонимания всего потенциала применения ГИС на российском рынке строительства. Потому одной из целей данной статьи является анализ этого потенциала, оценка спектра задач строительства, решение которых возможно существенно облегчить и оптимизировать с помощью геоинформационных систем.

Кроме того, не менее важным вопросом является оценка неточностей и погрешностей, возникающих в процессе формирования ГИС. Основным источником этих погрешностей является определение координат точек по данным спутников и/или геодезических работ. Для более эффективного противодействия этим неточностям необходимо решить проблему оценки погрешностей, возникающих при снятии координат точек.

Таким образом, основными целями статьи являются анализ потенциала применения ГИС в строительстве и оценка погрешностей снятия координат точек при формировании ГИС.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

В настоящее время среди публикаций о геоинформационных системах наиболее распространены исследования, связанные с рассмотрением вопросов их практического применения в различных сферах (экология, административное управление, природоохрана и др.). Авторы дают классификацию и определение геоинформационным системам, обосновывают их применение и актуальность в различных областях строительства.

Однако очень мало внимания уделяется вопросу анализа погрешностей и различных неточностей, возникающих в процессе формирования геоинформационных систем. Потому научная ценность существующих публикаций для данного исследования заключается в анализе общей информации о ГИС (понятия, классификация и т. д.) и спектре задач строительства, в решении которых могут быть задействованы геоинформационные системы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В первом этапе исследования произведен анализ существующей научной литературы по теме геоинформационных систем, в результате чего были определены основные направления применения ГИС в строительстве, дана классификация геоинформационных систем, рассмотрена их структура, организация и важнейшие принципы их построения, дан пример послышной организации основы геоинформационной системы.

Во втором этапе исследования рассматривается вопрос неточностей и погрешностей, связанных с определением координат точек местностей на этапе формирования геоинформационной системы. На основе доказанных научных фактов теории вероятностей производится расчет случайной погрешности, возникающей при снятии координат точек по данным спутников и/или по средствам геодезических работ.



Рис. 1. Схема классификации ГИС. [1]

Fig. 1. GIS classification scheme.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Геоинформационные системы (ГИС) – это специальные компьютерные, информационные системы для обработки географической информации и отображении её в различной форме. [1] Существуют различные виды ГИС, разработанные для решения различного вида прикладных задач. Схема классификации ГИС представлена на рис. 1.

Используя геоинформационные системы, можно решать целый комплекс прикладных строительных задач: от выбора места строительства здания или сооружения до его мониторинга и обследования. Однако следует отметить, что внедрение ГИС в широкое использование в строительном процессе

(или любом другом) требует решения целого ряда задач различной сложности. Так, предприятие может без особых затруднений закупить необходимое для использования ГИС программное и аппаратное обеспечение: ПО, компьютерное оборудование и т. п. Однако следует отметить, что такое вложение не принесет ожидаемой прибыли и рискует стать не рентабельным, если предприятие не обладает квалифицированными специалистами в области ГИС, должным образом не организовало работу с геоинформационными системами и не имеет конкретных сформулированных задач, на решение которых и будет настроена ГИС. Таким образом, можно выделить несколько основных факторов для успешного функционирования ГИС. Они представлены на рис. 2.

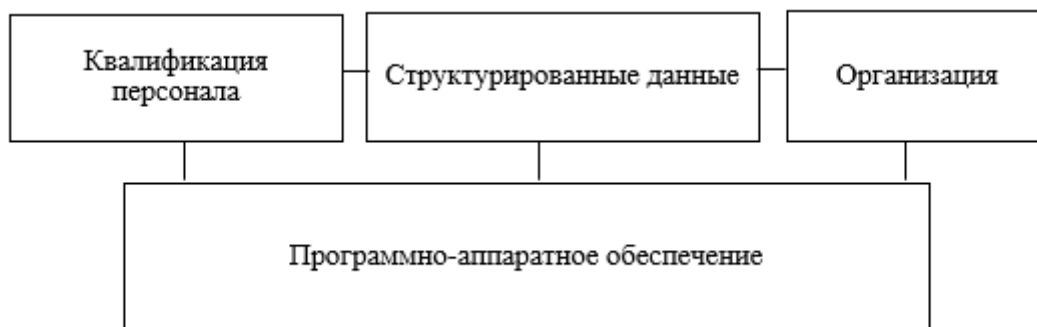


Рис. 2. Факторы успешного функционирования ГИС [1]
Fig. 2. Factors for the successful operation of GIS.

Основным принципом организации информации в геоинформационных системах является послойный принцип, позаимствованный из САПР. Послойный принцип ГИС имеет ряд отличий от аналогичного в САПР. Сравнение этих принципов в ГИС и САПР представлено в табл. 1.

Таблица 1. Послойный принцип в ГИС и САПР
Table 1. The sectioned principle in GIS and CAD

ГИС	САПР
Представление тематических слоёв	
Векторная и растровые формы	Только векторная форма
Векторные данные	
Являются объектными, т.е. несут информацию об объекте в целом	Несут информацию об отдельных элементах объекта
Тематические слои	
Являются определенными типами цифровых картографических моделей, построенными на основе объединения пространственных объектов, имеющих общие свойства или функциональные признаки	Являются условными разграничителями, позволяющие разграничить части построенной друг от друга

Общность всех слоев ГИС формируют основу её графической части, в которой объединяющим базисом являются цифровые и графические карты. Так, например геоинформационная система может включать в себя информацию о следующих параметрах:

- рельеф;
- охранные зоны;
- гидрография;

- коммуникация;
- схемы грузопотока;
- плотность населения;
- дороги.

Все эти параметры формируют тематические слои, суммируются и сливаются в единую интегрированную информационную систему ГИС. На рис. 3 представлена схема такой геоинформационной системы.

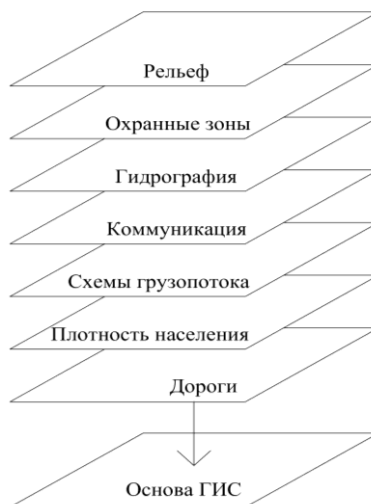


Рис. 3. Пример интегрированной системы ГИС [2]
Fig. 3. Example of an integrated GIS system [2]

Программно-аппаратное обеспечение геоинформационных систем служит для обработки географических данных, для чего в ее среде предусмотрен большой функционал, в том числе

сбор, хранение, управление, манипуляция и анализ различных типов данных. Структура ГИС представлена на рис. 4.



Рис. 4. Структура ГИС [1]

Fig. 4. Structure of GIS [1]

Применение ГИС в строительстве

Геоинформационные системы нашли широкое применение в строительной сфере. Они

используются для решения целого спектра задач, решение которых с помощью геоинформационных систем представлено в табл. 2.

Таблица 2. Решение задач строительства с применением ГИС.

Table 2. Solving civil engineering problems using GIS.

Задача	Решение
Выбор участка под застройку	Благодаря геоинформационным системам можно выбрать участок, оптимально подходящий для застройки. Например, если заказчик планирует строить промышленное предприятие, то ему необходим участок, достаточно удаленный от жилых кварталов (в промышленном секторе) достаточно большой площади. С использованием ГИС решение такой задачи значительно.
Размещение объектов инфраструктуры	Перед размещением новых объектов инфраструктуры, используя ГИС, можно учесть уже имеющуюся на участке застройки инфраструктуру, чтобы расположить новые объекты наиболее оптимально и гармонично с уже функционирующими.
Размещение инженерных и электрических сетей	С использованием ГИС можно детально изучить особенности рельефа местности, характеристику грунта и т. д., чтобы с их учетом провести линии электропередачи и другие инженерные сети наиболее эффективно.
Планирование транспортных сетей	Благодаря картам, интегрированным в ГИС, можно оптимально провести основные и вспомогательные маршруты транспортной сети в районе застройки.
Логистика строительного процесса	Благодаря ГИС, можно рассчитать необходимое количество техники, персонала и материальных средств, необходимых для обеспечения максимальной эффективности строительного процесса.
Поставки строительных материалов	С помощью ГИС можно определить ближайшего к месту застройки поставщика строительных и отделочных материалов и организовать наиболее быстрые, эффективные и безопасные маршруты поставок этих материалов к месту строительства.

Также довольно перспективной областью применения геоинформационных систем является их объединение с BIM-технологиями. Благодаря слиянию этих технологий процесс строительства можно существенно оптимизировать. Для спроектированного с применением BIM-технологий здания или сооружения можно будет заранее

решить все прикладные задачи, изложенные в табл. 2, таким образом значительно ускоряя процесс организации строительного процесса и решения всех логистических вопросов и задач ещё на этапе проектирования. Схема BIM-проектирования с внедрением ГИС-технологий изложена в рис. 5.



Рис. 5. Схема BIM-проектирования с использованием ГИС
 Fig. 5. BIM design scheme using GIS

Следует отметить, что подобные BIM-системы, интегрированные с ГИС, уже существуют. Одной из самых популярных таких систем является Autodesk InfraWorks 360. Этот сервис даёт пользователю возможность проектировать не только отдельные здания и сооружения, но и целые жилые районы, кварталы и города. Такое проектирование будет подразумевать не только непосредственное моделирование зданий и сооружений района застройки, но и расчет необходимых материалов,

строительных нагрузок, выбор места строительства. Кроме того, пользователь может загружать в свою модель такие геоинформационные данные, как облака точек и спутниковые изображения, что позволит создавать полноценные модели зданий и сооружений с учетом реальных условий их размещения. Пример пользовательской модели в интерфейсе Autodesk InfraWorks 360 представлен на рисунке 6.

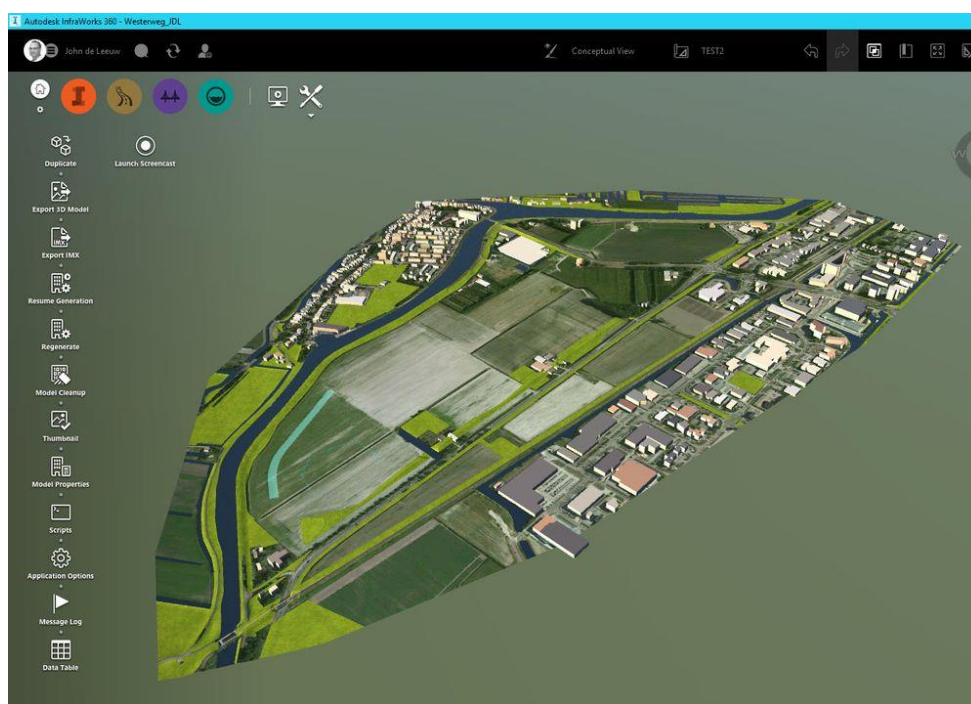


Рис. 6. Пример модели в Autodesk InfraWorks 360.
 Fig. 6. Example of model in Autodesk InfraWorks 360.

ПОГРЕШНОСТЬ СНЯТИЯ ТОЧЕК ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ГИС.

Несмотря на все преимущества и широкий спектр применения геоинформационных систем, ГИС обладают существенным недостатком, связанным с определением координат точек, интегрированных в геоинформационную систему.

Координаты точек определяются путем снятия их координат на местности на основе спутниковых данных или геодезических измерений. Совершенно очевидным является тот факт, что невозможно определить координаты точек без возникновения различных погрешностей. Проиллюстрируем, что снятие координат точек сопровождается проявлением случайных погрешностей.

Случайные погрешности – это погрешности, которые возникают при повторных измерениях одной и той же величины (например, физических констант), в т. ч. координат точек. В каждом их появлении не наблюдается какой-либо закономерности, правила. Случайные погрешности образуются в результате воздействия множества причин, которые невозможно учесть для каждого отдельного измерения или заранее определить. Для учета случайных погрешностей существуют определенные законы, которые проявляются при многократных измерениях.

Чтобы определить, как необходимо работать со случайными погрешностями, следует разобраться со способами их описания. Для этого проведем мысленный эксперимент: пусть многократно измеряют случайную величину x и ее значения колеблются в пределах от x_{min} до x_{max} а каждому измерению dx соответствует dn измерений из общего числа n . Из этого следует что, dn/n – вероятность «выпадения» значения dx среди всех значений интервала $[x_{min}; x_{max}]$. Пусть интервал $[x_{min}; x_{max}]$ будет разбит на равные интервалы длиной Δx , тогда отношение упомянутой выше вероятности выпадения к длине интервала, равное $dn/(n \cdot \Delta x)$ определяет плотность вероятности или распределение случайной величины. Соответственно, функция

$$\rho(x) = \frac{dn}{n \cdot dx} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\Delta n}{n \cdot \Delta x} \quad (1)$$

Называется плотностью вероятности, или просто – распределением случайной величины. Используя функцию распределения, можно оценить вероятность выпадения определенного значения $x \in [x_{min}; x_{max}]$. Однако использование функции распределения не всегда удобно для решения прикладных задач для оценки случайной погрешности, поэтому обычно используют привычные величины – среднее значение и дисперсию.

$$\text{if } n = 1 \rightarrow \langle x \rangle = x_1 \rightarrow \sum_{i=1}^{n=1} (x_i - \langle x \rangle)^2 = (x_1 - \langle x \rangle)^2 = (x_1 - x_1)^2 = 0 \rightarrow \sigma = \frac{0}{0} \text{ (неопределенность)}$$

Таким образом, можно сделать вывод, что при одном измерении величина среднего квадратичного отклонения является неопределенностью $[0/0]$ и не может быть определена практически путем расчётов.

Следует также отметить, что среднее значение случайной величины не является однозначным, эталонным результатом измерения, т. к. из такого положения следует, что случайная величина имеет постоянное значение, что не соответствует истине из-за её случайной природы.

Можно утверждать, что все измеряемые постоянные величины (в том числе независимые от времени координаты точек) подчиняются

Среднее значение $\langle x \rangle$ измеряемой величины x соответствует центру распределения, вокруг которого откладываются отдельные распределения. Поэтому среднее и выбирается как окончательный результат измерений.

$$\langle x \rangle = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n(n-1)} \quad (2)$$

Дисперсия определяется как средний квадрат отклонений от среднего значения отдельных результатов измерения.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \langle x \rangle)^2}{n(n-1)} \quad (3)$$

С дисперсией связана величина, называемая среднее квадратичное отклонение и определяемая как квадратный корень из дисперсии

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \langle x \rangle)^2}{n(n-1)}} \quad (4)$$

Как видно из формулы (4), величина средней квадратичной ошибки определяет разброс результатов измерений вокруг среднего значения. Следует отметить, что точные значения $\langle x \rangle$ и σ – предельные величины, и могут быть получены только при условии того, что значение измерений $n \rightarrow \infty$. При конечных значениях n корректно использовать термин экспериментальная оценка, который равно относится и к среднему значению, и к дисперсии.

Заметим так же, что знаменатель выражений (3) и (4) обращается в ноль при $n = 1$. В таком случае, в эксперименте, в котором выполнено только одно измерение невозможно определить среднее квадратичное отклонение, т.к.

нормальному распределению Гаусса. Нормально распределенная случайная величина имеет следующие свойства:

- Может принимать непрерывный ряд значений от $-\infty$ до $+\infty$.
- Центр распределения или среднее значение случайной величины является центром симметрии графика зависимости функции ее распределения.
- Малые отклонения от среднего реализуются с большей вероятностью, чем большие.

Графическая интерпретация этой зависимости представлена на рис. 7.

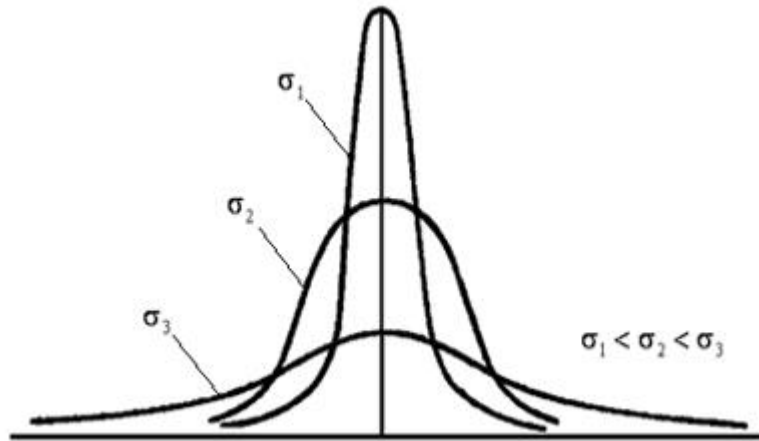


Рис. 7. Нормальное распределение Гаусса. [7]
 Fig. 7. Gaussian probability distribution.

Воспользовавшись выражением (1), получим выражение для оценки вероятности попадания случайной величины x в интервал $[x_1; x_2]$

$$\frac{dn}{n} = \rho(x)dx \rightarrow \int_{n_1}^{n_2} \frac{dn}{n} = \frac{n_2 - n_1}{n} = \int_{x_1}^{x_2} \rho(x)dx \quad (6)$$

При обработке результатов измерения обычно определяется симметричный относительно среднего значения интервал $[\langle x \rangle - \Delta x; \langle x \rangle + \Delta x]$. Вероятность попадания случайной величины в этот интервал называется **доверительной вероятностью**. Для практических целей актуальны несколько полезных её значений:

- $\alpha = 0,68$
- $\alpha = 0,95$
- $\alpha = 0,997$

Для экспериментальной обработки данных как правило значение доверительной вероятности принимают равным 0,68. Соответственно, случайная погрешность измерения случайной величины определяется как

$$\Delta x = t_{\alpha N} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \langle x \rangle)^2}{N(N-1)}} \quad (7)$$

где $t_{\alpha N}$ – коэффициент Стьюдента, зависящий от числа измерений и заданного значения доверительной вероятности.

Эта же формула применима и к расчету случайной погрешности снятия координат точек различными геодезическими приборами. Пусть точка А ($x; y; z$) была многократно снята относительно начала отсчета О ($0;0;0$) с целью определения её координаты z . Тогда координаты x и y (для простоты демонстрации расчета) можно принять статичными, то есть постоянными, не отклоняющимися в каждом измерении от предыдущего.

Случайную погрешность на величину z можно определить следующим образом:

1. Составить следующую таблицу:

Таблица 4. Расчет случайной погрешности измерения координат.

Table 4. Calculation of the random error of coordinate measurement.

№ изм.	z	$z - \langle z \rangle$	$(z - \langle z \rangle)^2$
1			
2			
3			
...			
N			

2. Определив сумму квадратов отклонений от среднего, рассчитать среднюю квадратичную ошибку:

$$\sigma_z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (z_i - \langle z \rangle)^2}{N(N-1)}}$$

3. Определить коэффициент Стьюдента (по таблицам Стьюдента) для количества измерений N при доверительной вероятности равной 0.68

4. Рассчитать погрешность измерений на z

$$\Delta z = t_{\alpha N} \cdot \sigma_z$$

Аналогично определяются погрешности и на другие координаты точки А, но учитывая, что мы приняли их за статичными, то в условиях задачи $\Delta x = \Delta y = 0$.

Не менее практичным и полезным знанием будет понимание того, в каком направлении точка А смещается от своего истинного значения из-за погрешностей. Для этого введем радиус-вектор

$r = x\bar{i} + y\bar{j} + z\bar{k}$, определяющий положение точки $A(x; y; z)$ в декартовой системе координат с началом отсчета в точке $O(0;0;0)$. Введем также вектор $\Delta r = \Delta x\bar{i} + \Delta y\bar{j} + \Delta z\bar{k}$, определяющий положение точки $\Delta A(\Delta x; \Delta y; \Delta z)$, с координатами,

$$\bar{K} = [\bar{r} \times \Delta \bar{r}] = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ x & y & z \\ \Delta x & \Delta y & \Delta z \end{vmatrix} = (y \cdot \Delta z - z \cdot \Delta y)\bar{i} - (x \cdot \Delta z - z \cdot \Delta x)\bar{j} + (x \cdot \Delta y - y \cdot \Delta x)\bar{k} \quad (8)$$

равными погрешностям измерений координат точки A .

Тогда направление смещения точки A можно определить введением **вектора смещения квадратичной ошибки \bar{K}** , равный векторному произведению векторов \bar{r} и $\Delta \bar{r}$:

На рис. 8. показано направление векторов \bar{r} , $\Delta \bar{r}$, \bar{K} .

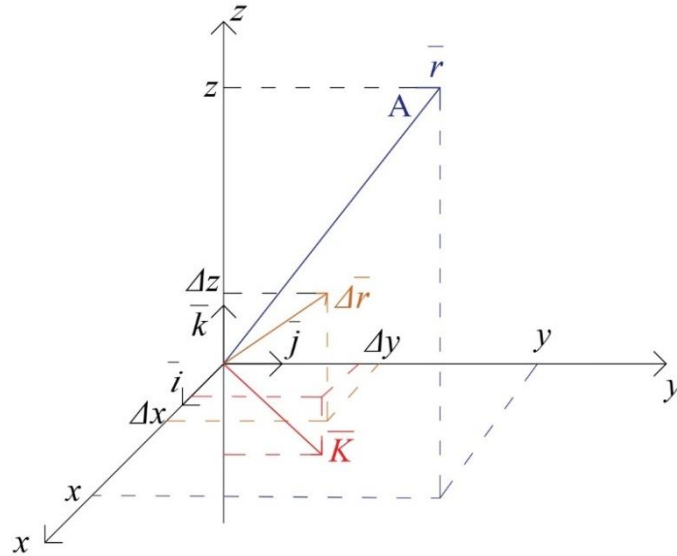


Рис. 8. Направления векторов, определяющих координату точки и её погрешности.
Fig. 8. The directions of the vectors that determine the coordinate of the point and its errors.

Приведем пример расчета случайной погрешности снятия координат точки. Возьмем из облака точек одну точку и рассчитаем для нее погрешность. Очевидно, что в данной задаче x и y являются неизменными во всех измерениях (положение точки в плоскости Oxy закреплено),

поэтому изменению подвержена только координата z данной точки. В процессе эксперимента было проведено шесть измерений одних и тех же координат точек. Возьмем одну из них:

Таблица 5. Пример расчета случайной погрешности.
Table 5. Example of calculating the random error.

z_i	$\langle z \rangle$	$z_i - \langle z \rangle$	$(z_i - \langle z \rangle)^2$
28,2033	28,2898	-0,0865	0,007482
28,2702		-0,0196	0,000384
28,2654		-0,0244	0,000595
28,3323		0,0425	0,001806
28,3323		0,0425	0,001806
28,3353		0,0455	0,00207

Сумма квадратов отклонений от среднего:

$$\sum_{i=1}^6 (z_i - \langle z \rangle)^2 = 0,014145$$

Средняя квадратичная ошибка:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (z_i - \langle z \rangle)^2}{N(N-1)}} = \sqrt{\frac{0,014145}{6 \cdot (6-1)}} = 0,021714 \cdot$$

Значение коэффициента Стьюдента:

$$t_{\alpha N} = 1.103668 \quad (\alpha = 0,68; N = 6).$$

Погрешность измерения координаты z:

$$\Delta z = \sigma * t_{\alpha N} = 0,021714 * 1.103668 = 0,0245.$$

После расчета погрешности можно определить коэффициент поправки на координату точки:

$$\gamma = 1 + \frac{\Delta z}{\langle z \rangle} = 1 + \frac{245 * 10^{-4}}{282898 * 10^{-4}} = 1 + 9 * 10^{-4} = 1,0009.$$

Аналогичным образом можно рассчитать погрешность и коэффициент поправки для всех N точек облака. Тогда, усреднив коэффициент поправки, можно получить общий коэффициент поправки для всего облака:

$$\gamma_{обл} = \langle \gamma \rangle = \frac{\sum_{i=1}^N \gamma_i}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N \left(1 + \left(\frac{\Delta z}{z} \right)_i \right)}{N}.$$

ВЫВОДЫ

На основании всех вышеизложенных фактов и данных, можно с абсолютной уверенностью заключить, что применение геоинформационных систем актуально для многих сфер человеческой деятельности, в том числе для строительства. Благодаря применению ГИС-технологий, можно моделировать различные ситуации с учетом реальных условий местности, решать огромное количество прикладных задач. В сфере строительства одной из самых перспективных сфер внедрения ГИС-технологий является их интеграция с BIM-технологиями. Благодаря их слиянию, проектирование зданий и сооружений можно совместить с логистическим планированием строительного процесса, завершив его ещё на этапе моделирования здания или сооружения. Таким образом, можно сделать вывод, что применение ГИС технологий в строительстве позволяет значительно оптимизировать все его этапы: от проектирования до введения зданий и сооружений в эксплуатацию. Тем не менее, в геоинформационных системах существуют различные неточности, связанные с аппаратными искажениями данных, а также с возникающими при снятии координат точек для геоинформационной системы погрешностями. Благодаря приведенному анализу этих погрешностей в данном исследовании, можно повысить точность геоинформационных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баденко В.Л. Использование MapInfo для создания геоинформационных систем: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 90 с.

2. Инженерная геодезия. Использование современного оборудования для решения геодезических задач: учеб. Пособие / Е.Б. Михаленко [и др.]; под науч. ред. Е. Б. Михаленко. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – 98 с.

3. Баденко В.Л. Информационные технологии для выбора места размещения объекта капитального строительства: учеб. пособие / В. Л. Баденко, Д. К. Зотов, А. А. Федотов. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – 164 с.

4. Шишкин А.И. Управление качеством окружающей среды с применением геоинформационных систем: учеб. пособие / А.И. Шишкин, Н. Е. Горбунов, А. В. Епифанов. – СПб.: Изд-во Политехи, ун-та, 2011. – 292 с.

5. Арефьев Н.В., Баденко В.Л. Геоинформационные системы в природообустройстве: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехи, ун-та, 2008. – 108 с.

6. Система мониторинга и управления реализацией проектов в строительной индустрии на основе ГИС-технологий [Электронный ресурс]. - URL: <https://arcreview.esri-cis.ru/2015/05/17/система-мониторинга-и-управления> (дата обращения: 05.04.2021).

7. Физика. Практическая обработка экспериментальных данных: метод. указания / сост.: Б.Д. Агапьев, В.В. Козловский. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 61 с.

REFERENCES

1. Badenko V.L. sing MapInfo to create geographic information systems: Study guide. – St. Petersburg: Polytech Publishing House. un-ta, 2013 – 90 p.

2. Engineering geodesy. The use of modern equipment for solving geodetic problems: textbook.

Manual / E. B. Mikhaleiko [et al.]; edited by E. B. Mikhaleiko. - St. Petersburg: Publishing House of the Polytechnic University. un-ta, 2014. – 98 p.

3. Badenko V.L. Information technologies for choosing the location of the capital construction object: studies. manual / V.L. Badenko, D.K. Zotov, A.A. Fedotov. – St. Petersburg: POLYTECH-PRESS, 2019. – 164 p.

4. Shishkin A.I. Management of environmental quality with the use of geoinformation systems: textbook / A.I. Shishkin, N.E. Gorbunov, A.V. Epifanov. – St. Petersburg: Politekhi Publishing House, UN-ta, 2011. – 292 p.

5. Arefyev N.V., Badenko V.L. Geoinformatsionnye sistemy v prirodoobustroytve: Study guide. St. Petersburg: Politekhi Publishing House, un-ta, 2008. 108 p.

6. The system for monitoring and managing the implementation of projects in the construction industry based on GIS technologies [Electronic resource]. – URL: <https://arcreview.esri-cis.ru/2015/05/17/система-мониторинга-и-управления> (access date: 05.04.2021).

7. Physics. Practical processing of experimental data: methodological guidelines / B.D. Agapiev, V.V. Kozlovsky. – St. Petersburg: Publishing House of the Polytechnic University. un-ta, 2013. – 61 p.

GEOINFORMATION SYSTEMS IN CIVIL ENGINEERING AND ANALYSIS OF MEASUREMENT ACCURANSY

Shurshilin¹ E. A., Olekhovich² Ya. A.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Politechnicheskaya str., 29
E-mail: ¹shurshilin.ea@edu.spbstu.ru, ²olekhovich_yaa@spbstu.ru

Abstract: Geographic information systems (GIS) have a wide range of applications in all areas of human activity. They allow you to significantly simplify the solution of various tasks that require taking into account the real conditions of the terrain or are based on it. Particularly promising is the use of GIS in various areas of construction. The current understanding of their application in construction is, in general, to simplify the planning and logistics of the construction process, but there are other more promising applications of GIS: such as, for example, their integration with BIM technologies. In addition to construction, geoinformation systems can be applied in many areas of human activity: from territorial and administrative management to agriculture and ecology. No less important for understanding the possibilities of using GIS is the structural analysis of their organization, the characteristics of the principles underlying geoinformation systems. This article analyzes the potential of the use of geoinformation systems in construction and other areas of human activity, defines the range of practical tasks, the solution of which is significantly simplified with the use of geoinformation systems, considers the structure and organization of geoinformation systems, the most important principles of their functioning and construction, gives practical examples of the organization of geoinformation systems, interprets in detail the solutions of practical problems of construction with the use of GIS. The research problem of this article is the need to study and analyze the potential of GIS application in construction, to identify the most promising areas of their integration into the construction process for a clearer understanding of their effectiveness at all stages of the construction process and to popularize their implementation in the work of various companies and corporations working in this field.

Subject of research: geoinformation systems and the effectiveness of their application in construction.

Materials and methods: analysis of scientific literature, analysis and description of GIS application in construction.

Results: a range of construction tasks is considered and analyzed, the solution of which is simplified using geoinformation systems, the use of GIS in other areas of human activity is considered, as a result of which the relevance of the use of geoinformation systems and the need for their use in construction is proved. The structure and organization of geoinformation systems are analyzed, the most important principles of their construction are outlined, and a clear example of the structure of a geoinformation system is given. The question of inaccuracies of geoinformation systems is considered, the error of removing the coordinates of points during the formation of GIS is analyzed.

Conclusions: geoinformation systems can be used at all stages of the construction process (from the selection of building sites to its commissioning), and therefore it is necessary to introduce them everywhere and popularize them among companies and corporations engaged in the construction of buildings and structures. GIS can contain inaccuracies and various errors, the main of which are errors when removing the coordinates of points. In this study, these errors were analyzed, and the corresponding correction coefficients were derived.

Key words: geoinformation systems, construction, construction organization, BIM, measurement error, random errors.

УДК 628.315.2

ПРОЦЕССЫ ТЕПЛОМАССОБМЕНА МЕЖДУ СТОЧНОЙ ЖИДКОСТЬЮ
И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙКругликова¹ А.В., Амбросова² Г.Т., Рафальская³ Т.А.

«Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (СибТРИН)»,
63008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, д. 113
E-mail: ¹ nastikrug@mail.ru, ² galina-ambrosova@ya.ru, ³ rafalskaya.ta@ya.ru

Аннотация. Статья посвящена одной из актуальных проблем, существующих в области очистки сточной жидкости, и связана с ухудшением качества очистки стоков в наиболее неблагоприятные для очистных сооружений канализации периоды года.

Предмет исследования: Такие изменения обусловлены тем, что очистка стоков осуществляется в открытых сооружениях, подверженных воздействию внешних природно-климатических факторов: температуры, ветра, влажности, атмосферного давления и атмосферных осадков.

Материалы и методы: Проведены обширные теоретические и экспериментальные исследования по изучению влияния климатических условий на работу открытых сооружений механической и биологической очистки сточной жидкости. Суть теоретических исследований заключалась в глубоком изучении математических моделей, описывающих как технологические, так и теплотехнические процессы, протекающие в открытых сооружениях: первичных и вторичных отстойниках, а также аэротенках. Экспериментальные исследования, посвященные изучению влияния природных факторов на фактические изменения температуры и качества очищенной сточной жидкости, проведены на двух функционирующих объектах, а именно: очистных сооружениях канализации (ОСК) городов Новосибирска и Искитима Новосибирской области. Выбранные комплексы по очистке сточной жидкости находятся в одной климатической зоне, но значительно отличаются производительностью, а значит и теплоёмкостью. Экспериментальные исследования проводились более четырёх лет и охватывают неоднократно все сезоны года.

