



Научно-технический журнал
Издаётся с 2013 года.
Выходит четыре раза в год.

№3 (43), 2023
(июль-сентябрь)

Дата выхода в свет: **18 сентября 2023 г.**

Главный редактор

Ильичев В. А. акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.

Заместители главного редактора

Емельянов С. Г. чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф.

Колчунов В. И. акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.

Воличенко О. В. советн. РААСН, д-р арх., проф.

Редколлегия

Азаров В. Н. д-р техн. наук, проф.

Акимкин Е. М. канд. социол. наук

Алексахина В. В. д-р архитектуры, проф.

Асеева И. А. д-р филос. наук, проф. (Австрия)

Бакаева Н. В. д-р техн. наук, проф.

Бок Т. д-р техн. наук, проф. (Германия)

Брандль Х. д-р техн. наук, проф. (Австрия)

Бредихин В. В. д-р экон. наук, доц.

Булгаков А. Г. д-р техн. наук, проф.

Ван-дер Ю. д-р техн. наук, проф. (Тайвань)

Волков А. А. чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф.

Гордон В. А. д-р техн. наук, проф.

Данилина Н. В. д-р техн. наук, чл.-кор. РААСН

Егоровский В. А. канд. с.-х. наук, доц.

Ежов В. С. д-р техн. наук, проф.

Казарян А. Ю. д-р иск., акад. РААСН

Леденев В. И. д-р техн. наук, проф.

Лисеев И. К. д-р филос. наук, проф.

Неделин В. М. проф.

Николов Н. Д. иностранный член РААСН, д-р техн. наук, проф. (Болгария)

Осипов В. И. акад. РАН, д-р техн. наук, проф.

Пилипенко О. В. д-р техн. наук, проф.

Теличенко В. И. акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.

Тур В. В. д-р техн. наук, проф. (Белоруссия)

Умнякова Н. П. д-р тех. наук., проф.

Федоров В. С. акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.

Федорова Н. В. д-р техн. наук, проф.

Шах Р. д-р техн. наук, проф. (Германия)

Шубенков М. В. акад. РААСН, д-р архитектуры, проф.

Шубин И. Л. чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф.

Ответственный за выпуск

Головина Е. В.

Адрес редакции и издателя

305040, Россия, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94

Тел.: +7 (4712) 22-24-61, www.swsu.ru

E-mail: biosfera_swsu@mail.ru

Подписной индекс **94005** по объединенному каталогу «Пресса России»

Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство **ПИ № ФС77-56639**

© ЮЗГУ, 2023

© БГИТУ, 2023

© НИИСФ РААСН, 2023

© МГСУ, 2023

© ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России», 2023

16+

БИОСФЕРНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ: ЧЕЛОВЕК, РЕГИОН, ТЕХНОЛОГИИ

Учредители

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ), г. Курск

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет» (БГИТУ), г. Брянск

ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики
Российской академии архитектуры и строительных наук»
(НИИСФ РААСН), г. Москва

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»
(НИУ МГСУ), г. Москва

ФГБУ «Центральный научно-исследовательский и проектный институт
Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства
Российской Федерации»

Журнал включен в перечень ведущих научных журналов и изданий ВАК
при Минобрнауки России по группе научных специальностей
2.1 – Строительство и архитектура: 2.1.4, 2.1.7, 2.1.12, 2.1.13

Содержание

Вопросы теории и практики биосферной совместимости городов и поселений

Коллин К. К., Политика градостроительства как стратегический фактор
социальной стабильности общества в России..... 2

Шубенков М. В., Основы концепции экологического урбматрикса 16

Енин А. Е., Абуасаид М. М. Х., Взаимовлияние природных факторов и принципов
архитектурно-градостроительного проектирования комфортной жилой среды.... 29

Проблемы биосферосовместимой архитектуры зданий и сооружений

Птичникова Г. А., Влияние медиаархитектуры на городскую среду: проблемы
устойчивости городов..... 39

Шуткевич П. В., Качанова В. В., Страшинов С. В., Архитектурный аспект
проектирования современных культурно-творческих объектов в городской
застройке..... 47

Биосферосовместимые технологии строительства

Шубин И. Л., Стронгин А. С., Применение передовых технологий инженерного
оборудования – эффективный путь сокращения углеродного следа зданий..... 59

Продоус О. А., Шлычков Д. И., Озерова Е. М. Экологические аспекты
эксплуатации металлических водопроводных сетей и выпусков сточных вод
в водоемы..... 67

Материалы конференции

Янцен О. В., Февральских А. В., Возможности применения современных пакетов
программ для моделирования и проектирования систем водоотведения 73

Кармазин Б. С., Самбурский Г. А., Аспекты совершенствования процессов питьевого
водоснабжения для вододефицитных регионов 79

Голина Е. С., Спасибо Е. В., Влияние коагулянтов для дефосфотации на процессы
биологической очистки сточных вод..... 87

Примин О. Г., Сколупович Ю. Л., Водные ресурсы. Проблемы инженерных систем
водопользования и направления их развития..... 99

Николенко И. В., Каримов Э. А., Мельникова Н. С., Невельский О. В., Устойчивость
систем водоснабжения крымского полуострова в условиях негативного действия
природных и техногенных явлений..... 108

Захаров Ю. С., Захаров Д. Ю., Кухарчук Е. В., Восстановление трубопроводов
внутренних водостоков многоквартирных домов..... 120

Уважаемые авторы! 128

ПОЛИТИКА ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА КАК СТРАТЕГИЧЕСКИЙ ФАКТОР СОЦИАЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ОБЩЕСТВА В РОССИИ

Проведен анализ современного состояния проблемы обеспечения социальной стабильности общества в России, которая рассматривается как важный фактор национальной безопасности. Показана структура этой проблемы и содержание ее отдельных компонентов. Приведены примеры количественной оценки уровня социальной стабильности общества в странах БРИКС и Евразийского экономического союза, а также в некоторых странах Запада. Показана роль градостроительной политики в решении проблемы обеспечения социальной стабильности общества и необходимость новой государственной политики России в этой области. С этой целью, прежде всего, необходимо утверждение Градостроительной доктрины России, разработанной учеными Российской академии архитектуры и строительных наук, в которой предлагается системный социально ориентированный подход к решению этой проблемы.

Ключевые слова: градостроительная политика, доктрина градостроения, национальная безопасность, социальная стабильность общества.

DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-2-15

Актуальность проблемы

Проведенные в последние годы исследования глобальных проблем развития общества в XXI веке показали, что одной из наиболее важных является проблема обеспечения социальной стабильности общества [1]. Значимость этой проблемы ранее явно недооценивалась. Ведь именно социальная нестабильность стала причиной целой серии социальных кризисов на Ближнем Востоке и в других странах, которые получили название «цветных революций» [2, 3]. В настоящее время этот процесс продолжается, и свидетельством этого являются события на Украине, в странах Балтики, в Грузии и Армении, а также во Франции и США. Поэтому уровень социальной стабильности общества – это тот важнейший индикатор социального благополучия, который сегодня должен быть в центре внимания руководителей государства, а также политических и общественных сил страны для того, чтобы можно было предупредить назревающие в ней социальные потрясения.

Ниже приведены некоторые результаты анализа современного содержания и структуры проблемы обеспечения социальной стабильности, а также роли градостроительной политики в решении этой

стратегически важной проблемы обеспечения национальной безопасности России.

Содержание проблемы социальной стабильности: кибернетический ракурс

Термином «стабильность» в русском языке принято обозначать способность некоторой системы функционировать, не изменяя своей структуры. Поэтому под социальной стабильностью общества следует понимать такое совокупное свойство процессов его жизнедеятельности, при котором сохраняется целостность базовых социальных структур, процессов и отношений в этом обществе.

Близким по содержанию аналогом термина «стабильность» в русском языке является термин «устойчивость», значение которого хорошо известно специалистам в области кибернетики – науки о процессах управления в природе и обществе. Эта аналогия представляется очень важной, так как она позволяет, опираясь на достижения в области кибернетики, выявлять и анализировать процессы, факторы, условия и закономерности, связанные с изучением проблемы социальной стабильности.

При изучении этой проблемы необходимо помнить, что термин «социальная стабильность» обозначает не статическое, а динамическое свойство процессов жизнедеятель-

ности общества. Образно выражаясь, социальная стабильность общества – это не аналог постоянства структуры египетских пирамид, облик которых остается практически неизменным в течение многих тысячелетий. Здесь, в качестве метафоры, гораздо более подходит пример движения велосипеда, устойчивость которого достигается именно благодаря его движению вперед.

Таким образом, социальная стабильность общества должна достигаться не за счет неизменности базовых социальных структур, процессов и отношений в этом обществе, что означало бы застой в их развитии, а путем таких социальных изменений, которые, сохраняя целостность базовых социальных структур, являются необходимыми в данных условиях и отвечают ожиданиям большинства населения страны или же ее отдельных регионов.

Следовательно, социально стабильным может считаться только такое общество, которое активно развивается, но при этом сохраняет свою устойчивость как целостной структуры. При этом противоборство политических сил в таком обществе не должно приводить к расшатыванию его фундаментальных основ.

Структура проблемы социальной стабильности общества

Проблема исследования социальной стабильности общества является комплексной и включает в себя целый ряд компонентов. Наиболее важные из них, в порядке их приоритетности, представлены в табл. 1. В ней для каждого компонента проблемы указаны также и наиболее существенные факторы.

Таблица 1

Структура проблемы социальной стабильности общества

Основные компоненты	Наиболее существенные факторы
Политическая стабильность	Доверие населения к органам власти. Устойчивость органов власти, их легитимность. Адекватность государственной политики ожиданиям народа.
Экономическая стабильность	Допустимый уровень социального расслоения общества и бедности. Социальная ориентация экономики. Низкий уровень безработицы и инфляции. Приемлемый уровень и качество жизни. Устойчивость экономики, ее адекватность новым условиям.
Благоприятные условия жизни	Безопасность жизни. Приемлемые жилищные условия, транспортные коммуникации и энергетическое обеспечение. Климат и экология среды обитания. Система здравоохранения. Информационная среда общества.
Культурная стабильность	Адекватность социальных перемен базовым ценностям данной культуры. Уважение к традициям. Социальная справедливость.
Идеологическая стабильность	Социальное согласие общества в его отношении к базовым ценностям. Понятная обществу и приемлемая для него стратегия развития страны.

Политическая стабильность

Геополитические и социологические исследования показывают, что в XXI веке все большую значимость приобретает политическая стабильность общества. При этом наиболее важными факторами являются доверие населения к органам государственной власти, а также их легитимность и устойчивость. Череда правительственных кризисов в странах Запада и Латинской Америки, а также государственные перевороты в странах Ближнего Востока, являются здесь наглядными примерами. Именно поэтому проблема обеспечения демократизации выборов государственных и

региональных лидеров, а также прозрачности их избирательных компаний служат постоянной темой обсуждения в средствах массовой информации многих стран современного мира.

Что же касается адекватности государственной политики ожиданиям населения страны, то на примерах целого ряда политических революций в различных странах мира мы видим, что именно этот фактор и послужил их главной причиной [4].

Экономическая стабильность

Второе место по значимости в проблеме социальной стабильности общества сегодня

занимает его экономическая стабильность. Ключевыми факторами здесь является социальное неравенство и бедность населения. Исследования показывают, что эти факторы определяют уровень социальной напряженности в данной стране или же отдельных ее регионах и поэтому должны постоянно находиться в поле зрения государственных и общественных структур.

Важно отметить, что ликвидация бедности определена в качестве одной из 17 глобальных целей в новой Стратегии ООН в области устойчивого развития на период до 2030 года [5]. Очень актуальна эта проблема и для современной России.

Благоприятные условия жизни

Важнейшим фактором здесь является безопасность жизни, которая, во многом, определяется экологическими условиями среды обитания человека, уровнем преступности и защиты правопорядка, а также уровнем социальной напряженности, связанной с возможными социальными конфликтами.

Следующий фактор – это *жилищные условия*, которые должны быть достаточно комфортными для обеспечения жизнедеятельности населения в данном регионе. Сегодня в России еще слишком много ветхого жилья, особенно, в сельской местности. Это стимулирует процессы урбанизации общества, которые порождают множество других экономических, демографических и психологических проблем больших городов.

Остро стоит в России и проблема первичного звена системы здравоохранения в сельской местности. Решить ее можно лишь при условии предоставления медицинским работникам благоустроенного муниципального жилья, т.е. проблема опять требует адекватной социально-ориентированной жилищной политики государства. Ипотека здесь не поможет.

Еще одним важным фактором является качество информационной среды обитания современного человека. Интернет, цифровое телевидение, мобильная связь, электронные платежные системы и государственные информационные

услуги - все это уже стало атрибутом современной культуры общества и является необходимым условием для удовлетворения людей качеством своей жизни. Для России, с ее огромной территорией, это важнейший фактор обеспечения социальной стабильности общества.

Культурная стабильность

Следующим по значимости компонентом проблемы социальной стабильности общества является его культурная стабильность. Она определяется, главным образом, адекватностью происходящих в данном обществе социальных перемен его традиционным культурным нормам и ценностям, а также таким плохо формализуемым понятием как «социальная справедливость», о котором в каждой культуре имеются свои специфические представления [6].

Актуальность проблемы культурной стабильности общества в последние годы существенным образом возрастает, что наглядно подтверждается теми демографическими процессами, которые происходят в странах Западной Европы под наплывом потоков беженцев из стран Ближнего Востока. Эта проблема является настолько серьезной, что от ее решения зависит сохранение национальной идентичности таких стран, как Германия, Франция, Дания, Италия и Великобритания. Ведь уже сегодня этнические британцы являются меньшинством в столице своей страны – Лондоне. И это происходит несмотря на то энергичное противодействие, которое правительство Великобритании оказывает процессу миграции в эту страну представителей других этносов и культур.

Весьма характерной является структура новых мигрантов. Большинство из них – это не женщины и дети, не изможденные старики, а вполне работоспособные молодые люди, которые, тем не менее, трудиться на новом месте своего жительства не хотят, а предпочитают жить на пособие по безработице. Так что основные этнические и социально-экономические проблемы у Европы еще впереди (рис. 1).



Рис. 1. Поток беженцев из стран Ближнего Востока в Западную Европу

Идеологическая стабильность общества

Этот компонент социальной стабильности определяется уровнем согласия его членов в отношении тех базовых ценностей, которые и определяют вектор развития этого общества, т.е. его «образ будущего». Следует ожидать, что значимость этого компонента социальной стабильности в дальнейшем будет возрастать, что обусловлено процессами глобализации общества, а также агрессивной геополитикой США, которые навязывают всему остальному миру свои представления о целях и образе жизни [2, 3].

В современных условиях становления глобального информационного общества, люди быстро узнают о тех экономических и социальных переменах, которые происходят в других странах, и начинают требовать аналогичных перемен в своей стране. Вспомним лозунг: «Украина - це Европа!», который скандировала толпа на площадях Киева во время государственного переворота на Украине в 2014 году. Что за этим последовало, хорошо известно. Поэтому, для того, чтобы не допустить такого рода социальных катаклизмов, каждой стране нужна достаточно ясная стратегическая цель своего развития и ее понимание большинством населения страны. Необходим «образ будущего», который должен быть адекватным ожиданиям людей и поэтому мог бы стать основой для их идеологической консолидации. Важность этой проблемы для современной России трудно переоценить. Поэтому и обсуждению этой проблемы в настоящее время уделяется все большее внимание.

Социальное расслоение и бедность — главные причины социальных революций

Исследования показывают, что в XXI веке наиболее актуальными для предотвращения социальных катаклизмов являются две проблемы:

- сокращение социального расслоения общества, которое быстро нарастает, несмотря на впечатляющие успехи научно-технологического прогресса;

- сокращение бедности, т.е. количества людей, не имеющих самых необходимых средств для своего существования и поэтому находящихся в тяжелом физическом и психологическом состоянии. Количество таких людей также быстро увеличивается [5].

По социологическим прогнозам, обе эти глобальные проблемы современности в ближайшие десятилетия будут нарастать, что обусловлено следующими основными причинами:

1. В условиях становления глобального информационного общества, цифровой экономики и новых интеллектуальных технологий, весь облик современного промышленного производства изменяется коренным образом. Широкомасштабная компьютеризация и роботизация производства вызывают новую волну безработицы. При этом в ближайшем будущем востребованы будут лишь специалисты высокой квалификации и новых профессий, которых современная система образования еще не готовит в необходимом количестве и качестве.

2. Информатизация документооборота и развитие телекоммуникационных сетей оставят без работы миллионы конторских работников по всему миру. На смену «белым воротнич-

кам» придут «железные воротнички» - интеллектуальные компьютерные системы. Они заменят многих работников финансовой сферы, налоговых служб, информационных агентств и даже медицинских работников, например, фармацевтов. При этом ожидается существенное сокращение всего того «офисного планктона», который сегодня является главным источником бюрократического бумаготворчества.

Как должно реагировать общество на такие глобальные перемены? Следует ожидать существенного повышения уровня социальной напряженности в развитых странах, а также повышения социального спроса на переподготовку кадров для обучения новым профессиям и компетенциям. Сегодня – это один из тех новых глобальных вызовов, к которому общество совершенно неподготовлено, так как начинать нужно с переподготовки самих преподавателей, чего пока не наблюдается. Этого нет ни в международных, ни в национальных программах социально-экономического развития.

Этот вывод в полной мере относится и к России, хотя в новой Стратегии научно-технологического развития РФ эта проблема в достаточно общем виде уже обозначена [6].

Критические значения уровня социального расслоения общества

Международный опыт социальных исследований позволил установить критические значения показателей, характеризующих расслоение общества по уровню доходов на душу населения. Для таких оценок чаще всего используется так называемый Децильный коэффициент, который определяется как отношение совокупного дохода у 10% наиболее обеспеченного населения к совокупному доходу у 10% населения, имеющего самые низкие доходы. Для этих целей часто используется также Индекс Джини, характеризующий

долю всего национального богатства, сосредоточенную у 10% наиболее обеспеченного населения. Этот показатель для количественной оценки уровня социального расслоения общества в 1912 г. предложил использовать итальянский статистик Коррадо Джини. Значение Индекса Джини изменяется от 0 до 1, но часто указывается в процентах.

Социологические исследования показали, что повышение социального расслоения общества по доходам на душу населения вызывает в этом обществе повышение социальной напряженности, которая, достигнув некоторого критического значения, приводит к социальным катаклизмам. Критические значения показателей такого расслоения, полученные эмпирическим способом, представлены в табл. 2.

Так, например, известно, что перед началом Великой Октябрьской революции уровень социального расслоения в России был достаточно высоким и характеризовался значением Децильного коэффициента порядка 25. И это стало одной из причин революции.

В последние 15 лет Децильный коэффициент для нашей страны имеет величину в пределах 14-16. Это означает, что население России находится в зоне социальной напряженности, приближаясь к ее верхней границе. Поэтому вызывает удивление тот факт, что в программах социально-экономического развития страны не предусматриваются задачи снижения уровня социального расслоения, с конкретными сроками их выполнения.

Ведь, приведенные в табл. 2 критические значения уровня социального расслоения, специалистам давно и хорошо известны. Тем не менее, ни в федеральных, ни в региональных программах таких задач сегодня не поставлено.

Таблица 2
Критические значения показателей социального расслоения общества

Децильный коэффициент	Индекс Джини	Состояние общества
До 8,0	До 0,470	Стабильное общество
8,0 - 15,0	0,470 - 0,600	Социальная напряженность
15,0 - 20,0	0,600 - 0,680	Высокая социальная напряженность
20,0-40,0	0,681- 0,800	Социальная революция
Более 40,0	Более 0,800	Гражданская война

Методология оценки уровня стабильности общества

Уровень стабильности общества определяется не только степенью его экономического расслоения. Важную роль здесь играет уровень *бедности*. И это понятно. Ведь, если у людей есть минимально необходимые средства для обеспечения своей жизнедеятельности, то наличие в обществе богатых людей их не особенно раздражает, и общество остается стабильным. Но, если таких средств у них нет, то это, вполне естественно, вызывает протестные настроения. Ниже это будет показано на конкретных примерах.

Таким образом, для более адекватной оценки уровня стабильности общества, необходимо найти способ, при котором одновременно учитывались бы оба фактора – *экономическое расслоение и уровень бедности*. Проблема здесь заключается в том, что в государственной статистике многих стран мира показатель уровня бедности отсутствует. Мало того, современные подходы к определению этого показателя существенным образом различаются, так как общепризнанной методологии определения уровня бедности еще не сформировано.

В работе [1] предложен способ приближенного решения этой задачи на основе использования *Индекса человеческого развития* (ИЧР). Этот показатель для проведения социологических исследований в 1990 г. предложили использовать экономист из Пакистана Махбуль-Хак и индийский социолог Амаратея Сен.

Целесообразность использования этого показателя для решения задачи оценки уровня социальной стабильности общества, обусловлена тем, что он является комплексным и, в качестве одного из компонентов, включает уровень *жизни населения*, т.е. его материаль-

ное благосостояние. Естественно предположить, что там, где уровень жизни выше, должно быть меньше и бедных людей, хотя эта оценка и не является достаточно строгой.

На основе этой гипотезы, в работе [1] предложена следующая методика формирования показателя для оценки уровня социальной стабильности общества, который предлагается оценивать при помощи *Индекса социальной стабильности* (ИСС):

1. Вначале определяется *Индекс социальной напряженности* общества (ИСН). Он формируется как отношение Индекса Джини (ИД) к Индексу человеческого развития (ИЧР). ИСН количественно оценивает уровень социальной напряженности в данном обществе. Его физический смысл можно интерпретировать как долю населения, которая считает существующие условия своей жизнедеятельности неудовлетворительными.

2. Затем определяется Индекс социальной стабильности общества (ИСС) по формуле:

$$\text{ИСС} = 1 - \text{ИСН}.$$

Индекс социальной стабильности общества можно интерпретировать как количественную оценку той доли населения (в данной стране или ее отдельном регионе), которая считает существующие в них условия своей жизнедеятельности приемлемыми и поэтому не склонна к протестным акциям.

Оценка уровня социальной стабильности в странах ЕАЭС и БРИКС

На основе данных ООН и Всемирного банка об уровне социально-экономического расслоения в различных странах в 2020 - 2021 гг., а также об Индексе человеческого развития в этих странах, нами проведены расчеты значений Индекса социальной стабильности общества для стран-участников Евразийского экономического союза, а также для стран БРИКС. Результаты этих оценок представлены в табл. 3 и 4.

Таблица 3
Показатели уровня социальной стабильности в странах ЕАЭС

Страны	Индекс Джини	Индекс человеческого развития	Индекс социальной напряженности	Индекс социальной стабильности
Россия	0,360	0,822	0,438	0,562
Белоруссия	0,244	0,808	0,300	0,700
Казахстан	0,278	0,811	0,343	0,657
Армения	0, 279	0,626	0,445	0, 555
Киргизия	0, 290	0,692	0,433	0,567

Анализ значений Индекса социальной стабильности, представленных в табл. 3, показывает, что среди стран ЕАЭС наиболее высокий уровень социальной стабильности по экономическим показателям имеют Белоруссия и Казахстан, хотя уровень жизни в этих странах гораздо ниже, чем в Германии и США. Причина этого заключается в достаточно низком уровне социально-экономического расслоения общества.

Что же касается Белоруссии, то высокий уровень социальной стабильности там до-

стигнут за счет принятых (на законодательном уровне) мер, ограничивающих рост социально-экономического расслоения общества. Поэтому Индекс Джини там сегодня ниже, чем в Германии, Японии, Франции и Швейцарии. Совсем другая ситуация в Германии и США. Там социальная стабильность снижается, а социальная напряженность растет. И это явные признаки угрозы возможных социальных потрясений в этих странах Запада в ближайшие годы.

Таблица 4
Показатели уровня социальной стабильности в странах БРИКС

Страны	Индекс Джини	Индекс человеческого развития	Индекс социальной напряженности	Индекс социальной стабильности
Россия	0,360	0,822	0,438	0,562
Индия	0,357	0,633	0,563	0,437
Китай	0,422	0,768	0,549	0,451
Бразилия	0,489	0,754	0,648	0,352
ЮАР	0,630	0,713	0,897	0,113

Таблица 5
Показатели социальной стабильности в некоторых странах Запада

Страны	Индекс Джини	Индекс человеческого развития	Индекс социальной напряженности	Индекс социальной стабильности
Швейцария	0,314	0,962	0,326	0,674
Германия	0,288	0,942	0,625	0,375
США	0,397	0,921	0,550	0,450
Япония	0,299	0,925	0,325	0,675
Франция	0,307	0,903	0,340	0,660
Украина	0,256	0,773	0,331	0,669

Приведенные в табл. 4 данные свидетельствуют, что почти все страны БРИКС сегодня находятся в зоне социальной напряженности, что обусловлено, главным образом, недостаточным уровнем их человеческого развития. Исключение здесь составляет лишь Россия, где этот уровень достаточно высок. Поэтому задача повышения уровня человеческого развития для стран БРИКС в настоящее время исключительно актуальна.

В табл. 5, для сравнения, представлены аналогичные результаты для Швейцарии, Германии, США, Японии, Франции и Украины.

Большие сомнения вызывает достоверность представленных в табл. 5 данных о современном уровне социальной напряженности во Франции и на Украине. Ведь сегодня там идет гражданская война, и реальная ситуация в этой области гораздо хуже, чем в Германии и США. А, судя по значениям Индекса Джини, которые представлены специалистами ООН, в этих странах все обстоит достаточно благополучно. И это еще раз подтверждает, что к использованию международных рейтингов в этой области нужно подходить с большой осторожностью.

Проблема мониторинга и оценки уровня социальной напряженности в регионах России

Эта проблема в настоящее время является для нашей страны исключительно важной и актуальной для эффективного управления социальными процессами на федеральном и региональном уровнях. Условия жизнедеятельности населения России в ее регионах существенным образом различаются. Кроме того, проживающее в них население имеет различные культурные традиции, которые во многом определяют отношение людей к этим условиям. Поэтому, для эффективного управления процессами социально-экономического, информационного и культурного развития нашей страны, необходимо постоянно контролировать ситуацию в каждом регионе. И, прежде всего, выявлять те из них, где начинают появляться опасные тенденции повышения уровня социальной напряженности.

Новым инструментом для решения этой задачи должна стать система распределенных ситуационных центров, работающих по единому регламенту [7]. Такие центры сегодня имеются практически во всех регионах России, за исключением Крыма и четырех новых регионов, которые вошли в ее состав в 2022 году. Но и в них такие центры, безусловно, будут созданы в ближайшие годы.

К сожалению, в настоящее время процессы мониторинга и оценки уровня социальной напряженности в регионах России не осуществляются, хотя в стране существует несколько рейтинговых компаний, которые выполняют мониторинг ситуации в этих регионах по целому ряду показателей. Одной из них является Агентство «РИА Рейтинг», входящее в состав медиагруппы «Россия сегодня». Оно выполняет мониторинг ситуации в регионах России по следующим основным направлениям:

- Социально-экономическое положение;
- Качество жизни;
- Научно-техническое развитие;
- Энергодостаточность;
- Социальная ориентированность бюджета;
- Финансовое благополучие населения;
- Демография;
- Приверженность к здоровому образу жизни.

Источниками информации при проведении этих исследований служат данные Росстата и Федерального казначейства РФ, а результаты исследований размещаются на сайте Агентства (<https://riaraiting.ru/>).

В феврале 2022 г. это Агентство опубликовало рейтинг 85 регионов России по качеству жизни, сформированный на основе данных за 2020-2021 гг. При этом, использовались 67 показателей, распределенных по следующим группам:

- Уровень доходов населения;
- Занятость населения и рынок труда;
- Жилищные условия;
- Безопасность проживания;
- Демографическая ситуация;
- Экологические и климатические условия;
- Здоровье и уровень образования;
- Обеспеченность объектами социальной структуры;
- Уровень экономического развития;
- Уровень развития малого бизнеса;
- Освоенность территории и развитие транспортной инфраструктуры.

Интегральный показатель качества жизни количественно оценивался по 100-балльной системе. Он показал, что в настоящее время имеется большой разрыв между центральными и периферийными регионами нашей страны. Так, например, Москва и Санкт-Петербург в этом рейтинге имеют 81,35 и 80,24 баллов, соответственно, а остальные регионы - на 25-30% ниже. При этом, самыми отсталыми регионами являются: Забайкальский край (30,07), Ингушетия (29,74), Еврейская Автономная область (28,94) и Республика Тува (19,11).

Эти оценки показывают, что разрыв между передовыми и самыми отсталыми регионами России по качеству жизни является слишком большим - в 3-4,5 раза. И это дает основание полагать, что уровень социальной напряженности в отсталых регионах является очень высоким и, возможно, превышает указанные выше критические значения. Однако измерений этого уровня рейтинговыми компаниями не осуществляется, хотя именно это и является сегодня очень важным для обеспечения национальной безопасности России.

Политика градостроительства как стратегический фактор социальной стабильности в России

Выше было показано, что социальная стабильность общества определяется не только условиями жизнедеятельности людей в тех или иных условиях, но также и их отношением к этим условиям. При этом, очень важным является степень удовлетворенности людей своими жилищными условиями, а также надежда на их улучшение в обозримой перспективе.

В современных условиях капиталистической рыночной экономики, такие чувства и надежды есть далеко не у всех граждан России. И это существенным образом влияет не только на состояние психологического климата в нашем обществе, но также и на динамику демографических процессов. Ведь для создания семьи и воспитания детей необходимы соответствующие жилищные условия. Поэтому, без эффективного решения проблемы обеспечения этих условий, население России будет продолжать сокращаться. А это уже серьезная угроза для национальной безопасности.

В настоящее время население России составляет 146,5 млн. человек, что сопоставимо с населением современной Японии. По оценкам аналитиков, для обеспечения нормальной жизнедеятельности на такой большой территории, которую занимает Россия, необходима численность населения порядка 250-300 млн. человек. Иначе говоря, для безопасной жизнедеятельности нам необходимо удвоить численность населения, а оно, наоборот, достаточно быстро сокращается, несмотря на приток мигрантов из ближнего зарубежья.

По прогнозам Всемирного банка, если современная тенденция сохранится, то численность населения России к 2050 году может сократиться до 1116 млн. человек. И это будет для нашей страны настоящей демографической катастрофой, допустить которую нельзя. Поэтому, для противодействия этой глобальной угрозе, России крайне необходима принципиально новая государственная градостроительная политика, которая будет содействовать росту ее

населения, прежде всего, за счет увеличения рождаемости у коренных народов нашей страны. А это возможно лишь при переходе к модели многодетной семьи.

Основными принципами новой градостроительной политики России, по нашему мнению, должны стать следующие:

- Существенное повышение роли государства в программах жилищного строительства, особенно в тех регионах Сибири и Дальнего Востока, которые являются стратегически важными для социально экономического развития и обеспечения национальной безопасности;

- Приоритет массового строительства качественного жилья в сельской местности с использованием передовых технологий, в результате которого в стране должны появиться тысячи современных коттеджных поселков с необходимой социальной инфраструктурой;

- Расширение программ строительства муниципального жилья, предоставляемого в долгосрочный наем за умеренную плату;

- Бесплатное предоставление муниципального жилья для ряда специалистов (педагогов, медицинских работников, воспитателей детских садов и т.п.) в тех регионах, где таких специалистов особенно не хватает;

- Расширение строительства ведомственного жилья и его бесплатное предоставление специалистам особо важных категорий - военнослужащим, сотрудникам МВД, МЧС и др.;

- Существенное повышение качества жилья в городах, с учетом обеспечения потребностей многодетных семей и формирования в жилых районах необходимой социальной инфраструктуры.