Результаты: Экспериментальные исследования показали, что температура сточной жидкости на ОСК г. Новосибирск при прохождении основных сооружений в холодный период года меньше охлаждается, чем на ОСК г. Искитим, а в летний период сточная жидкость на ОСК г. Новосибирск прогревается сильнее, чем на сооружениях г. Искитим.

Выводы: Результаты исследований позволяют исключить ухудшение качества сточной жидкости, а также результаты использованы для разработки программного комплекса, предназначенного в помощь проектировщикам и эксплуатационному персоналу и позволяющего анализировать и прогнозировать работу очистных сооружений канализации.

Ключевые слова: температура, сточная жидкость, открытые сооружения, первичные и вторичные отстойники, аэротенки, тепломассообмен.

ВВЕДЕНИЕ

Очистные сооружения канализации (ОСК) Российской Федерации и стран СНГ, построенные в 1960-1980 гг. были запроектированы согласно СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения», который рекомендовал для определения объемов сооружений принимать среднегодовую температуру сточной жидкости, а для расчёта требуемого расхода воздуха - среднюю температуру за тёплый период года. Однако, эти рекомендации не приемлемы как для суровых климатических условий Западной и Восточной Сибири, так и южных районов Российской Федерации (Краснодарский край, Крым), отличающихся сухим относительно продолжительным жарким летом. Неприемлемы они и для государств Средней Азии (Казахстан, Туркменистан, Узбекистан и Таджикистан), в больших и малых городах которых были построены комплексы по очистке сточных вод по рекомендациям этого же документа. Как воздействуют климатические факторы на работу открытых ОСК? В самый холодный период года

температура сточной жидкости в открытых сооружениях (первичных и вторичных отстойниках, а также аэротенках) опускается ниже расчётной, поэтому для этого периода года их объёмы оказываются недостаточными, что отражается на снижении эффекта очистки стоков.

На сегодня новый СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения» рекомендует «Значения минимальной и максимальной расчетной температуры сточных вод принимать как средние за две недели с соответствующими экстремальными значениями за три года наблюдений, а при отсутствии данных – по экстремальной величине из аналогичных данных для трех, близких по производительности поселений или городских округов, расположенных в одной климатической зоне, для аналогичного типа системы водоотведения» (п. 9.2.5.9). К сожалению, в настоящее время сооружения для крупных, средних и мелких городов уже построены по рекомендациям СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения», а вновь проектируемые комплексы по очистке сточных вод (компактные установки), предназначенные для

малых населенных пунктов, как правило, размещают в отапливаемых павильонах. Однако, следует отметить, что и для компактных установок также существует проблема ухудшения качества очистки стоков в холодный период года из-за чрезмерного их охлаждения в канализационных сетях, после смешения стоков из выгребных ям или из-за конструктивных недоработок компактных установок, вызывающих переохлаждение сточной жидкости в процессе её очистки.

На сегодня ситуация усугубляется ещё и тем, что количество стоков, поступающих на ОСК, сократилось в 1,5-2 раза, в сравнении с 70-ми годами прошлого столетия, а значит продолжительность нахождения сточной жидкости в открытых сооружениях увеличилось ровно во столько же раз. Выключить же какую-то часть открытых сооружений на функционирующих комплексах для сокращения продолжительности нахождения в них сточной жидкости для снижения степени влияния природно-климатических факторов не представляется возможным, так как одновременно с сокращением количества поступающих стоков, естественно, возросла концентрация загрязнений в 1,5-2 раза. То есть масса загрязнений, подлежащих переработке, в связи с фактическим сокращением расхода сточной жидкости не изменилась, поэтому требуется повышенная продолжительность её обработки.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Авторами настоящей статьи проведены обширные теоретические и экспериментальные исследования по изучению влияния природно-климатических факторов на работу открытых сооружений механической (первичные отстойники) и биологической очистки (аэротенки и вторичные отстойники). Суть теоретических исследований заключается в глубоком изучении по литературным источникам математических моделей, описывающих как технологические, так и теплотехнические процессы, протекающие в открытых первичных и вторичных отстойниках, а также в аэротенках [1-11]. Литературный обзор показал, что достаточно глубоко изучены и описаны технологические процессы, протекающие в первичных и вторичных отстойниках, особенно много работ имеется по аэротенкам. В математических моделях первичных отстойников и аэротенков отражено влияние температуры сточной жидкости на процессы отстаивания и биохимического окисления органических веществ. Однако нет ни одного литературного источника, в котором бы отмечалось влияние климатических факторов на снижение температуры сточной жидкости в ходе её очистки и, как следствие, снижение качества очищаемой сточной жидкости. А сброс неочищенных, или не качественно очищенных сточных вод на рельеф или в водоем чреват опасностью инфекционных заболеваний, может стать причиной снижения содержания в

водах водоема растворенного кислорода и деградации водных экосистем. Хозяйственно – бытовые сточные воды содержат органические вещества и массу биогенных элементов (азот и фосфор), при попадании которых в водные экосистемы происходит интенсивное эвтрофирование. В результате эвтрофирования, в водах происходит нарушение процессов саморегуляции в биоценозах, в них начинают доминировать виды, наиболее приспособленные к изменившимся условиям вызывая цветение воды. В период цветения в водоеме повышается рН, падает содержание растворенного кислорода, возникают заморные явления у рыб, ухудшается качество питьевой воды [12].

Стоит отметить, что процессы тепло- и массообмена сложны по своей природе, так как связаны с движением вещества – конвективной, то есть молярной, и молекулярной диффузией и определяются законами аэродинамики, газодинамики, термодинамики, передачи энергии в форме тепла, передачи лучистой энергии и превращением ее в теплоту и наоборот [13].

В специальной литературе по теплообмену подробно описаны процессы, протекающие между телом и окружающей средой. Правда, некоторые математические модели ввиду крайней сложности и недостаточной изученности носят эмпирический характер, но и их вполне можно применить при описании процессов теплообмена между первичными, вторичными отстойниками и аэротенками. Так, с открытой поверхности сооружений, заполненных водой и относящихся практически к абсолютно черному телу, происходит не только испарение жидкости, но и излучение тепла в окружающую среду, а также потери или поступление тепла за счёт контакта сточной жидкости с окружающей средой. Имеется и можно применить к открытым сооружениям математическое описание потерь тепла в грунт через ограждающие конструкции (стенки и днища отстойников и аэротенков). Так как первичные, вторичные отстойники и аэротенки открытые, то в теплый период года в них поступает тепло солнечной энергии. Эту статью также можно определить по имеющимся математическим моделям, однако при этом погрешность будет достаточно высокой, так как энергия солнца поступает во время светового дня, ночью же открытые сооружения получают рассеянную энергию солнца. С помощью имеющихся математических моделей теплообмена можно описать даже сложнейшие процессы, осуществляемые в аэротенках. В это сооружение нагнетается воздух, поэтому охлаждение или нагревание сточной жидкости будет происходить не только из-за обычного контакта поверхности жидкости с окружающей средой, но и в результате постоянного и интенсивного обновления поверхности жидкости в аэротенке, вызванного аэрацией сточной жидкости, иногда довольно высокой. Более того, математические модели

теплообмена позволяют определить влияние нагнетаемого в аэротенк воздуха на изменение температуры иловой смеси как в холодный, так и теплый периоды года.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные исследования, проводились на двух функционирующих объектах, а именно: очистных сооружениях канализации городов Новосибирска (рис. 1) и Искитима Новосибирской области [14, 15]. Выбор этих объектов объясняется тем, что они находятся в одной климатической зоне, однако значительно отличаются объёмом принимаемых стоков, а значит имеют разную теплоёмкость. Один комплекс в течение года принимает стоки в количестве 450-620 тыс. м³/сут, другой 30-50 тыс. м³/сут. Оба комплекса имеют открытые первичные и вторичные отстойники и аэротенки.



Рис.1. Очистные сооружения канализации города Новосибирска

Fig.1. Wastewater treatment plants of Novosibirsk

Работа на этих объектах была начата с детального обследования технического состояния ОСК, глубокого анализа данных лабораторно-производственного контроля, изучения проектной документации, после этого был выполнен поверочный расчёт первичных отстойников, аэротенков и вторичных отстойников на фактические расходы сточной жидкости и фактические показатели поступающих загрязнений. После выявления возможностей каждого комплекса, были выбраны точки замеров температуры сточной жидкости: для первичных отстойников это вход и выход, для аэротенка только выход, для вторичного отстойника также только выход сточной жидкости из сооружения.

Экспериментальные исследования были посвящены изучению влияния внешних природно-климатических факторов на температуру сточной жидкости в ходе её очистки в открытых сооружениях в различные периоды года. Как известно климат формируют несколько факторов: температура, давление, относительная и абсолютная влажность, скорости ветра, количество

выпадающих осадков, число солнечных дней. Из перечисленных факторов, в большей степени влияющих на изменение температуры сточной жидкости в открытых сооружениях, является температура наружного воздуха, если не принимать во внимание весенние дни с интенсивным таянием снега и осенние дни с затяжными дождями.

Как уже отмечалось, собранные статистические данные охватывают большой отрезок времени с неоднократным изучением всех сезонов года. Наибольшее количество замеров производилось в зимний период, так как для ОСК Западной и Восточной Сибири зимний период является самым неблагоприятным, в отличие от Крыма и Краснодарского края, где самым неблагоприятным периодом является знойное лето, когда из-за чрезмерного нагрева сточной жидкости резко снижается растворимость кислорода воздуха в аэротенках. Кстати, перекрытие первичных отстойников, которое принято на Курьяновской станции аэрации (рис. 2) для исключения загрязнения воздушного бассейна неприятно пахнущими и канцерогенными газами, снижает степень охлаждения сточной жидкости на стадии механической очистки сточной жидкости за счёт исключения основной статьи потерь тепла, расходуемого на испарение сточной жидкости с открытой поверхности.

А перекрытие сооружений механической и биологической очистки стоков ОСК города Сочи (рис. 3), также предусмотренное для предупреждения распространения неприятного запаха, с одной стороны, исключает попадание прямых солнечных лучей, а значит снижает степень нагрева сточной жидкости в жаркий период года, однако, на наш взгляд, перекрытие может породить другие проблемы..

Во-первых, перекрытие создает парниковый эффект, характеризующийся высокой температурой и высокой влажностью воздуха.



Рис.2. Блок первичных отстойников Курьяновской станции аэрации

Fig.2. Block of primary tanks of the Kuryanovskaya aeration station



Рис.3. Очистные сооружения канализации города Сочи

Fig.3. Wastewater treatment plants of Sochi

Такие условия неблагоприятны как для обслуживающего персонала, так и для работоспособности системы автоматизации, повреждение которой происходит из-за наличия в воздухе смеси паров воды с сероводородом, аммиаком, индолом и меркаптанами. Во-вторых, перекрытие аэротенков исключает дополнительное насыщение сточной жидкости кислородом в результате непосредственного контакта сточной жидкости с наружным воздухом. В-третьих, элементы сооружений, выполненные из черного металла, будут подвергаться повышенной коррозии

Как на Курьяновской станции аэрации, так и на ОСК города Сочи устройство перекрытий вынужденные меры [16, 17]. Так, в непосредственной близости от Курьяновской станции аэрации находится рабочий посёлок Курьяново, где проживает в основном

обслуживающий персонал этого комплекса, естественно, перекрытие первичных отстойников создает более комфортные условия проживания в этом посёлке. Сочи – не только курортный город, но и место, где в 2014 году проводились зимние Олимпийские игры.

Авторы настоящей статьи не настаивают на строительстве перекрытий над открытыми сооружениями. Исключение составляют населенные пункты районов Севера, или районов, приравненных к Северу, а также населенные пункты Республики Саха (Якутия) с вечной мерзлотой, где устройство отапливаемых павильонов обязательно. В остальных районах можно устраивать открытыми первичные и вторичные отстойники, а также аэротенки, но при их проектировании необходимо в обязательном порядке учитывать снижение температуры сточной жидкости в ходе её очистки в самый неблагоприятный холодный и жаркий периоды года. Для компактных установок желательно применение павильонов даже для районов с мягким климатом в связи с тем, что сточная жидкость в малых сооружениях, обладающих малой теплоёмкостью, очень быстро охлаждается даже при относительно низких значениях минусовой температуры наружного воздуха.

Теоретические и экспериментальные исследования позволили авторам установить, используя законы теплообмена для открытых сооружений, заполненных водой, статьи потерь и поступления тепла. На рис. 4 показаны статьи потерь и поступления тепла открытых сооружений для холодного периода года.

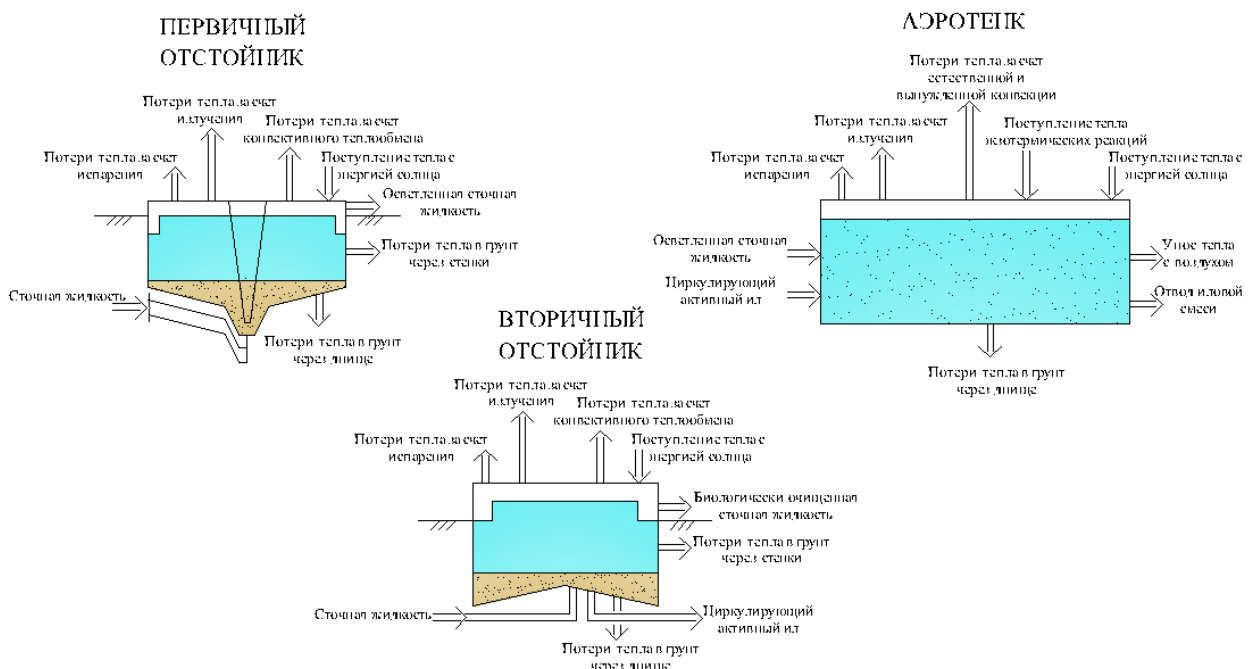


Рис.4. Статьи потерь и поступления тепла в открытых сооружениях в холодный период года
Fig.4. Items of losses and heat input in open wastewater treatment plants the cold season

В теплый период года, когда температура сточной жидкости будет ниже температуры наружного воздуха, сточная жидкость будет нагреваться в первичном и вторичном отстойниках за счёт естественной конвекции и излучения, а в аэротенке за счёт естественной и вынужденной конвекции, излучения и пропуска через аэротенк теплого воздуха. Если температура сточной жидкости в это время года будет выше температуры наружного воздуха, то сточная жидкость по этим статьям будет терять тепло, а значит она будет охлаждаться.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Результаты экспериментальных исследований показали, что температура сточной жидкости на ОСК г. Новосибирск при прохождении основных сооружений (первичных отстойников, аэротенков и вторичных отстойников) в холодный период года при температуре минус 33°C охлаждается на 1,4°C,

$$\Sigma\theta = \theta_{\text{ст.жид}} + \theta_{\text{отс}} + \theta_{\text{сол}} + \theta_{\text{конв}} - \theta_{\text{исп}} - \theta_{\text{гр}} - \theta_{\text{изл}}, \text{Вт}, \quad (1)$$

$$\Sigma\theta = \theta_{\text{ст.жид}} + \theta_{\text{аэр}} + \theta_{\text{цаи}} + \theta_{\text{экз}} + \theta_{\text{сол}} + \theta_{\text{конв}}^1 - \theta_{\text{исп}} - \theta_{\text{гр}} + \theta_{\text{изл}}, \text{Вт}, \quad (2)$$

где $\theta_{\text{ст.жид}}$ – тепло, поступающее со сточной жидкостью, эта статья поступления тепла будет с положительным знаком как в холодный, так и теплый периоды года, разница заключается лишь в абсолютных значениях тепла; летом его будет больше, Вт; $\theta_{\text{отс}}$ или $\theta_{\text{аэр}}$ – тепло сточной жидкости, находящейся в отстойнике или аэротенке, эта статья поступления тепла также будет положительной как в холодный, так и теплый периоды года. разница заключается лишь в абсолютных значениях тепла; летом его будет больше, Вт; $\theta_{\text{цаи}}$ – тепло циркулирующего активного ила, возвращаемого в аэротенк для осуществления технологического процесса, эта статья поступления тепла также будет положительной как в холодный, так и теплый периоды года. разница заключается лишь в абсолютных значениях тепла; летом его будет больше, Вт; $\theta_{\text{экз}}$ – тепло экзотермических реакций, то есть тепло, теряемое в окружающую среду микроорганизмами активного ила, осуществляющими аэробное окисление органических веществ. Вт; $\theta_{\text{сол}}$ – тепло солнечной энергии, поступающее в открытое сооружение, эта статья поступления тепла также будет положительной как в холодный, так и теплый периоды года, разница заключается лишь в абсолютных значениях тепла; летом его будет значительно больше, а в зимний период в пасмурные или туманные дни оно может быть принято равным нулю из-за ничтожно малой величины, Вт; $\theta_{\text{конв}}$ – тепло конвективного теплообмена между сточной жидкостью и

а на ОСК г. Искитим при такой же температуре наружного воздуха температура сточной жидкости снижается уже на 3°C, связано это с малой теплоёмкостью открытых сооружений. В летний период температура сточной жидкости на ОСК г. Новосибирск при температуре наружного воздуха +30°C прогревается на 1,0-1,5°C, а на сооружениях г. Искитим на 0,5-0,8°C; меньшая степень прогрева сточной жидкости на этом объекте объясняется более глубокими сооружениями, которые при прочих равных условиях имеют меньшую площадь контакта сточной жидкости с наружным воздухом. Кстати, если бы первичные и вторичные отстойники в г. Искитим имели такую же глубину, как и в Новосибирске, то снижение температуры в зимний период была выше 3°C.

Баланс тепла в теплый и холодный периоды года определяется для первичных отстойников по формуле 1, для аэротенков по формуле 2:

окружающей средой, при температуре сточной жидкости больше температуры окружающего воздуха, а такое может наблюдаться и в теплый период года, в формуле 1 эта составляющая будет иметь знак минус и наоборот, а в формуле 2 составляющая конвективного теплообмена представлена естественной конвекцией ($\theta_{\text{конв}}^{\text{ест}}$), вынужденной конвекцией ($\theta_{\text{конв}}^{\text{вын}}$) и конвекцией за счёт барботирования воздухом ($\theta_{\text{конв}}^{\text{бар}}$), нагнетаемым в аэротенк ($\theta_{\text{конв}}^1 = \theta_{\text{конв}}^{\text{ест}} + \theta_{\text{конв}}^{\text{вын}} + \theta_{\text{конв}}^{\text{бар}}$), Вт; $\theta_{\text{исп}}$ – тепло, затрачиваемое на испарение сточной жидкости с открытой поверхности, в любое время года эта статья расхода тепла в формулах 1 и 2 всегда будет иметь знак минус, Вт; $\theta_{\text{гр}}$ – тепло, теряемое в грунт через стенки и днища сооружения, в любое время года эта статья теряемого тепла будет отрицательной, разница состоит лишь в абсолютных значениях этих потерь; в теплый период года потери тепла в грунт настолько малы, что их можно принять равными нулю, Вт; $\theta_{\text{изл}}$ – излучение тепла в окружающую среду с поверхности абсолютно черного тела, при температуре сточной жидкости больше температуры окружающего воздуха, а такое может наблюдаться и в теплый период года, в формулах 1 и 2 эта составляющая будет иметь знак минус и наоборот, при температуре сточной жидкости, равной температуре наружного воздуха эта составляющая будет равна нулю, Вт.

Количество тепла, теряемое за время нахождения сточной жидкости в сооружении, определяется:

$$\Theta = 3600 \cdot \tau_a \cdot \theta = m_w \cdot c_w \cdot \Delta t = \rho_w \cdot V_w \cdot c_w \cdot \Delta t, \text{Дж}, \quad (3)$$

где τ_a – время нахождения сточной жидкости в сооружении, ч; ρ_w – плотность воды, кг/м³;

V_w – объем сточной жидкости, находящейся в первичном или вторичном отстойниках, м³;
 c_w – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·°K).

Выразив из формулы 3 Δt , получим уравнение для определения снижения или повышение

$$\Delta t = \frac{3600 \cdot \tau_a \cdot \theta}{\rho_w \cdot V_w \cdot c_w}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (4)$$

ВЫВОДЫ

Результаты теоретических и экспериментальных исследований использованы для разработки программного комплекса, предназначенного в помощь проектировщикам и эксплуатационному персоналу и позволяющего анализировать и прогнозировать работу очистных сооружений канализации в зависимости от их технологических параметров и природно-климатических факторов района проектирования объекта, что исключает ухудшение качества сточной жидкости в любое время года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водоотведение / Ю.В. Воронов, Е.В. Алексеев, Е.А. Пугачев, В.П. Саломеев; под общ. ред. Ю.В. Воронова. – М.: АСВ, 2014. – 416 с.
2. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. М.: АСВ, 2002. – 703 с.
3. Пугачев Е.А. Очистка городских сточных вод мегаполиса: монография. – М.: АСВ, 2013. – 136 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. Амерханов Р.А., Драганов В.Х. Теплотехника: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 2006. – 432 с.
6. Шеломков А.С., Шеломков С.А. Руководство по проектированию канализационных очистных сооружений городских сточных вод и близких к ним по составу сточных вод промышленных предприятий. – М.: ОАО «МосводоканалНИИ проект», 2014. – 406 с.
7. Шаптала М.В., Шаптала Д.Е. Разработка математической модели процессов тепломассообмена открытого плавательного бассейна // Наука и прогресс транспорта. – 2014. – №6 (54). – С. 113-118.
8. Ивин В.Ф., Боднарь Б.Е. Энергосбережение при эксплуатации открытых плавательных бассейнов // Наука и прогресс транспорта. – 2013. – №5(47). – С. 40-46.
9. Баженов В.И., Эпов А.Н., Носкова И.А. Математическое моделирование объекта очистки сточных вод // Экологический вестник России. – 2011. – №5. – С. 1-10.
10. Лабай В.И. Тепломассообмен. Львов: Триада Плюс, 1998. 256 с.
11. Мусаелян С.М., Потоловский Р.В., Сахарова Н.А., Радченко О.П. Математическое моделирование объекта очистки сточных вод // Вестник ВГАСУ. – 2012. – №1. – С. 1-4.

температуры сточной жидкости как для общих теплопотерь, так и каждой статьи отдельно:

12. Штонда Ю.И., Громова А.О., Дроздова А.С. Исследование процессов биологической очистки сточных вод на существующих локальных канализационных очистных сооружениях // Строительство и техногенная безопасность. – 2019. – №14 (66). – С. 121-125.

13. Стамбекова Г.А. Анализ процессов теплообмена при естественной и вынужденной конвекции // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2017. – №10. – С. 32-35.

14. Кругликова А.В. Влияние климата на работу очистных сооружений канализации г. Новосибирска // Вода и экология: проблемы и решения. – 2020. – №2 (82). – С. 37-44.

15. Кругликова А.В. Совершенствование учета влияния природных факторов при эксплуатации очистных сооружений канализации // Известия вузов. Строительство. – 2019. – №12. – С. 56-63.

16. Стрельцов С.А., Белов Н.А., Климова Л.А., Пшенко Н.Л. Реконструкция Ново-Курьяновских очистных сооружений // Водоснабжение и санитарная техника. – 2014. – №7. – С. 34-39.

17. Смирнов А.В., Богатырев М.М., Иванова Ю.А. Адлерские очистные сооружения канализации // Водоснабжение и санитарная техника. – 2018. – №8. – С. 31-38.

REFERENCES

1. Vodootvedenie [Water disposal] / Yu.V. Voronov, E.V. Alekseev, E.A. Pugachev, V.P. Salomeev; edited by Yu. V. Voronov. – Moscow: ACV, 2014. – 416 p.
2. YAKovlev S.V., Voronov Yu.V. Vodootvedenie i ochistka stochnyh vod [Wastewater disposal and treatment]. – Moscow: ASV, 2002. – 703 p.
3. Pugachev E.A. Ochistka gorodskih stochnyh vod megapolisa. Monografiya [Purification of urban wastewater of the megapolis. Monograph]. – Moscow: ASV, 2013. – 136 p.
4. Henze M. Ochistka stochnykh vod [Wastewater treatment]: translated from English / edited by S.V. Kalyuzhsky. – Moscow: Mir, 2006. – 480 p.
5. Amerkhanov R.A., Draganov V.Kh. Teplotekhnika. Uchebnik dlya vuzov [Heat engineering. Textbook for universities]. – Moscow: Energoatomizdat, 2006. – 432 p.
6. SHelomkov A.S, SHelomkov S.A. Rukovodstvo po proektirovaniyu kanalizacionnyh ochistnyh sooruzhenij gorodskih stochnyh vod i blizkih k nim po sostavu stochnyh vod promyshlennyh predpriyatij [Guidelines for the design of sewage treatment plants of urban wastewater and close to them on the composition of industrial wastewater]. – Moscow: Open JSC «MosvodokanalNIiproekt», 2014. – 406 p.

7. Shaptala M.V. and Shaptala D.E. Mathematical model development of heat and mass exchange processes in the outdoor swimming pool. *Nauka i progress transporta.* – 2014. – № 6 (54). – Pp. 113-118. (in Russian).
8. Ivin V.F., Bodnar B.E. Energy saving in the operation of outdoor swimming pools. *Nauka i progress transporta.* – 2013. – № 5 (47). – Pp. 40-46. (in Russian).
9. Bazhenov V.I., Epov A.N., Noskova I.A. Mathematical modeling of a wastewater treatment facility. *Ekologicheskij vestnik Rossii.* – 2011. – № 5. – Pp. 1-10. (in Russian).
10. Labay V.I. *Teplomassoobmen [Heat and mass transfer]*. Lviv: Triada Plyus, 1998. – 256 p.
11. Musaelyan S.M., Potolovsky R.V., Sakharova N.A., Radchenko O.P. Mathematical modeling of a wastewater treatment facility. *VGASU Bulletin.* – 2012. – № 1. – Pp. 1-4. (in Russian).
12. Shtonda Yu.I., Gromova A.O., Drozdova A.S. Investigation of biological wastewater treatment processes at existing local sewage treatment plants. *Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'.* – 2019. – № 14 (66). – Pp. 121-125. (in Russian).
13. Stambekova G.A. Analysis of heat exchange processes in natural and forced convection. *Nauka, novye tekhnologii i innovacii Kyrgyzstana.* – 2017. – № 10. – Pp. 32-35. (in Russian).
14. Kruglikova A.V. Influence of climate on the operation of sewage treatment facilities in Novosibirsk. *Voda i ekologiya: problemy i resheniya.* – 2020. – № 2(82). – Pp. 37-44. (in Russian).
15. Kruglikova A.V. Improving the consideration of the influence of natural factors in the operation of sewage treatment plants. *Izvestiya vuzov. Stroitel'stvo.* – 2019. – № 12. – Pp. 56-63. (in Russian).
16. Streltsov S.A., Belov N.A., Klimova L.A., Pshenko N.L. Reconstruction of Novo-Kuryanovsk sewage treatment plants. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika.* – 2014. – № 7. – Pp. 34-39. (in Russian).
17. Smirnov A.V., Bogatyrev M.M., Ivanova Yu.A. Adler sewage treatment plants. *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika.* – 2018. – № 8. – Pp. 31-38. (in Russian).

PROCESSES OF HEAT AND MASS TRANSFER BETWEEN THE LIQUID WASTE
AND THE ENVIRONMENT

Kruglikova¹ A.V., Ambrosova² G.T., Rafalskaya³ T.A.

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), 630008, Novosibirsk, Leningradskaya street, 113
E-mail: ¹ nastikrug@mail.ru, ² galina-ambrosova@ya.ru, ³ rafalskaya.ta@ya.ru

Abstract. The article is devoted to one of the urgent problems existing in the field of wastewater treatment. It is associated with the deterioration of the wastewater treatment quality of the year for wastewater treatment plants in the most unfavorable periods.

Subject: Such changes are due to the fact that wastewater treatment is carried out in open structures under external climatic factors: temperature, wind, humidity, atmospheric pressure and precipitation.

Materials and methods: The authors of this scientific paper conduct extensive theoretical and experimental researches to study the influence of climatic conditions on the open plants operation for mechanical and biological wastewater treatment. The essence of theoretical research was in-depth study of mathematical models describing both technological and thermal processes occurring in open structures: primary and secondary tanks, as well as aerotanks. Experimental studies devoted to the study of natural factors influence on the actual changes in temperature and quality of treated wastewater were carried out at two functioning facilities, namely: wastewater treatment plants (WWTPs) of the cities of Novosibirsk and Iskitim of the Novosibirsk region. The selected wastewater treatment complexes are located in the same climatic zone, but they differ significantly in performance, and therefore in heat capacity. Experimental studies have been conducted for more than four years and covered repeatedly all seasons of the year.

Results: Experimental studies shown that the temperature of the waste liquid at the Novosibirsk WWTPs during the passage of the main structures in the cold season is less cooled than at the Novosibirsk WWTPs, Iskitim. In the summer, the wastewater at the Novosibirsk WWTPs warms up more than at the Iskitim plants.

Conclusions: Our research results make it possible to exclude deterioration in the quality of wastewater. As well, as the results were used to develop a software package designed to help designers and operational personnel and to analyze and predict the operation of wastewater treatment plants.

Key words: temperature, liquid waste, open plants, primary and secondary tanks, aerotanks, heat and mass transfer.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ УЗЛА СОРБЦИОННОЙ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАМЫВНЫХ СОРБЦИОННЫХ ФИЛЬТРОВУрецкий¹ Е.А., Николенко² И.В., Мороз³ В.В.

¹Республиканское унитарное предприятие Белорусский государственный проектный институт «БелГПИ»
210602, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. Пушкина, 6,
e-mail: euretsky@yandex.by

²Академия строительства и архитектуры, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»
295493, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская 181
e-mail: energia-09@mail.ru

³Брестский государственный технический университет
224017 Республика Беларусь г. Брест, ул. Московская, 267

Аннотация. В статье показано, что возрастающая антропогенная нагрузка на водные объекты, неадекватность используемых технологий водоочистки с дополнительно загрязняющими компонентами обуславливают приоритетную значимость экологических аспектов, в том числе с применением технологических процессов адсорбции на природных сорбентах и их аналогах. Применение природных минералов в очистке сточных вод приемлемо с экологической и экономической точки зрения, но для уточнения их сорбционных свойств необходимо проведение дополнительных исследований. Обосновано применение пылевидного сорбента в практике доочистки сточных вод, которое позволяет максимально реализовать сорбционный резерв материала при минимальном его расходе. Разработаны лабораторная и опытно-производственная установки для исследования технологического процесса сорбционной очистки с использованием намывных сорбционных фильтров. Для сточных вод машиностроительного предприятия проведены экспериментальные исследования работы узла сорбционной доочистки с использованием намывных сорбционных фильтров на основе использования пылевидного торфа, а также определены оптимальные параметры их работы. Проведен анализ полученных результатов, а также даны рекомендации по возможности использования пылевидного торфа в качестве амфотерного ионообменного материала без специальной предварительной подготовки.

Предмет исследования. Возможность использования пылевидного торфа в качестве амфотерного ионообменного материала без специальной предварительной подготовки, в связи с содержанием в нём карбоксильных и аминокрупп, которые обуславливают как катионный, так и анионный обмен

Материалы и методы исследования: В работе были проведены экспериментальные исследования на лабораторной и опытно-промышленной установках, в которых для обеспечения значительной по величине сорбционной поверхности при тонкослойном распределении пылевидного торфа, как мелкозернистого сорбционного материала, применялись твёрдые основы с развитой удельной поверхностью. Разновидностью такой подложки может стать любая сыпучая зернистая основа типа фильтрующей загрузки. При проведении экспериментов контролировались параметры: крупность фильтрующей загрузки, концентрация суспензии сорбента, скорость фильтрации и интенсивность промывки, концентрация загрязнений и степень очистки.

Результаты. В условиях экспериментальных исследований технологических процессов доочистки производственных сточных вод сорбцией с применением пылевидного торфа достигнута эффективность лабораторной установки 96...98% по осветляющей способности и до 93% по органическим загрязнениям, а на пилотной установке обеспечивалось снижение содержания взвешенных веществ в воде на выходе из сорбера как минимум в 2,5 раза, а ХПК – в 1,5 раза.