Градостроительная доктрина Российской Федерации

Первая редакция Градостроительной доктрины Российской Федерации была опубликована в 2001 г. Она была разработана Российской академией архитектуры и строительных наук под руководством академика И.М. Смоляра и была направлена на системное решение главной задачи градостроительства – формирования в нашей стране удобной, гармоничной и безопасной среды жизнедеятельности человека.

Однако, принятый в 2004 г. Градостроительный кодекс РФ, был подготовлен Правительством без привлечения ученых РААСН и направлен, главным образом, на регулирование земельно-имущественных отношений в строительстве в условиях рыночной экономики. Он позволял свободно торговать городскими земельными ресурсами для наполнения городского бюджета. Социальные аспекты среды жизнедеятельности в нем практически не учитывались, хотя в Государственную Думу России он был представлен как документ, направленный на решение социальной задачи «Доступное жилье» [8].

Практика реализации этой политики градостроительства показала не только ее ущербность, но и опасность для будущего России. Коммерциализация строительства, направленная на максимальное извлечение прибыли, не только не обеспечила решения проблемы доступного жилья, но и существенным образом разрушила пространственную структуру многих наших городов, изменила их архитектурный облик и социальную инфраструктуру в худшую сторону [9].

Еще одна опасная тенденция в городском жилищном строительстве наметилась в последние годы. Она заключается в сокращении средней площади квартир на 15 % - с 65 до 57 кв. м. Появились даже проекты малогабаритных квартир с общей площадью порядка 15 кв. м. Спальное место в них располагается в полуметровой нише между потоком и душевой кабиной, на которой это место и расположено. Подниматься туда нужно по откидной лестнице, а сесть на постели – уже не получится. Возникает вопрос: каких людей мы собираемся растить в таких ночлежках, затрачивая на их строительство значительные средства? И это происходит в стране, имеющей самую обширную территорию в мире!

Новая редакция Градостроительной доктрины РФ была опубликована в 2014 г. [10]. Она разработана учеными РААСН (руководитель разработки - академик Г. В. Есаулов). Основное внимание в ней уделено формированию концепции градостроительства как надотраслевой созидательной деятельности государства, которая имеет

целью совершенствование пространственной организации страны, включая размещение производственных сил и населения на ее территории, и формирование на этой основе гармоничной материальной среды обитания, обеспечивающей высокое качество жизни и условия для плодотворной деятельности человека. При этом, человек рассматривается как главный ресурс в перспективной модели социально-экономического развития страны.

В проекте Доктрины состояние градостроительства в нашей стране оценивается как критическое. Показан системный характер этого кризиса, его структура, причины и возможные последствия дальнейшего развития. Определены необходимые принципы градостроительной деятельности, главным из которых является ее перенос на государственный уровень в качестве одного из приоритетных направлений.

Прошло уже 9 лет с момента публикации этого документа. Пришло время для его утверждения в качестве концептуальной основы государственной градостроительной политики нашей страны. Некоторые специалисты считают, что эти основы должны найти свое отражение также и в Конституции Российской Федерации.

Возрождение села – ключевая проблема жилищного строительства в России

За последние десятилетия многие сельские поселения в России обезлюдели. Их жители умерли или переехали в города в поисках работы и минимально необходимых условий для своей жизни. Заколотенные досками окна сельских домов во многих регионах страны представляют собой жуткое зрелище, напоминая послевоенные годы нашей истории.

Но ведь теперь совсем другие времена – заканчивается первая четверть XXI века, который принес новые технологии жизнеобеспечения человека – инженерные, энергетические и информационные. Они создают принципиально новые возможности для освоения территории нашей страны, создания необходимых условий для повышения качества жизни людей в сельской местности.

Хорошим примером здесь может служить строительство коттеджных поселков в Белоруссии, где, по инициативе Президента Белоруссии Лукашенко построено более 1200 коттеджных поселков (рис. 2). В каждом из них есть место для работы жителей, а также необходимая социальная инфраструктура: школа, больница или поликлиника, дом культуры (с библиотекой) и даже стадион. И именно эта политика градостроительства стала одним из факторов современного высокого уровня

стабильности белорусского общества.

Важно отметить, что любовь родному краю, к своей «малой Родине», а также готовность, при необходимости, встать на его защиту – это характерные черты традиционной национальной культуры России. Они формировались столетиями и сохранились в генетическом коде культуры народов нашей страны. Эти черты являются основой патриотизма и национального единства страны перед лицом новых внешних угроз.



Рис.2. Коттеджный поселок в Белоруссии

Психологические аспекты проблемы социальной стабильности

Международные события последних лет показывают, что причины социальных потрясений во многих странах имеют не только экономический, но и психологический характер. Так, например, государственный переворот на Украине в 2014 г. был вызван не экономической ситуацией в этой стране, которая была тогда вполне благополучной, а, главным образом, подрывной деятельностью спецслужб стран Запада и высоким уровнем коррупции. Аналогичным образом можно также оценивать и причины попытки государственного переворота в Казахстане в 2021 г. Последние

события во Франции, которая находится на грани гражданской войны, также подтверждают важность психологических факторов, во многом определяющих социальную стабильность общества.

Исследования показывают, что в современном мире люди являются существенно более чувствительными к факторам внешнего информационного воздействия, чем это было ранее. И эту ситуацию нельзя недооценивать в решении проблем обеспечения национальной безопасности. При этом, нужно понимать, что для современного человека очень важной является уверенность в своем будущем, в безопасности своей семьи и своей страны. Надежда на будущее гораздо важнее уровня современного благополучия.

Поэтому все социальные мероприятия, направленные на повышение социальной стабильности общества, необходимо начинать с четкого и понятного большинству населения определения целей этих мероприятий. Именно такой подход должен быть положен в основу современной государственной социально-экономической, информационной и градостроительной политики России.

Выводы и рекомендации

История учит, что недооценка факторов, определяющих социальную стабильность общества, часто приводит к драматическим последствиям. Так, например, в 1917 г., когда в России началась Великая Октябрьская Революция, социальное расслоение общества оценивалось значением Децильного коэффициента 25, что соответствует уровню социальной революции, указанному в Таблице 2. В настоящее время значение этого показателя для ЮАР превышает 40. И мы видим, что там идет гражданская война между черным и белым населением этой страны.

К сожалению, в России за последние 15 лет социальное расслоение общества увеличилось и продолжает нарастать. Это реальная угроза для ее национальной безопасности. Поэтому принятые Правительством РФ меры по пенсионной реформе и увеличению налога на добавленную стоимость, с точки зрения проблемы обеспечения социальной стабильности общества, представляются весьма несвоевременными.

В настоящее время силами коллективного Запада ведется гибридная война против России, направленная на ее уничтожение как суверенного государства. В этих условиях, социальная стабильность российского общества является необходимым условием национального единства нашей страны. А это важнейшее условие нашей победы в этой войне, которую мы должны обязательно выиграть.

Очень важную роль в обеспечении национального единства нашей страны и социальной стабильности российского общества играет содержание внешнего и внутреннего пространства России [11-13]. Сегодня это пространство стало ареной идеологического противостояния стран

Востока и Запада, эпицентром которого является Россия. К сожалению, в этом противостоянии наша страна существенно уступает агрессивной информационной политике стран Запада [14]. В мировом информационном пространстве Россия уступает даже Украине, которая уже объявила нашу страну террористическим государством, хотя именно она таким государством и является. А страны Запада, понимая, что Россия является ядерной державой и поэтому ее победить на поле боя не получится, делают ставку на разложение российского общества изнутри путем информационно-психологического воздействия на ее население, используя для этих целей все современные средства информационных коммуникаций.

Таким образом, будущее нашей страны зависит от результатов войны в информационном пространстве, от эффективности нашего противодействия новым угрозам в этом пространстве, которые сопоставимы по своей значимости с экономическими и военными угрозами. Поэтому проблема информационной безопасности России приобретает сегодня принципиально новое содержание. В работе [15] показано, что нам нужно не только обеспечить надежную защиту своих национальных информационных ресурсов и систем от внешних деструктивных воздействий, но также и защитить население страны от агрессивного влияния вражеской пропаганды. С этой целью необходимо создать в Правительстве России специальный орган управления государственной информационной политикой - Министерство государственной информационной политики РФ. Напомним, что аналогичное министерство одним из первых было создано в составе современного правительства Украины, по рекомендации США, и этим, во многом, объясняется эффективность информационной политики Украины.

В России такого органа нет. Мало того, до сих пор не разработана Стратегия информационной безопасности РФ, которая в современной геополитической ситуации крайне необходима. Поэтому проблема научно методологического обеспечения мониторинга, оценки и определения государственных и региональных приоритетов обеспечения социальной стабильности российского общества должна

получить отражение в государственной политике нашей страны и рассматриваться в качестве одной из важнейших задач национальной и информационной безопасности России.

Что же касается новой градостроительной политики России, то ее необходимо начинать с общественного обсуждения нового проекта Градостроительной доктрины РФ и закрепления ее основных положений в Конституции Российской Федерации. Только после этого ситуацию в этой стратегически важной области можно будет изменить к лучшему. Здесь необходимы будут новые национальные проекты, реализация которых позво-

лит рационально обустроить обширную территорию нашей Родины в интересах обеспечения достойного качества жизни ее населения [16]. И это станет надежной гарантией социальной стабильности российского общества, как необходимого условия национальной безопасности страны. Без этого главный национальный приоритет России «Сбережение народа России, развитие человеческого потенциала, повышение качества жизни и благосостояния граждан», который определен в Стратегии национальной безопасности РФ, не сможет быть эффективно реализован в обозримой перспективе и останется на уровне декларативного заявления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колин К. К. Социальная стабильность общества как фактор национальной и глобальной безопасности //Стратегические приоритеты, 2018, № 2. С. 5-11.
2. Кошкин Р. П. Россия и мир: новые приоритеты геополитики. М.: Изд-во «Стратегические приоритеты», 2015. 264 с.
3. Колин К. К. Культура и безопасность: первые уроки новой мировой войны. //Информационные процессы, системы и технологии, 2022, № 3. С. 19-38.
4. Колин К. К. Качество жизни в стратегии обеспечения национальной и глобальной безопасности //Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности, 2020, № 1. С. 91-102.
5. Колин К. К. Качество жизни: новая методология измерения. //Стратегические приоритеты, 2020, № 4. С. 78-95.
6. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утверждена Указом Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642.
7. Стратегическое целеполагание в ситуационных центрах развития. М.: Когито-центр, 2018. 320 с.
8. Туманик Г. Н., Колпакова М. Р. Актуализация Градостроительной доктрины Российской Федерации как важный шаг совершенствования государственной градостроительной политики. //Региональные архитектурно-художественные школы, 2017, № 1. С. 4-9.
9. Вавакин Л. В. Профессионализм в деятельности главного архитектора. М.: Московские учебники, 2009. 220 с.
10. Градостроительная доктрина Российской Федерации. М.: ЗАО «Эконом-информ», 2014. 30 с.
11. Ильичев В. А. Биосферная совместимость: Технология внедрения инноваций. Города, развивающие человека. М.: URSS, 2011. 240 с.
12. Ильичев В. А., Емельянов С. Г., Каримов А. М., Гордон В. А., Бакаева Н. В. Концепция биосферной совместимости как основа доктрины градоустройства и расселения. //Стратегические приоритеты, 2014, № 1. С. 71-84.
13. Ильичев В. А., Бадардинов А. С., Егорьев П. О., Лапин Ю. Н., Непомнящий С. В. Проект: «Жилье нового поколения для российской семьи»//Стратегические приоритеты, 2014, № 4. С. 43-71.
14. Колин К. К. Современное международное информационное пространство и актуальные проблемы национальной и глобальной безопасности //Биосферная совместимость: человек, регион, технологии, 2022, № 4. С. 46-60.
15. Колин К. К. Информационная безопасность: новое содержание комплексной проблемы //Стратегические приоритеты, 2020, № 1. С. 86-93.
16. Колин К. К. Биосфера и город: гуманитарные аспекты комплексной проблемы развития России. //Биосферная совместимость: человек, регион, технологии, 2021, № 3. С. 23-35.

Колин Константин Константинович

Доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник Института проблем информатики Федерального исследовательского центра «Информатика и управление РАН»
e-mail: kolinkk@mail.ru

K. K. KOLIN

URBAN PLANNING POLICY AS A STRATEGIC FACTOR OF SOCIAL STABILITY IN RUSSIA

The analysis of the current state of the problem of ensuring the social stability of society in Russia, which is considered as an important factor of national security, is carried out. The structure of this problem and the content of its individual components are shown. Examples of a quantitative assessment of the level of social stability of society in the BRICS countries and the Eurasian Economic Union, as well as in some Western countries are given. The role of urban planning policy in solving the problem of ensuring the social stability of society and the need for a new state policy of Russia in this area are shown. For this purpose, first of all, it is necessary to approve the Urban Planning Doctrine of Russia, developed by scientists of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences, which proposes a systematic socially oriented approach to solving this problem.

Keywords: urban planning policy, urban planning doctrine, national security, social stability of the society.

REFERENCES

1. Kolin K. K. Social'naya stabil'nost' obshchestva kak faktor nacional'noj i global'noj bezopasnosti //Strategicheskie priority', 2018, № 2. 5-11 Pp.
2. Koshkin R.P. Rossiya i mir: novyye priority' geopolitiki. M.: Izd-vo «Strategicheskie priority'», 2015. 264 p.
3. Kolin K.K. Kul'tura i bezopasnost': pervyye uroki novoy mirovoj vojny'. //Informacionny'e processy, sistemy i texnologii, 2022, № 3. 19-38 Pp.
4. Kolin K. K. Kachestvo zhizni v strategii obespecheniya nacional'noj i global'noj bezopasnosti //Proektirovanie budushhego. Problemy cifrovoy real'nosti, 2020, № 1. 91-102 Pp.
5. Kolin K. K. Kachestvo zhizni: novaya metodologiya izmereniya. //Strategicheskie priority', 2020, № 4. 78-95. Pp
6. Strategiya nauchno-texnologicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii. Utverzhdena Ukazom Prezidenta RF ot 1 dekabrya 2016 g. № 642.
7. Strategicheskoe celepolaganie v situacionny'x centrax razvitiya. M.: Kogito-centr, 2018. 320 p.
8. Tumanik G. N., Kolpakova M. R. Aktualizaciya Gradostroitel'noj doktriny' Rossijskoj Federacii kak vazhny'j shag sovershenstvovaniya gosudarstvennoj gradostroitel'noj politiki. //Regional'ny'e arhitekturno-xudozhestvenny'e shkoly', 2017, № 1. 4-9 Pp.
9. Vavakin L. V. Professionalizm v deyatel'nosti glavnogo arhitekтора. M.: Moskovskie uchebniki, 2009. 220 p.
10. Gradostroitel'naya doktrina Rossijskoj Federacii. M.: ZAO «E'konom-inform», 2014. 30 p.
11. Il'ichev V. A. Biosfernaya sovmestimost': Texnologiya vnedreniya innovacij. Goroda, razvivayushhie cheloveka. M.: URSS, 2011. 240 p.
12. Il'ichev V. A., Emel'yanov S. G., Karimov A. M., Gordon V. A., Bakaeva N. V. Konceptiya biosfernoj sovmestimosti kak osnova doktriny' gradoustroystva i rasseleniya. //Strategicheskie priority', 2014, № 1. 71-84 Pp.
13. Il'ichev V. A., Badardinov A. S., Egor'ev P. O., Lapin Yu. N., Nepomnyashnij S. V. Proekt: «Zhil'e novogo pokoleniya dlya rossijskoj sem'i»//Strategicheskie priority', 2014, № 4. 43-71 Pp.
14. Kolin K. K. Sovremennoe mezhdunarodnoe informacionnoe prostranstvo i aktual'ny'e problemy' nacional'noj i global'noj bezopasnosti //Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, texnologii, 2022, № 4. 46-60 Pp.
15. Kolin K. K. Informacionnaya bezopasnost': novoe sodержание kompleksnoj problemy' //Strategicheskie priority', 2020, № 1. 86-93 Pp.
16. Kolin K. K. Biosfera i gorod: gumanitarnyye aspekty' kompleksnoj problemy' razvitiya Rossii. //Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, texnologii, 2021, № 3. 23-35 Pp.

Kolin Konstantin Konstantinovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Chief Researcher of the Institute of Computer Science Problems of the Federal Research Center «Computer Science and Control» of the Russian Academy of Sciences
e-mail: kolinkk@mail.ru

Для цитирования: Колин К. К., Политика градостроительства как стратегический фактор социальной стабильности общества в России// Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. №3. С. 2-15. DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-2-15

For citation: Kolin K. K., Urban planning policy as a strategic factor of social stability of society in Russia. Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii [Biosphere compatibility: human, region, technologies]. 2023. No.3. Pp. 2-15. (In Russian). DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-2-15

ОСНОВЫ КОНЦЕПЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УРБОМАТРИКСА

В настоящее время конфликт взаимодействия антропогенной среды и естественной природной среды достиг критического состояния и продолжает усиливаться. Происходит деградация природных экосистем под влиянием человеческой бесконтрольной эксплуатации. Одновременно происходит физическая и духовная деградация человеческого общества и его среды жизнедеятельности, проявляющаяся в появлении специфических (генетических) болезней и эпидемий, социальных девиациях, росте экологических проблем жилой среды городов по мере их роста. В статье предлагается теоретическая модель специфического пространственного зонирования – урбоматрикса (по аналогии с цитологической моделью), которая призвана решать вопросы контроля потоков взаимообменов веществами и энергией между техносферой и биосферой. Модель опробована в рамках проектов выпускников МАРХИ на примере формирования стратегий градостроительного развития малых городов.

Ключевые слова: градостроительная экология, биотехносоциосфера, урбоматрикс, природная среда, биологическая совместимость природы и общества.

DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-16-28

«Возможно и другое концептуальное развитие учения о ноосфере, в основе которого вместо создания нового типа биосферы и управления ею была бы идея об управлении на научной основе человеческой деятельностью в биосфере и гармонизации отношений человек-природа. Основная альтернатива заключается в том, что биосферу нужно не преобразовывать, а сохранять. Человек не может и не должен вмешиваться в пока еще недоступные для его сознания природные процессы эволюции биосферы».

Академик Осипов В.И.

Введение

В 1992 году на Всемирной конференции в Рио-де-Жанейро впервые на международном уровне была предложена программа развития человечества на основе принципов устойчивого развития общества в согласии с природой [1, 2]. Первоначальная идея программы в последующем была выхолощена и превратилась в программу природоохранительной деятельности, не способной решить поставленную проблему и обеспечивающую антропоцентрическую идеологию.

Сегодня очевидной становится проблема деградации окружающей природной среды на фоне растущей урбанизации. Решение этой проблемы заключается в определении возможностей и условий балансируемых взаимодействий урбанизированной и природной сред методом регулирования факторов их взаимодействия друг с другом.

Как бы не менялась искусственно созданная среда жизнедеятельности человека, наличие в ней живых природных компонентов и их включенность в глобальные биогеохимические циклы, связывает человека с планетарной Биосферой и делает его средой частью биологической

оболочки планеты. Многие исследователи определяют это состояние взаимодействия сред как глобальную урбогеосоциосистему (Голубец, 1994).

Человек является продуктом Природы и до настоящего времени неотделим от нее в части питания и окружающего пространства обитания. Человеческое общество в процессе своей жизнедеятельности продолжает потреблять воздух, воду, почвы, различные составляющие флоры и фауны. Люди потребляют все необходимые им природные ресурсы и производят отходы, которые возвращаются в природную среду, но уже в том виде, который плохо усваивается и включается в естественный круговорот веществ и энергии.

Этот конфликт современных отношений человечества и природы сводится к тому, что люди своей деятельностью расширяют пространство с нарушенными природными процессами и уменьшают пространство естественной природной среды, от которой зависит будущее существование человечества как одного из видов.

Очевидно то, что биосфера планеты представляет собой уникальное глобальное естественное явление, которое сложилось

за миллиарды лет эволюции живого и развивается согласно естественным всеобщим законам, которые во многом человечество еще предстоит познать.

Любой вид человеческой деятельности в конечном итоге сводится к упрощенному копированию природных процессов, их фрагментарной выборке и, как правило, последующему бесконтрольному воспроизводству.

По мере урбанизации и роста городов увеличивается их зависимость от внешнего обеспечения продовольствием, водой, энергоресурсами, свежим воздухом. Одновременно происходит процесс избавления от отходов человеческой жизнедеятельности, вынужденной рекультивации истощенных городских и пригородных земель, организации рекреационных зон с искусственно поддерживаемой растительностью вокруг городов с целью организации оздоровления и отдыха горожан.

В последние десятилетия, в связи с ростом уровня загрязненности городской среды, наблюдается тенденция к «расползанию» мегаполисов: образованию кольцевых периферийных жилых районов, коммунпальнщ-складских зон, развитию транспортных сетей. Главными последствиями «расползания» мегаполисов становится истощение внешних энергетических ресурсов в связи с растущими потребностями населения, рост загрязнения воздуха, следствиями которого являются парниковый эффект и кислотные дожди; деградация водных, лесных, почвенных ресурсов, потеря ценных сельскохозяйственных угодий, разрушение природных экосистем в зонах влияния городов [4,5,6,7].

Стихийное развитие городов несет много опасностей и для горожан, так как до последнего времени планирование городского хозяйства велось без учета экологических факторов и их влияния на здоровье и благополучие человека. Большинство проблем, связанных с жизнью человека в городе, имеют санитарно-гигиенические и социальные и психологические корни.

Проблемы сосуществования человека и природы

Начало XXI века в целом ознаменовалось вниманием человеческого сообщества к критическим изменениям состояния Биосферы планеты [8,9,10]. Эти изменения проявились в виде смены циклических состояний климата во многих регионах, участившихся экологических и технологических катастрофах, нехватке источников питьевой воды, истощении природных ресурсов. Ярким примером последствий человеческой деятельности стало появление мусорного континента из пластиковых плавающих отходов весом более 800 миллионов тонн, собравшихся на площади от 700 тысяч до 1,5 миллионов кв. километров. Значительный вред экосистеме приносят регулярные аварии на нефтедобывающих платформах и материковых скважинах, на танкерах и нефтепроводах. Активная деятельность людей не может не сказаться на качественном изменении экосистем в локальных, а иногда и глобальных масштабах.

Вернадский одним из первых назвал деятельность людей «геологической силой», сопоставимой с вулканами, землетрясениями, цунами и ураганами [11]. Однако, в отличие от природных сил, человек искусственно создает данные угрозы собственному существованию тем, что вмешательство в устоявшиеся природные процессы способно запустить механизмы кардинального изменения биосферы планеты с критическими последствиями для всего человечества.

Сегодня принято определять пространство (территорию), связанное с жилой и производственной деятельностью людей, техносферой и противопоставлять это пространство биосфере. При этом биосфера охватывает все пространство планеты, заселенное живыми организмами и растениями, при этом важно учитывать тот факт, что процессы взаимодействия локальных природных фрагментов и глобальной системы до сих пор не изучены.

Необходимо отметить, что нарушения естественных процессов происходят не только в части веществ и энергии, но и информационных обменов. Согласно теории

биогенеза¹, нарушение механизмов передачи генетической информации ведет к необратимым последствиям и меняет вектор эволюции живых организмов. При этом многие ученые доказывают факты вмешательства человека в подобного рода естественные природные процессы и фиксируют непреднамеренные, но драматические последствия этих вмешательств. Ярким примером подобного генетического вмешательства стало искусственное создание борщевика Сосновского, которые с середины прошлого века культивировались как силосное в качестве кормов, но не нашло применение и в настоящее время стал бедствием для многих регионов России.

Человек вынужден поддерживать связи с окружающей его средой и по мере ее деградации происходит и деградация само человека как в физическом, так и духовном планах. При этом современное общество, несмотря на многочисленные научные, технологические и технические достижения, продолжает осуществлять управление окружающей искусственно созданной средой, опираясь на субъективные представления о законах ее развития, использовать метод «проб и ошибок».

Искусственные системы жизнедеятельности отличается от природных экосистем прежде всего более интенсивным «метаболизмом» на единицу площади, поскольку на их территории изменен естественный энергетический баланс: к солнечной энергии добавлена энергия городских источников тепла и электроэнергии, искусственно ускорены определенные химические и биологические процессы. Техносферные процессы отличается также более активной миграцией вещества с вовлечением искусственных материалов – металлов, пластмасс и др., более мощным потоком отходов, многие из которых не реутилизируются в природной среде и являются токсичными.

Город как олицетворение наиболее приспособленной для потребностей современного человека среды жизнедеятельности полностью зависит от поступления ресурсов из внешних природных экосистем. С

биологической точки зрения, город не является полноценной экосистемой, так как не производит продуктов питания, не обогащает воздух кислородом, почти не возвращает воду и неорганические вещества в природные круговороты.

Обращаясь к истории формирования взаимодействия человеческого общества с окружающей природной средой следует отметить, что в начальный период человеческое сообщество было гармоничной составной частью природной системы и вписывалось в процессы естественной саморегуляции всех процессов животворения и трофических связей. По мере развития цивилизации и освоения разных сельскохозяйственных и технологических укладов менялся характер отношения к окружающей природе и, главным образом, в сторону приоритета человеческих потребностей. При этом происходил рост народонаселения и площадь его расселения, развивается торговля, строятся города и дороги, развивается производство, культура, наука и образование.

Следует отметить тот факт, что именно изобретение новых форм хозяйствования определило формирование кризисных ситуаций во взаимодействии человека с природным окружением. Речь идет о строительстве плотин, ирригации засушливых земель, подсечно-огневом земледелии, оборонительной и строительной вырубке лесов, истреблении определенных видов животных и других действиях, которые нарушали сложившиеся экосистемы и формировали новые искусственные экосистемы, стимулируя рост народонаселения. О динамике роста населения говорит размер прироста с 1 миллиарда до 6 миллиардов всего за неполные 2 столетия. Динамика развития искусственных экосистем определила формирование техносферы наряду с биосферой, которые вступали во все усиливающийся конфликт по мере развития цивилизации.

Важный фактор деградации среды жизнедеятельности связан с производством отходов. Большинство веществ в составе отходов не могут быть включены в биосферу

¹ Биогенез – это теория, согласно которой организм должен происходить от подобного себе родительского организма (все живое – от живого).

ные процессы, поскольку были синтезированы искусственно, чужеродны биосфере, и становятся основными загрязнителями.

Отдельной темой деградации среды жизнедеятельности является растущая проблема сокращения источников природной питьевой воды. Технологии опреснения достаточно дорогостоящие и требуют больших затрат энергии. Треть населения планеты испытывает нехватку пресной воды, и проблема с каждым годом только усугубляется.

Градообразующей базой городов обычно является комплекс промышленных предприятий. Промышленные зоны могут занимать от 20 до 60% всей территории города. Профиль этих предприятий, их расположение определяют основные типы загрязнений и характер их распространения в окружающей среде (в воздухе, воде, почве).

Климат и биотические компоненты городской среды значительно отличаются от природных экосистем. В городскую среду поступает примерно в 10 раз больше веществ, чем из нее выносятся, вокруг города образуются места свалки отходов. Это ведет к резкому уменьшению видового разнообразия в городе, изменению флористического и фаунистического состава биоценозов.

Наиболее сильные противоречия складываются на производственных территориях и в городах с развитой промышленностью. На этих же территориях складывается и наиболее негативный экологический режим, характеризующийся загрязнением атмосферного воздуха, почвы, воды, угнетенной растительностью и животным миром, большим количеством техногенных катастроф с непредсказуемыми последствиями. Загрязнение окружающей среды находится в прямой зависимости от снижения биоразнообразия биосферы планеты. Согласно биологическим исследованиям под угрозой исчезновения в настоящее время находятся более 25% млекопитающих и 12% птиц.

Сложившийся вектор развития цивилизации характеризуется распространенной в обществе антропоцентричной идеологией, предполагающей искаженное представление о месте природы и человека в глобальной биосфере планеты. В главном фойе МГУ на стене написан лозунг «Мы не можем ждать милостей от природы; взять их у

нее — наша задача». Это цитата принадлежит советскому селекционеру И. Мичурину и этот лозунг отражает отношение общества к окружающей среде. Трагедия заключается в том, что в настоящее время выясняется конечность запасов природных ресурсов на планете, за счет которых происходит технологическое развитие общества, и формируется угроза цивилизационной катастрофы. Решение данной угрозы многие связывают с верой в научно-технический прогресс и изобретением человеком новых технологий и открытием новых источников необходимых обществу ресурсов. Однако, это всего лишь надежда на чудо в последний момент. Современные фундаментальные исследования естественных природных процессов убеждают в том, что законы существования биосферы намного сложнее современных представлений о ней.

В настоящее время в РФ наблюдается негативная практика оценки эффективности градостроительных решений прежде всего по критериям получения выгоды от привлеченных инвестиций (согласно законам движения капитала) и практически не учитывается долгосрочный эффект нарушения сложившихся природных процессов на осваиваемых человеком территориях.

Влияние крупного города на окружающую территорию распространяется достаточно далеко за его пределы: это широкая зона добычи ресурсов, поставляемых в город (полезных ископаемых, топлива, строительных материалов, продовольствия); зона загрязнения отходами промышленного производства и продуктами жизнедеятельности и, наконец, застроенная и полностью преобразованная территория самого города и пригородов.

Загрязнение и деградация окружающего пространства зависят от характера производства. Так, сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности губительны для всех беспозвоночных и рыб в районах сброса; нефтепродукты, кислоты, поверхностно-активные вещества, тяжелые металлы, инсектициды и др. являются мощными токсикантами и при загрязнении ими почвы и воды также вызывают гибель многих живых организмов.

Загрязнение воздуха продуктами сгорания углеводородов и выпадение кислотных осадков ведет к деградации растительного покрова, почв и исчезновению многих наземных животных. Транспортные потоки, помимо загрязнения и прямого уничтожения местообитаний, вносят фактор беспокойства в жизнь животных, нарушают пути их миграции, места размножения, связи между биоценозами. При строительстве гидротехнических сооружений разрушаются прибрежные экосистемы, зачастую сильно изменяются ландшафты. Крупные города, расположенные на реках, вносят заметный вклад в загрязнение рек, причем иногда это приводит к полному уничтожению биоты на протяжении нескольких километров вниз по течению.

Если проводится замещение вырубленных лесов посадками, используют, как правило, немногочисленные виды ценных для человека растений, зачастую интродуценты². Таким образом устойчивая природная экосистема заменяется на неустойчивую, с немногочисленными видами. Интродукция и преднамеренное расселение чужих видов также нарушают сложившиеся функциональные связи между популяциями в биоценозах и снижает их устойчивость. В частности, это ведет к вспышкам численности вредителей растений, распространению возбудителей болезней животных и другим последствиям снижения устойчивости экосистем.

Техногенная городская среда, с одной стороны, призвана предоставлять человеку комфорт и обеспечивать все необходимые потребности, с другой стороны, она провоцирует стрессовые условия для людей: вредные химические и физические воздействия, социально-психологические нагрузки, информационные стрессы, которые создают постоянный источник опасности для физического и психического благополучия современного горожанина. В частности, жители городов вынуждены пить хлорированную воду, потреблять рафинированные и несбалансированные продукты питания, дышать загрязненным воздухом, испытывать электромаг-

нитные, вибрационные, шумовые воздействия, страдать от избытка противоречивой информации и многое другое.

На основании высказанного представления о происходящих конфликтах человека с природным окружением следует предположить необходимость выработки принципиально новой системы взаимодействия человека с естественной биосферой, которая потребует построение принципиально новых социальной, экономической и экологической модели существования общества.