Выводы. По результатам выполненных экспериментальных исследований установлено, что применение пылевидного сорбента, в виде пылевидного торфа, в практике доочистки сточных вод позволяет максимально реализовать сорбционный резерв материала при минимальном его расходе.

Ключевые слова: торф, пылевидный сорбент, керамзит, фильтрат, фильтрующая загрузка, сточная вода, эффективность очистки.

ВВЕДЕНИЕ

Главным глобальным риском для всего мирового сообщества в течение следующих десятилетий является водный кризис, который становится одним из угрожающих вызовов человечеству. На Всемирных форумах по водным ресурсам определены важнейшие глобальные факторы возникновения их дефицита. Основными являются нерациональное и неправильное использование пресной воды. Возрастающая антропогенная нагрузка на водные объекты, неадекватность используемых технологий водоочистки с дополнительно загрязняющими компонентами обуславливают приоритетную значимость экологических аспектов в решении проблем

обеспечения безопасности водопользования, в том числе питьевого водоснабжения [1,2].

Извлечение всех токсикантов антропогенного генезиса из природных вод достаточно сложно с помощью традиционных методов очистки воды, и технологических процессов реализуемых на большинстве станций РФ, поэтому часть из них попадает с обработанной водой непосредственно к потребителю. Все вышесказанное относится также и к биологическим загрязнителям. С другой стороны, многие токсичные соединения образуются непосредственно на водопроводных станциях в процессах обработки воды при коагуляции, хлорировании, озонировании и др. Состав и количество этих соединений часто трудно предсказуемы.

Оценивая сложившуюся ситуацию в современных условиях водопользования необходима разработка и внедрение методов модернизации существующих очистных сооружений таким образом, чтобы усовершенствовать их работу и увязать качество воды с вновь вводимыми нормативами безопасности жизнедеятельности, создав максимально возможный барьер для наибольшего (в каждом конкретном случае) числа токсикантов. К одним из широко применяемых в практике водоподготовки относится метод сорбционного извлечения примесей из воды. Существенно повысить эффективность очистки воды можно за счет использования местных фильтрующих природных материалов на завершающей стадии очистки воды, к которым относят природные цеолиты и агломератовые туфы. За рубежом и в России активно применяются в качестве таких сорбентов природные глины, глинистые минералы, диатомиты и торф.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Увеличение объемов и темпов мирового промышленного производства приводит к увеличению антропогенного влияния на природную среду, в том числе к загрязнению источников водных ресурсов. Очистные сооружения для обработки воды и стоков на многих промышленных предприятиях по различным причинам не могут обеспечить высокий уровень очистки сточных вод. Поэтому промышленные стоки, включая утечки токсикантов широкого спектра действия, сильно повышают вероятность и масштабность аварийных утечек в окружающую среду таких особо токсичных для человека соединений как нефтепродукты, СПАВ, фенолы и полиароматические соединения. Многие водные объекты, куда регулярно сбрасываются хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды либо попадают «аварийные» сбросы, утрачивают способность к самоочищению, и поэтому существенная часть загрязнений обнаруживается в створах водозаборов очистных сооружений водопроводных очистных сооружений.

Одной из характерных проблем экономики Российской Федерации является недостаточная рациональность использования водных ресурсов. Факторами, оказывающими негативное влияние на уровень рациональности использования водных ресурсов, являются применение устаревших водоемких производственных технологий, что сохраняет высокий уровень негативного антропогенного воздействия на водные объекты. В результате более 70% сточных вод, подлежащих очистке, сбрасываются недостаточно очищенными, почти 20% - загрязненными без очистки, и только 10% - очищенными до установленных нормативов. Более 25% общего объема сброса загрязненных сточных вод приходится на долю промышленных предприятий. Основными источниками загрязнения

водных объектов являются предприятия, осуществляющие целлюлозно-бумажное, химическое, металлургическое производство, полиграфическую деятельность, производство кокса, нефтепродуктов, добычу металлических руд, а также предприятия угольной промышленности. В соответствии с положениями Водной стратегии Российской Федерации одними из основных задач, определяющих направления развития водохозяйственного комплекса являются повышение рациональности использования водных ресурсов [3, 4].

Учитывая сложившуюся ситуацию, требуется, с одной стороны вести поиск и внедрение методов, способствующих самоочищению водоемов, с другой – модернизировать существующие очистные сооружения [5, 6]. Распространение химических загрязнений техногенного происхождения и их специфика в источниках водоснабжения хорошо коррелируется с расположенными в данных районах объектами различных отраслей промышленности. Поэтому самоочищению источников питьевого водоснабжения способствует полноценная очистка сточных вод, сбрасываемых в эти водные объекты. Основной задачей преодоления рисков от техногенных и антропогенных загрязнений является достижение требований гигиенического нормирования при минимизация дополнительной химизации воды, которые могут быть преодолены только технологически с учётом современных технологических достижений. Не менее важным при внедрении современных технологических процессов обеспечить их высокую технико-экономическую эффективность. Начальной стадией процесса водоподготовки природной воды чаще всего применяются процессы расширенного окисления: химического, физического или физико-химического. Использование окислительных технологий в основном купирует имеющуюся микробиологическую компоненту, что позволяет в дальнейшем водопроводным очистных сооружениям работать с большей эффективностью при их защите от бактерицидного загрязнения. Удаление техногенных загрязнений, не поддающихся полной деструкции окислителями, обуславливает применение на конечном участке технологической схемы сорбционных методов доочистки.

Несмотря на широкое практическое использование сорбционных методов и комплексов в очистке производственных сточных вод, в этой области существует ряд проблем. К наиболее существенным относятся следующие: недостаточная сорбционная емкость материалов, отсутствие надежных способов регенерации сорбентов, ресурсосберегающих экологизированных технологий очистки с использованием сорбентов, способов утилизации тяжелых металлов из отходов комплексообразованием. На практике используются различные сорбенты, которые разделяют на углеродные и минеральные. К первым относятся

активные угли, торф и другие материалы, получаемые в основном при переработке различных органических материалов, ко вторым – силикагели, алюмогели, цеолиты. Все сорбенты в той или иной мере также проявляют активность к поглощению как нефтепродуктов, так и ионов металлов. Стоимость природных сорбентов в десятки раз ниже, чем искусственных, поэтому часто их не регенерируют. Сорбционное извлечение металлов из сточных вод получило достаточно широкое распространение вследствие высокой эффективности и отсутствия вторичных загрязнений. Сорбционные материалы поглощают из водных растворов металлы практически до любых остаточных концентраций [7, 8].

Основной проблемой современных технологических систем применения сорбционных методов доочистки является разработка экологически безопасных технологий с максимально замкнутым циклом и минимальным количеством отходов. Сложившаяся в настоящее время ситуация в этой области исследований вызвала необходимость совершенствования сорбционных технологий и селективных процессов очистки загрязненных растворов и технологических жидкостей для комплексного решения ресурсосберегающих и экологических проблем. В результате направленных исследований широкого спектра сорбционных материалов применительно к очистке сточных вод получили дальнейшее развитие процессы адсорбции на природных сорбентах и их аналогах [7].

Применение природных минералов в очистке сточных вод приемлемо с экологической и экономической точки зрения, но зачастую такие материалы не обладают нужными сорбционными свойствами и их необходимо химически модифицировать. В результате модифицирования получают сорбенты с отличной от исходного минерала природой поверхности и сочетающие в себе полезные свойства исходного материала и синтетических сорбентов [8]. Хорошие результаты достигаются при модифицировании бурых углей и коксов на их основе. Технология получения активированных углей энергоёмкая, что повышает стоимость готового продукта и приводит к необходимости регенерировать сорбент. Для регенерации активных углей используют термические, химические или биологические методы. Однако их доступность и дальнейшая возможность использования в качестве топлива или добавок к стройматериалам, позволяют широко использовать их для очистки природных и сточных вод.

Сорбционными свойствами обладают многие природные материалы, такие как цеолиты, сапропели, торфы и т.д. Идея использования торфа для очистки стоков не нова. Практическому использованию торфа способствует то, что это природное вещество не токсично, дёшево. Технология его добычи проста, а торфяное сырьё широко доступно. Хотя сорбционная ёмкость торфа

ниже, чем у других сорбентов, но низкая стоимость его конкурентно способна. Торф многокомпонентная система, в состав которой входят органические и минеральные части, а также вода. В естественном состоянии торф содержит до 95% воды, в сухом – до 50 % минеральных веществ. Гуминовые вещества торфа, обладающие различными активными группами и развитой пористостью, являются хорошими сорбентами. Известно, что торф можно использовать для очистки сточных вод от тяжёлых металлов.

Месторождения торфа в Беларуси распространены почти повсеместно, возраст этого полезного ископаемого четвертичный. Согласно данным «Государственного научно-производственного объединения НППЦ НАН Беларуси по биоресурсам «Торфяники Беларуси» [9] на 13.08.2019 года в Беларуси выявлено около 9200 месторождений, в которых сосредоточено 3 млрд. т торфа. Эксплуатируется порядка 400 месторождений, ежегодно добывается 13...15 млн. т. За все годы разработки торфяных залежей добыто 1,1 млрд. т торфа. Фрагмент базы данных «НППЦ НАН Беларуси по биоресурсам «Торфяники Беларуси»» приведен в табл. 1.

Предполагается использовать торф в качестве амфотерного ионообменного материала без специальной предварительной подготовки. Применимость этого материала объясняется содержанием в нём карбоксильных и аминогрупп. Первые обуславливают катионный обмен, вторые – анионный. Торфу присущи некоторые недостатки, например, низкая механическая прочность. Однако эти недостатки компенсируются низкой стоимостью материала и необязательной вследствие этого регенерацией поглотителя. Известно, путём сжигания сорбционного материала можно возвратить поглощённые металлы в виде их оксидов. К, примеру, при содержании ртути 50 мг/дм³ при pH = 2 торф сорбирует её до 90 %, медь из аммиачных растворов может быть сорбирована на 100 % [10].

Преимуществом торфяной загрузки является и то, что она способна задерживать значительное количество взвеси. Эффект ионного обмена при этом не снижается. В работах специализированной государственной научно-исследовательской организации в области комплексного использования водных ресурсов Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (ЦНИИКИВР) показано, что фагновый торф способен поглощать металлы из дождевых сточных вод [11]. Принципиально возможно использовать торф и для очистки сточных вод для предприятий машиностроительной отрасли.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТОРФА

С физической точки зрения торф – трёхфазная, полидисперсная система, состоящая из твёрдой, жидкой и газообразных фаз. Определение влажности торфа было проведено в соответствии с требованиями ГОСТ 12597-67. В естественном состоянии торф содержит от 85% до 95% воды.

Зольность определялась в соответствии с ГОСТ 12596-67. В зависимости от вида торфа (а их более 40), условия его залегания и питания месторождений грунтовыми, сточными и атмосферными осадками содержание минеральной части меняется от 0 до 50%. Зольность 50% предельная для торфа (это граница между понятиями “торф” и “почва”).

Таблица 1. База данных «Торфяники Беларуси»

Информация предоставлена на 13.08.2019 года								
Область	Район	Общая площадь торфяника, га	Земельный фонд, га	Фонд особо ценных видов торфа, га	Разрабатываемый фонд, га	Выбывшие из промышленной эксплуатации торфяники, га	Средняя глубина торфяной залежи, м	Общая площадь болот, га
Гомельская Минская	Солигорский, Житковичский	21716,6	5181,6	0	3574	4957,4	1,67	12961
Гомельская	Житковичский	2399	2399	0	0	80,4	1,19	0
Гомельская	Житковичский, Петриковский	320	0	0	0	0	1,65	320
Гомельская	Житковичский	364	364	0	0	0	0,9	0
Гомельская	Житковичский	1145	1145	0	0	0	0,85	0
Гомельская	Житковичский	24	24	0	0	18,3	2,26	0
Гомельская	Житковичский	2727	2727	0	0	659,7	1,69	0
Брестская, Гомельская, Минская	Солигорский, Лунинецкий, Житковичский	28070	21368	0	0	805,2	1,01	6702
Брестская, Гомельская	Столинский, Житковичский, Петриковский, Лельчицкий, Мозырский	85243,7	6793,7	0	400	495,4	2,09	78050
Итого по странице		147943,3	40002,3	0	3974	7016,4		103967
Всего по таблице		2674803,1	1629713,1	19448	98816	308959,2		926826

Твёрдая фаза торфа состоит из частиц различных размеров от крупных, видимых невооружённым глазом, до коллоидных, которые обнаруживаются только под микроскопом, т.е. торф - дисперсионный материал. Изменения дисперсности слагающих торф растительных остатков сказывается на таких характеристиках торфа, как пористость, плотность, адсорбционная активность. При высушивании сырого торфа нагреванием при температуре 105^oC был получен сухой торф или сухой остаток, называемый “абсолютно сухим торфом”. Он состоит из органической и минеральной частей.

В состав золы торфа входят окиси кремния, кальция, железа, натрия, марганца серы и других элементов по данным Института торфа АН БССР. Процентное содержание отдельных элементов колеблется в широких пределах. Органическая масса торфа содержит в основном пять элементов: углерод, водород, кислород, серу и азот. Содержание углерода в органической массе торфа изменяется от 48 до 65%; кислорода – от 25 до 45%; водорода – от 4,7 до 7,3%. Процент азота колеблется в значительных пределах и зависит от типа торфа: в верховом типе от 0,6 до 2,5%, а в торфе низинного типа от 1,3 до 3,8%. Серы в торфе не более 1%. Гуминовые вещества торфа составляют от 20 до 70% по органической части.

Химическая природа торфа позволяет использовать его в качестве сорбента при очистке сточных вод. Причём, повышению его сорбционной ёмкости способствует применение пылевидного торфа и основную роль в процессе извлечения тяжёлых металлов (ТМ) и органических загрязнений из сточных вод предприятий машиностроительных отраслей играет хемосорбция. Определение осветляющей способности пылевидного торфа по метиленовому голубому проводилось по ГОСТ 4453-48. Осветляющая способность рассчитывается по формуле

$$A = 5n.$$

где n – количество раствора метиленового голубого, обесцвеченное навеской сорбента в 0,1 кг, дм³,

Осветляющая способность определялась как в статических, так и в динамических условиях, Осветляющая способность некоторых видов торфа достигает 60...65%. Определение сорбционной активности по йоду проводилось по методу, описанному в МРТУ №6-16-10 003-67. Сорбционная активность F (в%) вычислялась по формуле:

$$F = \frac{(V_1 - V_2) \cdot 0.0127 \cdot 100 \cdot 100}{10PG_Y}, \%$$

где V₁ – объём 0,1N раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование 10 мл исходного 0,1 N раствора йода, мл; V₂ – объём 0,1N раствора тиосульфата натрия, израсходованного на титрование 10 мл осветлённого испытываемым сорбентом раствора йода, мл; G_Y – величина навески

сорбента, г; 0,0127 – количество йода, соответствующее 1 мл 0,1N раствора тиосульфата натрия, г;

В опытах сорбционная активность составляла от 58,5 до 63,5%.

Адсорбция органических примесей производится из растворов в дистиллированной воде реактивом марок ”ХЧ” и “ЧДА”. Общая обменная ёмкость торфа основных видов мг-экв/г показана в табл. 2

Таблица 2

Виды торфа	БИСИ	Никонов	Институт торфа
Верховой	83	74	149
Переходный	102	107	187
Низинный	132	77	160

Обменная ёмкость по барью составляет (по данным института торфа) от 0,66 до 10 мг-экв/г в зависимости от атомного веса металлов. Таким образом, принципиально возможно использование пылевидного торфа в качестве сорбента при очистке сточных вод предприятий машиностроительной отрасли, содержащих ионы тяжёлых металлов, таких как Zn, Ni, Cu, Cd и т.д. и органические загрязнения.

ИССЛЕДОВАНИЕ УЗЛА СОРБЦИОННОЙ ДООЧИСТКИ ОСВЕТЛЁННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

В лабораторных условиях

Предпосылки для построения модели установки. Применение пылевидного сорбента в практике доочистки сточных вод требует использования такого технологического процесса, который бы позволил максимально реализовать сорбционный резерв материала при минимальном его расходе. При этом необходимо учесть также, тот факт, что определяющее место в сорбционном процессе на пылевидном сорбенте занимает внешняя диффузия, т.е. подвод загрязнителей к активным центрам поглотителя. Проникновение же адсорбтива во внутрь сорбционных зерна имеет второстепенное значение. Поэтому из стимулирующих факторов поглощения следует считать развитость внешней активной поверхности слоем минимальной толщины, не превышающей двух – трёх диаметров среднего размера сорбционного зерна.

Этого можно достичь за счёт повышения дисперсности сорбента. Улучшение условий внешней диффузии достижимо также путём выбора скорости подвода сорбтива к поверхности сорбента, а также созданием для внешнего потока доступности сорбционных центров. Для мелкодисперсного сорбента последнее условие выполнима лишь тогда, когда материал либо находится во взвешенном состоянии и сорбтив

может свободно обтекать каждое зерно, либо нанесён на твёрдую основу.

Получение значительной по величине сорбционной поверхности при тонкослойном распределении мелкозернистого сорбционного материала осуществимо лишь в случае применения твёрдой основы с развитой удельной поверхностью. Разновидностью такой подложки может стать любая сыпучая зернистая основа типа фильтрующей загрузки. Выделение частичек суспензии на зёрнах фильтрующего материала позволит распределить поглотитель в виде тонкого слоя в зонах, доступных для фильтрационного потока. Заполненный таким образом слой зернистого материала может служить основой аппарата адсорбера [12].

Учитывая приведенные соображения, была создана экспериментальная сорбционная установка, принципиальная схема которой представлена на рис. 1. Все элементы установки расположены на эстакаде таким образом, что основные потоки движутся самотёком. Фильтровальная колонка снабжена игольчатыми пьезометрами, расположенными на разных уровнях по высоте установки. Скорость фильтрации устанавливается с помощью специального устройства и контролируется по показаниям расходомер-ротаметра РС-3. узлы соединены с помощью силиконовых шлангов различного диаметра. Для определения технологических параметров работы установки используется фотоэлектрический адсорбциометр-нефелометр ЛМФ-69 и рН-метр рН-340.

Методика проведения экспериментов. Установка работает следующим образом. Предварительно фильтр загружается инертным фильтрующим материалом определённой крупности. Загрузка промывается. Затем готовится суспензия пылевидного сорбента определённой концентрации и производится намыв сорбента в слой фильтрующей загрузки. После создания намывного слоя установка переключается на режим фильтрования. В качестве модельных сточных вод, как красителей, так и солей различных металлов в водопроводной воде. Добавление красителей в сточную воду связано с наличием на базовом предприятии окрасочного производства.

После полного насыщения сорбента (или в случае проскока загрязнений) процесс фильтрации прекращается и фильтрующий слой промывается водопроводной водой. Причём отработанный сорбент отводится в узел утилизации. При проведении экспериментов контролируются следующие параметры: крупность фильтрующей загрузки, Концентрация суспензии сорбента, скорость фильтрации и интенсивность промывки, концентрация загрязнений

Результаты работы установки. В результате проведения серии опытов для исследуемого вида торфа установлены следующие оптимальные параметры работы установки:

1. Фильтрующий слой – керамзит крупностью зёрен 1...2 мм.
2. Концентрация суспензии пылевидного торфа до 90 г/дм³.
3. Высота фильтрующего слоя – 500 мм.
4. Скорость фильтрации - 6 м/ч.
5. Интенсивность промывки до 10 дм³/с·м².

В результате анализа полученных параметров установлено, что при указанных условиях, эффективность установки составляет 96...98% по осветляющей способности и до 93% по органическим загрязнениям.

В качестве узла сорбционной очистки использован каркасно-засыпной фильтр. Конструкция фильтра-сорбера аналогична модели, использованной в лабораторных исследованиях.

Результаты исследований, проведённых на пилотной установке. В ходе испытаний сорбционного фильтра производили намыв мелкодисперсного сорбента в фильтрующий слой и исследование процесса фильтрации через комбинированный слой. В качестве мелкодисперсного сорбента использовали различные фракции торфа из месторождений Беларуси. В ходе испытаний выяснилось, что некоторые виды торфа требуют специальной подготовки перед процессом намывки, так как получение их суспензии чрезвычайно затруднено. Некоторые образцы торфа при попытке получения относительно однородной суспензии всплывают на поверхность и создание намывного слоя с этим видом торфа не привело к желаемым результатам.

В связи с изложенным были проведены поисковые исследования по намыву различных видов торфа в фильтрующий слой. При введении в слой загрузки, выполненной из керамзита крупностью 2...3 мм, интенсивность намыва или подачи суспензии мелкодисперсного торфа оказалась близкой к 10...12 дм³·с·м². Однако при фильтровании сточной жидкости через полученный комбинированный фильтрующий слой был отмечен вынос сорбционной загрузки при скорости фильтрования 2...3 м/ч.

Введение сорбента в фильтрующий слой, крупность зёрен которого составляла менее 2 мм, оказался затруднительным в связи с несовершенством самого сорбционного фильтра. Недостатки системы намыва сорбента (при его крупности более 0,2...0,3 мм) определили проведение экспериментов с предварительно созданным намывным слоем, загружаемым в фильтр. В ходе проведения опытов осуществлялся контроль за качеством исходной воды и фильтрата по основным показателям: концентрации взвешенных веществ и ХПК сточных вод.

Исследовался фильтрующий слой с крупностью зёрен керамзита 1,0...1,5 мм. В фильтрующем слое находился торф в количестве 0,1 г/дм³. Скорость фильтрования поддерживалась в пределах 6...7 м/ч. Результаты опытов представлены на рис. 3 и 4.

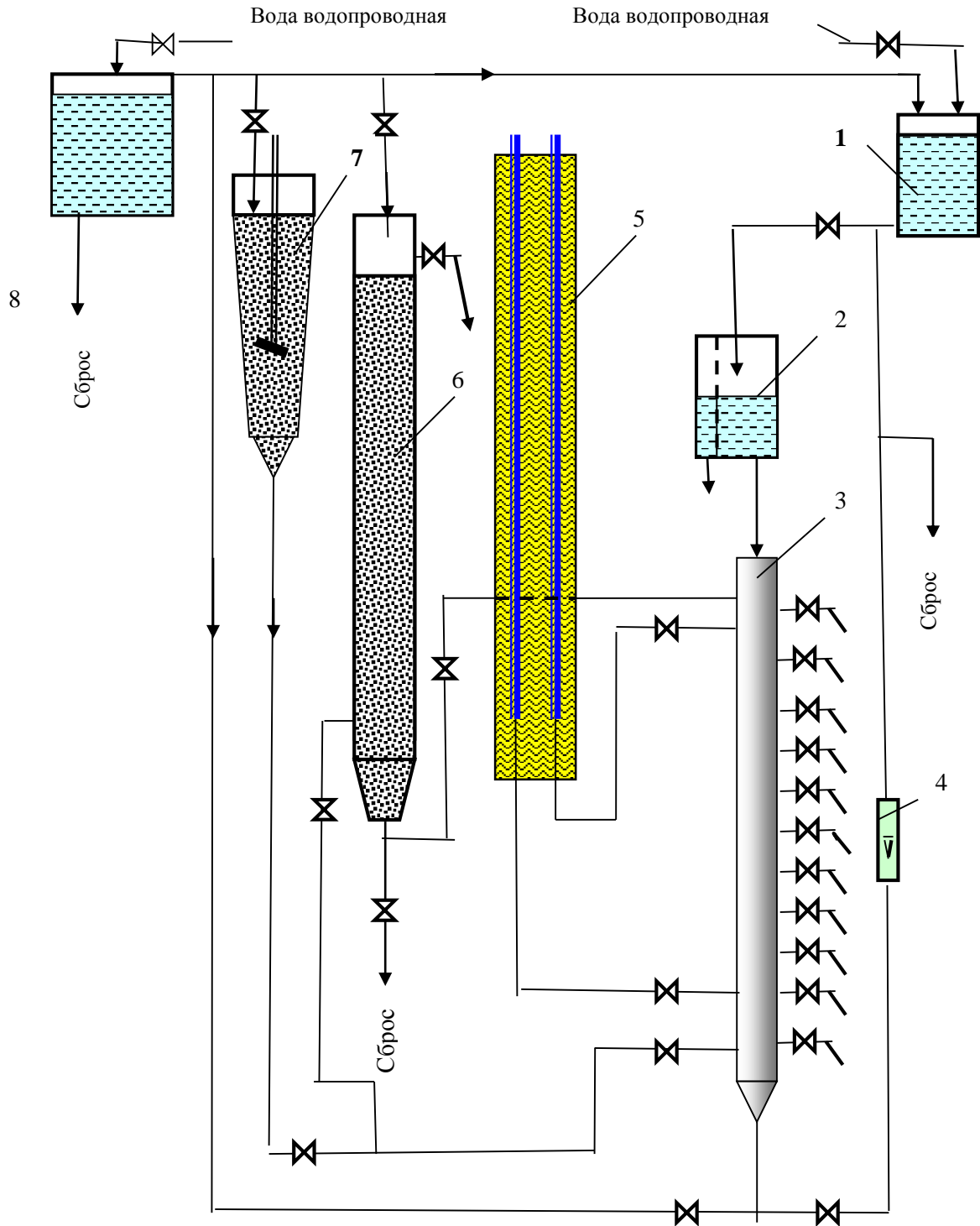


Рис. 1. Схема лабораторной установки

1 – ёмкость исходной воды; 2 – ёмкость постоянного уровня; 3 – модель фильтра; 4 – ротаметр РС-3; 5 – пьезометрический щит; 6 – ёмкость отработанного сорбента; 7 – ёмкость приготовления суспензии сорбента; 8 – ёмкость промывной воды

Fig. 1. Scheme of the laboratory setup

1 - the capacity of the source water; 2 – constant level capacitance; 3 – filter model; 4 – rotameter RS-3; 5 - piezometric shield; 6 – capacity of spent sorbent; 7 – container for preparation of sorbent suspension; 8 – wash water tank

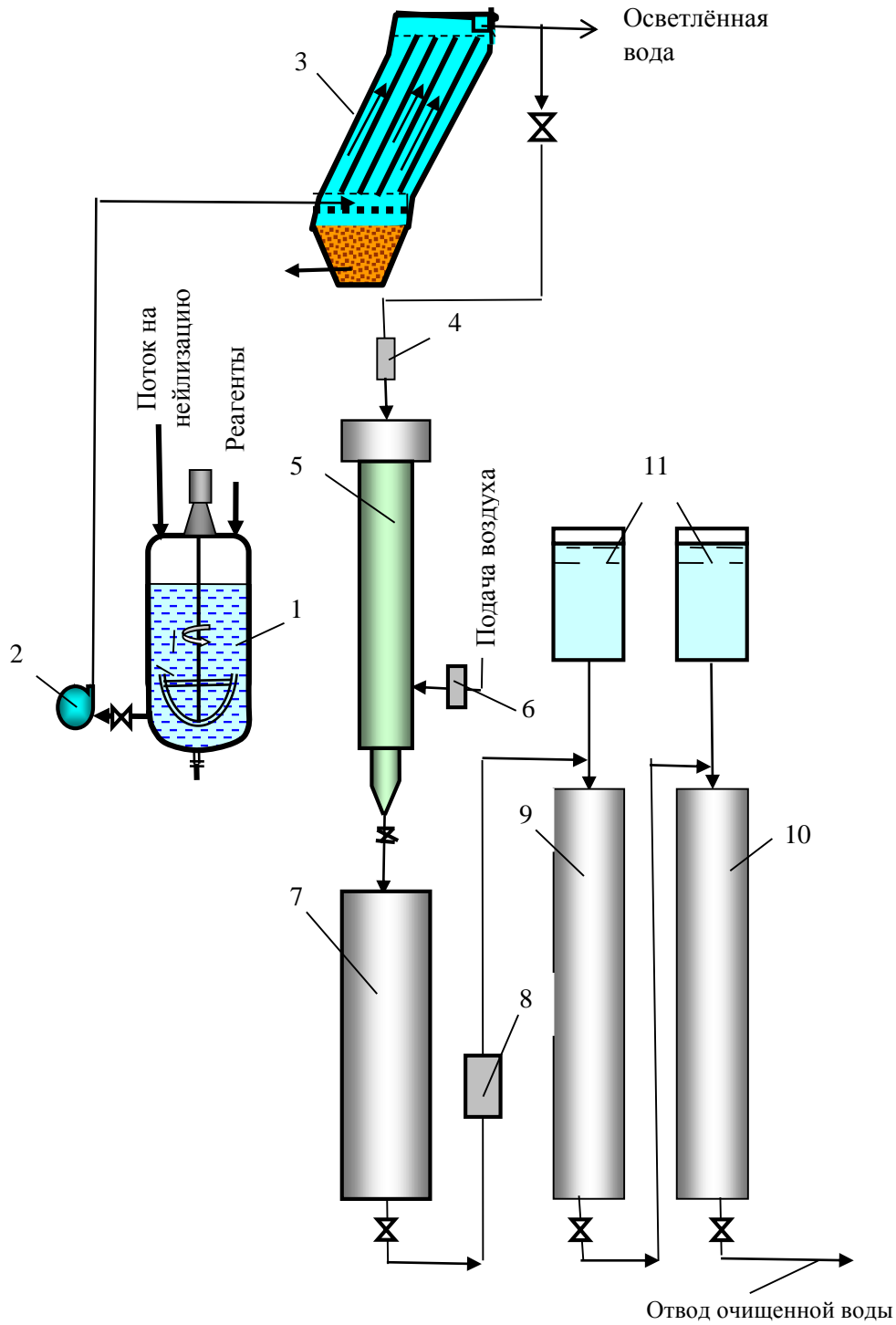


Рис. 2. Схема опытно-производственной установки:

- 1 – реактор-нейтрализатор; 2 – насос; 3 – полочный отстойник; 4 – ротаметр РС-5;
 5 – фильтр-флотатор; 6 – ротаметр РС-5; 7 – сорбционный фильтр; 8 – ротаметр РС-3;
 9 – катионитовый фильтр; 10 – анионитовый фильтр; 11 – баки для регенерации

Fig. 2. Diagram of the pilot plant:

- 1 – reactor-neutralizer; 2 – pump; 3 – shelf sump; 4 – rotameter RS-5; 5 – filter flotation;
 6 – rotameter RS-5; 7 – sorption filter; 8 – rotameter RS-3; 9 – cationite filter; 10 – anion exchanger filter;
 11 – tanks for regeneration

Отработка гидравлических и технологических характеристик фильтра-сорбера на пилотной установке

Разработанная схема пилотной установки предназначена для доочистки сточных вод

гальванического и покрасочного производства, прошедших предварительную реагентную обработку. Основными элементами установки (рис. 2) являются узлы осветления, фильтрования и сорбционной очистки.

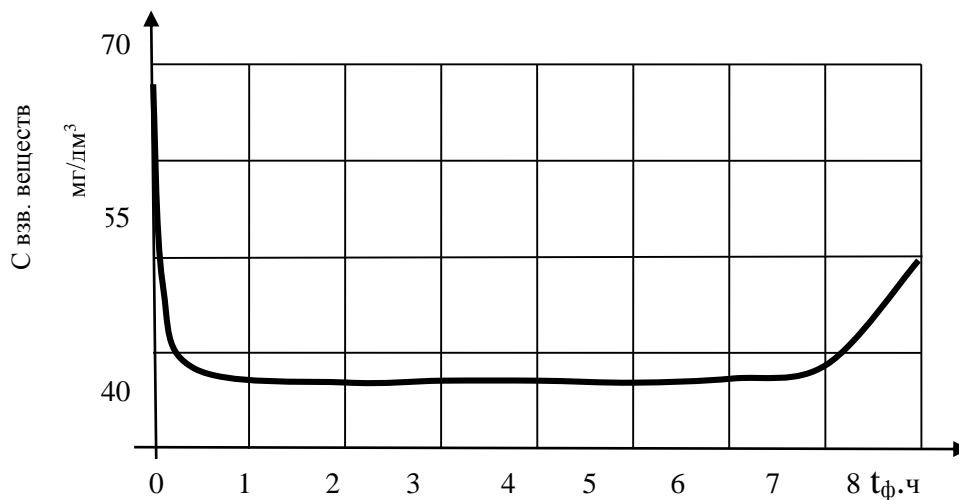


Рис. 3. Зависимость содержания взвешенных веществ в воде на выходе из сорбера от времени фильтрования

Крупность керамзита 1,5 мм, $C_{\text{торфа}} = 0,1 \text{ г//дм}^3$, $V = 8 \text{ м}^3/\text{ч}$

Fig. 3. Dependence of the content of suspended solids in the water at the outlet of the sorber on the filtration time

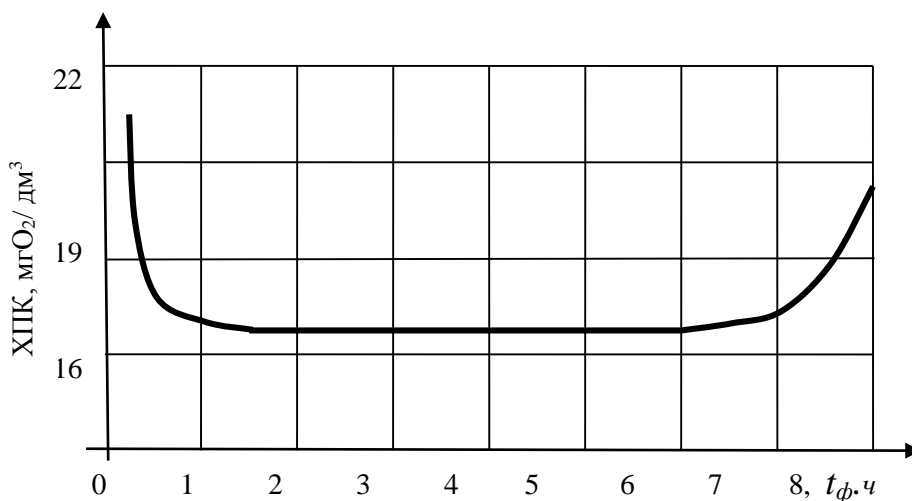


Рис. 4. Зависимость ХПК в воде на выходе из сорбера от времени фильтрования

Крупность керамзита 1,5 мм, $C_{\text{торфа}} = 0,1 \text{ г//дм}^3$, $V = 8 \text{ м}^3/\text{ч}$

Fig. 4. Dependence of COD in water at the outlet of the sorber on the filtration time

Expanded clay size 1.5 mm, $C_{\text{peat}} = 0.1 \text{ g//dm}^3$, $V = 8 \text{ m}^3/\text{h}$

В результате анализа выполненных экспериментальных исследований на пилотной установке предложенная технологическая схема, при указанных условиях, позволяет снизить содержание взвешенных веществ в воде на выходе из сорбера как минимум в 2,5 раза, а ХПК – в 1,5 раза. Следует отметить, что при общем времени

работы фильтра, достигавшем 24 часов, в процессе фильтрования установка периодически отключалась. Следует отметить, что в отдельных сериях опытов, ХПК после фильтра превышало исходное ХПК, что указывало на необходимость предварительной обработки применяемого в качестве загрузки торфа.

ВЫВОДЫ

Возрастающая антропогенная нагрузка на водные объекты, неадекватность используемых технологий водоочистки с дополнительно загрязняющими компонентами обуславливают приоритетную значимость экологических аспектов, в том числе с применением технологических процессов адсорбции на природных сорбентах и их аналогах.

Основной проблемой современных технологических систем применения сорбционных методов доочистки является разработка экологически безопасных технологий с максимально замкнутым циклом и минимальным количеством отходов. Анализ характеристик различных сорбционных материалов применительно к очистке сточных вод показал, что применение природных минералов приемлемо с экологической и экономической точки зрения, но в некоторых случаях такие материалы не обладают комплексом нужных свойств и их необходимо химически модифицировать.

Исследована возможность использования торфа в качестве амфотерного ионообменного материала без специальной предварительной подготовки, в связи с содержанием в нём карбоксильных и аминогрупп, которые обуславливают как катионный, так и анионный обмен.

Выполнены экспериментальные исследования на разработанной лабораторной установке с применением пылевидного торфа в качестве сорбента и опытно-производственной установки для доочистки сточных вод гальванического и покрасочного производства, прошедших предварительную реагентную обработку. Анализ результатов выполненных экспериментальных исследований показал работоспособность предложенной конструкции с комбинированным фильтрующим слоем, а также высокую эффективность применения сорбента на основе пылевидного торфа для доочистки производственных сточных вод.

При рассмотренных условиях экспериментальных исследований технологических процессов доочистки производственных сточных вод сорбцией с применением пылевидного торфа:

- на лабораторной установке эффективность составляет 96...98% по осветляющей способности и до 93% по органическим загрязнениям.

- на пилотной установке, обеспечивалось снижение содержания взвешенных веществ в воде на выходе из сорбера как минимум в 2,5 раза, а ХПК – в 1,5 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов-Данильян В.И. Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты / В.И. Данилов-Данильян, К.С. Лосев; Ин-т водных проблем РАН. – М.: Наука, 2006. – 221 с.

2. Данилов-Данильян В.И. Водные ресурсы мира и перспективы водохозяйственного комплекса России. – М.: ООО «Типография Левко», Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России, 2009. – 88 с.

3. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года. Распоряжение Правительства РФ от 27 августа 2009 г. N 1235-р. Электронный ресурс: режим доступа <http://government.ru/docs/10049/>(дата обращения 07.03.2021 г.).

4. Постановление Правительства РФ от 19.04.2012 N 350 (ред. от 31.05.2017) "О Федеральной целевой программе "Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012-2020 годах". Электронный ресурс: режим доступа: <http://government.ru/docs/37156/>(дата обращения 07.03.2021 г.).

5. Тарасевич Ю.И. Природные, модифицированные и полусинтетические сорбенты в процессах очистки воды // Химия и технология воды. – 1994. – № 6, т. 16. – С. 626-640.

6. Говорова Ж.М. Обоснование и разработка технологий очистки природных вод, содержащих антропогенные примеси: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. – М., 2004.

7. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982. – 168 с.

8. Климов Е. С. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод / Е. С. Климов, М. В. Бузаева. – Ульяновск: УЛГТУ, 2011. – 201 с.

9. База данных «Государственного научно-производственного объединения НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам ТОРФЯНИКИ БЕЛАРУСИ». Минск.2019

10. Белькевич П.И. Чистова Л.Р. «Торф и проблема защиты окружающей среды» Мн. Наука и техника, 1979. – С. 3-61.

11. Климова В.Ф. «Перспективы использования торфа для очистки поверхностного стока с городских территорий» ЦНИИКИВР, М.1989 г.

12. Брестский инженерно-строительный институт. НИР. Разработка элементов безотходной технологии и их исследование на сооружениях БЭМЗ. № гос. регистрации 80028756. г. Брест. 1983 г.

13. Урецкий Е.А. Ресурсосберегающие технологии в водном хозяйстве промышленных предприятий. Монография. – Брест, изд-во БГТУ, 2007. – 396 с.

14. Урецкий Е. Ресурсосберегающие технологии в водном хозяйстве промышленных предприятий. Монография. – LAP LAMBERT Academic Publishing, Germany, 2014. – 360 с.

REFERENCES

1. Danilov-Danilyan V.I. Water consumption: ecological, economic, social and political aspects / V.I. Danilov-Danilyan, K.S. Losev; Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences. – М.: Nauka, 2006. – 221 p.

2. Danilov-Danilyan V.I. Water resources of the world and prospects of the water management complex of Russia. – M.: ООО "Типография Levko", Institute of Sustainable Development/Center for Environmental Policy of Russia, 2009. – 88 p.
3. Water strategy of the Russian Federation for the period up to 2020. Order of the Government of the Russian Federation of August 27, 2009 N 1235-R. Electronic resource: access mode <http://government.ru/docs/10049> / (accessed 07.03.2021).
4. Decree of the Government of the Russian Federation of 19.04.2012 N 350 (ed. of 31.05.2017) "On the Federal target program "Development of the water management complex of the Russian Federation in 2012-2020". Electronic resource: access mode: <http://government.ru/docs/37156> / (accessed 07.03.2021).
5. Tarasevich Yu.I. Natural, modified and semi-synthetic sorbents in water purification processes // Chemistry and technology of water. – 1994. – № 6, vol. 16. – Pp. 626-640.
6. Govorova Zh.M. Justification and development of technologies for the purification of natural waters containing anthropogenic impurities: Abstract. dis. ... doct. technical Sciences. – M., 2004.
7. Smirnov A.D. Sorption water purification. – L.: Chemistry, 1982. – 168 p.
8. Klimov E. S. Natural sorbents and complexes in wastewater treatment / E. S. Klimov, M. V. Buzaeva. - Ulyanovsk: UISTU, 2011. – 201 p.
9. Database of the "State Scientific and Production Association of the National Research and Production Center of the National Academy of Sciences of Belarus for bioresources Peatlands of BELARUS". Minsk.2019
10. Belkevich P.I. Chistova L.R. "Peat and the problem of environmental protection" Mn. Science and Technology, 1979. – Pp. 3-61.
11. Klimkova V.F. "Prospects of using peat for cleaning surface runoff from urban areas" TSNIKIVR, M.1989.
12. Brest Institute of Civil Engineering. NIR. Development of waste-free technology elements and their research at the BEM facilities. State registration no. 80028756. Brest. 1983.
13. Uretsky E.A. Resource-saving technologies in water management of industrial enterprises. Monograph. – Brest, publishing house of BSTU, 2007. – 396 p.
14. E. Uretsky. Resource-saving technologies in the water sector of industrial enterprises. Monograph: LAP LAMBERT Academic Publishing, Germany, 2014. – 360 p.

INVESTIGATION OF THE OPERATION OF THE SORPTION WASTEWATER TREATMENT UNIT USING ALLUVIAL SORPTION FILTERS

Uretskiy¹ E.A., Nikolenko² I. V., Moroz³ V. V.

¹Republican Unitary Enterprise Belarusian State Design Institute "BelSPI"

210602, Republic of Belarus, Vitebsk, st. Pushkin, 6, e-mail: euretsky@yandex.by

² Academy of Construction and Architecture «V. I. Vernadsky Crimean Federal University»

295493, Republic of Crimea, Simferopol, st. Kievskaya 181 e-mail: energia-09@mail.ru

³Brest State Technical University

224017 Republic of Belarus Brest, st. Moscow, 267

Summary. The article shows that the increasing anthropogenic load on water bodies, the inadequacy of water treatment technologies used with additional polluting components determine the priority importance of environmental aspects, including the use of technological processes of adsorption on natural sorbents and their analogues. The use of natural minerals in wastewater treatment is acceptable from an ecological and economic point of view, but additional research is needed to clarify their sorption properties. The use of a pulverized sorbent in the practice of wastewater after treatment is justified, which makes it possible to maximize the sorption reserve of the material with minimal consumption. Laboratory and pilot production facilities have been developed to study the technological process of sorption purification using alluvial sorption filters. Experimental studies of the sorption after treatment unit using alluvial sorption filters based on the use of pulverized peat were carried out for wastewater of a machine-building enterprise, and the optimal parameters of their operation were determined. The analysis of the obtained results is carried out, and recommendations are given on the possibility of using pulverized peat as an amphoteric ion-exchange material without special preliminary preparation.

The subject of the study. The possibility of using pulverized peat as an amphoteric ion-exchange material without special preliminary preparation, due to the content of carboxyl and amino groups in it, which cause both cationic and anionic exchange.

Materials and methods of research: experimental studies were carried out in the work on laboratory and pilot plants, in which solid foundations with a developed specific surface were used to ensure a significant sorption surface with a thin-layer distribution of pulverized peat as a fine-grained sorption material. Any loose granular base of the type of filter loading can become a type of such substrate. During the experiments, the following parameters were controlled: the size of the filter load, the concentration of the sorbent suspension, the filtration rate and the intensity of washing, the concentration of impurities and the degree of purification.

Results. In the conditions of experimental studies of technological processes of post-treatment of industrial wastewater by sorption using pulverized peat, the efficiency of the laboratory installation was 96...98% in terms of clarifying ability and up to 93% in terms of organic pollutants, and the pilot installation provided a reduction in the content of suspended solids in the water at the outlet of the sorber by at least 2.5 times, and COD - by 1.5 times.

Conclusions. According to the results of the experimental studies carried out, it was found that the use of a pulverized sorbent, in the form of pulverized peat, in the practice of wastewater treatment makes it possible to maximize the sorption reserve of the material with minimal consumption.

Key words: peat, pulverized sorbent, expanded clay, filtrate, filter loading, waste water, purification efficiency.

АНАЛИЗ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ ЕМКОСТИ
РЕЗЕРВУАРОВ ЧИСТОЙ ВОДЫНиколенко¹ И.В., Котовская² Е.Е.Институт «Академия строительства и архитектуры» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»,
Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 181
E-mail: ¹ nikoshi@mail.ru, ² elevkot@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена одной из актуальных проблем проектирования систем водоснабжения новых микрорайонов города, при которых застройщик, стремящийся получить высокую прибыль, не осуществляет проектирование и строительство резервуаров чистой воды (РЧВ), которые могли бы обеспечить бесперебойное водоснабжение. Рассмотрены существующие методики определения регулирующей емкости РЧВ. Определены значения процентного соотношения регулирующей емкости от суточного водопотребления рассматриваемых микрорайонов и различном времени заполнения РЧВ.

Предмет исследования: Методики определения регулирующей емкости резервуаров чистой воды при проектировании систем водоснабжения новых микрорайонов.

Материалы и методы: Проектирование систем водоснабжения новых микрорайонов с различным числом жителей, обуславливает задачи, при которых значение коэффициентов часовой неравномерности существенно отличаются от приведенных в нормативно-справочной литературе, что приводит к затруднению в последующих расчетах. Выполнен анализ различных методик определения регулирующего объема РЧВ, в зависимости от широкого диапазона коэффициентов часовой неравномерности водопотребления. Рассмотрена аналитическая зависимость отношения максимальной часовой подачи воды в регулируемую емкость к среднему часовому расходу в сутки максимального водопотребления. Эта зависимость применена для непрерывной работы насосной установки с различной производительностью в течение расчетного периода наибольшего водопотребления или работе насосной установки в режиме долгосрочных включений.

Результаты: Определены процентные соотношения регулирующего объема в зависимости от максимальной суточной подачи при значениях коэффициента максимальной часовой неравномерности в диапазоне 2,5...6,3, для которых отсутствуют расчетные рекомендации, по определению регулирующей емкости РЧВ. Также определены рекомендуемые диапазоны времени заполнения РЧВ, соответствующие коэффициентам часовой неравномерности в этом диапазоне.

Выводы: Результаты исследований позволяют определить величину регулирующей емкости резервуаров чистой воды при проектировании систем водоснабжения новых микрорайонов при значениях коэффициента максимальной часовой неравномерности в диапазоне 2,5...6,3.

Ключевые слова. Резервуары чистой воды, система подачи и распределения воды, многоквартирные жилые дома, микрорайоны, коэффициент максимальной часовой неравномерности, регулирующий объем, аварийный объем, неприкосновенный противопожарный запас.

ВВЕДЕНИЕ

Особенностью городских систем водоснабжения, является то, что, объемы и режимы водопотребления меняются непрерывно в течении суток в зависимости от различных случайных событий и характеризуются неравномерностью. Основными факторами, которые влияют на степень неравномерности водопотребления являются: число жителей в населенном пункте, степень благоустройства зданий, режимы работы предприятий и другие местные условия. Обеспечить режим подачи воды, который в точности соответствует режиму водопотребления, достаточно сложно реализовать практически, а также такой режим оказывает существенно влияет на энергоэффективность и надежность всей системы водоснабжения. Для снижения воздействия степени неравномерности водопотребления в системах водоснабжения устанавливаются регулирующие емкости, которые позволяют приблизить к графику водопотребления режимы работы системы водоснабжения, а также уменьшить

энергопотребление, так как максимальную подачу насосных агрегатов принимают меньше максимального часового расхода. В действующей нормативно-справочной литературе для расчета наружных сетей систем водоснабжения рассматриваются коэффициенты часовой неравномерности в диапазоне 1,2...2,5, которые являются основой определения конструктивных параметров регулирующих емкостей. При строительстве новых микрорайонов города, число жителей как правило находится в диапазоне 1,5...2,5 тысячи человек. При таком числе жителей диапазон коэффициентов неравномерности может достигать 3,5...6, что приводит к сложности обоснования принимаемых решений в последующих расчетах параметров регулирующих емкостей. С другой стороны, застройщики, которые стремятся получить высокую прибыль, не выполняют проектирование и строительство резервуаров чистой воды (РЧВ), которые являются регулируемыми емкостями и могут обеспечить бесперебойное водоснабжение жителям микрорайона. Применяемые в настоящее время схемы подключения систем водоснабжения новых

микрорайонов непосредственно к напорным водоводам не позволяют обеспечить бесперебойное водоснабжение, увеличивает энергопотребление, а также создает дополнительные динамические нагрузки в сетях (п. 4 п. 6.117 СНиП 2.04.02-84 [1]).

На территории г. Симферополь, за период с 2014 года и по настоящее время, осуществляется интенсивная застройка современными микрорайонами, значительно увеличивающими численность населения столицы Республики Крым. Застройка города осуществляется за счет перевода земель сельхоз назначения в земли населенных пунктов под многоквартирную жилую застройку. К самым крупным микрорайонам относятся: «Крымская роза» – 15 тыс. жителей; «Жигулина роща» – 10 тыс. жителей; «Город мира» – 5,2 тыс. жителей; «Солнечный парк» – 6,6 тыс. жителей, мкр. «Грэсовский» – 3 тыс. жителей и т.д.

При проектировании современных жилых микрорайонов в г. Симферополь застройщики, экономя на инфраструктуре объекта, проектируют насосные станции, забирающие воду непосредственно из водопроводной сети города и подающие в многоэтажные жилые дома, исключая такое значимое сооружение как резервуары чистой воды (РЧВ). В некоторых случаях в проектах новых микрорайонов (мкр. «Город мира») предусматривают резервуары для пожаротушения, оборудованные противопожарными насосами, включение в работу, которых должно обеспечить режимы пожаротушения. Так как не во всех новых микрорайонах города Симферополь, предусмотрены РЧВ, что в конечном итоге приводит к режимной подаче воды в многоквартирных жилых домах. Например, новый микрорайон: «Город Мира», расположенный на улице Батурина, принадлежащей IV зоне водоснабжения г. Симферополь (I зона – 220...290 м; II зона – 290...360 м; III зона – 360...395; IV зона – 395...460 м), и в которой режимная подача воды, соответственно и в распределительной сети микрорайона соответствующий режим подачи воды. Если бы застройщиком было предусмотрено строительство РЧВ, жильцы современных многоквартирных жилых домов могли быть обеспечены в ночные часы водой, микрорайон имел бы запас на аварийно-восстановительные работы на сетях системы подачи и распределения воды (СПРВ). Рабочий график современного человека трудоспособного возраста значительно интенсивен, и возвращаясь домой после полуночи жильцы многоэтажных жилых домов не имеют возможности элементарно помыть руки, не говоря об иных гигиенических процедурах, что вынуждает их принимать меры, в виде приобретения каких-либо накопительных емкостей и насосного оборудования, что в условиях квартир малой площади создает определенные неудобства эргономического характера. Еще одним примером может служить активно застраиваемый в данный момент жилой микрорайон «Солнечный парк». К территории микрорайона проведены 2 тупиковых

водовода от разных источников питания $Dу500$ и $Dу150$. Расчетное количество жителей в указанном микрорайоне составляет 6,6 тысяч человек, также на территории предусматривается размещение 2-х детских садов (вместимостью 160 и 220 мест) и общеобразовательной школы (860 учащихся). Застройка планируется пятью очередями, которые подразделяются на этапы. Строительство РЧВ позволило бы иметь запас воды на весь микрорайон, обеспечить бесперебойную подачу воды населению, а также предоставить возможность развивать инфраструктуру близлежащих территорий на перспективу. В таблице 1 приведены расчеты по очередям строительства микрорайона «Солнечный парк». Застройщиком принято решение о заборе воды непосредственно из 2-х тупиковых трубопроводов, что автоматически уменьшает надежность работы системы и ставит водоснабжение всего микрорайона в зависимость от работы тупиковых водоводов [6]. Данное решение обусловлено экономией земельных площадей с последующей застройкой многоквартирными жилыми домами, от продажи квартир которых застройщик получит повышенную прибыль, совершенно не заботясь о будущем комфорте жителей микрорайона.

Таким образом строительство резервуаров по ТП 901-4-60,83 (п. 23-24 таблица 1) габаритами $18*18*4,8(h)$ позволило бы обеспечить весь проектируемый район «Солнечный парк» стабильным водоснабжением, а также поддержать развитие системы водоснабжения, путем строительства водоводов и РЧВ для дальнейшего развития многоквартирной жилой застройки в данном направлении. Фактически каждую очередь строительства раздробили на строительство отдельных многоквартирных жилых домов и их подключение к существующим тупиковым водоводам. Перечисленные положение обуславливает необходимость рассмотрения вопросов, связанных с расчетом и проектированием РЧВ.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определение объема РЧВ является одной из значимых задач системы водоснабжения любого производственного или селитебного комплекса. РЧВ по своему назначению могут подразделяться на активные (напорные) и пассивные (безнапорные) или комбинированные [5]. По назначению РЧВ могут быть регулирующими, запасными, противопожарными или объединенными. На территории РК наибольшее распространение получили РЧВ объединенного назначения, в которых хранится регулирующий, противопожарный, аварийный запас воды. Так как большая часть территории РК находится в зоне повышенной сейсмоактивности (сейсмичность 8 баллов), то согласно п. 16.3 СП 31.1330.2012 [1] в

РЧВ предусматривается двойной противопожарный запас.

определения регулирующей емкости резервуаров чистой воды.

Цель данной работы – рассмотреть и проанализировать существующие методики

Таблица 1. Сводные результаты расчетов по определению расчетных расходов водопотребления по этапам строительства жилого комплекса "Солнечный парк"

Table 1. Summary results of calculations to determine the estimated water consumption costs for the stages of construction of the residential complex "Solnechny Park"

№	Наименование показателя	I очередь	II очередь	III очередь	IV очередь	V очередь
1	Число жителей, N человек	1772	2676	3832	5423	6579
2	Расчетное количество одновременных пожаров	1	1	1	1	1
3	Максимальные значения расхода воды на пожаротушение, л/с	25,2	90,4	90,4	90,4	90,4
4	Коэффициент суточной неравномерности водопотребления, $K_{сут.max}$	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
5	Коэффициент суточной неравномерности водопотребления, $K_{сут.min}$	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
6	Минимальное суточное водопотребление, м ³ /сут	362,85	783,73	1073,84	1466,75	1732,53
7	Среднее суточное водопотребление, м ³ /сут	574,08	1128,95	1555,82	2123,41	2525,95
8	Максимальное суточное водопотребление, м ³ /сут	659,67	1285,25	1767,95	2412,39	2870,77
9	Коэффициент часовой неравномерности водопотребления $K_{ч.max}$	2,10	1,91	1,81	1,72	1,67
10	Коэффициент часовой неравномерности водопотребления $K_{ч.min}$	0,06	0,07	0,11	0,14	0,16
11	Час максимального водопотребление в сутки максимального водопотребления	11-12	12-13	18-19	18-19	8-9
12	Расход в час максимального водопотребления в сутки максимального водопотребления, м ³ /ч	46,66	87,75	119,79	162,87	193,69
13	Час среднего водопотребление в сутки максимального водопотребления	15-16	8-9	16-17	10-11	19-20
14	Расход в час среднего водопотребления в сутки максимального водопотребления, м ³ /ч	27,49	53,55	73,66	100,52	119,62
15	Час минимального водопотребление в сутки максимального водопотребления	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1
16	Расход в час минимального водопотребления в сутки максимального водопотребления, м ³ /ч	3,85	8,29	11,94	17,82	21,17
17	Час максимального водопотребление в сутки максимального водопотребления на период пожаротушения, м ³ /ч	372,10	413,19	445,23	488,31	519,13
18	в сутки среднего потребления - среднего часового расхода;	23,92	47,04	64,83	88,48	105,25
19	в сутки минимального водопотребления - минимального часового расхода.	0,91	2,25	4,86	8,69	11,69
20	Необходимый объем РЧВ:	1348,82	1633,27	1912,37	2224,04	2437,75
21	Регулирующий объем РЧВ, м ³	134,75	272,65	390,98	529,35	629,26
22	Аварийный объем, м ³	153,92	299,89	412,52	562,89	669,85
23	Удвоенный неприкосновенный противопожарный объем:	1060,14	1060,73	1108,87	1131,80	1138,64
24	В проекте предлагается принять 2 РЧВ по ТП 901-4-60,83 габаритами 18*18*4,8 (h), номинальным объемом $W=1400 \text{ м}^3$					

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Резервуары чистой воды – являются одним из значимых элементов в системе водоснабжения населенных пунктов, от них зависит стабильность и бесперебойность подачи воды населению, аккумуляция запаса воды на случай выполнения аварийно-восстановительных работ на системе подачи трубопроводов на заполнения РЧВ (водоводов), в них содержится неприкосновенный противопожарный запас.

Существуют различные методики для определения регулирующего объема РЧВ:

- метод, основанный на коэффициенте часовой неравномерности, табличный или графический способ [5];

- метод, рекомендуемый СНиП 2.04.02-84 [1] и который в современный СП 31.133030.2012 [2] не включен;

- метод, описанный в СП 30.13330.2020 [3].

Табличный метод определения объема регулирующей емкости заключается в составлении расчетной таблицы поступления и забора воды из РЧВ, в следующем виде, в примере расчет приведен для коэффициента часовой неравномерности $K_v=2,5$ и равномерной работы насосов, предназначенных для заполнения РЧВ:

Таблица 2. Табличная форма для определения регулирующей емкости РЧВ при $K_v=2,5$
Table 2. Tabular form for determining the control capacity of a clean water tank at $K_v=2,5$

Часы суток	Водопотребление, %	Подача по водоводам в РЧВ, %	Поступление воды в РЧВ, %	Забор воды из РЧВ, %	Остаток воды в РЧВ, %
1	2	3	4	5	6
0-1	0,6	4,167	3,57		3,57
1-2	0,6	4,167	3,57		7,13
2-3	1,2	4,167	2,97		10,10
3-4	2	4,167	2,17		12,27
4-5	3,5	4,167	0,67		12,93
5-6	3,5	4,167	0,67		13,60
6-7	4,5	4,167		0,33	13,27
7-8	10,2	4,167		6,03	7,23
8-9	8,8	4,167		4,63	2,60
9-10	6,5	4,167		2,33	0,27
10-11	4,1	4,167	0,07		0,33
11-12	4,1	4,167	0,07		0,40
12-13	3,5	4,167	0,67		1,07
13-14	3,5	4,167	0,67		1,73
14-15	4,7	4,167		0,53	1,20
15-16	6,2	4,167		2,03	-0,83
16-17	10,4	4,167		6,23	-7,07
17-18	9,4	4,167		5,23	-12,30
18-19	7,3	4,167		3,13	-15,43
19-20	1,6	4,167	2,57		-12,87
20-21	1,6	4,167	2,57		-10,30
21-22	1	4,167	3,17		-7,13
22-23	0,6	4,167	3,57		-3,57
23-24	0,6	4,167	3,57		0,00
Всего:	100	100,000	30,50	30,50	

Итоговое значение столбцов 4 и 5 должны быть равны между собой, а в столбце 6 значение, соответствующее 23-24 часу должно быть равно 0.

Регулирующий объем РЧВ определяют по выражению:

$$W_{рег} = \left(\frac{|a| + |b|}{100} \right) \cdot Q_{сут. max}, \quad (1)$$

где $W_{рег}$ – регулирующий объем в РЧВ; a и b – наибольшие значения превышения и недостачи остатков воды в РЧВ, принятых по абсолютной величине (6 столбец); проценты водопотребления

(таблица 3), принимают по таблице распределения по часам суток (таблица 2) – (столбец 2), в случае, когда на территории рассматриваемого микрорайона представлена не только жилая застройка на и здания общественно-социального назначения, процентное распределения определяют путем суммирования всех расходов водопотребления по всем группам потребителей и пересчета процентов от суммарного водопотребления; $Q_{сут. max}$ – максимально суточное водопотребление рассматриваемого микрорайона.

Таблица 3. Распределение суточного расхода воды населением по часам суток, % [8]
Table 3 Distribution of daily water consumption by the population by hours of the day, % [8]

Часы суток	Расход воды населенным пунктом, % от суточного, при коэффициенте часовой неравномерности водопотребления											
	1,2	1,25	1,3	1,35	1,4	1,45	1,5	1,7	1,8	1,9	2	2,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0-1	3,5	3,35	3,2	3,0	2,5	2	1,5	1	0,9	0,85	0,75	0,6
1-2	3,45	3,25	3,25	3,2	2,65	2,1	1,5	1	0,9	0,85	0,75	0,6
2-3	3,45	3,3	2,9	2,5	2,2	1,85	1,5	1	0,9	0,85	1	1,2
3-4	3,4	3,2	2,9	2,6	2,25	1,9	1,5	1	1	1	1	2
4-5	3,4	3,25	3,35	3,5	3,2	2,85	2,5	2	1,35	2,7	3	3,5
5-6	3,55	3,4	3,75	4,1	3,9	3,7	3,5	3	3,85	4,7	5,5	3,5
6-7	4	3,85	4,15	4,5	4,5	4,5	4,5	5	5,2	5,35	5,5	4,5
7-8	4,4	4,45	4,65	4,9	5,1	5,3	5,5	6,5	6,2	5,85	5,5	10,2
8-9	5	5,2	5,05	4,9	5,35	5,8	6,25	6,5	5,5	4,5	3,5	8,8
9-10	4,8	5,05	5,4	5,6	5,85	6,05	6,25	5,5	5,85	4,2	3,5	6,5
10-11	4,7	4,85	4,85	4,9	5,35	5,8	6,25	4,5	5	5,5	6	4,1
11-12	4,55	4,6	4,6	4,7	5,25	5,7	6,25	5,5	6,5	7,5	8,5	4,1
12-13	4,55	4,6	4,5	4,4	4,6	4,8	5	7	7,5	7,5	8,5	3,5
13-14	4,45	4,55	4,3	4,1	4,4	4,7	5	7	6,7	6,35	6	3,5
14-15	4,6	4,75	4,4	4,1	4,6	5,05	5,5	5,5	5,35	5,2	5	4,7
15-16	4,6	4,70	4,55	4,4	4,6	5,3	6	4,5	4,65	4,8	5	6,2
16-17	4,6	4,65	4,5	4,3	4,9	5,45	6	5	4,5	4,0	3,5	10,4
17-18	4,3	4,35	4,25	4,1	4,6	5,05	5,05	6,5	5,5	4,5	3,5	9,4
18-19	4,35	4,4	4,45	4,5	4,7	4,85	5	6,5	6,3	6,2	6	7,3
19-20	4,25	4,30	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5	5	5,35	5,7	6	1,6
20-21	4,25	4,30	4,4	4,5	4,4	4,2	4,45	4,5	5	5,5	6	1,6
21-22	4,15	4,20	4,5	4,8	4,2	3,6	3	3	3	3	3	1
22-23	3,9	3,75	4,2	4,6	3,7	2,85	2	2	2	2	2	0,6
23-24	3,8	3,7	3,5	3,3	2,7	2,1	1,5	1	1	1	1	0,6
Итого	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Графический способ определения объема регулирующей емкости заключается в совместном

построении графика интегрального водопотребления и графика интегральной работы

насоса, а также нахождения максимальной разности ординат превышения одного графика над другим (рисунок 1) [7].

Первый указанный метод (табличный и графический) имеет ограничение, так как таблицы

процентного распределения водопотребления (таблица 3) охвачены коэффициентом часовой неравномерности в диапазоне $K_{ч,max}=1,2 \dots 2,5$.

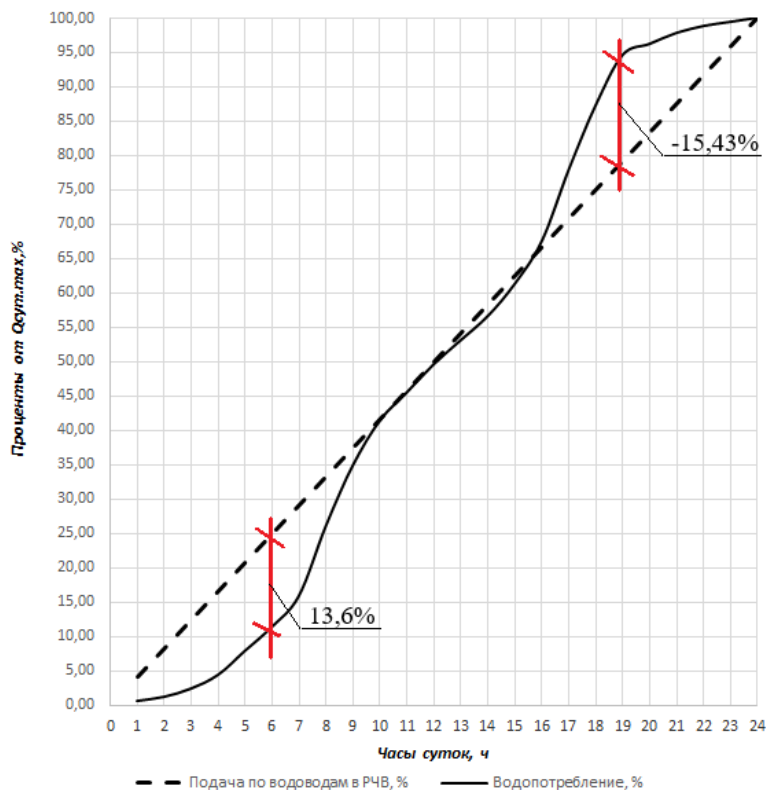


Рис. 1. Интегральный график водопотребления и подачи по водоводам при $K_{ч}=2,5$
Fig. 1. Integral graph of water consumption and supply through water pipelines at $K_{ч}=2,5$

В таблице 4 представлены коэффициенты часовой неравномерности полученные, путем произведения коэффициента β (из таблицы 2 СП 31.13330.2012 [1]) и коэффициента $\alpha = 1,2 \dots 1,4$ п. 5.2 СП 31.13330.2012 [1].