Предшествующие исследования

В 1997 г. был принят Указ президента РФ №1300 (12. 1997) «Концепция национальной безопасности РФ». Концепция включала вопросы охраны и укрепления здоровья населения, защиту историко-культурного наследия, традиций и норм. Безопасность в экологической сфере обеспечивалась решением ряда задач в сфере борьбы с загрязнением окружающей среды, рациональным использованием природных ресурсов, созданием экологически чистых технологий.

В 1999 г. Союз российских городов предложил проект «Концепции устойчивого развития российских городов в начале нового века», где были определены основные пути устойчивого, экологически безопасного развития городов и окружающей среды. В частности, были определены основные принципы устойчивого развития:

- принцип гармоничного, коэволюционного развития общества и природы;
- принцип научно обоснованного природопользования и экологического реализма;
- принцип приоритетности в решении местных проблем перед региональными и отраслевыми интересами;
- принцип экологического нормирования антропогенной нагрузки на среду*
- принцип «загрязнитель платит» и «плата за природные ресурсы».

В работах многих ученых последнего десятилетия получила широкую популярность концепция коэволюции социосферы, техносферы и биосферы 12, 13, 14, 15, 18, 21). Яр-

² Интродуценты – преднамеренное или случайное переселение человеком какого-либо вида животных или растений за пределы естественного ареала в новые для них с мест обитания.

ким примером разработки данной концепции Биосферной совместимости природы и общества с попыткой выработки математических методов прогнозирования возможных последствий развития антропогенной среды может служить работа коллектива ученых под руководством академика В. А. Ильичева [19, 20]. Данная концепция предусматривает реализацию комплексной программы на основе принципов эколого-ноосферного преобразования техносферы, которое базируется на теории гомеостатического взаимодействия природы, общества и человека. Авторы опираются на способность сложных систем восстанавливать утраченное равновесие в соответствии с природными закономерностями и потребностями общества и утверждают, что сущность прогрессивного развития городов заключается в расширении пространства и времени симбиотической жизни биосферы и человека. [19, с. 15]. В рамках разработанной концепции предложили методы формализации природных и техногенных, методы качественной и количественной оценки согласно критериям биосовместимости городской среды, методику прогнозирования процессов взаимодействия человека и окружающей среды. В основу концепции авторы заложили программу развития человеческого потенциала на урбанизированной территории [19, с. 6].

Следует отметить направление исследований, проводимых в рамках учения о географическом ландшафте, связанные с изучением генезиса, структуры, эволюции и функционирования ландшафта, в том числе и антропогенного. В частности, А. Ю. Ретеюмом и В. Н. Солневым [21] были введены понятия «связь-отношение» и «связь-взаимодействие» для описания изменяемых свойств ландшафта. Они ввели в научный оборот понятие «связь-взаимодействие» для описания процессов взаимодействия потоков вещества, энергии и информации. В рамках рассматриваемой в статье темы следует отметить исследования в рамках направления научная эволюция, связанное с изучением процессов формирования ландшафтов и закономерностей взаимодействия природы и общества на локальном и региональном уровнях. Нарботан-

ные методы исследования природных, антропогенных и техногенных процессов позволяют отслеживать по комплексам показателей изменения, которые происходят с ландшафтами в рамках их возможного самовосстановления (инвариантного состояния), перерождения в техногенные ландшафты или в антропогенные, характеризующиеся сменой инвариантной структуры, обусловленной типами и системами природопользования.

Таким образом, урбанизированную территорию следует рассматривать как ландшафтный комплекс, в рамках которого взаимообусловлено и равноправно существуют все природные, техногенные и социальные компоненты.

Биосферный подход в исходной форме экологического подхода распространился в теории градостроительства с начала 1980-х годов. Наиболее глубоко вопросы экологии среды жизнедеятельности в сфере градостроительства были рассмотрены в работах В. В. Владимирова [12, 13]. Им были выведены основные принципы градостроительной экологии, которые определили основу концепции биотехносферы.

Градостроительная экология трактовалась как раздел в теории градостроительства, изучающий архитектурно-планировочные закономерности регулирования взаимодействия человека, антропогенной и природной сред с целью создания благоприятных условий их охраны, воспроизводства и гармоничного совместного развития.

В основе концепции В.В. Владимирова заложено положение контролируемости использования природных ресурсов, загрязнения окружающей среды и поддержания экологического равновесия биотехносферы [13]. Основные положения концепции сводятся к следующему:

1. Биотехносфера является переходным состоянием эволюции биосферы и ее превращения в симбиотическую среду, соединяющую в себе естественно-природную биосферу и искусственную среду человека.

2. Развитие биотехносферы происходит на основе согласования с законами природы и потребностями развивающегося общества.

3. Сохранение и развитие 3-х основных функций биосферы – биологическая апро-

дуктивность, оптимальность гидрологического и газового состава среды, способность к биологическому самоочищению.

4. Градостроительная деятельность является процессом развития среды жизнедеятельности в направлении формирования биотехносферы.

Интересная концепция эколого-экономического районирования была изложена в работе М. Д. Шарыгин и С. Д. Фоминых. Концепция основывается на формировании ряда понятий, принципов и моделей организации взаимодействия общества и природы в определенных зонах. «Эколого-экономические районы (ЭЭР) – это целостные образования взаимосвязанных элементов природы, хозяйства и населения, функционирующие в определенных пространственно-временных параметрах». Цель формирования ЭЭР заключается в гуманном подходе, целостности информационных процессов, способности к самоорганизации и саморазвитию, сбалансированности промышленно-урбанизированных и сельских участков с рекреационными зонами, природными заповедниками и заказниками.

Территориальная модель ЭЭР включает социально-экономический узел, рекреационно-расселенческую зону, хозяйственно-ресурсную и восстановительную зоны, контроль основных потоков вещества, энергии и информации. Между смежными ЭЭР формируются переходы – полосы с собственными системообразующимися связями. В развитии ЭЭР выделяются стадии: зарождение, формирование, зрелость, стабилизация и трансформация. ЭЭР делятся на группы: урбанизированные, горнодобывающие, нефтегазохимические, акваториальные и рекреационные.

Важно отметить, в концепции ЭЭР протекают общественно-природные круговороты веществ, энергии и информации. Это районирование опирается на принципы: социально-экономической приоритетности, природно-хозяйственной целостности, пространственной неоднородности (центр и периферия), иерархичности, динамичности, экологической безопасности.

Оценка восстанавливающей способности природных ресурсов может быть отражена в термине «экологический след го-

рода» [20, 21], который обычно вычисляется соотношением площади продуктивных земель и акваторий, необходимых для воспроизводства потребляемых городом ресурсов, и ассимиляции отходов – с одной стороны и площадь города – с другой. Например, Лондон имеет площадь 170 000 га и его экологический след составляет 21000000 га, что в >25 раз больше его площади и равна всей площади продуктивных земель Великобритании.

Основы концепции урбоматрикса

В рамках данной статьи обсуждается вопрос поиска путей встраивания антропогенной среды в природную на симбиотической коэволюционной основе. Автор ставит цель сформулировать основы концепции выработки модели сбалансированного взаимодействия сред за счет формирования межсредового буфера, окружающего атропогенную жилую зону.

В данном исследовании предлагается модель структурной организации, урбанизированной и природной территорий в форме ограниченных зон, где сосредоточены разные формы человеческой деятельности и обеспечивающие ее технологические и технические процессы.

Предложен новый подход, связанный с системным представлением об урбанизированной среде как общей природно-антропогенной структуре и формулируется модель из трех основных составляющих:

1. Ядро – антропогенная жилой зоны, обеспечивающая все необходимые потребности проживающего населения.

2. Буферной зоны, окружающей ядро, где располагаются все предприятия, обеспечивающие переработку и подготовку ресурсов для передачи в другие зоны.

3. Внешней зоны природного окружения, которое развивается в условиях самоорганизации и самовосстановления.

Согласно теории систем градостроительная система может быть представлена в виде многокомпонентной структуры.

Антропогенная жилая зона связана с удовлетворением потребностей людей за счет внутренних процессов (прежде всего технологий) и потребления внешних источ-

ников веществ и энергии. В границах данной зоны происходят технологические переработки внешних компонентов и осуществляется отток отходов жизнедеятельности, которые поступают в зону УМ.

Зона УМ призвана обеспечивать контроль за поступлением внешних природных компонентов, их обработку и подготовку к потреблению, а также переработку отходов жизнедеятельности жилой зоны и их подготовку и переводу в природную среду с целью включения в круговорот естественных природных веществ и энергии.

Зона природного окружения представляет собой естественные природные территории (пространства), на которых сохранен процесс самовосстановления и самоорганизации коренных биоценозов. Следует отметить, что под окружающей природной средой понимается не первозданная, нетронутая человеком среда (которой на планете практически уже не сохранилось), а окружающая урбанизированные территории среда, сохранившая способность к самовосстановлению и самоподдержанию естественных коренных биоценозов. Определить параметры такого вида природной среды – дело биологов и такие исследования уже были многократно проведены для разных природных сред и в разных климатических и ландшафтно-географических условиях. Иначе природная среда утрачивает способность к восстановлению и деградирует и нуждается в специальных санационных мероприятиях.

Именно биоценозы являются основным фактором, характеризующим состояние природного окружения. Одним из свойств биоценозов является способность к саморегуляции, то есть способностью к поддержанию своего состава на определённом стабильном уровне. Это достигается благодаря устойчивому круговороту веществ и энергии.

Устойчивость же самого круговорота обеспечивается несколькими механизмами:

- достаточность жизненного пространства, то есть такой объём или площадь, которые обеспечивают один организм всеми необходимыми ему ресурсами;

- богатство видового состава. Чем он богаче, тем устойчивее цепи питания и, следовательно, круговорот веществ;

- многообразие взаимодействия видов, которые также поддерживают прочность трофических отношений;

- средообразующие свойства видов, то есть участие видов в синтезе или окислении веществ;

- направление антропогенного воздействия [22, 25].

С целью оценки состояния среды в динамике происходящих процессов необходим мониторинг процессов перетока веществ и энергии между зонами. Для каждой из зон устанавливается своя группа показателей с целью оценки экологического состояния.

Первая группа показателей призвана оценивать воздействия со стороны жилой среды на способность природной экосистемы к самовосстановлению и самоорганизации.

Вторая группа показателей определяет воздействия со стороны природной среды на жилую с целью обеспечения условий комфортного существования общества в своей зоне.

Третья группа показателей связана с оценкой процессов преобразования и адаптации разного рода веществ и энергии с целью приведения их к состоянию, удовлетворяющему требованиям антропогенной и природной сред.

Показатели могут детализироваться с целью более точной оценки контролируемого процесса. Кроме того, показателей, связанная с оценкой воздействующих факторов могут быть увязаны с уже существующими нормативными показателями: техническими регламентами, гигиеническими нормативами, санитарными нормами и правилами, строительными нормативами и правилами, отраслевыми нормативами технического проектирования, отраслевыми нормами, предельно допустимые нормами концентрации химических соединений, предельно допустимыми уровнями и предельно допустимыми дозами физического воздействия, индексами загрязнения атмосферы и другими нормативными документами и отдельными показателями.

Следует принять во внимание рассмотрение двух видов факторов, которые влияют на развитие внутризональных процессов – экзогенных (внешних) и эндогенных (внутренних).

Экзогенные факторы для антропогенной жилой зоны связаны главным образом

с природными ресурсами – воздухом, водой, почвой, ископаемыми материалами, энергоресурсами (газ, нефть, уголь, торф и другие). Эти факторы способны воздействовать на антропогенную среду напрямую или предварительно адаптироваться в зоне урбоматрикса.

По отношению к зоне природного окружения экзогенными факторами будут главным образом отходы, сбрасываемые из антропогенной зоны: ТБО (твёрдые бытовые отходы), канализационные стоки, отходы производства, продукты горения при выработке электроэнергии и тепла, выхлопные газы двигателей и другие. Такого рода воздействующие факторы также могут проходить адаптацию в рамках промежуточной зоны.

Эндогенные факторы проявляются независимо от внешних воздействий и связаны с условиями обеспечения внутренних процессов. Для антропогенной жилой зоны это процессы жизнедеятельности, обеспечивающие успешное развитие общества. Для природного окружения – это естественные процессы эволюционного развития биосферы во всей своей сложности проявления.

Основную функцию в предложенной модели будет выполнять промежуточная зона, которой в рамках концепции дано название урбанистического матрикса или урбоматрикса (УМ). Данный термин связан с заимствованием модельной структуры из цитологии, матриксу отведена роль соединителя всех внутриклеточных структур и места осуществления многих процессов метаболизма. Принцип формирования УМ призван сформировать сбалансированное развитие человеческого общества и биосферы.

Матрикс в цитологической модели обеспечивает механическую поддержку функционирования клеток и определяет их физические функции. Это соединительная ткань общей клеточной структуры.

Моделирование и оценка взаимодействия зон осуществляется на основе учета потоков вещества и энергии между зонами, выстраивается на базе принципа сбалансированного сосуществования урбанизированной и природной сред.

В качестве основных структурных подзон внутри урбоматрикса могут быть опре-

делены подзоны: промышленная; рекреационная; сельскохозяйственная; коммунально-складская; сырьевая. Эти подзоны выполняют функции дифференцированной адаптации разного рода воздействий (факторов) и могут детализироваться в соответствии с их спецификой.

В начальный период лимитации зон урбоматрикс может охватывать достаточно большие территории, включающие не только промышленные территории, но антропогенные ландшафты, которые нуждаются в специальных восстановительных программах.

Антропогенные ландшафты, несмотря на то что преобразованы человеком, являются природными комплексами, в своем развитии подчиняются природным закономерностям, но утратили способность к самовосстановлению коренных биоценозов. Согласно классификации антропогенных ландшафтов, Ф. Милькова [24] могут быть выделены следующие их типы:

1. Сельскохозяйственный, возникающий в процессе использования земель, растительный и почвенный покров которых претерпевает существенные изменения.
2. Промышленный, возникающий в процессе развития добывающих и обрабатывающих отраслей промышленного производства.
3. Линейно-дорожный, связанный с использованием и трансформацией земель в целях обеспечения коммуникации между людьми;
4. Лесной антропогенный, образующийся в результате искусственных посадок лесных насаждений и восстановления лесов на месте вырубок и антропогенных гарей.
5. Водный антропогенный, возникающий в процессе создания искусственных водоемов и водотоков.
6. Рекреационный, образующийся в зонах отдыха и активного туризма.
7. Селитебный, своим возникновением связанный с поселениями человека; ландшафт городов и сел с их постройками, улицами, дорогами, насаждениями.
8. Военный, возникающий в местах боевых действий или оборонительных укреплений, в результате чего, например, существенно изменяется рельеф, почвенный и растительный покров.

Таким образом, мы можем трактовать зоны жилую и урбоматрикса как определенную градостроительную систему. С целью описания состояния данной системы и ее взаимодействия с природным окружением необходима процедура моделирования происходящих процессов и явлений.

Моделирование предусматривает учет основных параметров наблюдаемых изменений в состоянии систем, учет внешних воздействий на обособленные системы и внутренние факторы их развития. Важную роль играет поиск процессов самоорганизации как в окружающей среде, так и в антропогенной, обеспечивающих баланс веществ и энергии в системах.

Состояние такого рода градостроительных систем в их взаимодействии с окружающей средой описан в работах академика В. А. Ильичева [17] и характеризуется следующими особенностями: во-первых, открытость к внешним воздействиям, которые обуславливаются переходом систем в новые состояния; способностью к самоорганизации, стремлением к устойчивому состоянию при условии способности системы компенсировать внешние воздействия, т.е. обладать способностью к самовосстановлению (ассимиляции) и саморегуляции.

Подзоны урбоматрикса призваны решать задачи контроля разного рода перетоков и их регулирования методом адаптации веществ и энергии к требованиям природного круговорота и комфортным условиям человеческой жизнедеятельности.

Попытка использования математических методов оценки процессов основывается на использовании нелинейных дифференцированных уравнений, на принципах системного анализа, теории моделирования систем и методах прогнозирования.