Таблица 4. Результаты определения значения коэффициента максимальной часовой неравномерности $K_{ч,max}$
Table 4. The results of determining the value of the coefficient of maximum hourly irregularity $K_{ч,max}$

Численность жителей, тыс. чел.	До 0,1	0,15	0,2	0,3	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	1000 и более
β	4,5	4	3,5	3	2,5	2,2	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,05	1
$K_{ч,max}$ при $\alpha=1,2$	5,4	4,8	4,2	3,6	3	2,64	2,4	2,16	1,92	1,8	1,68	1,56	1,44	1,38	1,32	1,26	1,2
$K_{ч,max}$ при $\alpha=1,3$	5,85	5,2	4,55	3,9	3,3	2,86	2,6	2,34	2,08	1,95	1,82	1,69	1,56	1,5	1,43	1,37	1,3
$K_{ч,max}$ при $\alpha=1,4$	6,3	5,6	4,9	4,2	3,5	3,08	2,8	2,52	2,24	2,1	1,96	1,82	1,68	1,61	1,54	1,47	1,4

В таблице 4 желтым цветом (шрифт жирный курсив), выделены значения коэффициентов максимальной часовой неравномерности, значениям которых соответствуют данным коэффициента часовой неравномерности, приведенным в таблице 3, синим цветом выделены

значения коэффициента часовой неравномерности, отсутствующие в таблице 3 – таблице распределения процентного водопотребления, соответственно воспользоваться табличным или графическим методом [4] не представляется возможным.

Например, для нескольких многоквартирных жилых домов (МЖД) следует предусмотреть резервуары чистой воды, при этом коэффициент максимальной часовой неравномерности составил $K_{ч.макс} = 3,5$, в то время как в таблице распределения процентного водопотребления (таблица 3) это значение ограничено $K_{ч.макс} = 2,5$. Данную расчетную

$$W_{рез} = Q_{сут.макс} \cdot \left[1 - K_n + (K_n - 1) \cdot \left(\frac{K_n}{K_n - 1} \right)^{\frac{K_n}{K_n - 1}} \right], \quad (2)$$

где $Q_{сут.макс}$ – расход воды в сутки максимального водопотребления, $м^3/сут$; K_n – отношение максимальной часовой подачи воды в регулируемую емкость при станциях водоподготовки, насосных станциях или в сеть водопровода с регулирующей емкостью к среднему часовому расходу в сутки максимального водопотребления.

Третий способ - метод, описанный в п. 14.9 формула 23 СП 30.13330.2020 [3], применим при непрерывной работе насосной установки с различной производительностью в течение расчетного периода (сутки, смена) наибольшего водопотребления или работе насосной установки в режиме долгосрочных включений, также в приложении Д СП 30.13330.2020 [3] представлены значения регулирующего объема резервуара, расход воды за период ее потребления, при заданных неравномерностях подачи и потребления и охвачены значения $K_{hr} = 1, 2 \dots 6$, при $K_{hr}^{sp} = 1 \dots 4$, где K_{hr} – коэффициент часовой неравномерности; K_{hr}^{sp} – коэффициент часовой неравномерности подачи воды насосами в сутки (смену) максимального

задачу необходимо оперативно решить какими-либо другим методом, для этого случая следует воспользоваться способом, описанным в СНиП 2.04.02-84 [1], в котором было представлено выражение для определения регулирующего объема РЧВ в виде:

водопотребления. Аналогичный способ описан в [4].

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Рассмотрим подробнее отношение K_n и методику его определения, обозначив максимальную часовую подачу воды в регулируемую емкость как $Q_{вс} = Q_{сут.макс}/T$, где T – время работы водоводов, заполняющих РЧВ. Очевидно, что значение отношения K_n может рассматриваться в диапазоне времени от 1 до 24 часов. Поэтому определим значения отношения K_n в указанном диапазоне времени.

Если время заполнения РЧВ составит 1 час, то $Q_{сут.макс}/1$ – отношение максимальной часовой подачи воды в регулируемую емкость при станциях водоподготовки, насосных станциях (НС) или в сеть водопровода с регулирующей емкостью – суточный расход делят на период работы НС или водовода по заполнению РЧВ, то в рассматриваемом примере – 1 час:

$$K_n = \frac{Q_{сут.макс}}{1} \cdot \frac{1}{q^{tot}_T} = \frac{Q_{сут.макс}}{1} \cdot \frac{24}{Q_{сут.макс}} = 24.$$

Пусть время заполнения РЧВ составляет 24 часа, тогда $Q_{сут.макс}/24$ – отношение максимальной часовой подачи воды в регулируемую емкость при станциях водоподготовки, насосных станциях или в сеть водопровода с регулирующей емкостью – суточный расход делят на период работы НС или водовода по заполнению РЧВ, например, в рассматриваемом примере – 24 часа:

$$K_n = \frac{Q_{сут.макс}}{24} \cdot \frac{1}{q^{tot}_T} = \frac{Q_{сут.макс}}{24} \cdot \frac{24}{Q_{сут.макс}} = 1.$$

Таким образом, величина отношения K_n может варьировать в диапазоне 1...24, минимальное значение соответствует равномерной работе, максимальное значение соответствует подаче воды в РЧВ в течении 1-го часа.

Проверим промежуточное значение равное 8 часам, тогда $Q_{сут.макс}/8$ – отношение максимальной часовой подачи воды в регулируемую емкость при станциях водоподготовки, насосных станциях или в сеть водопровода с регулирующей емкостью – суточный расход делят на период работы НС или водовода по заполнению РЧВ, например в рассматриваемом примере – 8 часов:

$$K_n = \frac{Q_{сут.макс}}{8} \cdot \frac{1}{q^{tot}_T} = \frac{Q_{сут.макс}}{8} \cdot \frac{24}{Q_{сут.макс}} = 3.$$

$K_{ч}$ – коэффициент часовой неравномерности отбора воды из регулирующей емкости или сети водопровода с регулирующей емкостью, определяемый как отношение максимального часового отбора к среднему часовому расходу в сутки максимального водопотребления:

$$K_{ч} = \frac{Q_{hr.max}^{tot}}{q_{T}^{tot}} = K_{ч.max} \cdot \frac{Q_{сут.max}}{24} \cdot \frac{24}{Q_{сут.max}} = K_{ч.max}.$$

Тогда определим при коэффициенте часовой неравномерности $K_{ч}=3,5$ значения регулирующего объема для времени наполнения РЧВ 1 час, 24 часа и 8 часов соответственно:

$$W_{рег} = Q_{сут.max} \cdot \left[1 - 24 + (3,5 - 1) \cdot \left(\frac{24}{3,5} \right)^{3,5} \right] = 14,028 \cdot Q_{сут.max};$$

$$W_{рег} = Q_{сут.max} \cdot \left[1 - 1 + (3,5 - 1) \cdot \left(\frac{1}{3,5} \right)^{3,5} \right] = 0,432 \cdot Q_{сут.max};$$

$$W_{рег} = Q_{сут.max} \cdot \left[1 - 3 + (3,5 - 1) \cdot \left(\frac{3}{3,5} \right)^{3,5} \right] = 0,0147 \cdot Q_{сут.max}.$$

Значение регулирующего объема РЧВ при времени заполнения РЧВ равном 1 часу составляет $14,028 \cdot Q_{сут.max}$, что явно не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к РЧВ.

Для определения диапазона действия данного выражения выполним расчет при различных величинах коэффициентов часовой неравномерности и периодов заполнения РЧВ. Полученные результаты представим в таблице 5 - определения процентного соотношения регулирующего объема от суточной производительности в следующем виде: в

горизонтальную строку внесены данные коэффициентов часовой неравномерности в вертикальную период заполнения РЧВ, а также $K_{ч}$. Результаты расчета при которых величина регулирующего объема превышает максимальную часовую подачу воды не рассматриваются. Определим для значений коэффициента часовой неравномерности, полученных в таблице 4, которым нет соответствующих значений в таблице распределения коэффициентов часовой неравномерности (таблица 2).

Таблица 5 – Результаты определения процентного соотношения регулирующего объема от $Q_{сут.max}$ в зависимости от значения коэффициента максимальной часовой неравномерности $K_{ч.max}$

Table 5 – Results of determining the percentage of the control volume from $Q_{day.max}$ depending on the value of the coefficient of maximum hourly unevenness $K_{ch.max}$

Период заполнения РЧВ, ч	$K_{ч}$	Проценты от $Q_{сут.max}$ при $K_{ч}$ принадлежащих диапазону от 2,6...6,3										
		2,6	3	3,25	3,5	3,9	4,2	4,6	5	5,4	5,85	6,3
24	1	33,87	38,49	41,00	43,28	46,51	48,66	51,22	53,50	55,54	57,60	59,45
12	2	4,46	8,87	11,59	14,21	18,13	20,85	24,19	27,24	30,03	32,89	35,50
8	3	1,89	0,00	0,43	1,47	3,78	5,76	8,50	11,23	13,88	16,72	19,41
6	4	22,21	7,92	3,70	1,39	0,04	0,15	1,12	2,64	4,44	6,62	8,87
4,8	5	63,04	30,33	19,20	11,91	5,05	2,28	0,47	0,00	0,34	1,33	2,69
4	6	-	65,69	45,50	31,69	17,60	11,04	5,53	2,38	0,74	0,04	0,14
3,43	7	-	-	81,54	59,75	36,84	25,64	15,59	9,14	5,02	2,22	0,71
3	8	-	-	-	95,37	62,11	45,49	30,12	19,80	12,76	7,46	4,05
2,67	9	-	-	-	-	92,91	70,12	48,70	33,97	23,61	15,46	9,85
2,40	10	-	-	-	-	-	99,16	71,01	51,37	37,30	25,97	17,90
2,18	11	-	-	-	-	-	-	96,77	71,74	53,61	38,78	28,01
2	12	-	-	-	-	-	-	-	94,88	72,35	53,72	40,03
1,85	13	-	-	-	-	-	-	-	-	93,36	70,67	53,83
1,71	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89,48	69,29
1,60	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86,32

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Полученные значения процентов от $Q_{сут. max}$ при $K_{ч}$ в диапазоне от 2,6...6,3 при различном времени наполнения РЧВ (таблица 5). Определены периоды времени наполнения РЧВ, которые при различных коэффициентах часовой неравномерности из

диапазона 2,6...6,3 приводят к завышению объема РЧВ, что в свою очередь недопустимо.

Определены объемы регулирующих емкостей для коэффициентов часовой неравномерности в диапазоне 2,5...6,3, а также определены рекомендуемые диапазоны времени заполнения РЧВ, соответствующие каждому коэффициенту часовой неравномерности.

Таблица 7. Рекомендуемые диапазоны времени заполнения РЧВ
Table 7. Recommended time ranges for filling clean water tanks

Рекомендуемый интервал времени заполнения РЧВ, ч в зависимости от коэффициента часовой неравномерности водопотребления										
2,6	3	3,25	3,5	3,9	4,2	4,6	5	5,4	5,85	6,3
24...4,8	24...4	24...3,43	24...3,03	24...2,67	24...2,4	24...2,18	24...2	24...1,85	24...1,71	24...1,6

ВЫВОДЫ

1. При проектировании систем водоснабжения микрорайонов возникают задачи, при которых значение коэффициентов часовой неравномерности существенно отличаются от приведенных в нормативно-справочной литературе, что приводит к затруднению в последующих расчетах.

2. Определены значения коэффициентов часовой неравномерности, полученные при применении значений, приведенных в СП 31.13330.2012 [2] и, которые находятся в диапазоне 1,26...6,3.

3. В таблицах процентного распределения суточного водопотребления охвачены значения коэффициентов часовой неравномерности в диапазоне 1,2...2,5, что ограничено числом жителей 1500 человек.

4. Для значений коэффициента часовой неравномерности в диапазоне от 2,5...6,3 в действующем СП 31.13330.2012 [2] отсутствуют расчетные рекомендации, по определению регулирующей емкости РЧВ.

5. Определены процентные соотношения регулирующего объема от $Q_{сут. max}$ в зависимости от значения коэффициента максимальной часовой неравномерности $K_{ч. max}$ в диапазоне 2,5...6,3, а также определены рекомендуемые диапазоны времени заполнения РЧВ, соответствующие каждому коэффициенту часовой неравномерности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения/М.: Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1985 – 136 с.
2. СП 31.13330.2012. Свод правил. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*. [Текст] – Введ. 2013-01-01. – М.: Минрегион России, 2012. – 124 с.
3. СП 30.13330.2020. Свод правил. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85.

[Текст] – Введ. 2021-06-01. – М.: Минрегион России, 2020. – 51 с.

4. Кедров В.С., Ловцов В.Н. Санитарно-техническое оборудование зданий: учебн. Для вузов. – М.: Стройиздат, 1989. – 495 с.

5. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1982.

6. Абрамов Н.Н. Надежность систем водоснабжения. – М.: Стройиздат, 1984. – 216 с.

7. Николенко И.В., Котовская Е.Е. Методика и анализ подбора насосных агрегатов для насосных станций подкачки систем водоснабжения // Строительство и техногенная безопасность. – 2014. – № 51. – С. 112-121.

8. Черносвитов М.Д. Сравнение теоретических и фактических графиков водопотребления населения [Текст] / М.Д. Черносвитов, В.А. Зайко, Е.Д. Палагин, П.А. Горшкалев // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сборник статей. — Самара: СамГТУ. – 2020. – № 51. – С. 224-230.

REFERENCES

1. SNiP 2.04.02-84. Water supply. Outdoor networks and structures/M.: Gosstroy of the USSR. - M.: Stroyizdat, 1985 - 136 p.
2. SP 31.13330.2012. A set of rules. Water supply. Outdoor networks and structures. Updated version of SNiP 2.04.02-84*. [Text] - Introduction. 2013-01-01. - Moscow: Ministry of Regional Development of Russia, 2012. - 124 p.
3. SP 30.13330.2020. A set of rules. Internal water supply and sewerage of buildings. Updated version of SNiP 2.04.01-85. [Text] - Introduction. 2021-06-01. - Moscow: Ministry of Regional Development of Russia, 2020. - 51 p.
4. Kedrov V.S., Lovtsov V.N. Sanitary and technical equipment of buildings: textbook. For universities. – M.: Stroyizdat, 1989. – 495 p.
5. Abramov N.N. Water supply. – M.: Stroyizdat, 1982.

6. Abramov, N.N. Reliability of water supply systems / N.N. Abramov. – M.: Stroyizdat, 1984. – 216 p.

7. Nikolenko I.V., Kotovskaya E.E. Methodology and analysis of the selection of pumping units for pumping stations pumping water supply systems // Construction and technogenic safety. – 2014. – № 51. – Pp. 112-121.

8. Chernosvitov, M. D. Comparison of theoretical and actual schedules of the water consumption of the population [Text] / M.D. Chernosvitov, V.A. Zaikov, E.D. Palagin, P.A. Gorshkalev // Traditions and innovations in construction and architecture. Construction technologies: collection of articles. - Samara: SamSTU. – 2020. – № 51. – Pp. 224-230.

ANALYSIS OF METHODS FOR DETERMINING THE REGULATING CAPACITY CLEAN WATER TANKS

Nikolenko I. V., Kotovskaya E.E.

Academy of Construction and Architecture «V. I. Vernadsky Crimean Federal University»

E-mail: ¹ nikoshi@mail.ru, ²levkot@gmail.com

Summary. The article is devoted to one of the urgent problems of designing water supply systems for new neighborhoods of the city, in which the developer, seeking to make a high profit, does not carry out the design and construction of clean water reservoirs that could provide uninterrupted water supply. The existing methods of determining the regulating capacity of RFV are considered. The values of the percentage ratio of the regulating capacity from the daily water consumption of the microdistricts under consideration and the different filling time of the RFV are determined.

Subject of research: Methods for determining the regulating capacity of clean water reservoirs in the design of water supply systems in new neighborhoods.

Materials and methods: The design of water supply systems for new microdistricts with a different number of residents causes problems in which the value of the coefficients of hourly unevenness differ significantly from those given in the normative reference literature, which leads to difficulties in subsequent calculations. The analysis of various methods for determining the regulating volume of RFV, depending on a wide range of coefficients of hourly unevenness of water consumption, is carried out. The analytical dependence of the ratio of the maximum hourly water supply to the regulating tank to the average hourly consumption per day of maximum water consumption is considered. This dependence is applied to the continuous operation of a pumping unit with different capacities during the estimated period of the highest water consumption or the operation of a pumping unit in the mode of long-term inclusions.

Results: The percentages of the regulating volume were determined depending on the maximum daily supply at the values of the coefficient of maximum hourly unevenness in the range of 2.5...6.3, for which there are no calculated recommendations for determining the regulating capacity of the RFV. The recommended ranges of RF filling time corresponding to the coefficients of hourly unevenness in this range have also been determined.

Conclusions: The results of the research allow us to determine the value of the regulating capacity of clean water reservoirs when designing water supply systems in new neighborhoods with the values of the coefficient of maximum hourly unevenness in the range of 2.5 ...6.3.

Key words. Clean water reservoirs, water supply and distribution system, apartment buildings, microdistricts, coefficient of maximum hourly unevenness, regulating volume, emergency volume, inviolable fire reserve.

РАЗДЕЛ 4. Экологическая безопасность

УДК 628.511.1

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ПЫЛИ И ЕЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА В ЖИЛОЙ ЗОНЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ С ПОЗИЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИГлинянова¹ И.Ю., Асанова² Н.В.

Волгоградский государственный технический университет,
Россия, 400005, Волгоград, пр. им. Ленина, 28,
E-mail: ¹ecoris@yandex.ru, ²natali_as@mail.ru

Аннотация. Атмосферный воздух населенных пунктов наполнен различными химическими соединениями из антропогенных и природных источников. Особая нагрузка на жилые зоны может исходить от предприятий строительной индустрии в виде загрязнения территорий мелкодисперсной пылью (PM₁₀). Актуальность темы исследования заключается в мониторинге PM₁₀ в тех жилых зонах, которые не попадают в сферу влияния государственных экологических постов, но расположены вблизи деятельности предприятий стройиндустрии. Объект исследования – атмосферный воздух жилой зоны рп Средняя Ахтуба (Среднеахтубинский район Волгоградской области). Предмет исследования – мелкодисперсная пыль на листьях абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*) в жилой зоне рп Средняя Ахтуба (Среднеахтубинский район Волгоградской области) за весенне-летний период в 2018 году в условиях техногенной нагрузки двух предприятий по производству керамзита и др. в сравнительной характеристике с условно-чистой зоной. Цель работы заключалась в исследовании количества мелкодисперсной пыли (PM₁₀), определении ее химического состава в жилой зоне рп Средняя Ахтуба. Анализ частиц позволил выявить превышение количества мелкодисперсной пыли (PM₁₀) в жилой зоне рп Средняя Ахтуба в 1.4 раза по сравнению с условно-чистой зоной с прогнозированием смешанного типа загрязнения: с одной стороны – это выбросы химических соединений керамзитовых производств, с другой стороны – загрязняющие вещества от других антропогенных и природных источников. Для снижения нагрузки на жилую зону рп Средняя Ахтуба требуется совершенствование системы защиты окружающей среды на предприятиях по производству керамзита, благоустройство и озеленение их санитарно-защитных зон, в том числе, поиск других источников загрязнения жилых зон рп Средняя Ахтуба.

Предмет исследования: количество мелкодисперсной пыли (N_{PM10},%) на листьях абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*) и ее химический состав.

Материалы и методы: материалом исследования являлись листья абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*), которые выступали естественными пробоотборниками твердых частиц из атмосферного воздуха населенных пунктов за весенне-летний период 2018 года. Исследование частиц согласовалось с международными методиками (Dzierzanowski K. [etc], 2011; Lukowski A. [etc], 2020); ГОСТом Р 56929-2016 и др. Микроанализ химических соединений выполнялся на электронном сканирующем микроскопе (Dual Beam - Versa 3D) и др.

Результаты: установлено статистически значимое превышение количества мелкодисперсных частиц ((N_{PM10}),%) в 1,4 раза (2018 год) на листьях абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*) на экспериментальной территории (N_{PM10}=91,55%) по сравнению с условно-чистой зоной (N_{PM10}=66,14%) за весенне-летний период 2018 года на основе применения непараметрического критерия Краскела – Уоллиса, Т-критерия Вилкоксона при уровне значимости: p=0,05. Пылевидные частицы (PM₁₀), отобранные на листьях абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*), состояли из следующих химических соединений (масс,%): (TiO₂ (0.0313), CaO (18.0435), Fe₂O₃ (0.1805), Al₂O₃ (1.5197), K₂O (25.4243), MgO (19.4668), Na₂O (0.0001), SiO₂ (2.8776), MnO (0.0324), P₂O₅ (7.7117), SO₃ (3.2323), в том числе Cl₂O (21.4797). При этом определены в частицах и другие оксиды (мас.%): CuO (0.0317), ZnO (0.0618), Br₂O (0.0371), SrO (0.2344); F – (3.51), Mo (0,36) и др.

Выводы: проведенное исследование позволяет спрогнозировать смешанный тип загрязнения мелкодисперсной пылью (PM₁₀) жилой зоны рп Средняя Ахтуба. С одной стороны, частицы поступают из промышленной зоны керамзитовых производств в виду наличия в частицах химических соединений из состава глинистых минералов (TiO₂, CaO, Fe₂O₃, Al₂O₃, K₂O, MgO, Na₂O, SiO₂, MnO, P₂O₅, SO₃), фтора (F), как побочного продукта технологического процесса производства керамзита. С другой стороны, такие соединения, как: Cl₂O, CuO, ZnO, Br₂O, SrO, Mo и др., могли быть продуктами как антропогенных, так и природных источников, что свидетельствует об экологических рисках для населения и отсутствия должной меры защиты жилых зон рп Средняя Ахтуба от загрязняющих веществ. В этой связи требуется совершенствование системы защиты на предприятиях по производству керамзита, благоустройству и озеленению санитарно-защитной зоны предприятий, а также поиска других источников загрязнения, которые продуцируют: Cl₂O, CuO, ZnO, Br₂O, SrO, F, Mo и др. Данная работа демонстрирует возможность листьев растений выступать эффективными «пассивными биомониторами» экологической ситуации в тех жилых зонах населенных пунктов, где отсутствуют государственные экологические посты.

Ключевые слова: PM₁₀, мелкодисперсная пыль, экологическая безопасность, атмосферный воздух, экологические риски

ВВЕДЕНИЕ

Контроль за предприятиями строительной индустрии, расположенными вблизи жилых зон населенных пунктов - непереносимое условие обеспечения экологической безопасности проживающего там населения.

Производства строительных материалов характеризуются выраженной техногенной нагрузкой на окружающую среду в виде пылевидных частиц и других загрязняющих веществ. Особую опасность представляет мелкодисперсная пыль (PM_{10}) для человека в связи с развитием многочисленных заболеваний, которые инициируются частицами.

В этой связи актуальным вопросом является планомерный мониторинг PM_{10} в жилых зонах населенных пунктов вблизи функционирующих предприятий стройиндустрии. При этом не все жилые зоны населенных пунктов охвачены постами государственного экологического мониторинга. Эффективным и альтернативным методом оценки экологической ситуации в жилых зонах городских и сельских поселений государственному экологическому мониторингу, могут быть биомониторы – листья растительных сообществ, а информативным показателем качества окружающей среды являться дисперсность частиц, количество мелкодисперсной пыли и химический состав, который может указать на фактор загрязнения, поскольку известно, что атмосферный воздух населенных пунктов может быть наполнен частицами из разных источников. Для понимания доли нагрузки строительных производств в населенных пунктах, было проведено исследование атмосферного воздуха в жилой зоне рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области в условиях техногенной нагрузки двух расположенных рядом предприятий по производству керамзита.

Цель исследования: выявление PM_{10} на листьях абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*), ее количества ($N_{PM_{10},\%}$), микроанализ элементного состава PM_{10} , отобранных на листьях абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*) за весенне-летний сезон 2018 года в жилой зоне рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области в условиях техногенной нагрузки предприятий по производству керамзита. Задачи исследования: 1. сбор листовых пластинок абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*) в жилой зоне Средняя Ахтуба в октябре 2018 года; 2. получение твердых частиц; 3. выявление мелкодисперсной пыли (PM_{10}) и ее количества ($N_{PM_{10},\%}$); 4. микроанализ твердых частиц; 5. прогнозирование источников загрязнения.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Мелкодисперсная пыль представляет определенную угрозу для здоровья человека и создает условия для развития различных заболеваний в его организме. Так, была выявлена связь между мелкодисперсной пылью ($PM_{2.5}$, PM_{10}) и смертностью населения в возрасте 65 лет от сердечно-сосудистых заболеваний и органов дыхания в Китае [1]; высокие показатели преждевременной смертности от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний, связанных с PM_{10} и $PM_{2.5}$ установлены среди населения в г. Йезд (Иран) [2]; определены изменения гематологических параметров, а также окислительный стресс у сельских женщин из племенных районов на северо-востоке Индии, подверженных воздействию PM_{10} и $PM_{2.5}$ [3]. Длительное воздействие $PM_{2.5}$ в атмосферном воздухе населенных пунктов могло быть важным фактором риска смертности от почечной недостаточности у пожилых людей, проживающих в административном районе Китая - Гонкоге [4]; Z. J. Andersen, M. Pedersen, G. Weinmayr [etc.] и др. нашли убедительные доказательства связи между длительным воздействием поглощения $PM_{2.5}$ из атмосферного воздуха и развитием злокачественных опухолей головного мозга среди городского населения ряда европейских стран (Голландия, Швеция, Италия, Австрия, Дания и др.) [5].

В этой связи выявление мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе городских и сельских территорий является актуальной темой исследования, как и изучение химического состава частиц, что позволит спрогнозировать возможные источники загрязнения окружающей среды, выявить долю нагрузки антропогенных источников и связанных с ними экологических рисков для населения. В последнее время поднимается вопрос проведения исследований со стороны ученых не с позиции изучения традиционной массовой концентрации мелкодисперсной пыли, а исследований ее количества. Так, имеются официальные подтверждения, основанные на результатах токсикологических исследований, что определяющим показателем воздействия частиц на организм человека при их вдыхании «может не быть связано с массой частиц»¹, но связано с площадью поверхности частиц [6], [7], т.е. чем меньше имеет диаметр частица ($PM < 10 \mu m$), тем более значительной удельной поверхностной площадью она обладает, проявляя уникальные физико-химические свойства, в том числе реакционные, представляя особую угрозу для здоровья человека при внедрении аэрозольных частиц в организм человека.

¹ ГОСТ Р 54597-2011/ISO/TR 27628:2007 Воздух рабочей зоны. Ультрадисперсные аэрозоли, аэрозоли наночастиц и наноструктурированных частиц. Определение характеристик и оценка

воздействия при вдыхании. – М.: Стандартинформ, 2019. – 32.

В этой связи, разработчики современных государственных стандартов обращают внимание на то, что «Воздействие на здоровье, связанное с активностью частиц, возможно, тесно связано с размером частиц, а также с их числом». При этом среди ученых, «имеются доказательства того, что знание одной только массовой концентрации не обеспечивает выявления соответствующих рисков для здоровья человека, связанных с вдыханием некоторых аэрозолей. Многие токсикологические исследования свидетельствуют, что при выражении дозы веществ через массу некоторые ультрамелкие вдыхаемые нерастворимые частицы могут быть более токсичными, чем более крупные аналогичного состава [8, 9, 10]. В этой связи ряд авторов приводят научные доказательства о развитии ряда заболеваний в организме человека, которые были вызваны именно числом частиц определенного диаметра [11], а не их массовой концентрацией, нормативы которой установлены в различных странах мира [12].

Известно, что предприятия стройиндустрии характеризуются выбросами пылевидных частиц с различными примесями загрязняющих веществ в результате деятельности их производств. В случае недостаточно построенной системы защиты окружающей среды, минеральные частицы и другие вещества могут наполнять атмосферный воздух близлежащих территорий жилых зон и создавать экологические риски для населения.

Так, технология крамзитовых производств, представляет собой, например, высокотемпературный обжиг глины. В этой связи атмосферный воздух жилых зон населенных пунктов вблизи функционирующих предприятий может быть наполнен теми химическими соединениями, из которых, например, состоят глинистые минералы, в том числе, прошедшие температурную обработку, а также побочными продуктами технологического процесса, что будет являться индикаторами на соответствующее загрязнение керамзитовых производств.

Известно, что состав глин с разных месторождений, расположенных в РФ, в основном, имеет примерно одинаковый ее химический состав и отличается лишь % соотношением и микроэлементами. Например, глина Нижнеуельского месторождения (Челябинская область) представлена такими химическими соединениями как TiO_2 , CaO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , K_2O , MgO , Na_2O , SiO_2 [13]; глина Огланлинского месторождения (Туркмения) состоит из перечисленных выше химических соединений с добавлением: MnO , P_2O_5 , а вместо Al_2O_3 в глине этого месторождения присутствует Al_2O . Саригюхское месторождение (Армения) по своему составу подобно

Огланлинскому месторождению (Туркмения), но с несколько другим процентным соотношением химических элементов [14]. Месторождения глин Краснодарского, Ставропольского края, Ростовской

области, Поволжья, республик северо-кавказского федерального округа, таких как: Жирновское,

Замчаловское, Азербайджанское, Власово-Аютинское, Владимировское, Горняцкое, Баксанское и др. характеризуются аналогичным химическим составом с месторождениями: Огланлинское (Туркмения) и Саригюхское (Армения), но разным % соотношением указанных химических соединений, а также наличием Al_2O_3 и SO_3 [15].

В этой связи, имеются исследования, которые направлены на отслеживание традиционным способом в атмосферном воздухе населенных пунктов глинистых минералов: кварц, плагиоклаз, калиевый полевой шпат, кальцит, доломит, гематит, пирит, магнезит, гипс, ломонтит, As_2O_3 , SO_3 и др. [16]; алюмосиликаты, карбонаты, оксиды и другие минералы различных металлов [17]; кальциты, доломиты, гипс и др. [18].

При этом в последнее время наблюдается всплеск работ по мониторингу PM_{10} , где в качестве пробоотборников загрязняющих веществ выступают листья городских растений. Так, с помощью придорожных листьев растений могут выявляться минеральные, пылевидные частицы кальцита, гипса, альбита, микроклина, хлорита, мусковита и др. [19]; листья липы сердцевидной отбирают мелкодисперсную пыль (PM_{10}) с включенными в нее глинистыми минералами [20]; на листьях ясеня, софоры японской, персика обыкновенного, айланте и др. определяются: SiO_2 , $CaCO_3$, $MgCO_3$, $CaSO_4$ и др. [21]; листья финика пальчатого и Вашингтонии нитеносной предоставляют информацию о кальцитах, кварце, филлосиликатах и др. [22]. В связи с чем, листья растений рассматриваются автором как эффективные, пассивные «биомониторы» и дешевые активные пробоотборники воздуха [23] в качестве альтернативы классическим пробоотборным устройствам, поскольку листовые пластинки способны накапливать и удерживать на своей поверхности разнообразие химических элементов и их соединений в течение длительного промежутка времени в зависимости от вида растительных сообществ (вечнозеленые или листопадные растения), что является несомненно ценным свойством для выявления реальной экологической ситуации в жилой зоне населенного пункта, на которой отсутствуют государственные экологические посты.

Прогнозирование источников загрязнения в жилой зоне населенного пункта на основе мониторинга частиц является важной задачей, решение которой в дальнейшем будет направлено на совершенствование системы защиты населения от действия антропогенных, либо природных факторов.

Так, стоит отметить, что в атмосферном воздухе урбанистических территорий, кроме антропогенных выбросов, могут присутствовать, также, например, локальные природные частицы, в том числе, транзитная пыль, а именно: частицы минеральной

пыли из космоса в виде метеороидов [24, 25]; вулканическая пыль [26]; минеральная пыль пустынь с высоким содержанием палигорскита и иллита, смектитов и каолинита [27]; микрочастицы глубоководных разломов и зон трещиноватостей [28, 29, 30], на которые должным образом не обращается внимание. В этой связи природные химические соединения могут маскироваться под антропогенные, смешиваться с ними в общем потоке загрязнений и быть неразличимы, а значит не улавливаются, что в свою очередь может быть одной из причин снижения уровня здоровья населения, когда для антропогенных факторов создаются хоть какие-то защитные мероприятия, а природная нагрузка в населенных пунктах остается незамеченной со стороны государственных экологических служб (за исключением мониторинга природных радионуклидов, которые отслеживаются).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для проведения исследования были выбраны листья абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*) с пылевидными частицами, отобранные в условно-чистой зоне и на экспериментальной территории в октябре 2018 года. Листья отбирались в сухую погоду на высоте 1-2 м от поверхности почвы. Было выбрано 6 точек отбора проб в жилой зоне рп Средняя Ахтуба (экспериментальная территория) и в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно-чистая зона). В каждой точке отбиралось с 1-го абрикосового дерева по 10 листьев, площадью не менее 150 см² (1 образец), 10 повторов. Итого в одной точке отбиралось не менее 60 листьев с 10-ти абрикосовых близко растущих деревьев (*Prunus armeniaca*) суммарной площадью не менее 1500 см². Аналогично отбор проб осуществлялся в условно-чистой зоне (СНТ «Орошенец», «Шельф») и такой же площади листьев. Отбор листьев с дерева производился случайным образом. Площадь 1 листа абрикосового дерева ориентировочно составляла 15 см². Площадь листьев рассчитывалась методом сканирования с использованием графического редактора Adobe Photoshop. Собранные листья абрикосовых деревьев (только листовые пластинки без черешков) размещали в бумажные пакеты, маркировали и хранили при температуре окружающей среды до проведения анализа. Приготовление аэрозольных суспензий заключалось в погружении 10 шт. листьев в стеклянный стакан с дистиллированной водой, объемом 100 мл, перемешивание их в дистиллированной воде в течение 2-3 минут и получение водной суспензии с содержанием в ней аэрозольных частиц, смытых с листовых пластинок растений. Данный способ приготовления аэрозольных суспензий в том числе расчет выборки (не менее 300 см²) соотносился с известными зарекомендованными международными методиками [31, 32].

В 2018 году было 6 точек отбора проб в 10-ти кратной повторности, в связи с чем было приготовлено: 60 суспензий из рп Средняя Ахтуба (экспериментальная территория) и 60 суспензий из СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно-чистая зона).

При осуществлении анализа диаметра частиц ($d_{0,5}$, мкм), их фракционного состава ($PM_{2,5}$; PM_{10} ; $PM_{>10}$), все аэрозольные суспензии поочередно проходили через фильтры: АФА-ВП-10 и др. До проведения анализа, фильтры сушили в течение 30 минут при 60°C в сушильной камере (низкотемпературная лабораторная печь), а затем оставляли в комнате для взвешивания для стабилизации их массы с предварительным взвешиванием на весах. Таким образом, приготовленная аэрозольная суспензия первоначально фильтровалась через металлическое сито с диаметром ячеек 100 мкм для удаления частиц размером более 100 мкм. Затем суспензию фильтровали через предварительно взвешенные стандартные фильтры АФА-ВП-10 или АФА-ВП-20, изготовленные из высокоэффективного гидрофобного фильтрующего материала ФПП-15, на которых впоследствии размещалась отобранная аэрозольная частица. Фильтр модели АФА-ВП-20 или др. с аэрозольными частицами высушивался при комнатной температуре до постоянной массы. В результате чего получалась определенная масса пылевидных частиц (мг) 1 образца (общая площадь листовых пластинок $S=150$ см²). Отфильтрованные аэрозольные частицы размещали далее на предметном стекле и впоследствии исследовались на оптическом микроскопе. Исследование пыли осуществляли с разностороннего фотографирования образцов, увеличенных в 200-2000 раз под микроскопом с помощью микрофотоприставки и ПК. Количество необходимых фотографий зависело от полидисперсности пыли. Снятие изображения с фотоаппарата и последующая обработка производилась с помощью графического пакета Adobe PhotoShop, для сохранения изображения; в формате Windows Bitmap (bmp) в черно-белом режиме (1 bit/pixel) с последующим расчетом количества частиц на единицу площади (Nч,%) (ГОСТ Р 56929-2016).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Полученные данные по показателю количества аэрозольных частиц (N_{PM10} , %) за 2018 год в точках исследования в рп Средняя Ахтуба (экспериментальная территория) и в СНТ «Орошенец», «Шельф» (условно-чистая зона) были проверены на однородность результатов измерений как внутри условно-чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф»), так и внутри экспериментальной территории (рп Средняя Ахтуба).

Для верификации незначимости различий был использован аппарат проверки гипотез об однородности выборок - непараметрический критерий Краскела - Уоллиса. Проверка

статистических гипотез проводилась на уровне значимости равном 0,05. Все необходимые расчеты проводились в статистическом пакете R (версия 3.6.1, R Core Team 2020). Гипотезы, выдвинутые в исследовании: H_0 : Статистически значимых различий между результатами групп нет; H_1 : Различия между результатами групп статистически значимы.

Результаты исследований приведены на рисунке 1, на котором представлены диаграммы размаха значений показателя количества мелкодисперсных частиц ($N_{PM10, \%}$) для каждой точки отбора проб из условно-чистой зоны (рисунок 1а) и экспериментальной территории (рисунок 1б) за период весна-лето 2018 года. Диаграммы отражают,

что данные взятые из точек исследуемых областей в условно-чистой зоне и на экспериментальной территории, имеют примерно одинаковый размах. Это позволило высказать предположение об однородности выборок внутри условно-чистой зоны, что было подтверждено с помощью непараметрического теста Краскел-Уоллиса (2018: $H = 12.7$; $Df = 5$; $P\text{-value} = 0.0064$), а также однородности выборок внутри экспериментальной территории (2018: $H = 11.199$; $Df = 5$; $P\text{-value} = 0.07817$). Соответственно, при уровне значимости $\alpha = 0,05$ гипотеза об однородности внутри выборок на обеих территориях в 2018 г. была признана значимой.

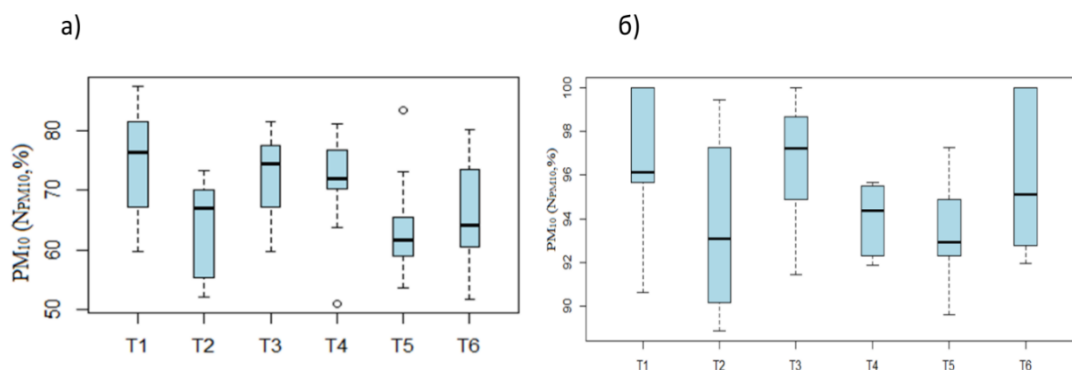


Рис.1 Диаграммы размаха значений показателя количества мелкодисперсных частиц ($N_{PM10, \%}$) для каждой точки отбора проб из условно-чистой зон (СНТ «Орошенец», «Шельф») (Советский район, г. Волгоград): 60 наблюдений, 2018 г. (а) и из рп Средняя Ахтуба (Среднеахтубинский район, Волгоградская область), (экспериментальная территория): 60 наблюдений, 2018 г. (б)

Fig.1. Diagrams of the range of values of the indicator of the amount of fine particles ($N_{PM10, \%}$) for each sampling point from conditionally clean zones (SNT "Oroshenets", "Shelf") (Sovetsky district, Volgograd): 60 observations, 2018 (a) and from the rп Srednyaya Akhtuba (Sredneakhtubinsky district, Volgograd region), (experimental territory): 60 observations, 2018 (b)

Далее была выдвинута гипотеза о статистически значимых различиях между двумя выборками, содержащих результаты измерений показателя количества аэрозольных частиц ($N_{PM10, \%}$) на экспериментальной территории (рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области) и в условно-чистой зоне (СНТ «Орошенец», «Шельф») по Т-критерию Вилкоксона, 2018 год. Выдвигаемые гипотезы: основная гипотеза H_0 : анализируемые выборки являются однородными; альтернативная гипотеза H_1 (конкурирующая гипотеза): анализируемые выборки не являются однородными. Уровень значимости (вероятность ошибки второго рода, т.е. вероятность принятия нулевой гипотезы, если она неверна) $\alpha=0,05$

Данные измерений по показателю количества частиц на территориях условно-чистой и экспериментальной зон поочередно объединялись в общие массивы, которые затем подвергались процедуре сортировки. После получения единых массивов осуществлялось ранжирование вариант объединенных рядов.

Наблюдаемое значение статистики (рассчитанное по эмпирическим данным) по Т-

критерию Вилкоксона определялось по показателю: $W_{набл.}$. Если $W_{набл.} < w_{н.кр}$ или $W_{набл.} > w_{в.кр}$, тогда нулевая гипотеза отвергалась и принималась конкурирующая гипотеза. В результате проведенных исследований с вероятностью 0,95 наблюдаемая однородность не подтвердилась ($W_{набл.}=5263 > W_{в.кр.}=4003,9$), поэтому нулевая гипотеза об однородности анализируемых выборок отвергается и принимается конкурирующая гипотеза: $F(X) \neq G(Y)$ о неоднородности анализируемых выборок. Выявлены статистически значимые различия результатов исследования по показателю количества частиц ($N_{PM10, \%}$) между экспериментальной территорией и условно-чистой зоной в 2018 году.

Итоговые данные проверок гипотез об однородности между двумя выборками, содержащих результаты измерений показателей количества частиц ($N_{PM10, \%}$) на территориях условно-чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф») и экспериментальной (рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области) по Т-критерию Вилкоксона за 2018 год представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты проверки гипотезы об однородности между двумя выборками, содержащих результаты измерений показателей количества частиц ($N_{PM10},\%$) на территориях условно-чистой зоны (СНТ «Орошенец», «Шельф») и экспериментальной (рп Средняя Ахтуба Среднеахтубинского района Волгоградской области) по T- критерию Вилкоксона

Table 1. The results of testing the hypothesis of homogeneity between two samples containing the results of measurements of the parameters of the number of particles ($N_{PM10},\%$) in the territories of the conditionally clean zone (SNT "Oroshenets", "Shelf") and experimental (rn Srednaya Akhtuba, Sredneakhtubinsky district of the Volgograd region) according to T- Wilcoxon criterion

Год	Результаты проверки гипотезы об однородности между двумя выборками, содержащих результаты измерений ($N_{PM10},\%$) на территориях условно-чистой зоны и экспериментальной по T- критерию Вилкоксона	
	Wнабл.	Wн.кр* /Wв.кр**
2018	5263	3256,1/4003,9**

* Значение нижней критической точки (Wн.кр);

**Значение верхней критической точки (Wв.кр)

Установленные статистически значимые различия по показателю количества частиц ($N_{PM10},\%$) между выборками экспериментальной территории и условно-чистой зоной, а также установленная статистически значимая однородность внутри выборок условно-чистой

зоны и экспериментальной территории, позволили произвести их сравнение. В связи с чем было выявлено превышение по количеству мелкодисперсных частиц ($(N_{PM10},\%)$) в 1,4 раза (2018 год) на экспериментальной территории по сравнению с условно-чистой зоной (рис. 2).

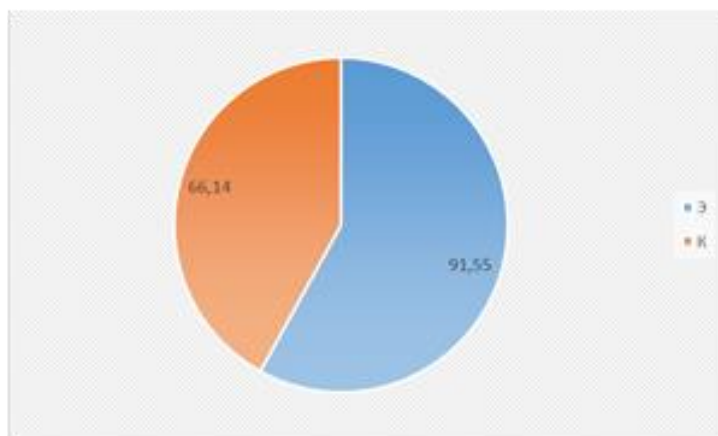


Рис. 2. Сравнительная характеристика показателя количества частиц ($N_{PM10},\%$) на экспериментальной территории по сравнению с условно-чистой зоной за весенне-летний период 2018 г.

Fig.2. Comparative characteristics of the indicator of the number of particles ($N_{PM10},\%$) in the experimental territory in comparison with the conditionally clean zone for the spring-summer period of 2018

Выявленное превышение по показателю количества мелкодисперсных частиц ($N_{PM10},\%$) на экспериментальной территории по сравнению с условно-чистой зоной позволило предположить о действии системного фактора на экспериментальной территории, который мог быть инициирован выбросами загрязняющих веществ с двух керамзитных производств, которые расположены в северной части рп Средняя Ахтуба и др.

Для утверждения данного предположения был выполнен микроанализ отобранной мелкодисперсной пыли с листьев абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*) на оборудовании ElvaX-Light, на котором были определены

следующие оксиды (мас.%): (TiO_2 (0.0313), CaO (18.0435), Fe_2O_3 (0.1805), Al_2O_3 (1.5197), K_2O (25.4243), MgO (19.4668), Na_2O (0.0001), SiO_2 (2.8776), MnO (0.0324), P_2O_5 (7.7117), SO_3 (3.2323), Cl_2O (21.4797), что соответствует классическому составу глины, которая используется на керамзитовых производствах, за исключением: Cl_2O . Происхождение данного оксида не ясно. Cl_2O может быть получен путем взаимодействия газообразного хлора с оксидом ртути или карбонатами (Na_2CO_3) или хлорированием карбонатов щелочных или щелочноземельных металлов в воде. Cl_2O используют для производства гипохлорита кальция. Данные технологии в производстве керамзита не применяются,

соответственно требуется поиск источника химического соединения Cl_2O , который был обнаружен на поверхности листьев абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*) в жилой зоне рп Средняя Ахтуба. При этом были также установлены в частицах и другие оксиды (мас.%): CuO (0.0317), ZnO (0.0618), Br_2O (0.0371), SrO (0.2344) и др. (рисунок 3).

Дополнительно, на сканирующем электронном микроскопе (Versa 3D) были исследованы также частицы, отобранные с поверхности абрикосовых листьев (*Prunus armeniaca*). Иллюстрация одной из поверхностей листовых пластинок с точками исследования микрочастиц представлена на рисунке 4.

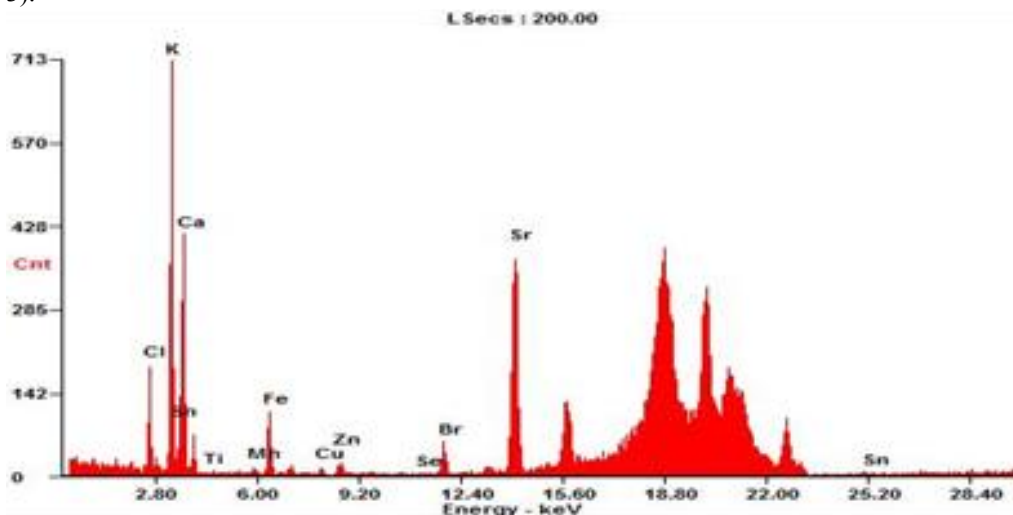


Рис.3. Микроанализ мелкодисперсной пыли (PM_{10}) на листьях абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*) из рп Средняя Ахтуба

Fig.3. Microanalysis of fine dust (PM_{10}) on the leaves of apricot trees (*Prunus armeniaca*) from Srednyaya Akhtuba

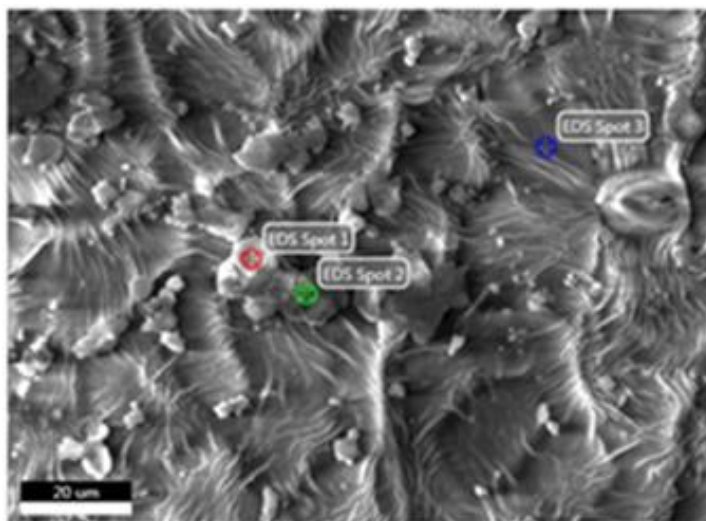


Рис.4. Поверхность листа абрикосового дерева (*Prunus armeniaca*) с микрочастицами из жилой зоны рп Средняя Ахтуба (Среднеахтубинский район, Волгоградская область), октябрь 2018 год

Fig.4. The surface of a leaf of an apricot tree (*Prunus armeniaca*) with microparticles from the residential zone of the Republic of Srednyaya Akhtuba (Sredneakhtubinsky district, Volgograd region), October 2018

На рисунке 5 на ряду с уже выявленными химическими соединениями, были установлены другие элементы в частицах, например, фтор (F) – 3,51% (мас.%) и редкий элемент - молибден (Mo) - 0,36% (мас.%). Стоит отметить, что, например, фтор входит в химическое соединений фтороводород (HF) как побочный продукт технологического производства керамзита, источник молибдена (Mo) – неизвестен.

Первые результаты исследования по химическому составу частиц в жилой зоне рп Средняя Ахтуба дают основание предположить, что PM_{10} на листьях абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*) является выбросами пыли в большей части предприятий керамзитовых производств, которые расположены в северной части рп Средняя Ахтуба и может поступать при определенной ветровой нагрузке с предприятий г. Волжского (3 км

от рп Средняя Ахтуба), федеральной автотрассы (18Р-1), пруда-испарителя «Большой Лиман», прудов-накопителей жидких отходов рп Средняя Ахтуба, в том числе, являться источником транзитного аэрозольного загрязнения, а также быть источником природного происхождения - эолового, что в совокупности свидетельствует, преимущественно, в пользу смешанного типа загрязнения.

ВЫВОДЫ

Выявлены статистически значимые различия по показателю количества частиц ($N_{PM_{10}}$,%) между выборками с экспериментальной территории и условно-чистой зоны ($W_{набл.}=5263 > W_{в.кр.}=4003,9$) (по Т-критерию Вилкоксона) и статистически значимая однородность внутри выборок условно-чистой зоны (2018: $H = 12.7$; $Df = 5$; $P\text{-value} = 0.0064$) и экспериментальной территории (2018: $H = 11.199$; $Df = 5$; $P\text{-value} = 0.07817$) (по критерию Краскела – Уоллиса). Проверка статистических гипотез проводилась на уровне значимости равном 0,05, а необходимые расчеты

осуществлялись в статистическом пакете R (версия 3.6.1, R Core Team 2020). В связи с чем, установлено статистически значимое превышение по количеству мелкодисперсных частиц ($(N_{PM_{10}})$,%) в 1,4 раза (2018 год) на экспериментальной территории ($N_{PM_{10}}=91,55\%$) по сравнению с условно-чистой зоной ($N_{PM_{10}}=66,14\%$), что свидетельствует о загрязнении жилой зоны рп Средняя Ахтуба мелкодисперсной пылью (PM_{10}) и об экологических рисках для проживающего там населения.

Химический состав пылевидных частиц (PM_{10}) представляет смешанный тип загрязнения, который характеризуется выбросами керамзитовых производств, расположенными в северной части рп Средняя Ахтуба в промзоне в связи с обнаруженными на листьях абрикосовых деревьев (*Prunus armeniaca*) химических соединений в следующем соотношении (масс,%): (TiO_2 (0.0313), CaO (18.0435), Fe_2O_3 (0.1805), Al_2O_3 (1.5197), K_2O (25.4243), MgO (19.4668), Na_2O (0.0001), SiO_2 (2.8776), MnO (0.0324), P_2O_5 (7.7117), SO_3 (3.2323), а также аэрозольными частицами, которые могли попасть на листья растения в виду перемещения воздушных масс.

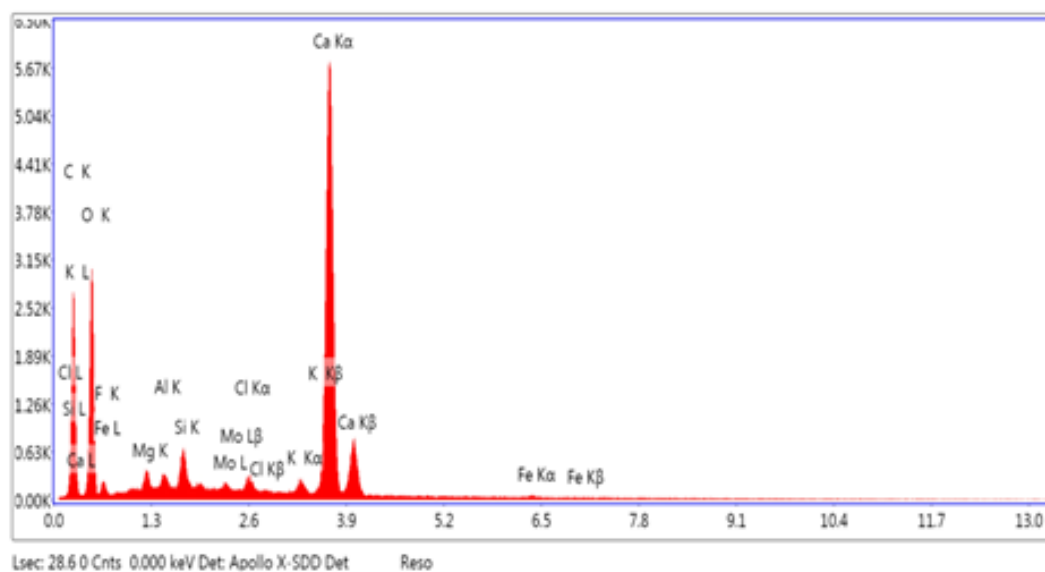


Рис.5. Элементный состав микрочастиц (spot 1, рис. 1)

Fig.5. Elemental composition of matters (spot 1, Fig. 1)

В результате проведенного исследования прогнозируется смешанный тип загрязнения мелкодисперсной пылью (PM_{10}) жилой зоны рп Средняя Ахтуба. Так, TiO_2 , CaO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , K_2O , MgO , Na_2O , SiO_2 , MnO , P_2O_5 , SO_3 входят в состав глинистых минералов и соответственно могут являться выбросами керамзитовых производств как и фтор (F) в виде побочного продукта (HF) технологического процесса производства керамзита. Выявленные такие соединения, как: Cl_2O , CuO , ZnO , Br_2O , SrO , Mo и др., могут быть продуктами как антропогенных, так и природных источников, что в целом свидетельствует об экологических рисках для населения в связи с отсутствием должной меры защиты жилых зон рп

Средняя Ахтуба от загрязняющих веществ. В этой связи, с одной стороны, требуется совершенствование системы защиты на предприятиях по производству керамзита, благоустройству и озеленению санитарно-защитных зон предприятий, с другой стороны - поиска источников выбросов других загрязняющих веществ, например: Cl_2O или редкого химического элемента – молибдена (Mo), оксидов тяжелых металлов: CuO , ZnO , а также: Br_2O , SrO и др. Данная работа демонстрирует возможность листьев растений выступать эффективными «пассивными биомониторами» экологической ситуации в тех жилых зонах населенных пунктов, где отсутствуют государственные экологические посты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wu RS, Zhong LJ, Huang XL, Xu HB [etc.] Temporal variations in ambient particulate matter reduction associated short-term mortality risks in Guangzhou, China: A time-series analysis (2006-2016)// SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT.2018. V. 645. pp. 491-498.
2. Mokhtari M., Miri M., Khorsandi H. [etc.] Assessment of Air Quality Index and Health Impact of PM10, PM2.5 and SO2 in Yazd, Iran // Journal of Mazandaran University of Medical Sciences.2015.pp. 14-23.
3. Rabha Indoor air pollution in rural north-east India: Elemental compositions, changes in haematological indices, oxidative stress and health risks // ECOTOXICOLOGY AND ENVIRONMENTAL SAFETY.2018. V. 165.pp. 393-403.
4. Ran J.J. Long-Term Exposure to Ambient Fine Particulate Matter and Mortality From Renal Failure: A Retrospective Cohort Study in Hong Kong, China//AMERICAN JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY.2020.V.189.issue6.pp.602-612.DOI10.1093/aje/kwz282.
5. Andersen Z., Pedersen M., Weinmayr G. [etc.] Long-term exposure to ambient air pollution and incidence of brain tumor: the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE)// NEURO-ONCOLOGY. 2018.V.20. issue: 3. pp. 420-432.
6. Oberdorster, G. Toxicology of ultrafine particles: in vivo studies, Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. Series A 358, 1775, 2000, pp. 2719-2740.
7. Brown, D.M., Wilson, M.R., MacNee, W., Stone, V. and Donaldson, K. Size-dependent proinflammatory effects of ultrafine polystyrene particles: A role for surface area and oxidative stress in the enhanced activity of ultrafines. Toxicology and Applied Pharmacology, 175 (3), 2001, pp. 191-199.
8. Oberdorster, G., Gelein, R.M., Ferin, J. and Weiss, B. Association of particulate air pollution and acute mortality: involvement of ultrafine particles? Inhal. Toxicol., 7, 1995, pp. 111-124.
9. Donaldson, K., LI, X.Y. and MacNee, W. Ultrafine (nanometer) particle mediated lung injury. Journal of Aerosol Science, 29 (5-6), 1998, pp. 553-560.
10. Donaldson, K., Stone, V., Gilmore, P.S., Brown, D.M. and MacNee, W. Ultrafine particles: mechanisms of lung injury. Phil. Trans. Roy. Soc. Lond., Series A 358, 2000, pp. 2741-2749.
11. McCawley M.A., Kent M.S. and Berakis M.T. Ultrafine beryllium aerosol as a possible metric for chronic beryllium disease. Appl. Occup. Environ. Hygiene, 16, 2001, pp.631-638.
12. Невмержицкий Н.В. Методика оценки и прогнозирования экстремального загрязнения воздуха на автомагистралях мелкодисперсными взвешенными частицами PM10 и PM2.5: дис. ... канд. тех. наук. М., 2017. – 155 с.
13. Салахов А.М., Кабиров Р.Р., Морозов В.П., Арискина Р.А., Валимухаметова А.Р., Арискина К.А. Исследование структуры и фазового состава глины в процессе их термической обработки // Строительные материалы. – 2017. – № 9. – С. 18-22.
14. Рязанова А.С. Способность смектитовой компоненты бентонитовой глины к интеркаляции глицина// Вестник Пермского университета. – 2020. – Том 19, № 1. – С.44-49.
15. Котляр А.В. и др.Особенности химического состава аргиллитоподобных глины и аргиллитов // Строительные материалы. – 2016. – №4. – С. 100-15.
16. Lu S.L. Mineralogy of inhalable particulate matter (PM10) in the atmosphere of Beijing, China//WATER AIR AND SOIL POLLUTION.2007.V.186.issue1-4.pp.129-137.DOI:10.1007/s11270-007-9470-5.
17. Дрозд В.А. Годовые колебания частиц PM10 в воздухе Владивостока//Известия Самарского научного центра Российской академии наук.2015.Т.17. №5(2).с.646-651.
18. Krueger B.J. Heterogeneous chemistry of individual mineral dust particles from different dust source regions: the importance of particle mineralogy//ATMOSPHERIC ENVIRONMENT. V.38.issue36. pp. 62253-6261. DOI:10.1016/j.atmosenv.2004.07.010.
19. Ram S.S. [etc] Physico-chemical characterization of street dust and re-suspended dust on plant canopies: An approach for finger printing the urban environment//ECOLOGICAL INDICATORS.2014.V.36.p.334-338.DOI: 10.1016/j.ecolind.2013.08.010.
20. Mantovani, L. [etc] Magnetic and SEM-EDS analyses of Tilia cordata leaves and PM10 filters as a complementary source of information on polluted air: Results from the city of Parma (Northern Italy)// ENVIRONMENTAL POLLUTION. 2018.V.239. pp.777-787. DOI:10.1016/j.envpol.2018.04.055.
21. Wang L. [etc] Physicochemical characteristics of ambient particles settling upon leaf surfaces of urban plants in Beijing//JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCES.2006.V.18.issue5.p.921-926.DOI:10.1016/S1001-0742(06)60015-6.
22. Khalilimoghadam, Bijan Atmospheric particle adsorption rates of plants in an industrial city of southwest Iran// AEOLIAN RESEARCH.2021.V.53. DOI:10.1016/j.aeolia.2021.100752.
23. Hubai K. Accumulation pattern of polycyclic aromatic hydrocarbons using Plantago lanceolata L. as passive biomonitor//ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH.2021.DOI:10.1007/s11356-021-16141-1.
24. Хисина Н.Р., Бадюков Д.Д., Вирт Р., Микроструктура, наноминералогия и локальная химия криптокристаллических космических сферул// Геохимия. – 2016. – №1. – С.78-88.
25. Genge, M. J.; Larsen, J.; Van Ginneken, M. [etc] An urban collection of modern-day large micrometeorites: Evidence for variations in the extra-terrestrial dust flux through the Quaternary// GEOLOGY.2017.V.45.issue 2.pp.119-122.
26. Morales-Garcia S.S. [etc] Characterization of As and trace metals embedded in PM10 particles in Puebla City, Mexico// ENVIRONMENTAL

MONITORING AND ASSESSMENT.2014.V.186.issue 1. Pp.55-67. DOI: 10.1007/s10661-013-3355-4.

27. Rodriguez-Navarro C. [etc] Mineralogy and physicochemical features of Saharan dust wet deposited in the Iberian Peninsula during an ex-treme red rain event// *ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND PHYSICS*.2018.V.18.issue13.pp. 10089-10122. DOI: 10.5194/acp-18-10089-2018.

28. Пронин А.П., Вольфсон И.Ф., Одерова А.В. Флюидная активность земли и среда обитания, биогеохимические провинции, геопатогенные зоны, геоэкология человека . М.:2010.220с.

29. Šliaupa S., Zukauskas G., Zakarevicius A., Denas Z., Jakubenienė M., Šliaupienė R., Davidonienė O. The correlation of potential fields with psychic disorders and somatic diseases in Lithuania: what is behind it? *Medical Geology Newsletter* No. 10, January 2007, pp. 18–22.

30. Калинин В.В., Астахов А.С. Атмохимические ореолы рассеяния ртути над активными геологическими структурами северной части Японского моря// *Геология и геофизика*.2014.Т. 55. № 12.С. 1728-1737.

31. Dzierzanowski K, Popek R, Gawronska H, Saebo A, Gawronski SW (2011): DEPOSITION OF PARTICULATE MATTER OF DIFFERENT SIZE FRACTIONS ON LEAF SURFACES AND IN WAXES OF URBAN FOREST SPECIES. *International Journal of Phytoremediation* 13, 1037-1046

33. Lukowski A, Popek R, Karolewski P (2020): Particulate matter on foliage of *Betula pendula*, *Quercus robur*, and *Tilia cordata*: deposition and ecophysiology. *Environmental Science and Pollution Research* 27, 10296-10307

REFERENCES

1. Wu RS, Zhong LJ, Huang XL, Xu HB [etc.] Temporal variations in ambient particulate matter reduction associated short-term mortality risks in Guangzhou, China: A time-series analysis (2006-2016)// *SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT*.2018. V. 645. pp. 491-498.

2. Mokhtari M., Miri M., Khorsandi H. [etc.] Assessment of Air Quality Index and Health Impact of PM10, PM2.5 and SO2 in Yazd, Iran // *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*.2015.pp. 14-23.

3. Rabha Indoor air pollution in rural north-east India: Elemental compositions, changes in haematological indices, oxidative stress and health risks // *ECOTOXICOLOGY AND ENVIRONMENTAL SAFETY*.2018. V. 165.pp. 393-403.

4. Ran J.J. Long-Term Exposure to Ambient Fine Particulate Matter and Mortality From Renal Failure: A Retrospective Cohort Study in Hong Kong, China//*AMERICAN JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY*.2020.V.189.issue6.pp.602-612.DOI10.1093/aje/kwz282.

5. Andersen Z., Pedersen M., Weinmayr G. [etc.] Long-term exposure to ambient air pollution and

incidence of brain tumor: the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE)// *NEURO-ONCOLOGY*. 2018.V.20. issue: 3. pp. 420-432.

6. Oberdorster, G. Toxicology of ultrafine particles: in vivo studies, *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. Series A* 358, 1775, 2000, pp. 2719—2740.

7. Brown, D.M., Wilson, M.R., MacNee, W., Stone, V. and Donaldson, K. Size-dependent proinflammatory effects of ultrafine polystyrene particles: A role for surface area and oxidative stress in the enhanced activity of ultrafines. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 175 (3), 2001, pp. 191—199.

8. Oberdorster, G., Gelein, R.M., Ferin, J. and Weiss, B. Association of particulate air pollution and acute mortality: involvement of ultrafine particles? *Inhal. Toxicol.*, 7, 1995, pp. 111—124.

9. Donaldson, K., Li, X.Y. and MacNee, W. Ultrafine (nanometer) particle mediated lung injury. *Journal of Aerosol Science*, 29 (5-6), 1998, pp. 553—560.

10. Donaldson, K., Stone, V., Gilmore, P.S., Brown, D.M. and MacNee, W. Ultrafine particles: mechanisms of lung injury. *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond., Series A* 358, 2000, pp. 2741—2749.