В основу моделирования процессов взаимодействия зон положена гипотеза дифференциации вовлеченных в антропогенную деятельность потоков веществ и энергии, которые могут быть локализованы и преобразованы в границах зон до состояний, обеспечивающих экологически благоприятное состояние среды жизнедеятельности людей в урбанизированных зонах и самоподдерживаемые, и самовосстановительные процессы в окружающей природной среде.

Функционирование сложных систем, которые мы исследуем, предполагает взаимосвязь многих переменных. В связи с этим моделирование таких систем связано с несколькими уравнениями. Такая система уравнений включает эндогенные (без внешних воздействий факторов, изменений в следствии внутренних причин) и экзогенные факторы (внешних воздействий). Экзогенные факторы описываются через переменные зависимые, на которые воздействуют другие переменные. В качестве эндогенных переменных могут быть: количество выделяемых веществ в атмосферу, почву и воду; тепловая энергия и т.д.

Математическое моделирование процессов перетока веществ и энергии между зонами может осуществляться в качественных и количественных аспектах. Качественное моделирование предусматривает, что учету подлежат процессы преобразования веществ и энергии с целью их адаптации для использования в тех или иных зонах. Для этого необходимы биохимические и энергетические балансовые модели модели регулирования процессов. Количественные модели предусматривают подсчет перемещаемых масс веществ и сводятся контролю за их балансом. Для описания состояния градостроительной системы и определения ее составляющих, выраженных в перетоках веществ и энергии, требуется формализация различных процессов, обусловленных воздействиями различных факторов. Отдельные процессы и функциональные зависимости, их описывающие, в научной и нормативной литературе уже известны.

Математическая модель в общем виде в последующем потребуется для описания состояния системы урбанизированной среды и количественной оценки ее состояний, что позволит проводить численные исследования процессов преобразования отдельных компонентов и составляющих в конкретных ситуациях на основе данных мониторинга, сбора и обработки соответствующей статистической информации и назначения на этой основе параметров рассматриваемой модели.

Заключение

В настоящее время РФ сталкивается с рядом вызовов в сфере градостроительства, связанными с нарушением экологического качества среды жизнедеятельности в городах и промышленных центрах, с климатическими, природными и техногенными катастрофами, спровоцированными человеческой деятельностью, бесконтрольной урбанизацией обширных территорий, ростом крупных городов и обезлюдением исторически освоенных территорий, снижением биоразнообразия природных территорий, нехваткой чистой питьевой воды и сокращением доступных энергетических ресурсов. Сложившаяся ситуация требует изменения отношения к природному окружению и урбанизированным территориям, которые являются главными источниками всех сырьевых ресурсов и энергии. Необходима разработка новой методологии и нормативных документов, регулирующих планирование всех процессов жизнедеятельности.

Если принять концепцию приоритета развития естественной природной среды, ее восстановления и вывода в режим самовосстановления и самоподдержания, то необходимо переориентировать производство на переработку всех видов отходов и лимитированное

использование природных ресурсов. Отходы должны стать «новой нефтью» по степени сырьевой востребованности, но для этого потребуются новые технологии утилизации существующих терриконов, рудных отвалов, хвостов, свалок и других мест.

Развитие современного общества нуждается в смене идеологии и возвращении к идее полноценного устойчивого развития техносферы в согласии с биосферой, связанное с соблюдением требований сохранения способности биосферы к самоочищению и самоорганизации. Новый подход должен предусматривать контроль за развитием производства и потребления, а также регулирование меры заимствования природных ресурсов в интересах техносферы.

Теоретически следует допустить, что в настоящее время биосфера планеты переживает очередной этап смены условий существования живых организмов и соответствующей перестройкой экосистем на разных уровнях их существования. Процесс такого рода эволюции способен вытеснить из биосферы Земли определенные виды животных с целью выравнивания эволюционного процесса. В зоне риска находится все человечество.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Декларация по окружающей среде и развитию. Принята Конференцией ООН по окружающей среде и развитию. Рио-де-Жанейро, 3–14 июня 1992 года. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://yandex.ru/search/?lr=213&text=Конференцией+ООН+по+окружающей+среде+и+развитию%2C+Рио-де-Жанейро>
2. Брундтланд, Г. Х. Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР), 20 марта 1987 года, Осло // Международная Научная школа устойчивого развития им. П. Г. Кузнецова: интернет-портал. URL: <http://устойчивоеразвитие.рф/files/monographs/OurCommonFuture-introduction.pdf> (дата обращения: 15.02.2020).
3. Моисеев Н. Н. Быть или не быть человечеству. М., 1999
4. Данилов-Данильян, В.И. Экологический кризис и проблема экологической безопасности // Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности: Матер. Четвертой Всерос. Науч.-практ. конф. СПб., 1999. Т.1. С. 52-56.
5. Яницкий, О.Н. Российские мегаполисы в условиях глобальных социально-экологических вызовов // Общественные науки и современность, 2018. № 1. С.5-16.
6. Медоуз Д. Х., Й. Рандерс Д. Л. Медоуз. Пределы роста: 30 лет спустя. Пер. с англ. Е.Л. Оганесян; под ред. Н. П. Тарасовой. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 358 с.
7. Шубенков М. В. К вопросу поиска сбалансированного сосуществования природных и урбанизированных территорий/ М.В. Шубенков, М.Ю. Шубенкова // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии, 2019. № 3 (27). С. 3-16.
8. Касьянов П. В. О стратегии развития России в XXI веке. // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Вып. 11. / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов. М., 2016. Ч. 2. С. 39-46.
9. Родман Б. Б. Экологическая специализация России в постиндустриальном мире. / В сборнике «Унаследованные социально-экономические структуры и переход к постиндустриальному обществу. М, Издательство МГУ, 2004
10. Вернадский В. И. Живое вещество. М., 1973
11. Владимиров В. В. Управление градостроительством и территориальным развитием. Труды РААСН, серия «Теоретические основы градостроительства». М., 2000.
12. Владимиров В. В. Урбоэкология. Курс лекций. М.: МНЭПУ, 1999. 204 с.
13. Шарыгин М. Д., Фоминых С. Б. Эколого-экономические районы. (теоретические и методологические аспекты развития)

14. Ильичев В. А., Емельянов С. Г., Колчунов В. И., Гордон В. А., Бакаева Н. В. Принципы преобразования города в биосферосовместимый и развивающий человека. /Научная монография/-М., Издательство АСВ, 2015. 184 с.
16. Ильичев В. А. Биосферная совместимость природы и человека – путь к системному решению глобальных проблем // Стратегические приоритеты. 2014. №1. С.42-58.
17. Яницкий О. Н. Метаболическая концепция современного города. Социологическая наука и социальная практика, 2013. № 3. С. 16-32.
18. Ретеюм А. Ю. и др. Оценка воздействия на окружающую среду и российская общественность: 1979-2002 г. 2006.
19. Экологический след субъектов Российской Федерации. URL: [https:// www.wwf.ru](https://www.wwf.ru).
20. Global Footprint Network. URL: [https:// www.footprintnetwork.org](https://www.footprintnetwork.org) and. URL: [https:// www.overshootday.org](https://www.overshootday.org)
21. Кузнецов О. Л., Большаков Б. Е. Устойчивое развитие: Научные основы проектирования в системе природа-общество-человек: учебник Санкт-Петербург–Москва–Дубна, 2001
22. Тетиор А. Н. Урбоэкологическая концепция России в условиях кризисного развития мира // Жилищное строительство. 2013. № 1. С. 13–16.
23. Мильков Ф. Н. Человек и ландшафты: очерки антропогенного ландшафтоведения. М.: Мысль, 1973. 224 с.
24. Горшков В. Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. М.: ВИНТИ, 1995

Шубенков Михаил Валерьевич

Российская академия архитектуры и строительных наук, г. Москва, Россия

Доктор архитектуры, профессор

e-mail: shubenkov@gmail.com

M. V. SHUBENKOV

FUNDAMENTALS OF THE CONCEPT OF ECOLOGICAL URBAN MATRIX

At present, the conflict between the anthropogenic environment and the natural environment has reached a critical state and continues to intensify. Natural ecosystems are being degraded under the influence of human uncontrolled exploitation. At the same time, there is a physical and spiritual degradation of human society and its living environment, manifested in the appearance of specific (genetic) diseases and epidemics, social deviations, the growth of environmental problems of the residential environment of cities as they grow.

The article proposes a theoretical model of specific spatial zoning – urban matrix (by analogy with the cytological model), which is designed to solve the issues of controlling the flow of interchange of substances and energy between the technosphere and the biosphere. The model was tested within the framework of the projects of graduates of the MARCHI on the example of the formation of strategies for urban development of small towns.

Keywords: urban ecology, biotechnosociosphere, urban matrix, natural environment, biological compatibility of nature and society.

REFERENCES

1. Deklaraciya po okruzhayushhej srede i razvitiyu. Prinyata Konferenciej OON po okruzhayushhej srede i razvitiyu. Rio-de-Zhaneiro, 3–14 iyunya 1992 goda. [E`lektronny`j resurs]. Rezhim dostupa: <https://yandex.ru/search/?lr=213&text=Konferenciej+OON+po+okruzhayushhej+srede+i+razvitiyu%2C+Rio-de-Zhaneiro>
2. Brundtland G. X. Nashe obshhee budushhee. Doklad Mezhdunarodnoj komissii po okruzhayushhej srede i razvitiyu (MKOSR), 20 marta 1987 goda, Oslo. / G. X. Brundtland; perevod s anglijskogo pod redakciej S. A. Evteeva i R. A. Pereleta // Mezhdunarodnaya Nauchnaya shkola ustojchivogo razvitiya im. P. G. Kuznecova: internet-portal URL: <http://ustojchivoerazvitiie.rf/files/monographs/OurCommonFuture-introduction.pdf> (data obrashheniya:15.02.2020).
3. Moiseev N. N. By`t` ili ne by`t` chelovechestvu. M., 1999
4. Danilov-Danil`yan V. I. E`kologicheskij krizis i problema e`kologicheskoy bezopasnosti // Novoe v e`kologii i bezopasnosti zhiznedeyatel`nosti: Mater. Chetvertoj Vseros. Nauch. -prakt. konf. SPb., 1999. T.1. P. 52-56.
5. Yaniczkiy O. N. Rossijskie megapolisy` v usloviyax global`ny`x social`no-e`kologicheskix vy`zovov // Obshhestvenny`e nauki i sovremennost`, 2018. № 1. P.5-16.
6. Medouz D. X., J. Randers D. L. Medouz. Predely` rosta: 30 let spustya. Per. s angl. E. L. Oganessian; pod red. N. P. Tarasovoj. Moskva: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2012. 358 p.
7. Shubenkov M. V. K voprosu poiska sbalansirovannogo sosushhestvovaniya prirodny`x i urbanizirovanny`x territorij/ M.V. Shubenkov, M.Yu. Shubenkova // Biosfernaya sovместimost`: chelovek, region, texnologii, 2019. № 3 (27). P. 3-16.
8. Kas`yanov P. V. O strategii razvitiya Rossii v XXI veke. // Rossiya: tendencii i perspektivy` razvitiya. Ezhegodnik. Vy`p. 11. / RAN. INION. Otd. nauch. sotrudnichestva; Otv. red. V.I. Gerasimov. M., 2016. Ch. 2. P. 39-46.
9. Rodoman, B.B. E`kologicheskaya specializaciya Rossii v postindustrial`nom mire. / V sbornike «Unasledovanny`e social`no-e`konomicheskie struktury` i perexod k postindustrial`nomu obshhestvu. M, Izdatel`stvo MGU, 2004.

10. Vernadskij V. I. Zhivoe veshchestvo. M., 1973
11. Vladimirov V. V. Upravlenie gradostroitel'stvom i territorial'ny'm razvitiem. Trudy` RAASN, seriya «Teoreticheskie osnovy` gradostroitel'stva». M., 2000.
12. Vladimirov V. V. Urboe`kologiya. Kurs lekciy. M.: MNE`PU, 1999. 204 p.
13. Shary`gin M. D., Fominy`x S. B. E`kologo-e`konomicheskie rajony`. (teoreticheskie i metodologicheskie aspekty` razvitiya)
14. Il'ichev V. A., Emel`yanov S.G., Kolchunov V. I., Gordon V. A., Bakaeva N. V. Principy` preobrazovaniya goroda v biosferosovmestimy`j i razvivayushhiy cheloveka. /Nauchnaya monografiya/M., Izdatel'stvo ASV, 2015. 184 p.
16. Il'ichev V. A. Biosfernaya sovместimost` prirody` i cheloveka put` k sistemnomu resheniyu global'ny`x problem // Strategicheskie priority`. 2014. №1. P.42-58.
17. Yaniczkiy O. N. Metabolicheskaya koncepciya sovremennogo goroda // Sociologicheskaya nauka i social`naya praktika, 2013. № 3. P. 16-32.
18. Retezum A. Yu. i dr. Ocenka vozdejstviya na okruzhayushhuyu sredu i rossiyskaya obshchestvennost`: 1979-2002 g. 2006.
19. E`kologicheskij sled sub`ektov Rossijskoj Federacii. URL: [https:// www.wwf.ru](https://www.wwf.ru).
20. Global Footprint Network. URL: [https:// www.footprintnetwork.org](https://www.footprintnetwork.org) and. URL: [https:// www.overshootday.org](https://www.overshootday.org)
21. Kuznecov O. L., Bol'shakov B. E. Ustojchivoe razvitie: Nauchny`e osnovy` proektirovaniya v sisteme priroda-obshchestvo-chelovek: uchebnyk / O. L. Kuznecov, B. E. Bol'shakov. Sankt-Peterburg–Moskva–Dubna, 2001.
22. Tetior, A.N. Urboe`kologicheskaya koncepciya Rossii v usloviyax krizisnogo razvitiya mira / A.N. Tetior // Zhilishhnoe stroitel'stvo. 2013. № 1. P. 13–16.
23. Mil'kov F. N. Chelovek i landshafty`: ocherki antropogennogo landshaftovedeniya. M.: My`sl', 1973. 224 p.
24. Gorshkov V. G. Fizicheskie i biologicheskie osnovy` ustojchivosti zhizni. M.: VINITI, 1995

Shubenkov Mikhail Valerievich

Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Moscow, Russia

Doctor of Architecture, Professor

e-mail: shubenkov@gmail.com

Для цитирования: Шубенков М. В., Основы концепции экологического урбоматрикса // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. №3. С. 16-28 DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-16-28

For citation: Shubenkov M. V., Fundamentals of the concept of ecological urban matrix. Biosfernaya sovместimost': chelovek, region, tekhnologii [Biosphere compatibility: human, region, technologies]. 2023. No.3. Pp. 16-28. (In Russian). DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-16-28

А. Е. ЕНИН, АБУАСАД М. М. Х.

ВЗАИМОВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ И ПРИНЦИПОВ АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМФОРТНОЙ ЖИЛОЙ СРЕДЫ

В статье рассматриваются принципы создания и развития комфортной городской среды с использованием благоприятных возможностей природных региональных факторов. Анализируются проблемы формирования комфортной городской среды на основе модели архитектурно – градостроительного природного потенциала, его выявления и потенциальных возможностей; анализируются нормы теплового комфорта. Выявляется важность рельефа и его влияние на пространственное изменение компонентов климата, состоящих из температуры, ветра, влажности и других показателей. Анализируются основы архитектурных и градостроительных ландшафтных решений, повышающих комфорт среды. Для создания комфортной городской среды предлагается регулировать климатические условия территорий с помощью закономерностей ветрообразования, основанных на взаимодействии природных компонентов. Определяются факторы, влияющие на тепловой комфорт. По информации метеорологов было установлено, что регионы Палестины характеризуются наличием жаркой погоды в разной степени, поэтому необходимо выбирать систему показателей для организации планировки территории застройки в зависимости от смягчения негативных характеристик погодных условий, а затем выявления климатических показателей, которые можно нейтрализовать архитектурными средствами. Предлагается установить несколько сценариев для улучшения ветрового и теплового комфорта с использованием режима активации, режима устранения и режима усиления, чтобы создать комфортную архитектурную среду. С помощью принципа ценности и принципа аналогии определяется величина преобразований, происходящих в микроклимате изучаемых пространств. На основе этих принципов, архитектурно-градостроительные пространства оцениваются по их природному потенциалу, что позволяет снять противоречия между законами природы и человека для достижения возможной степени комфортности.