11. McCawley M.A., Kent M.S. and Berakis M.T. Ultrafine beryllium aerosol as a possible metric for chronic beryllium disease. *Appl. Occup. Environ. Hygiene*, 16, 2001, pp.631-638.

12. Nevmerzchickij N.V. Metodika ocenki i prognozirovaniya ekstremalnogo zagryazneniya vozduha na avtomagistralyah melkodispersnymi vzheshennymi chasticami PM10 i PM2.5: dis. ... kand. tekhn. nauk. M., 2017. – 155 p.

13. Salahov A.M., Kabirov R.R., Morozov V.P., Ariskina R.A., Valimuhametova A.R., Ariskina K.A. Issledovanie struktury i fazovogo sostava glin v processe ih termicheskoy obrabotki // *Stroitel'nye materialy*. 2017. № 9. S. 18–22.

14. Ryazanova A.S. Sposobnost' smektitovoj komponenty bentonitovoj gliny k interkalyacii glicina// *Vestnik Permskogo universiteta*.2020. Tom 19, № 1.s.44-49.

15. Kotlyar A.V. i dr.Osobnosti himicheskogo sostava argillitopodobnyh glin i argillitov// *Stroitel'nye materialy*.2016.№4.s.100-115.

16. Lu S.L. Mineralogy of inhalable particulate matter (PM10) in the atmosphere of Beijing, China//*WATER AIR AND SOIL POLLUTION*.2007.V.186.issue1-4.pp.129-137.DOI:10.1007/s11270-007-9470-5.

17. Drozd V.A. Godovye kolebaniya chastic RM10 v vozduhe Vladivostoka//*Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*.2015.T.17. №5(2).s.646-651.

18. Krueger B.J. Heterogeneous chemistry of individual mineral dust particles from different dust source regions: the importance of particle mineralogy//*ATMOSPHERIC ENVIRONMENT*.V.38.issue36.pp.62253-6261. DOI:10.1016/j.atmosenv.2004.07.010.

19. Ram S.S. [etc] Physico-chemical characterization of street dust and re-suspended dust on

- plant canopies: An approach for finger printing the urban environment//*ECOLOGICAL INDICATORS*.2014.V.36.p.334-338.DOI: 10.1016/j.ecolind.2013.08.010.
20. Mantovani, L. [etc] Magnetic and SEM-EDS analyses of *Tilia cordata* leaves and PM10 filters as a complementary source of information on polluted air: Results from the city of Parma (Northern Italy)// *ENVIRONMENTAL POLLUTION*.2018.V.239.pp.777-787. DOI:10.1016/j.envpol.2018.04.055.
21. Wang L. [etc] Physicochemical characteristics of ambient particles settling upon leaf surfaces of urban plants in Beijing//*JOURNAL OF ENVIRONMENTAL SCIENCES*.2006.V.18.issue5.p.921-926.DOI:10.1016/S1001-0742(06)60015-6.
22. Khalilimoghadam, Bijan Atmospheric particle adsorption rates of plants in an industrial city of southwest Iran// *AEOLIAN RESEARCH*.2021.V.53. DOI:10.1016/j.aeolia.2021.100752.
23. Hubai K. Accumulation pattern of polycyclic aromatic hydrocarbons using *Plantago lanceolata* L. as passive biomonitor//*ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH*.2021.DOI:10.1007/s11356-021-16141-1.
24. Hisina N.R., Badyukov D.D., Virt R., Mikrostruktura, nanomineralogiya i lokal'naya himiya kriptokristallicheskih kosmicheskikh sferul // *Geohimiya*. – 2016. – №1. – Pp.78-88.
25. Genge, M. J.; Larsen, J.; Van Ginneken, M. [etc] An urban collection of modern-day large micrometeorites: Evidence for variations in the extra-terrestrial dust flux through the Quaternary// *GEOLOGY*.2017.V.45.issue 2.pp.119-122.
26. Morales-Garcia S.S. [etc] Characterization of As and trace metals embedded in PM10 particles in Puebla City, Mexico// *ENVIRONMENTAL MONITORING AND ASSESSMENT*.2014.V.186.issue 1. Pp.55-67. DOI: 10.1007/s10661-013-3355-4.
27. Rodriguez-Navarro C. [etc] Mineralogy and physicochemical features of Saharan dust wet deposited in the Iberian Peninsula during an ex-treme red rain event// *ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND PHYSICS*.2018.V.18.issue13.pp. 10089-10122. DOI: 10.5194/acp-18-10089-2018.
28. Pronin A.P., Vol'fson I.F., Oderova A.V. Flyuidnaya aktivnost' zemli i sreda obitaniya, biogehimicheskie provincii, geopatogennye zony, geoekologiya cheloveka. – M., 2010. – 220 p.
29. Šliaupa S., Zukauskas G., Zakarevicius A., Denas Z., Jakubeniene M., Šliaupiene R., Davidoniene O. The correlation of potential fields with psychic disorders and somatic diseases in Lithuania: what is behind it? *Medical Geology Newsletter* No. 10, January 2007, pp. 18–22.
30. Kalinchuk V.V., Astahov A.S. Atmohimicheskie oreoly rasseyaniya rtuti nad aktivnymi geologicheskimi strukturami severnoj chasti YAponnskogo moray // *Geologiya i geofizika*. – 2014. – T. 55, № 12. – Pp. 1728-1737.
31. Dzierzanowski K, Popek R, Gawronska H, Saebo A, Gawronski SW (2011): DEPOSITION OF PARTICULATE MATTER OF DIFFERENT SIZE FRACTIONS ON LEAF SURFACES AND IN WAXES OF URBAN FOREST SPECIES. *International Journal of Phytoremediation* 13, 1037-1046
33. Lukowski A, Popek R, Karolewski P (2020): Particulate matter on foliage of *Betula pendula*, *Quercus robur*, and *Tilia cordata*: deposition and ecophysiology. *Environmental Science and Pollution Research* 27, 10296-10307

RESEARCH OF THE AMOUNT OF FINE DUST AND ITS CHEMICAL COMPOSITION IN THE RESIDENTIAL AREA OF INLANDED AREAS FROM THE POSITION OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Glinyanova¹ I.Yu., Asanova² N.V.Volgograd State Technical University, 28 Lenin Av., 400005 Volgograd, Russia,
E-mail: ¹ecoris@yandex.ru, ²natali_as@mail.ru

Abstract. The atmospheric air of settlements is filled with various chemical compounds from anthropogenic and natural sources. A special load on residential areas can come from enterprises of the construction industry in the form of contamination of territories with fine dust (PM₁₀). The relevance of the research topic lies in monitoring PM₁₀ in those residential areas that do not fall within the sphere of influence of state environmental posts, but are located near the activities of enterprises in the construction industry. The object of the study is the atmospheric air of the residential area of the Srednyaya Akhtuba district (Sredneakhtubinsky district of the Volgograd region). The subject of the study is fine dust on the leaves of apricot trees (*Prunus armeniaca*) in the residential area of the Srednyaya Akhtuba rp (Sredneakhtubinsky district of the Volgograd region) for the spring-summer period in 2018 under the conditions of the technogenic load of two enterprises for the production of expanded clay, etc. in a comparative characteristic with conditionally -clean area. The purpose of the work was to study the amount of fine dust (PM₁₀), to determine its chemical composition in the residential area of the Middle Akhtuba region. The analysis of particles made it possible to reveal an excess of the amount of fine dust (PM₁₀) in the residential area of the Srednyaya Akhtuba district by 1.4 times compared to a conditionally clean zone with a forecast of mixed pollution: on the one hand, these are emissions of chemical compounds from expanded clay production, on the other hand, pollutants from other man-made and natural sources. To reduce the load on the residential area of Srednyaya Akhtuba, it is necessary to improve the environmental protection system at enterprises for the production of expanded clay, landscaping and landscaping of their sanitary protection zones, including the search for other sources of pollution in the residential areas of Srednyaya Akhtuba.

Subject: The amount of fine dust (NPM₁₀,%) on the leaves of apricot trees (*Prunus armeniaca*) and its chemical composition.

Materials and methods: The study material was the leaves of apricot trees (*Prunus armeniaca*), which acted as natural samplers of particulate matter from the atmospheric air of settlements for the spring-summer period of 2018. Particle research was consistent with international methods (Dzierzanowski K. [etc], 2011; Lukowski A. [etc], 2020); GOST R 56929-2016 and others. Microanalysis of chemical compounds was performed using an electron scanning microscope (Dual Beam - Versa 3D), etc.

Results: A statistically significant excess of the amount of fine particles (N_{PM₁₀},%) by 1.4 times (2018) on the leaves of apricot trees (*Prunus armeniaca*) in the experimental area (N_{PM₁₀} = 91.55%) compared to the relatively clean zone (N_{PM₁₀} = 66.14%) for the spring-summer period of 2018 based on the application of the non-parametric Kruskal-Wallis test, Wilcoxon's T-test at the significance level: p = 0.05. Dust-like particles (PM₁₀) sampled on the leaves of apricot trees (*Prunus armeniaca*) consisted of the following chemical compounds (wet,%): (TiO₂ (0.0313), CaO (18.0435), Fe₂O₃ (0.1805), Al₂O₃ (1.5197), K₂O (25.4243), MgO (19.4668), Na₂O (0.0001), SiO₂ (2.8776), MnO (0.0324), P₂O₅ (7.7117), SO₃ (3.2323), including Cl₂O (21.4797). In this case, other oxides (wet%): CuO (0.0317), ZnO (0.0618), Br₂O (0.0371), SrO (0.2344); F (3.51), Mo (0.36), etc.

Conclusions: The study carried out makes it possible to predict the mixed type of pollution with fine dust (PM₁₀) of the residential zone of Srednyaya Akhtuba. On the one hand, the particles come from the industrial zone of expanded clay production due to the presence in the particles of chemical compounds from the composition of clay minerals (TiO₂, CaO, Fe₂O₃, Al₂O₃, K₂O, MgO, Na₂O, SiO₂, MnO, P₂O₅, SO₃), fluorine (F) as a by-product of the expanded clay production process. On the other hand, compounds such as: Cl₂O, CuO, ZnO, Br₂O, SrO, Mo, etc., could be products of both anthropogenic and natural sources, which indicates environmental risks for the population and the lack of proper measures to protect residential areas. Average Akhtuba from pollutants. In this regard, it is necessary to improve the protection system at enterprises for the production of expanded clay, landscaping and landscaping of the sanitary protection zone of enterprises, as well as the search for other sources of pollution that produce: Cl₂O, CuO, ZnO, Br₂O, SrO, F, Mo, etc. This work demonstrates the ability of plant leaves to act as effective "passive biomonitors" of the ecological situation in those residential areas of settlements where there are no state ecological posts.

Key words: PM₁₀, fine dust, environmental safety, atmospheric air, environmental risks

УДК 911.52 (477.75)

ГЛУБИНА РАСЧЛЕНЕНИЯ РЕЛЬЕФА В ПРЕДЕЛАХ ЛАНДШАФТОВ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Табунщик В.А.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», 299011, проспект Нахимова 2, Севастополь, Российская Федерация, e-mail: tabunshchuk@ya.ru

Аннотация. В статье приведен анализ пространственной изменчивости поля фактора внешней среды – «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км» в пределах ландшафтов Крымского полуострова. Установлены значения глубины расчленения рельефа в пределах ландшафтных уровней, ландшафтных зон, ландшафтных поясов и ярусов, а также групп местностей (окоемов) на территории Крымского полуострова. Создана база данных со значениями показателя глубины расчленения рельефа в пределах ландшафтов Крымского полуострова. Показано, что фактор глубины расчленения рельефа оказывает влияние на дифференциацию ландшафтов Крымского полуострова.

Предмет исследования: количественная оценка показателя глубины расчленения рельефа в пределах таксономических единиц ландшафтной сферы в пределах Крымского полуострова. Исследование направлено на решение проблемы нехватки данных для оценки геоморфологических характеристик территории Крымского полуострова, применительно к различным задачам народно-хозяйственного планирования и развития. Количественные исследования показателя глубины расчленения рельефа в пределах таксономических единиц ландшафтной сферы Крымского полуострова проводятся впервые.

Материалы и методы. в работе использованы геоинформационные методы исследования, позволившие провести сбор и выполнить первичную обработку пространственной информации; статистические методы для анализа полученных данных, в частности статистический пакет R, а также традиционные методы сравнительно-географического описания, анализа и синтеза.

Результаты: получены первичные статистические данные и создана база данных со значениями показателя «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км» в пределах ландшафтов Крымского полуострова на различных иерархических уровнях организации ландшафтной сферы.

Выводы: для Крымского полуострова расчет значений глубины расчленения рельефа в разрезе таксономических единиц ландшафтной сферы проведен впервые. Полученные данные актуальны при проведении работ по территориальному и ландшафтному планированию, в рамках проведения геологических и гидрологических изысканий, для принятия управленческих решений.

Ключевые слова: ландшафт, Крым, Крымский полуостров, рельеф, глубина расчленения рельефа.

ВВЕДЕНИЕ

Глубина расчленения рельефа является одним из косвенных количественных показателей, характеризующих рельеф той или иной территории. В большинстве случаев глубина расчленения рельефа представляет собой разницу в абсолютных отметках высотах между водоразделами и тальвегами в пределах определенной территории или исследуемой ячейки территории с заданной площадью. В современной литературе влияние расчленения рельефа на формирование ландшафтов мало изучено.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Как подчеркивается в работах [1, 2, 3, 4] территория Крымского полуострова имеет довольно сложное геологическое строение в пределах Керченского полуострова и горной части, и относительно простое в пределах равнинной части (без учета Керченского полуострова). Это в свою очередь накладывает значительный отпечаток на рельеф Крымского полуострова и формирует

существенные черты его пространственного разнообразия. Рельеф Крымского полуострова изучен довольно хорошо, хотя, в тоже время, стоит отметить, что наблюдаются значительные различия в количестве работ по изучению отдельных участков территории Крымского полуострова. Существенный вклад в изучение рельефа Крымского полуострова внесли работы А.А. Ключкина [3], Б.А. Вахрушева с соавторами [4], Г.Е. Гришанкова с соавторами [2], П.Д. Подгородецкого [5], Е.А. Позаченюк с соавторами [1, 6], С.В. Токарева и К.Н. Рощиной [7], Н.С. Сахновой и Д.В. Войтеховского [8] и др. В тоже время описанию и изучению морфометрических характеристик рельефа Крымского полуострова посвящено незначительное количество работ [9, 10, 11 и др.]

Дополнительно стоит отметить, что в особенно в последние годы изучение рельефа базируется на использовании геоинформационных методов исследования [6, 9, 11, 12], которые показывают высокую точность и могут считаться репрезентативными [13]. Материалами для исследования при этом выступают данные радарной съемки Земли, в особенности цифровые модели

рельефа – Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), ASTER Global Digital Elevation Map, ALOS World 3D и др.), а инструментом реализации географические информационные системы – ГИС (ArcGIS, QGIS, SAGA и др.). В мировой практике известно большое количество работ по данной тематике [14, 15, 16, 17].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ландшафты Крымского полуострова приводятся по ландшафтно-типологической карте Г.Е. Гришанкова [1], где выделяются ландшафтные уровни (далее – ЛУ), ландшафтные зоны (далее – ЛЗ), ландшафтные пояса и ярусы (ЛП и ЛЯ), а также группы местностей (ГМ). С использованием географических информационных систем (ГИС) бумажная версия ландшафтно-типологической карты Г.Е. Гришанкова была оцифрована и переведена в шейп-формат. Для оцифровки использовался программный комплекс ArcGIS.

В качестве фактора внешней среды исследуется фактор «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км» и его пространственная дифференциация в пределах таксономических уровней организации ландшафтной сферы в пределах Крымского полуострова. Методика построения карты глубины расчленения рельефа для территории Крымского полуострова приводится в работах [11, 12], а в работе [11] нами был произведен расчет поля фактора для Крымского полуострова и получен растр значений глубины расчленения рельефа для

сетки квадратов размером 1x1 км. В дальнейшем эти значения были интерполированы и построена карта глубины расчленения рельефа, которая анализируется в этой работе, как исходный материал для анализа. Для различных таксономических уровней с использованием географических информационных систем ArcGIS и QGIS были рассчитаны элементы описательной статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

По результатам исследования составлена база данных, отражающая значения показателя глубины расчленения в пределах ландшафтных уровней, зон, поясов/ярусов и групп местностей в пределах Крымского полуострова, а также Крымского полуострова в целом. В таблице 1 представлены результаты значения фактора «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км» для ЛУ Крымского полуострова. Из таблицы 1 видно что и по средним значениям и по медиане значений наблюдается дифференциация ЛУ К Крымского полуострова, хотя имеется пересечение факторных амплитуд, но выражено оно только перекрытием факторных амплитуд. Дополнительно это подтверждают рисунки 1 и 2, на которых видно, что наблюдается смещение и разделение ЛУ Крымского полуострова вдоль оси фактора среды «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км». Наибольшее количество значений глубины расчленения рельефа в пределах ГЛУ приходится на диапазон от 0 до 10 м/кв. км, ПЛУ – от 10 до 20 м/кв. км, СЛУ – от 0 до 50 м/кв. км и СЛУ – от 100 до 150 м/кв. км

Таблица 1. Положение ландшафтных уровней Крымского полуострова в пространстве фактора «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км»

Table 1. The position of the landscape levels of the Crimean Peninsula in the factor space «Depth of relief dismemberment, m/sq. km»

Фактор	Ландшафтный уровень	Значение фактора					Относительная ширина амплитуды
		Минимум	Максимум	Амплитуда	Среднее значение	Медиана	
Глубина расчленения рельефа, м/кв. км	Гидроморфный (ГЛУ)	0	288	288	12,2	9	0,36
	Плакорный (ПЛУ)	0	157	157	17,5	13	0,20
	Низкогорный (НЛУ)	0	753	753	70,0	40	0,95
	Среднегорный (СЛУ)	3	790	787	194,0	172	1,00

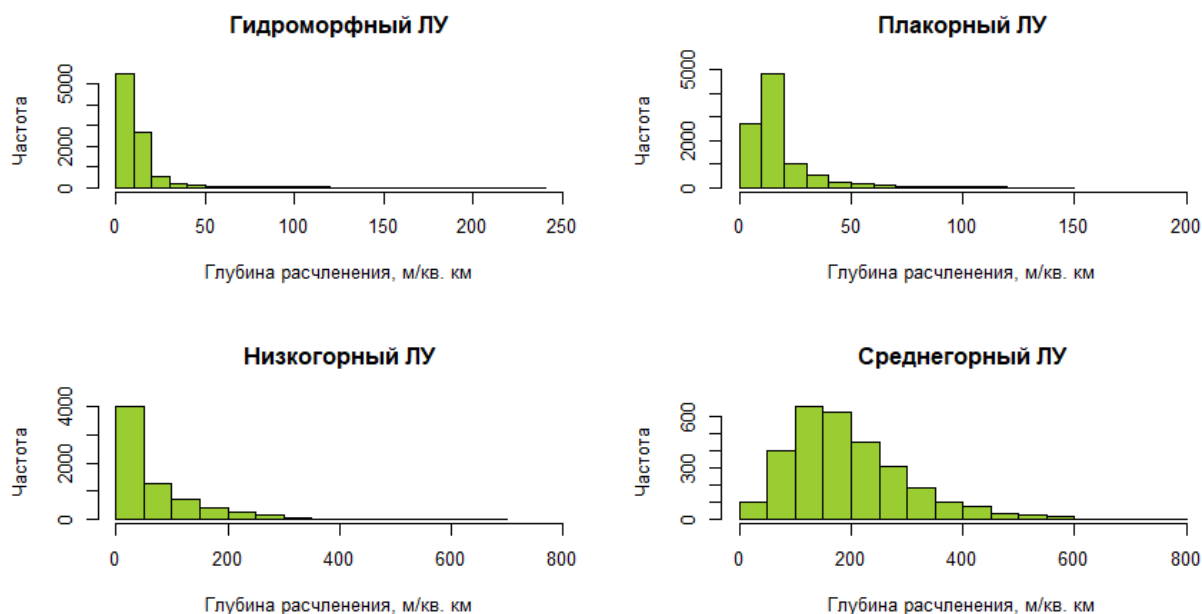


Рис.1. Гистограммы распределения фактора «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км» для ландшафтных уровней Крымского полуострова

Fig. 1. Histograms of the distribution of the values of the factor «Depth of relief dismemberment, m/sq. km» within the landscape levels of the Crimean Peninsula

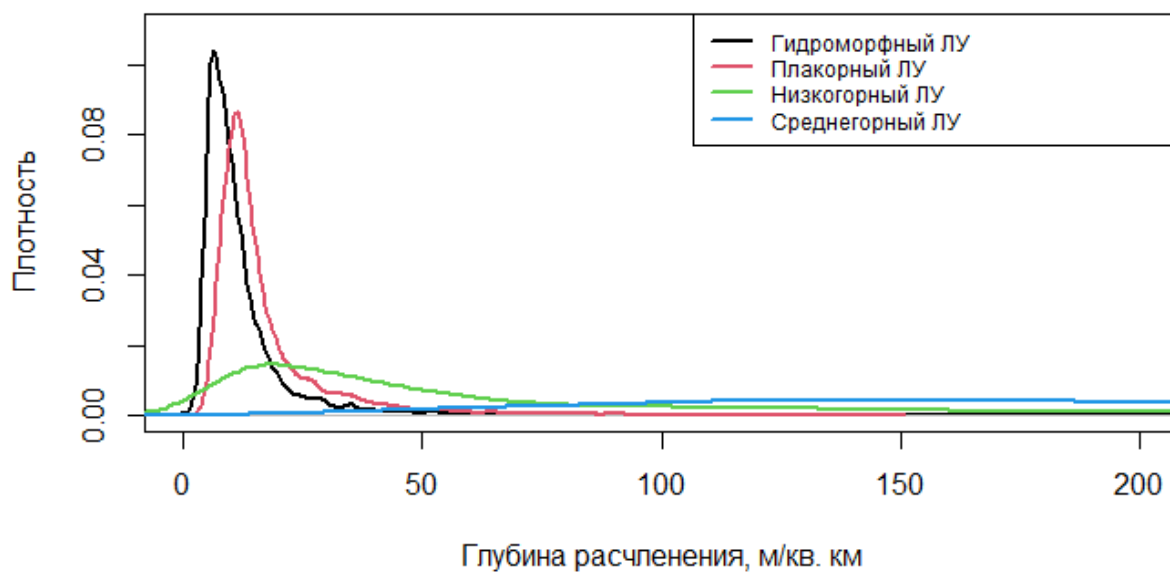


Рис. 2. Плотность распределения фактора «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км» для ландшафтных уровней Крымского полуострова

Fig. 2. Probability density function of the distribution of the values of the factor «Depth of relief dismemberment, m/sq. km» within the landscape levels of the Crimean Peninsula

Фактор «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км» в пределах ландшафтных зон Крымского полуострова оказывает воздействие и приводит к их дифференциации по средним и медианным

значениям, а также по диапазонам значений с наибольшим количеством точек (таблица 2, рисунок 3).

Таблица 2. Положение ландшафтных зон Крымского полуострова в пространстве фактора «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км»
Table 2. The position of the landscape zones of the Crimean Peninsula in the factor space «Depth of relief dismemberment, m/sq. km »

Ландшафтная зона	Значение фактора					Относительная ширина амплитуды
	Минимум	Максимум	Амплитуда	Среднее значение	Медиана	
Гидроморфный ландшафтный уровень						
Зона низменных недренированных и слабодренированных аккумулятивных и денудационных равнин с типчаково-ковыльковыми, полынно-типчаковыми, полынно-житняковыми степями в комплексе с галофитными лугами и степями	0	288	288	12,2	9	0,36
Плакорный ландшафтный уровень						
Зона типичных ковыльно-типчаковых и бедно-разнотравно-ковыльно-типчаковых степей в комплексе с петрофитными и кустарниковыми степями	0	157	157	17,5	13	0,20
Низкогорный ландшафтный уровень						
Зона предгорных аккумулятивных, останцово-денудационных и структурных денудационных равнин и куэстовых возвышенностей с разнотравными степями, кустарниковыми зарослями, лесостепью и низкорослыми дубовыми лесами	4	463	459	52,3	34	0,58
Зона южного макросклона гор, полусубтропических дубовых, фисташково-дубовых, можжевельново-сосновых лесов и шибляковых зарослей	0	753	753	192,9	185	0,95
Среднегорный ландшафтный уровень						
Зона северного макросклона гор, буковых, дубовых и смешанных широколиственных лесов	3	583	580	173,0	159	0,73
Зона яйлинских плато, горных лугов и горной лесостепи	21	790	769	163,8	128	0,97
Зона южного макросклона гор, дубовых, сосновых и смешанных широколиственных лесов	33	790	757	278,8	252	0,96

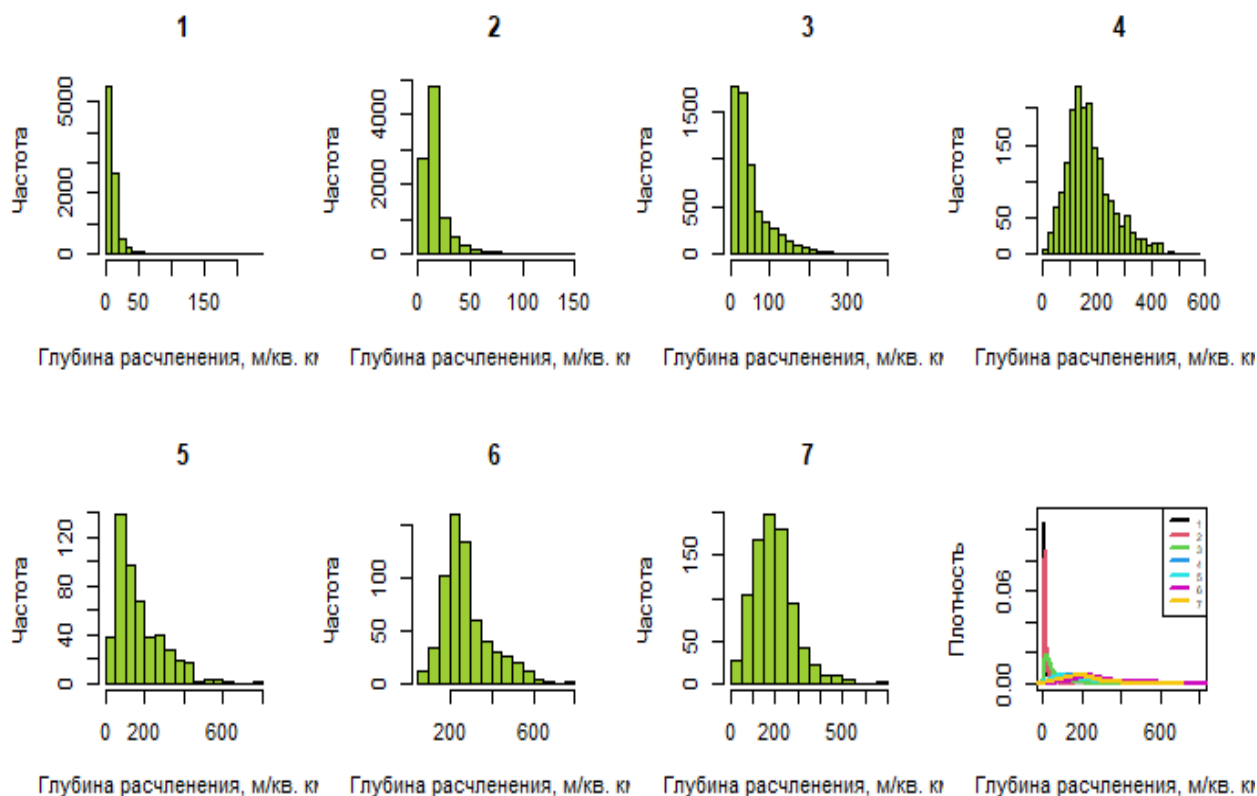


Рис. 3. Гистограммы распределения фактора «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км» для ЛЗ Крымского полуострова (цифрами обозначены ЛЗ. ГЛУ: 1 – Зона низменных недренированных и слабодренированных аккумулятивных и денудационных равнин с типчаково-ковыльковыми, полынно-типчаковыми, полынно-житняковыми степями в комплексе с галофитными лугами и степями; ПЛУ: 2 – Зона типичных ковыльно-типчаковых и бедно-разнотравно-ковыльно-типчаковых степей в комплексе с петрофитными и кустарниковыми степями; НЛУ: 3 – Зона предгорных аккумулятивных, останцово-денудационных и структурных денудационных равнин и куэстовых возвышенностей с разнотравными степями, кустарниковыми зарослями, лесостепью и низкорослыми дубовыми лесами; 7 – Зона южного макросклона гор, полусубтропических дубовых, фисташково-дубовых, можжевельново-сосновых лесов и шибляковых зарослей; СЛУ: 4 – Зона северного макросклона гор, буковых, дубовых и смешанных широколиственных лесов; 5 – Зона яйлинских плато, горных лугов и горной лесостепи; 6 – Зона южного макросклона гор, дубовых, сосновых и смешанных широколиственных лесов.

В таблице 3 представлены значения фактора «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км» в пределах ЛП/ЛЯ Крымского полуострова. При схожих значениях факторных амплитуд ЛП/ЛЯ в пределах ЛУ, происходит дифференциация, которая проявляется менее отчетливо чем в вышестоящих

таксономических единиц ландшафтной сферы, по средним и медианальным значениям, однако идет разграничение ЛП/ЛЯ Крымского полуострова по ширине и минимальным-максимальным значениям факторных амплитуд.

Таблица 3. Положение ландшафтных поясов и ландшафтных ярусов Крымского полуострова в пространстве фактора «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км»
Table 3. The position of the landscape layers of the Crimean Peninsula in the factor space «Depth of relief dismemberment, m/sq. km»

Ландшафтный пояс / ярус	Значение фактора					Относительная ширина амплитуды
	Минимум	Максимум	Амплитуда	Среднее значение	Медиана	
Гидроморфный ландшафтный уровень						
Зона низменных недреннированных и слабодреннированных аккумулятивных и денудационных равнин с типчаково-ковыльковыми, полынно-типчаковыми, полынно-житняковыми степями в комплексе с галофитными лугами и степями						
Пояс прибрежных недреннированных низменностей, пляжей и кос с галофитными лугами, солончаками и сообществами псаммофитов	0	288	288	12,7	9	0,36
Пояс аккумулятивных и денудационных недреннированных и слабодреннированных низменностей с полынно-типчаковыми, полынно-житняковыми и ковыльно-типчаковыми степями	0	120	120	14,6	11	0,15
Пояс аккумулятивных и денудационных слабодреннированных равнин с ковыльно-типчаковыми и полынно-типчаковыми степями	0	77	77	11,3	9	0,10
Пояс аккумулятивных дренированных и слабодреннированных низменностей с ковыльно-типчаковыми степями в комплексе с ковыльно-разнотравными степями	3	21	18	7,9	7	0,02
Плакорный ландшафтный уровень						
Зона типичных ковыльно-типчаковых и бедно-разнотравно-ковыльно-типчаковых степей в комплексе с петрофитными и кустарниковыми степями						
Верхний денудационный ярус ковыльно-типчаковых, петрофитных и кустарниковых степей	0	157	157	19,3	13	0,20
Нижний денудационно-аккумулятивный ярус с ковыльно-типчаковыми, кустарниково-разнотравными и петрофитными степями	0	111	111	16,6	13	0,14
Низкогорный ландшафтный уровень						
Зона предгорных аккумулятивных, останцово-денудационных и структурных денудационных равнин и куэстовых возвышенностей с разнотравными степями, кустарниковыми зарослями, лесостепью и низкорослыми дубовыми лесами						
Пояс бородачево-разнотравных и асфоделиново-разнотравных степей на аккумулятивных и денудационных равнинах	4	193	189	23,2	19	0,24
Пояс лесостепи на останцово-денудационных, структурных денудационных и аккумулятивных равнинах, куэстовых возвышенностях	9	389	380	69,1	57	0,48
Пояс дубовых лесов и кустарниковых зарослей на останцово-денудационных и наклонных структурных денудационных равнинах и куэстовых возвышенностях	29	463	434	153,7	145	0,55
Среднегорный ландшафтный уровень						
Зона северного макросклона гор, буковых, дубовых и смешанных широколиственных лесов						
Пояс котловин и эрозионного низкогорья, дубовых, смешанных широколиственных и сосновых лесов	3	471	468	144,1	140	0,59
Пояс среднегорно-склоновый, дубовых, можжевельно-дубовых и смешанных широколиственных лесов	33	482	449	183,6	175	0,57
Пояс среднегорно-склоновый, буковых, буково-грабовых, смешанных широколиственных лесов	47	583	536	260,1	252	0,68
Зона яйлинских плато, горных лугов и горной лесостепи						
Пояс лесных и лугово-лесостепных плато	21	557	536	134,5	106	0,68
Пояс луговых и лугово-лесных плато	46	790	744	238,3	209	0,94

Продолжение таблицы 3.
Continuation of table 3.