Ключевые слова: тепловой комфорт, комфортной жилой среды, природный потенциал, улучшение микроклимата, организация жилой застройки, рельеф, динамики циркуляции воздуха, Палестина.

DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-29-38

Введение

Для разработки принципов создания комфортной жилой среды следует эффективно использовать пространственные и территориальные резервы, учитывая благоприятные возможности, предоставляемые ландшафтом той или иной местности для сведения к минимуму отрицательных влияний климата.

Некоторые исследователи (Williams) полагают, что для достижения организации пространства на уровне создания комфортной жилой среды городские градостроительные структуры необходимо анализировать на предмет соответствия локальным, культурным, социальным и природным потребностям. А именно: 1- реализация нескольких городских пространств человеческого и социального взаимодействия; 2- достижение коммуникации и ощущения места за счет благоустройства пространств; 3 - выявление закономерности взаимодействия элементов ландшафта и климата; 4 - оптимальная реализация потенциала при-

родных процессов средствами градостроительного и архитектурного планирования. Следовательно, создание комфортной жилой среды на территориях городов Палестины возможно и необходимо [1].

В связи с этим, первоочередной задачей исследований является выявление взаимосвязи и взаимовлияния природных элементов на разных иерархических уровнях проектирования:

- 1) на региональном (верхняя граница системы);
- 2) на районном (планировочный район);
- 3) на квартальном (микрорайон).

Предполагается проанализировать проблемы формирования комфортной жилой среды на основе модели архитектурно – градостроительного анализа природного потенциала, в которой принимаются решения, установив 3 этапа (рис. 1):

- 1) анализ природной среды – исследование взаимодействия ландшафтных и климатических элементов в согласовании с особенностями природно-территориального комплекса;

2) обнаружение природного потенциала местности – обнаружение главного ветрообразующего движения в связи с ландшафтными отличительными чертами местности;

3) анализ природного потенциала с целью формирования комфортной жилой среды в согласовании с параметрами биокомфорта.



Рис. 1. Иерархические уровни проектирования природно-территориальной структуры

Планирование открытых пространств – одна из древних процедур для улучшения микроклимата зданий в Палестине. Открытые пространства являются зонами теплообмена путем конвекции и влияния радиационного излучения на окружающие здания, поэтому они получают прямое солнечное воздействие или тепло, посредством теплопроводности ограждающих конструкций. Внешние пространства соседних зданий должны быть увязаны со всей городской системой в целом, поскольку расположение конкретного здания в конкретной среде показывает взаимосвязь между ним и его пространствами [2].

Планировочные и конструктивные элементы на открытых пространствах в старых городских районах играют большую и решающую роль во влиянии на климатическую адекватность, если их объёмно-пространственное решение и благоустройство соответствуют жарким, сухим условиям. Они играют роль в формировании микроклимата, приближенного к комфортным условиям, и наоборот. Игнорирование этих элементов приводит к усилению чувства беспокойства и дискомфорта. Ориентация пространств является одним из элементов, оказывающим существенное влияние на снижение интенсивности солнечного излучения, а затем и температуры, достигающей помещений, создавая микроклимат, способствующий обеспечению приемлемого уровня теплового комфорта, отличного от

общего климата, преобладающего в городской среде в целом [3].

На региональном уровне природные особенности во многом определяются взаимодействием различных элементов природного ландшафта.

Топография Палестины считается одним из наиболее влияющих географических факторов на пространственную изменчивость элементов климата, где распределение дождя, тепла, влажности и ветра принимает форму продольных полос, простирающихся с севера на юг, а ее границы совпадают с границами топографии и простираются в том же направлении. Рельеф влияет на скорость повышения температуры в низких областях, таких как долины, и понижения в высокогорных районах, а также влияет на изменение количества осадков и скорости ветра.

В прибрежных районах особенность возникновения главной циркуляции зависит от близости суши и моря. В этих районах суша прогревается днем быстрее, чем море, и в результате разницы температур над ней падает атмосферное давление, и эта разница атмосферного давления вызывает появление морского бриза, явно способствующего охлаждению воздуха у берегов.

Ветер играет важную роль в определении климата в конкретном регионе, так как считается основным климатообразующим

фактором, возникающим в результате взаимодействия тепловых свойств таких элементов ландшафта, как суша и море.

Ветровое движение возникает от нагревания воздуха, соприкасающегося с земной поверхностью, от воздействия солнечных лучей, что приводит к уменьшению плотности воздуха и затем к разности атмосферного давления между ним и холодным воздухом, что заставляет воздушные массы двигаться и преобразовываться в ветровые потоки. Ветры оказывают большое влияние на температуру, влажность и испарение, а тип ветра определяется его направлением, скоростью и интенсивностью [4]. Таким образом, реальная возможность преобразования и регулирования теплового и ветрового режима городской структуры выявила динамику циркуляции воздуха в прибрежных районах.

В горных условиях элементы ландшафта, такие как равнины, долины и склоны, способствуют циркуляции воздуха. На движение, направление и скорость ветра влияет рельеф местности. Горные хребты считаются одним из важнейших климатических барьеров, и их значение проявляется особенно в той местности, где горы простираются параллельно побережью и где преобладающие ветры дуют с моря в сторону гор [5].

Элементы и формы рельефа способствуют возникновению воздушных течений, путем передачи ветров между неровностями и свободным пространством, где рельеф представляет собой один из различных типов шероховатости земной поверхности и существенно меняет направление общей циркуляции ветров в приземном воздушном слое [6].

Основным климатообразующим фактором являются ветры, возникающие в результате взаимодействия различных элементов рельефа, поэтому микроклимат жилых домов зависит от их взаимовлияния и взаимозависимости.

Различия и противоречия в ландшафтах на территориях Палестины, формирующие воздушные циркуляции, работают на определенный контраст между температурами основных компонентов ландшафта. Где скорость появления или прекращения тепло-ветрового режима тесно связаны с

появлением инсоляции, а также с типом, формой и размером поверхности [7].

Понимание и использование динамики ветровой циркуляции в конкретных районах является основой для архитектурно-градостроительных ландшафтных решений, повышающих комфортность проживания.

В жарком климате Палестины максимальный уровень перегрева можно снизить, замедлив нагрев воздуха и поверхностей в первой половине дня и активировав охлаждение воздуха и поверхностей в вечернее время. Для этого необходимо эффективно использовать орошаемые площади и горные склоны вокруг города, создавать зеленые пояса и водные поверхности. Зеленые пояса в городе и вокруг него помогают контролировать движение ветра [8].

Использование динамики циркуляции воздуха помогает снизить температуру воздуха и поверхностей в ночное время. В нестабильных погодных условиях в некоторых регионах используется комплексное решение. Таким образом, согласно основному климатообразующему процессу ландшафтного комплекса, окружающая среда трансформируется в сложные ландшафтно-климатические условия [9].

Исходя из закономерностей взаимодействия элементов, ландшафтный комплекс регионов представляет собой физическую структуру, формирующую основные потоки природной среды в зависимости от:

1. Расположения компонентов: использование изменения общей климатической среды в зависимости от расположения элементов ландшафта по отношению друг к другу, в природном архитектурном комплексе;

2. Формы компонентов: использование изменения общей климатической среды в зависимости от элементов рельефа за счет использования восходящих и нисходящих воздушных потоков вдоль склонов.

3. Поверхности компонентов - использование изменяющейся макроклиматической среды с помощью элементов ландшафта. Вследствие контраста температур и в зависимости от условий инсоляции поверхностей возникают циркуляции воздуха.

Для создания комфортной жилой среды предлагается регулировать климатические

условия регионов с помощью закономерностей ветрообразования, основанных на взаимодействии природных компонентов [10]. Природное явление оценивается с точки зрения нужд и потребностей человека, а не с точки зрения его абсолютной важности. Условия природной среды должны определять физиологическую комфортность проживания человека, которая выражается через температурные показатели окружающей среды человека. Поэтому необходимо выявить случаи и показатели соответствия характеристик природных циркуляций характеристикам комфортной среды, чтобы определить и оценить качество процессов климатообразования [11].

Оценка зоны теплового комфорта представляет собой температурный диапазон, в котором человек чувствует себя комфортно. Этот температурный диапазон изменяется в зависимости от условий окружающей человека климатической среды по температуре, солнечному излучению, относительной влажности и скорости воздуха, которые в свою очередь, варьируются в зависимости от географического положения [12]. Известно, что скорость движения воздуха является важным климатическим фактором с точки зрения теплового комфорта. Она увеличивает испарение влаги в условиях жаркой погоды и работает на смягчение воздуха, а ночью требуется для того, чтобы уменьшить запас тепла и таким образом охладить воздух на следующий день. Однако влияние движения воздуха и его скорости на тепловой комфорт зависит от температуры и влажности атмосферы. В жарко-сухих условиях движение воздуха нежелательно, так как снижает ощущение комфорта. В жарко-влажных условиях уместно движение воздуха с определенной скоростью, так как это способствует испарению влаги и её уменьшению [13].

Определение теплового комфорта на территории строительства затруднено из-за наличия большого количества факторов, влияющих на тепловой комфорт людей в окружающей среде. Факторы, влияющие на тепловой комфорт, могут быть природными или личными. К факторам окружающей среды относятся: солнечная радиация, температура, относительная влажность,

скорость движения воздуха. Что касается личных факторов, то ими являются (но не только перечисленные): состояние здоровья организма, пол, возраст, цвет кожи, адаптации и акклиматизация, одежда, вид деятельности. Эти факторы являются индивидуальными, которые отличают одного человека от другого, и в этом исследовании их влияние будет проигнорировано и будет считаться равным для всех. В качестве методологической основы такого анализа использовались стандартные данные о состоянии здоровья [14].

При моделировании зоны комфорта в Палестине необходимо учитывать реакцию людей на некоторые постоянно различающиеся климатические условия в регионах. Климатические условия оказывают психологическое и физиологическое воздействие на человека, независимо от адаптации человека к условиям той или иной климатической среды.

В приморской зоне температура достигает 30 °C, влажность до 60%, скорость ветра до 5 м/с; что касается нагорной зоны, то здесь температура достигает 28°C, при влажности 50% и скорости ветра 3,5 м/с.; В зоне плоскогорья температура достигает 25°C при влажности менее 25% и слабом ветре.

Для оценки качества природной среды необходимо сопоставить оптимальные условия для человека с природно-климатическими условиями, чтобы выявить процент посягательств на условия теплового комфорта в природных условиях. Это поможет решить проблему выявления качественных показателей взаимодействия компонентов в процессе анализа природной среды. Очевидно, что в жарком климате Палестины архитектурными средствами можно лишь смягчать избыточное тепло, но не создать абсолютный тепловой комфорт. Поэтому рекомендуется оценить выбор оптимальных архитектурно-градостроительных и планировочных решений застройки в жарком климате, приблизить к оптимальному тепловому комфорту.

Нелегко выявить характер климата того или иного региона, просматривая огромное количество информации, зафиксированной в записях ближайшей метеостанции. Соответственно, необходимо

классифицировать и упростить эту информацию, особенно ту, которая требуется в процессе строительства, которая включает в себя среднемесячные значения температуры, относительной влажности, осадков, солнечной радиации и скорости ветра [15].

В результате анализа различной погодной информации по каждому месяцу года было установлено, что регионы характеризуются наличием жаркой погоды в разной степени. Из-за этой разницы необходимо выбирать систему показателей для организации планирования района строительства в зависимости от степени смягчения негативных характеристик погодных условий. Таким образом, необходимо выявить климатические показатели, выходящие за пределы комфорта, которые можно нейтрализовать архитектурными средствами.

В приморском районе, высокая температура воздуха более 31°C при высокой относительной влажности более 70% считается наиболее тяжелыми условиями по характеристикам теплового комфорта для человека в жарко-влажном климате. Высокая температура воздуха при высокой влажности в палестинском прибрежном районе делает условия проживания некомфортными. При температуре более 26°C человек чувствует себя комфортно до тех пор, пока относительная влажность не превысит 65%, после чего начинается ощущение дискомфорта. Это происходит из-за неспособности организма избавляться от влаги, образующейся в результате обмена веществ. Поэтому в этих условиях для сохранения ощущения комфорта необходимо избавляться от жары, повышая скорость воздуха до 2 м/с и снижая относительную влажность с 70% до 50%. В этих районах основной задачей планирования и строительства является улавливание ветра с целью улучшения теплового режима внешней среды.

Воздух и его движение играют главную роль в определении формы планировки. Предпочтительнее следовать следующим принципам: учитывается, что постройки разбросаны и удалены друг от друга, чтобы не препятствовать движению воздуха; что касается района центра городского комплекса, то высота зданий не должна быть высокой;

улицы должны быть длинными и прямыми, чтобы облегчить движение воздуха.

В горных районах Палестины основными причинами дискомфорта являются высокая температура воздуха и интенсивность солнечной радиации. Чтобы избежать жарких, сухих климатических условий и постоянного солнечного излучения, предлагается использовать компактную планировку, чтобы обеспечить наибольшее количество теней, падающих на здания в результате различных высот зданий [16]. Зимой тепловой режим в этих регионах близок к комфортному. Так как в некоторых регионах зимой возможна отрицательная температура. Для улучшения теплового режима внешней среды архитектурно-градостроительными и планировочными методами необходимо учитывать контрастность некомфортных характеристик летнего и зимнего периодов [17].

Учитывая приведенные выше оценки теплового комфорта людей, необходимо оценить потенциал природной среды и показать соответствие между природными процессами и тепловым комфортом людей. При этом необходимо использовать разные схемы изменения эффектов циркуляции воздуха, так как природный потенциал характеризуется формированием ветра в ландшафтных условиях. Для создания комфортной городской архитектурной среды предлагается установить несколько сценариев повышения теплового и ветрового комфорта [18]:

1. Режим *активизации*: активировать и усилить положительные эффекты природных процессов.

2. Режим *устранения*: ослабление показателей динамики, неблагоприятных процессов природных воздействий чтобы нейтрализовать неприятные процессы.

3. Режим *усиления*: усиления некоторых эффектов для достижения целей оптимизации среды.

Исходя из этого и в зависимости от показателей природного потенциала и закономерностей ветрообразования можно улучшить микроклимат городской территории.

Таким образом, территории классифицируются по закономерностям ветрообразования и их природному потенциалу,

чтобы оценить средообразующий потенциал и повысить шансы на улучшение микроклимата. Поэтому необходимо формировать типовые компоненты ландшафтного комплекса по важнейшим признакам природных условий. Также важно выделить необходимые компоненты для природной характеристики проектируемой территории города и закономерностей взаимного влияния природного комплекса.

В результате исследования ландшафтно-природных особенностей на территории Палестины, условно можно выделить такие природные районы, как средняя горная цепь,

южная пустыня (Негев), приморская низменность и долина реки Иордан [19].

На основе подробного системного анализа географических, ландшафтных и климатических особенностей страны, нам представляется целесообразным, с учетом выбора оптимальных архитектурно - градостроительных решений, определить следующие макроуровни в непрерывной структуре территорий природного комплекса: 1. Приморский (приморскую низменность и западную часть средней горной цепи), 2. Плоскогорный (восточную часть средней горной цепи, долину реки Иордан и Южную пустыню), 3) Нагорный (все горные цепи) (рис. 2).