Зона южного макросклона гор, дубовых, сосновых и смешанных широколиственных лесов						
Пояс низкогорно-склоновый дубовых и смешанных широколиственных лесов	54	442	388	219,5	215	0,49
Пояс среднегорно-склоновый, дубовых, сосновых и смешанных широколиственных лесов	90	790	700	325,7	300	0,89
Среднегорный пояс буковых и смешанных широколиственных лесов	33	790	757	351,9	346	0,96
Низкогорный ландшафтный уровень						
Зона южного макросклона гор, полусубтропических дубовых, фисташково-дубовых, можжевельно-сосновых лесов и шибляковых зарослей						
Низкогорный пояс дубово-фисташковых, можжевельно-сосновых лесов и шибляковых зарослей	0	535	535	185,0	178	0,68
Низкогорный пояс сосновых, дубовых и смешанных широколиственных лесов и шибляковых зарослей	15	753	738	205,4	201	0,93

На рисунках 4-8 представлены характеристик положения групп местностей Крымского полуострова в пространстве фактора «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км». Отчетливо заметно что все рассматриваемые значения фактора увеличиваются с севера на юг от ГЛУ к СЛУ. В тоже время в пределах групп местностей расположенных

в пределах ЮБК зоны южного макросклона гор, полусубтропических дубовых, фисташково-дубовых, можжевельно-сосновых лесов и шибляковых зарослей НЛУ также отмечаются высокие значения глубины расчленения рельефа, что связано с куэстовым рельефом Крымских гор.

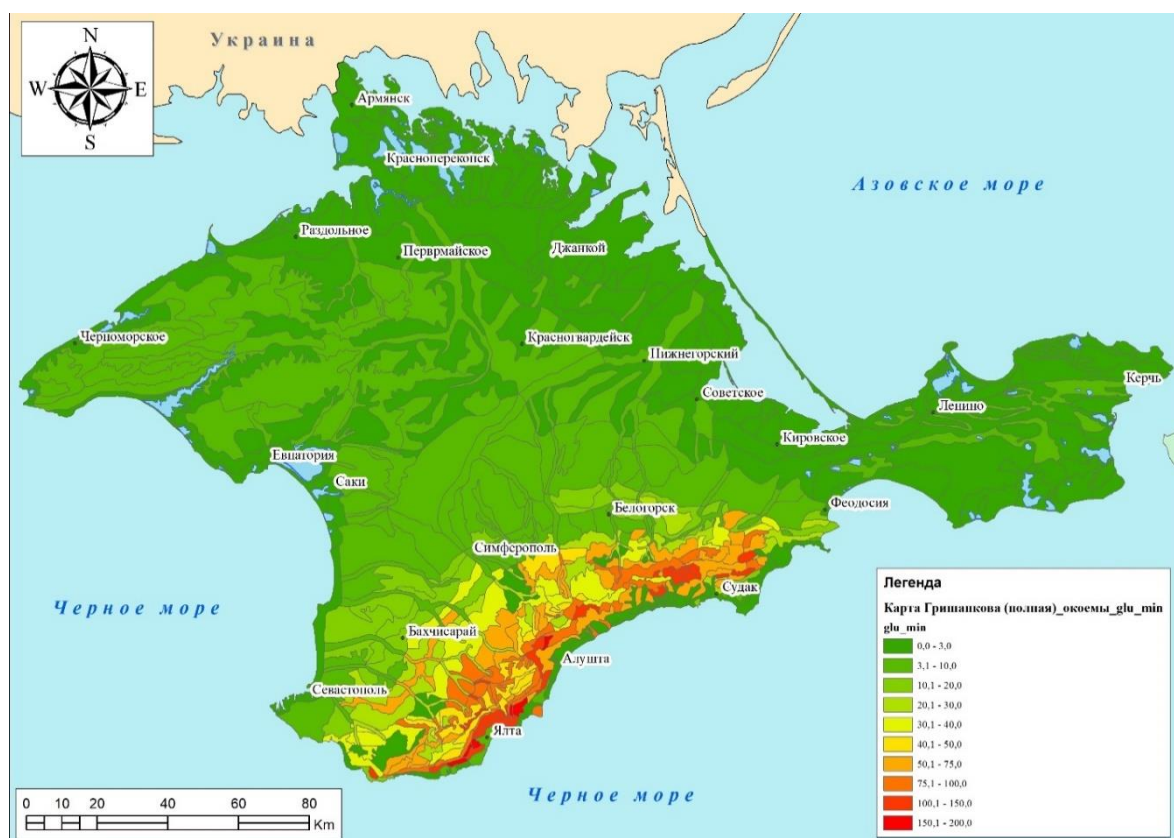


Рис. 4. Положение групп местностей в пространстве фактора «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км». Минимальное значения фактора
Fig. 4. The position of groups of localities in the factor space «Depth of relief dismemberment, m/sq. km». Minimum

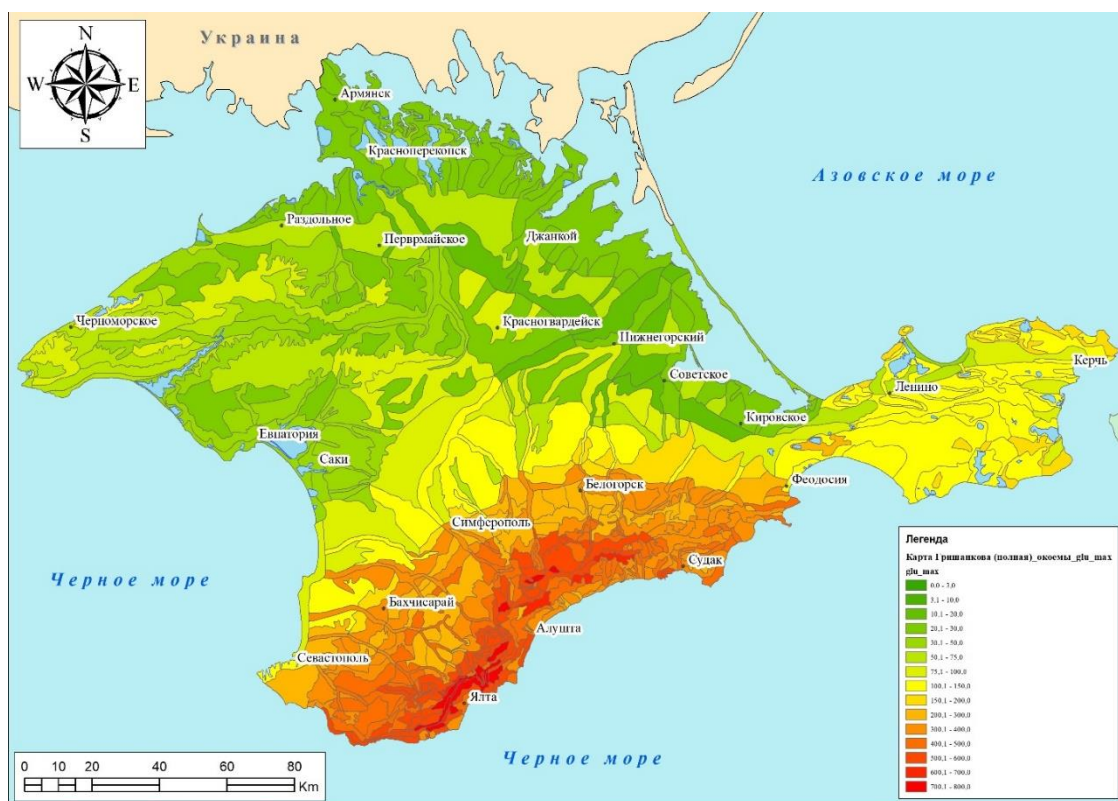


Рис. 5. Положение групп местностей в пространстве фактора «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км».

Максимальное значение фактора

Fig. 5. The position of groups of localities in the factor space «Depth of relief dismemberment, m/sq. km». Maximum

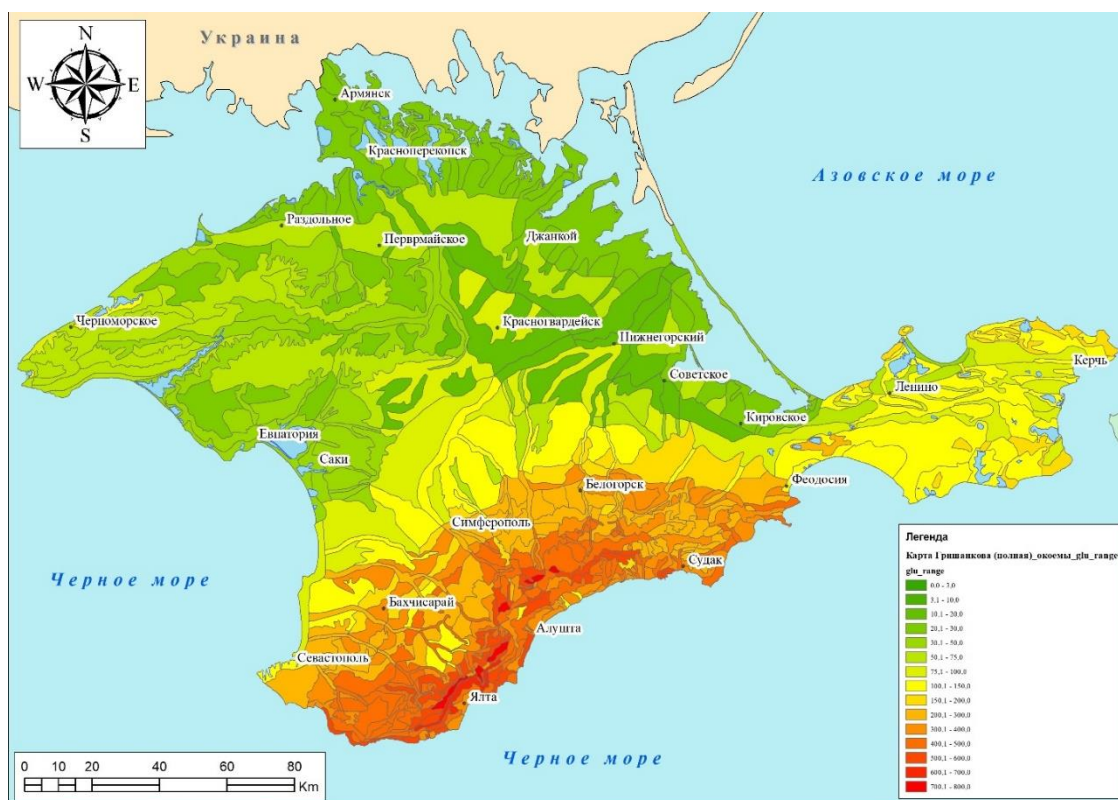


Рис. 6. Положение групп местностей в пространстве фактора «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км». Амплитуда значений фактора

Fig. 6. The position of groups of localities in the factor space «Depth of relief dismemberment, m/sq. km». Range

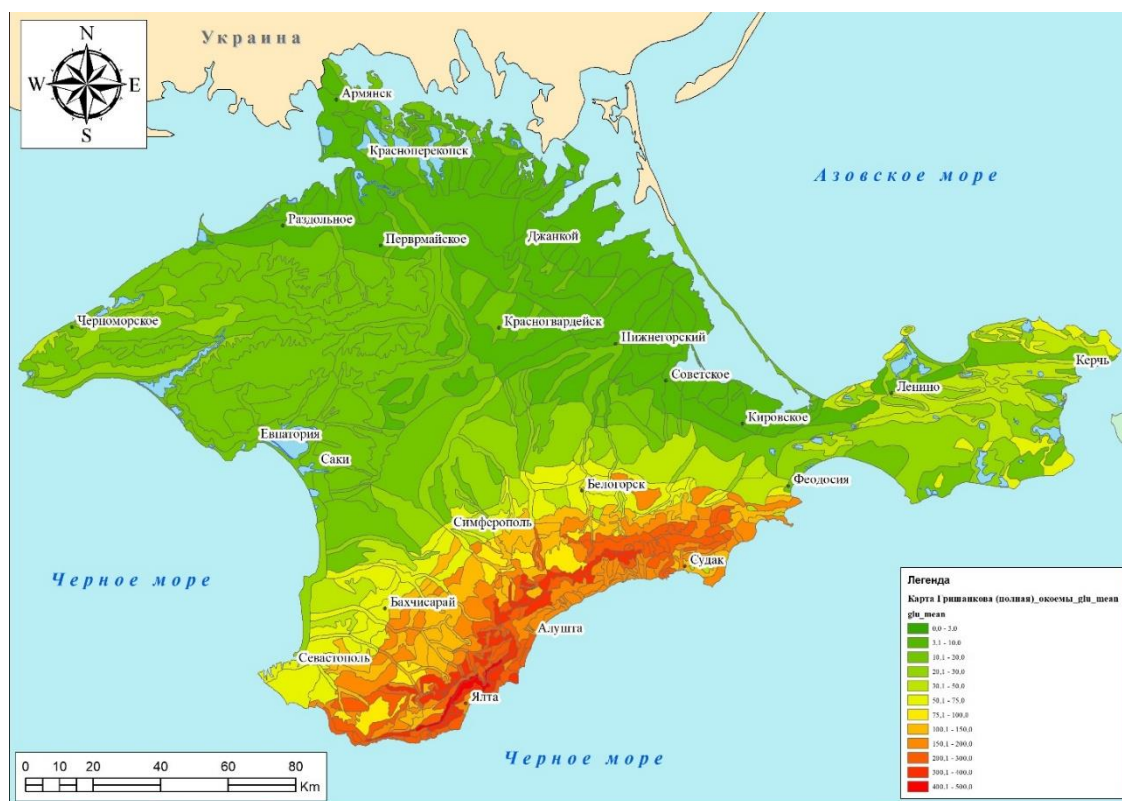


Рис. 7. Положение групп местностей в пространстве фактора «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км». Среднее значение фактора

Fig. 7. The position of groups of localities in the factor space «Depth of relief dismemberment, m/sq. km». Average value

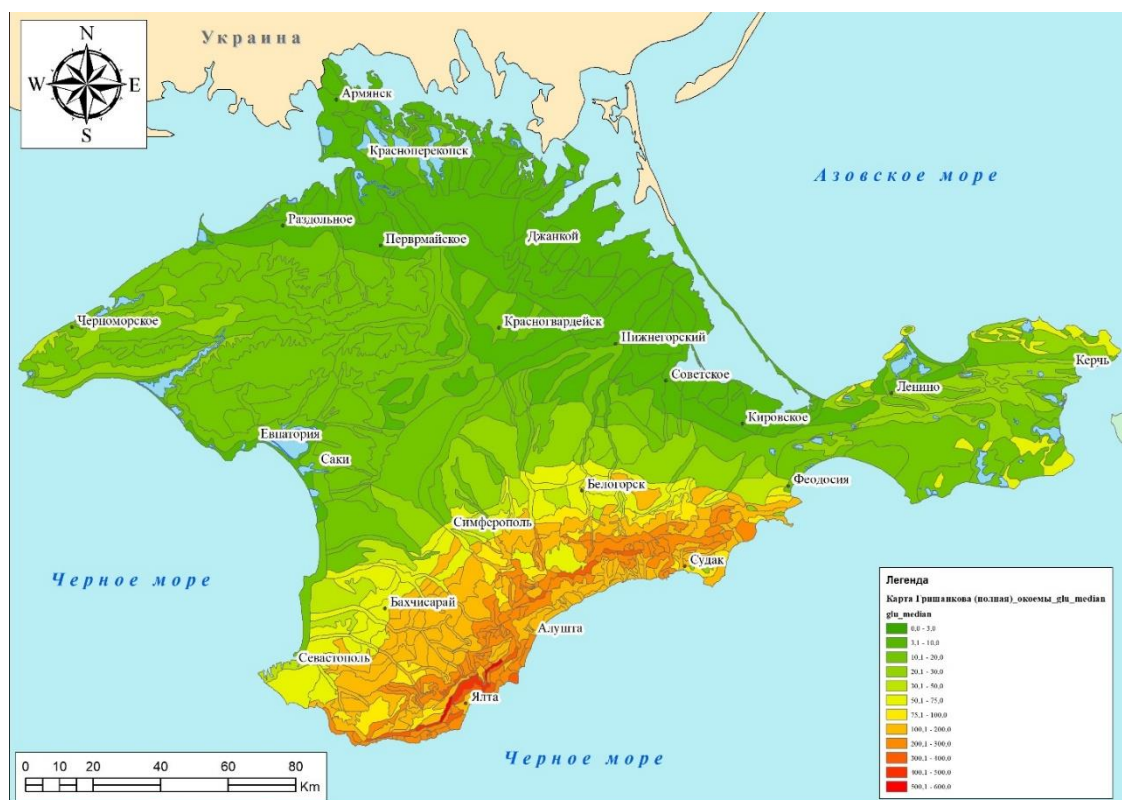


Рис. 8. Положение групп местностей в пространстве фактора «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км». Медиана значений фактора

Fig. 8. The position of groups of localities in the factor space «Depth of relief dismemberment, m/sq. km». Median

Глубина расчленения рельефа ландшафтов отдельных районов Крымского полуострова изучалась в работах [3, 18, 19 и др]. В работе [3, С. 64] А.А. Клюкин указывает, что вертикальное расчленение рельефа в пределах массива Карадаг составляет примерно 50 м. Наши расчеты показывают, что в пределах группы местностей «эрозионное древневулканическое низкогорье с широким развитием скал с фишашково-дубовыми и дубовыми лесами в комплексе с шибляковыми зарослями и фриганоидами», территориально примерно совпадающем с районом исследований А.А. Клюкина, среднее значение глубины расчленения составляет 197 м/кв.км, а максимальное – 354 м/кв.км.

В работе [18, С. 206] указывается, что в Горном Крыму глубина расчленения составляет 10-30 м, что вызывает вопросы так как эти цифры чрезвычайно малы.

В «Атласе природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР» [19] показаны значения глубины расчленения рельефа для территории Крымского полуострова в масштабе 1:5000000. Такой масштаб позволяет визуально сравнить полученные нами данные для ландшафтных уровней Крымского полуострова. Так в пределах ГЛУ относительное превышение водоразделов над тальвегами составляет от 0 до 30 м на севере уровня в пределах Присивашской низменности и достигает 100 м на Керченском полуострове, ПЛУ – от 30 до 100 м, СЛУ – более 500 м. Для НЛУ возможно оценить только положение его северной части, где превышение может достигать от 100 до 500 м.

На территории Тарханкутского физико-географического района [20, С. 550] среднее значение глубины расчленения рельефа составляет до 60 м, в то время как по нашим расчетам в пределах групп местностей на данной территории максимальные значения превышают 50 м/кв.км, а для ПЛУ значение достигает более 100 м за счет относительного перепада высот с Керченским полуостровом. Цифра в 60 м, также указывается и в работе [5, С. 153], где отмечается «превышение рельефа над местными базами эрозии, к примеру, в Черноморском сухоречье, составляет около 60 м».

В работе [1, С. 303] указывается, что в пределах ПЛУ структурные овражно-балочные равнины имеют глубину расчленения до 30-50 м. По нашим расчетам группа местностей «наклонные овражно-балочные равнины с ковыльно-типчачковыми, петрофитными и кустарниковыми степями» характеризуется средними значениями глубины расчленения 26 м/кв. км и изменяется от 7 до 58 м/кв. км.

В работе [9, С. 39-40] Ф.Н. Лисецкий с соавторами приводят карту вертикального расчленения Тарханкутского полуострова на которой максимальные значения достигают более 50 м/кв. км. Максимальные значения вертикального расчленения рельефа (глубины расчленения рельефа) характерны для восточной части Северотарханкутского увала, Южнотарханкутского

увала, а также джангульского и кастельского побережья на северо-западе полуострова. Расчетные данные, полученные нами, подтверждают эти значения. В пределах группы местностей «наклонные овражно-балочные равнины с ковыльно-типчачковыми, петрофитными и кустарниковыми степями», расположенной в пределах Южнотарханкутского увала глубина расчленения изменяется от 11 до 57 м/кв. км, при среднем значении – глубина расчленения составляет 32 м/кв. км, а в пределах восточной части Северотарханкутского увала – от 7 до 55 м/кв. км, при среднем значении 27 м/кв. км. В пределах северно-западной части Тарханкутского полуострова, где располагается группа местностей, представленная одним ландшафтным контуром – «овражно-балочный оползневой ковыльно-типчачковых и кустарниково-разнотравных степей», для которого характерны максимальное значение составляет глубины расчленения рельефа от 0 до 78 м/кв. км, при среднем значении 45 м/кв. км. Таким образом полученные фактические для территории Тарханкутского полуострова в большинстве сопоставимы с [9], что позволяет говорить о применимости полученных нами результатов для характеристики положения ландшафтов Крымского полуострова в пространстве фактора «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км».

ВЫВОДЫ

В работе проанализировано воздействие фактора «Глубина расчленения рельефа, м/кв. км» на дифференциацию ландшафтных единиц Крымского полуострова. Впервые рассчитаны значения глубины расчленения рельефа для ландшафтных зон, ландшафтных поясов и ярусов, а также групп местностей Крымского полуострова. Глубина расчленения рельефа является одним из факторов, наравне с абсолютным значением высоты, который определяет дифференциацию ландшафтов Крымского полуострова.

Исследование выполнено в рамках темы НИР «Изучение пространственно-временной организации водных и сухопутных экосистем с целью развития системы оперативного мониторинга на основе данных дистанционного зондирования и ГИС-технологий. Регистрационный номер: 121040100327-3».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий / Е.А. Позаченюк, В.М. Шумский, А.М. Лесов [и др.]; Республиканский комитет Автономной республики Крым по охране окружающей природной среды Таврический национальный университет имени В.И. Вернадского. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. – 672 с.
2. Гришанков Г.Є., Підгородецький П.Д., Губанов І.Г. Основні риси геоморфології Криму //

Фізична географія та геоморфологія. – 1973. – №9. – С. 129-134.

3. Ключин А. А. Экзогеодинамика Крыма. Симферополь: Таврия, 2007. – 320 с.

4. Вахрушев Б.А. Крымские горы // Рельеф Украины. – Киев: Слово, 2010. – С.432-486.

5. Подгородецкий П. Д. Историческая физическая география. – Симферополь: ТНУ, 2015. – 214 с.

6. Позаченюк Е.А., Петлюкова Е.А. ГИС-анализ морфометрических показателей рельефа Центрального Предгорья главной гряды Крымских гор для целей ландшафтного планирования // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. – 2016. – Т. 2, №. 2. – С. 95-111.

7. Токарев С.В., Рощина К.Н. Картирование элементов рельефа земной поверхности с использованием индекса топографической позиции (на примере Крымского полуострова) // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. – 2015. – Т. 1 (67), № 4. – С. 64-86.

8. Сахнова Н.С., Войтеховский Д.В. Геоморфологический фактор в развитии городов Крыма // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2014. – Т. 27 (66). № 3. – С. 13-20.

9. Лисецкий Ф.Н., Маринина О.А., Буряк Ж.А. Геоархеологические исследования исторических ландшафтов Крыма. – Воронеж: ВГУ, 2017. – 431 с.

10. Табунщик В.А. Пространственное распределения наклона поверхности в пределах ландшафтов Крымского полуострова // Строительство и техногенная безопасность. – 2021. – № 22(74). – С. 135-145. DOI 10.37279/2413-1873-2021-22-135-145.

11. Табунщик В.А. Глубина расчленения рельефа на территории Крымского полуострова // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий. – 2020. – Т. 26, Ч. 2. – С. 99-105. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-2-26-95-105.

12. Курлович Д. М. Морфометрический ГИС-анализ рельефа Беларуси // Земля Беларуси. – 2013. – № 4. – С. 42-48.

13. Оньков И.В. Оценка точности высот SRTM для целей ортотрансформирования космических снимков высокого разрешения // Геоматика. – 2011. – №. 3. – С. 40-46.

14. LaLonde T., Shortridge A., Messina J. The influence of land cover on Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) elevations in low-relief areas // Transactions in GIS. – 2010. – Vol. 14, №. 4. – Pp. 461-479.

15. Kant S. et al. Morphometric analysis of Sonar sub-basin using SRTM data and geographical information system (GIS) // African Journal of Agricultural Research. – 2015. – Vol. 10, №. 12. – Pp. 1401-1406.

16. Siart C., Bubenzer O., Eitel B. Combining digital elevation data (SRTM/ASTER), high resolution satellite imagery (Quickbird) and GIS for geomorphological mapping: A multi-component case study on Mediterranean karst in Central Crete // Geomorphology. – 2009. – Vol. 112, №. 1-2. – Pp. 106-121.

17. Ahmed S. A. et al. Evaluation of morphometric parameters derived from ASTER and SRTM DEM – a study on Bandihole sub-watershed basin in Karnataka // Journal of the Indian society of remote sensing. – 2010. – Vol. 38, № 2. – Pp. 227-238.

18. Пахомова О.М. Оценка ландшафтно-геоморфологических условий горного Крыма для целей рекреации и туризма // Проблемы и перспективы развития туризма в Южном федеральном округе: Сборник научных трудов, Севастополь, 11–14 октября 2017 года. Севастополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2017. – С. 205-207.

19. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. – Москва: Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1978. – 183 с.

20. Физико-географическое районирование Украинской ССР / Под ред. проф. В.П. Попова [и др.]. – Киев: Изд-во Киевского ун-та, 1968. – 683 с.

REFERENCES

1. Modern landscapes of the Crimea and adjacent water areas / E. A. Pozachenyuk, V. M. Shumsky, A.M. Lesov [et al.]; Republican Committee of the Autonomous Republic of Crimea for Environmental Protection of V.I. Vernadsky Tauride National University. – Simferopol: Business-Inform, 2009. – 672 p.

2. Grishankov G.E., Pidgorodetsky P.D., Gubanov I.G. The main features of the geomorphology of the Crimea // Physical geography and geomorphology. – 1973. – № 9. – Pp. 129-134. (In Ukrainian)

3. Klyukin A. A. Exogeodynamics of the Crimea. – Simferopol: Tavria, 2007. – 320 p.

4. Vakhrushev B.A. Crimean mountains // Relief of Ukraine. Kiev: Slovo, 2010. pp.432-486. (In Russian)

5. Podhorodetsky P.D. Historical physical geography. Simferopol: TNU, 2015. – 214 p.

6. Posachenyuk E.A., Petlyukova E.A. GIS-analysis of morphometric relief indicators of the Central foothills of the main ridge of the Crimean Mountains for the purposes of landscape planning // Scientific notes of the Crimean Federal University named after VI Vernadsky. Geography. Geology. – 2016. – Vol. 2, № 2. – Pp. 95-111. (In Russian)

7. Tokarev S.V., Roshchina K.N. Mapping elements of the relief of the Earth's surface using the index of topographic position (on the example of the Crimean Peninsula) // Scientific notes of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Geography. Geology. – 2015. – Vol. 1 (67), № 4. – Pp. 64-86. (In Russian)

8. Sakhnova N.S., Voitekhovskiy D.V. Geomorphological factor in the development of Crimean cities // Scientific Notes of V.I. Vernadsky Tauride National University. Series: Geography. – 2014. – Vol. 27 (66), № 3. – Pp. 13-20. (In Russian)
9. Lisetsky F.N., Marinina O.A., Buryak J.A. Geoarchaeological studies of historical landscapes of the Crimea. – Voronezh: VSU, 2017. – 431 p.
10. Tabunshchik V. A. Spatial distribution of the slope of the surface within the landscapes of the Crimean peninsula // Construction and technogenic safety. – 2021. – № 22(74). – Pp. 135-145. DOI: 10.37279/2413-1873-2021-22-135-145. (In Russian)
11. Tabunshchik V.A. The depth of the dismemberment of the relief on the territory of the Crimean peninsula // InterCarto. InterGIS. Geoinformation support of sustainable development of territories. – 2020. – Vol. 26., Ch. 2. – Pp. 99-105. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-2-26-95-105. (In Russian)
12. Kurlovich D. M. Morphometric GIS-analysis of the relief of Belarus // Land of Belarus. – 2013. – № 4. – Pp. 42-48. (In Russian)
13. Onkov I. V. Estimation of the accuracy of SRTM heights for the purposes of orthotransformation of high-resolution satellite images // Geomatics. – 2011. – № 3. – Pp. 40-46. (In Russian)
14. LaLonde T., Shortridge A., Messina J. The influence of land cover on Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) elevations in low-relief areas // Transactions in GIS. – 2010. – Vol. 14, № 4. – Pp. 461-479.
15. Kant S. et al. Morphometric analysis of Sonar sub-basin using SRTM data and geographical information system (GIS) // African Journal of Agricultural Research. – 2015. – Vol. 10, № 12. – Pp. 1401-1406.
16. Siart C., Bubenzer O., Eitel B. Combining digital elevation data (SRTM/ASTER), high resolution satellite imagery (Quickbird) and GIS for geomorphological mapping: A multi-component case study on Mediterranean karst in Central Crete // Geomorphology. – 2009. – Vol. 112, № 1-2. – Pp. 106-121.
17. Ahmed S. A. et al. Evaluation of morphometric parameters derived from ASTER and SRTM DEM – a study on Bandihole sub-watershed basin in Karnataka // Journal of the Indian society of remote sensing. – 2010. – Vol. 38, № 2. – Pp. 227-238.
18. Pakhomova O.M. Assessment of landscape-geomorphological conditions of the mountainous Crimea for the purposes of recreation and tourism // Problems and prospects of tourism development in the Southern Federal District: Collection of scientific papers, Sevastopol, October 11-14, 2017. Sevastopol: Limited Liability Company "Publishing House Printing House "Arial", 2017. – Pp. 205-207. (In Russian)
19. Atlas of natural conditions and natural resources of the Ukrainian SSR. – Moscow: Main Directorate of Geodesy and Cartography under the Council of Ministers of the USSR, 1978. – 183 p.
20. Physico-geographical zoning of the Ukrainian SSR / Edited by prof. V.P. Popov [et al.]. – Kiev: Publishing House of the Kiev University, 1968. – 683 p.

DEPTH OF RELIEF DISSECTION WITHIN LANDSCAPES OF THE CRIMEAN PENINSULA

Vladimir Tabunshchik

A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS (IBSS), 299011, 2 Nakhimov Avenue,
Sevastopol, Russia
E-mail: tabunshchik@ya.ru

Abstract: In the article are presented an analysis of the spatial variability of the field of the environmental factor «The depth of the relief dismemberment, m/sq. km» within the landscapes of the Crimean Peninsula. It is shown that the factor of depth of relief dismemberment influences the differentiation of the landscapes of the Crimean Peninsula.

Subject: quantitative assessment of depth of relief dismemberment within the taxonomic units of the landscape organization of the Crimean Peninsula. The study is aimed at solving the problem of the lack of data to assess the geomorphological characteristics of the territory of the Crimean Peninsula, in relation to various tasks of national economic planning and development. Quantitative studies of the indicator of the depth of dissection of the relief within the taxonomic units of the landscape organization of the Crimean Peninsula are being conducted for the first time.

Materials and methods: the paper uses geoinformation research methods, which allowed to collect and perform primary processing of spatial information; statistical methods for analyzing the data obtained, in particular a statistical package, as well as traditional methods of comparative geographical description, analysis and synthesis.

Results: primary statistical data were obtained and a database was created with the values of the indicator «Depth of relief dismemberment, m/sq. km» within the landscapes of the Crimean Peninsula at various hierarchical levels of the landscape sphere organization.

Conclusions: for the Crimean Peninsula, the calculation of the values of depth of relief dismemberment in the context of taxonomic units of the landscape sphere was carried out for the first time. The data obtained are relevant when carrying out works on territorial and landscape planning, within the framework of geological and hydrological surveys, for making managerial decisions.

Key words: landscape, the Crimean peninsula, relief, depth of relief dismemberment.

СПИСОК АВТОРОВ

- Амбросова Г.Т.** к.т.н., доцент, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибтрин), г. Новосибирск
- Асанова Н.В.** к.т.н., доцент, Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград
- Белавский В.А.** ассистент кафедры строительных конструкций, институт Академия строительства и архитектуры Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь
- Васильев М.В.** к.т.н., доцент, институт Академия строительства и архитектуры Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь
- Виноградова Е.В.** к.т.н., доцент, Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону
- Глинянова И.Ю.** к.п.н., доцент, Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград
- Журавлев П.А.** к.т.н., доцент, Московский государственный строительный университет, г. Москва
- Котовская Е.Е.** старший преподаватель, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
- Кругликова А.В.** старший преподаватель, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибтрин), г. Новосибирск
- Марукян А.М.** к.т.н., доцент, Московский государственный строительный университет, г. Москва
- Мороз В.В.** к.т.н., доцент, Брестский государственный технический университет, г. Брест
- Мосякин Д.С.** ассистент, Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь
- Николенко И.В.** д.т.н., профессор, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
- Николенко И.В.** д.т.н., профессор, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
- Привалова Е.Н.** обучающаяся, институт Академия строительства и архитектуры Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь
- Рафальская Т.А.** к.т.н., доцент, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибтрин), г. Новосибирск
- Сборщиков С.Б.** к.э.н., доцент, Московский государственный строительный университет, г. Москва
- Сергеева А.Ю.** старший преподаватель кафедры Градостроительства, институт Академия строительства и архитектуры Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь
- Табунщик В.А.** м.н.с., Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН, г. Севастополь
- Урецкий Е.А.** Белорусский государственный проектный институт “БелГПИ”, г. Витебск
- Чернявский И.А.** обучающийся, Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону
- Шейна С.Г.** д.т.н., зав.кафедрой ГСХ, Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону
- Шуршилин Е.А.** Санкт-петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург

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 – работодателе 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 в сканированном 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.

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 B5 (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 озаглавливаются 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)**: 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.