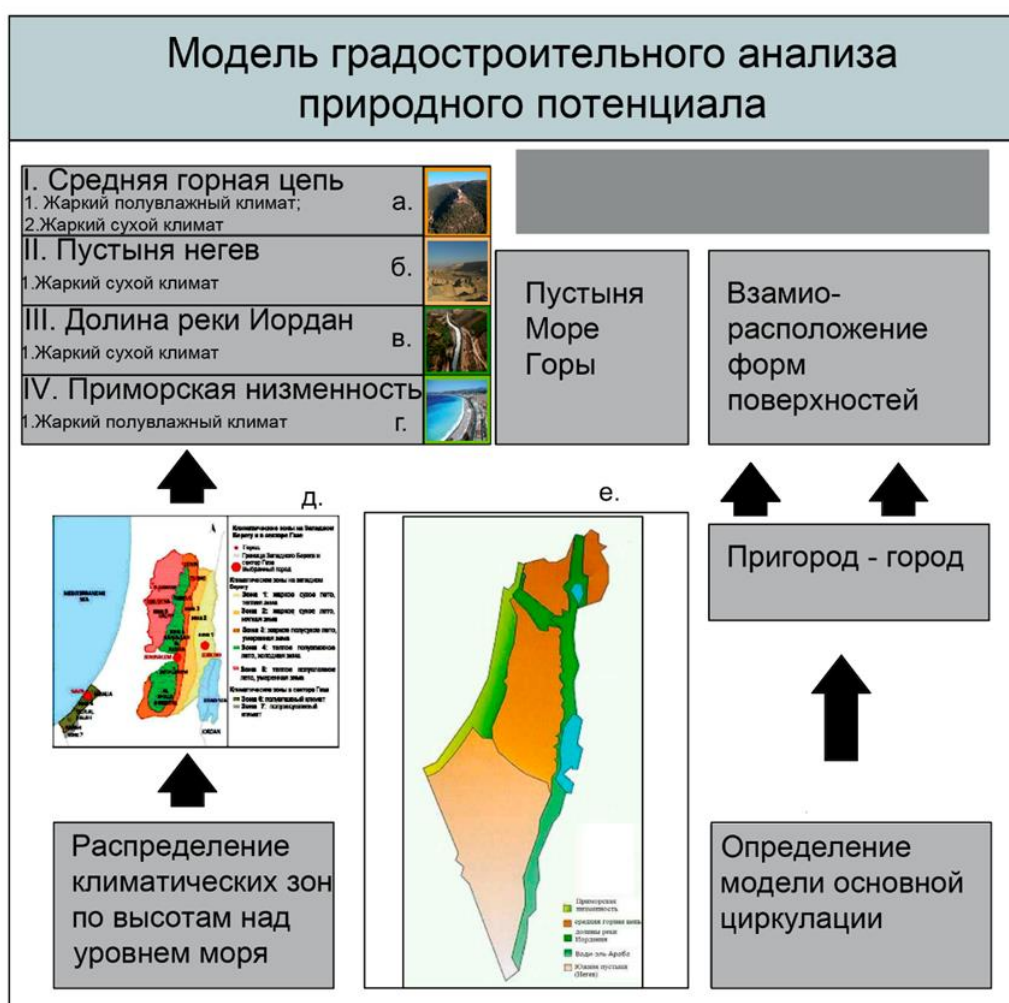


Рис. 2. Модель градостроительного анализа природного потенциала

Основные компоненты ландшафта, составляющие воздушные циркуляции, позволяют различать следующие типы ландшафтных комплексов (рис. 3):

1. Побережье: это территория, на которые влияют морские воздушные циклы, рельеф может быть активным или пассивным.

2. Нагорье: это территория, на которую влияет циркуляция воздуха на склонах и в долине, и представляют собой зону активного рельефа.

3. Плоскогорье: это территория, на которую влияет пустынная природная среда, и представляют собой зону негативного рельефа.



Рис. 3. Основные компонентов природного ландшафта региона

При определении масштабов преобразований, происходящих в микроклимате изучаемых территорий, проводится оценка территорий по их природному потенциалу, исходя из принципов архитектурно-градостроительного проектирования комфортной городской среды.

Принцип ценности: Этот принцип работает для переоценки важности отдельных компонентов природной среды в региональной городской структуре, для демонстрации взаимовлияний в механизме трансформации климата на конкретной территории. Этот принцип реализуется путем определения характера циркуляции воздуха в регионе, оценки особенностей природных потенциалов и возможности усиления благоприятных условий.

Принцип аналогии: этот принцип объединяет естественные законы с человеческими, принимая во внимание природные особенности и их пригодность для использо-

вания человеком. Это достигается за счет создания здоровой для человека окружающей среды, избегания негативных последствий и использования положительных сторон окружающей среды. Этот принцип реализуется путем разработки комплексных мер по устранению противоречий, основанных на природном потенциале, для создания здоровой и комфортной среды обитания человека. Это происходит путем изучения всех качественных параметров взаимодействия природных компонентов, где свойства этих качеств в составных элементах среды являются количественными показателями физиологических и оздоровительных параметров [20].

Принципы климатообразования для улучшения городской среды на основе системы взаимодействия природно-климатических факторов с учетом взаимозависимости каждого фактора с другими факторами (рис. 4).



Рис. 4. Оценка территорий по природному потенциалу

Выводы

На основе предложенных принципов проведена оценка территорий по природному потенциалу, что позволяет устранить

противоречия между законами природы и человека, добиться возможной степени комфортности жилой среды.

Установлено, что моделирование локального климата при разработке и совершенство-

вании проектов планирования и развития, за основу следует брать закономерности формирования природного цикла, полученные в результате исследований.

Предложено несколько сценариев для улучшения ветрового и теплового комфорта с использованием режима активации, режима устранения и режима усиления.

С использованием принципов ценности и аналогии определяется величина преобразований, происходящих в микроклимате изучаемых пространств. На основе этих принципов, архитектурно-градостроительные пространства оцениваются по их природному потенциалу, что позволяет снять противоречия между законами природы и человека для достижения возможной степени комфортности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Williams, Kati, Barton, Elizabeth and Jenks Mike, 2000 «Achieving Sustainable Urban Form» E&FN Spon.
2. الخولي، محمد، الدين بدر محمد، 1975. «العربية والعمارة المناخية المؤثرات» (Al-Khouli, Mohamed Badr Al-Din, «Climatic Effects and Arab Architecture», Beirut. Beirut arabic University. 1975)
3. العوضي، محمد الله عبد شفيق، 1985 م. ص 234. (Al-Awadi, Shafiq A. M. Climate and Tropical Architecture. 1985 AD. p. 234)
4. 2004م بيلسان شركة فلسطين. الله رام. للطاقة الموفرة المباني لتصميم الارشادي الدليل (Guidelines for designing energy-efficient buildings. Ramallah. 2004 AD)
5. Рельеф высота местности над уровнем моря направление горных хребтов кратко, URL: <https://www.obrazovanie-gid.ru> (дата обращения 15.08.2023 г.)
6. 2002 م. ص 70. (Khaled Saeed Fajal, Architecture and Environment in Hot Desert Regions, 2002. p.70)
7. Гиясов Адхам. Регулирование микроклимата застройки городов в условиях жаркого штилевого климата: Дисс.... д-ра техн. наук: 18.00.04. Защищена 17.03.05; Утв. 11.04.05; 04820016743. М., 2004. 337 с.]
8. Cristian Ghiaus, F. A. 2005. Natural Ventilation in The Urban Environment Assessment and Design, UK and USA, EarthScan.
9. Allard, F. & Ghiaus, C. 2012. Natural ventilation in the urban environment: assessment and design, Routledge.
10. Джедид Мурад. Архитектурная морфология и тепловой комфорт открытых общественных пространств в условиях засушливого климата (на примере Алжира): диссертация ... кандидата ы: 05.23.20 / Джедид Мурад; [Место защиты: ФГБОУ ВО Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет], 2017.- 305 с.
11. Полторак Г.И. Проблемы архитектурной экологии. М.: Знание, строительство и архитектура, 5/1985.
12. Акопов Л.В. Градо-экологический подход при реконструкции жилой застройки крупных городов: Дис.... канд. архитектуры: 18.00.04. Защищена 17.03.04; Утв. 11.04.04; 04820016743. М., 2004. 124 с.: ил. Библиогр.: с. 165 -174.
13. زعرب، سمر، ٢٠١٤. غزة. الاسلامية الجامعة. "غزة قطاع في السكنية للمباني الحرارية للراحة تقييمية دراسة". سمر، زعرب (Zorob, Samar. An evaluation study of the thermal comfort of residential buildings in the Gaza Strip. Gaza. 2014. p. 24.)
14. نادية، سراج، الدراسات معهد. دكتوراة رسالة. "الاشعاعية البحثية المباني في للطاقة المرشد المعماري التصميم". نادية، سراج، الدراسات معهد. دكتوراة رسالة. "الاشعاعية البحثية المباني في للطاقة المرشد المعماري التصميم". Siraj, Nadia. "Energy-efficient Architectural Design for Radiation Research Buildings". Ph.D. Egypt. 2005 AD. 46-49 p)
15. العوضي، محمد الله عبد شفيق، 1985 م. ص 234. (Al-Awadi, Shafiq A. M. Climate and Tropical Architecture. 1985 AD. p. 234)
16. الفلسطينية الموسوعة هيئة اصدار، الاولى الطبعة، الجغرافية الدراسات، الاول المجلد، الخاصة الدراسات، الثاني القسم، الفلسطينية الموسوعة، ١٩٩٠م بيروت (The Palestinian Encyclopedia, Part Two, Special Studies, Volume One, Geographical Studies, First Edition, Beirut 1990.)
17. للهندسة العراقية المجلة، "الجافة - الحارة المناطق في التصميمية العملية مراحل في البيئية التصميم معالجات توظيف"، سري محمود. يونس سليم (Salim Younes. Mahmoud Sri. Employing environmental design treatments in the stages of the design process in hot-dry regions. Iraqi Journal of Architectural Engineering: Volume 12, Issue 1, Page 22.)
18. Абубакр Н. А. Организация застройки на территориях со сложными ландшафтно-природными условиями в городах Йемена: диссертация ... кандидата архитектуры: 18.00.04 / Абубакр Набиль Абдулалим; [Место защиты: Моск. архитектур. ин-т].- Москва, 2009.- 167 с.: ил. РГБ ОД, 61 09-18/13
19. Applied Research Institute-Jerusalem (ARIJ). Climatic Zoning for Energy Efficient Buildings in the Palestinian Territories (the West. Bank and Gaza) Technical Report; Applied Research Institute-Jerusalem (ARIJ): Jerusalem, Palestine, 2003.
20. العربية مصر جمهورية - القاهرة - 263 العدد - البيئة عالم باب - العلم مجلة، «الصحية البيئة ومدن الخضراء العمارة»، مهران علي، هشام. 1998. (Hisham, Ali Mahran, «Green Architecture and Healthy Environmental Cities», Al-Ilm Magazine - Chapter on the World of Environment - Issue 263. Cairo. 1998.)

Енин Александр Егорович

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Россия,
Канд. архитектуры, профессор, декан факультета архитектуры и градостроительства
e-mail: a_yenin@mail.ru

Абуасад Мунтер М. Х.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Россия
Аспирант факультета архитектуры и градостроительства
e-mail: munther.ps@mail.ru

A. E. ENIN, ABUASAD M. M. H.

**MUTUAL INFLUENCE OF NATURAL FACTORS AND PRINCIPLES
OF ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING DESIGN
OF A COMFORTABLE LIVING ENVIRONMENT**

The article discusses the principles of creating and developing a comfortable urban environment using the favorable opportunities of natural regional factors. The problems of the formation of a comfortable urban environment on the basis of the model of architectural and urban planning natural potential, its identification and potential opportunities are analyzed; The norms of thermal comfort are analyzed. The importance of the relief and its influence on the spatial change of climate components, consisting of temperature, wind, humidity and other indicators, is revealed. The basics of architectural and urban landscape solutions that increase the comfort of the environment are analyzed. To create a comfortable urban environment, it is proposed to regulate the climatic conditions of the territories with the help of wind formation patterns based on the interaction of natural components. The factors influencing thermal comfort are determined. As a result of the analysis of various weather information, it was found that the regions of Palestine are characterized by the presence of hot weather to varying degrees, so it is necessary to choose a system of indicators for organizing the planning of the development area, depending on the mitigation of the negative characteristics of weather conditions, and then identifying climatic indicators that can be neutralized by architectural means. It is proposed to install multiple scenarios to improve wind and thermal comfort, using activation mode, elimination mode, and gain mode to create a comfortable architectural environment. With the help of the principle of value and the principle of analogy, the magnitude of the transformations occurring in the microclimate of the studied spaces is determined. On the basis of these principles, architectural and urban planning spaces are evaluated according to their natural potential, which makes it possible to remove contradictions between the laws of nature and man to achieve a possible degree of comfort.

Keywords: thermal comfort, comfortable living environment, natural potential, improvement of the microclimate, organization of residential development, relief, dynamics of air circulation, Palestine.

REFERENCES

1. Williams, Kati, Barton, Elizabeth and Jenks Mike, 2000 «Achieving Sustainable Urban Form» E&FN Span.
2. الخولي، محمد، الدين بدر محمد، 1975 «العربية والعمارة المناخية المؤثرات» بيروت (Al-Khouli, Mohamed Badr Al-Din, «Climatic Effects and Arab Architecture», Beirut. Beirut arabic University. 1975)
3. العوضي، محمد الله عبد شفيق، 1985 م. ص 234. (Al-Awadi, Shafiq A. M. Climate and Tropical Architecture. 1985 AD. p. 234)
4. 2004 م بيلسان شركة فلسطين، الله رام. للطاقة الموفرة المباني لتصميم الارشادي الدليل (Guidelines for designing energy-efficient buildings. Ramallah. 2004 AD)
5. Deletion of information about the location above sea level, направленное4 for sure n URL URL URL: <https://www.obrazovanie-gid.ru> (accessed 15.08.2023 g)
6. 2002 م. ص 70. (Khaled Saeed Fajal, Architecture and Environment in Hot Desert Regions, 2002. p.70)
7. Giasov Adham. Regulation of the microclimate of urban development in a hot calm climate: Diss.... Doctor of Technical Sciences: 18.00.04. Protected 17.03.05; Approved 11.04.05; 04820016743. M., 2004. 337 p.]
8. Christian Giaus, F. A. 2005. Natural ventilation in Urban Environment Assessment and Design, UK and USA, EarthScan.
9. Allard, F. & Giaus, S. 2012. Natural ventilation in an urban environment: Assessment and Design, Routledge.
10. Jedid Murad. Architectural morphology and thermal comfort of open public spaces in conditions of arid climate (on the example of Algeria): dissertation ... candidate s: 05.23.20 / Jedid Murad; [Place of defense: Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering], 2017.- 305 p.
11. Poltorak G.I. Problems of architectural ecology. M.: Knowledge, construction and architecture, 5/1985.

12. Akopov L.V. The urban-ecological approach to the reconstruction of residential buildings in large cities: Dis.... Cand. architecture: 18.00.04. Protected 17.03.04; Approved 11.04.04; 04820016743. M., 2004. 124 p.: ill. Bibliogr.: pp. 165-174.
13. زعرب، سمر. "غزة قطاع في السكنية للمباني الحرارية للراحة تقييمية دراسة". غزة. الاسلامية الجامعة. ٢٠١٤. ص ٢٤. (Zorob, Samar. An evaluation study of the thermal comfort of residential buildings in the Gaza Strip. Gaza. 2014. p. 24.)
14. الدراسات معهد. دكتوراة رسالة. "الاشعاعية البحثية المباني في للطاقة المرشد المعماري التصميم". نادية، سراج. الدراسات معهد. دكتوراة رسالة. "الاشعاعية البحثية المباني في للطاقة المرشد المعماري التصميم". نادية، سراج. مصر. شمس عين جامعة. البيئية والبحوث Research Buildings". Ph.D. Egypt. 2005 AD. 46-49 p)
15. مصر القاهرة، للطباعة الطوبجي، مصر القاهرة. الحارة المناطق وعمارة المناخ. محمد الله عبد شفيق، العوضي. 1985 م. ص 234. (Al-Awadi, Shafiq A. M. Climate and Tropical Architecture. 1985 AD. p. 234)
16. الفلسطينية الموسوعة هيئة اصدار، الاولى الطبعة، الجغرافية الدراسات، الاول المجلد، الخاصة الدراسات، الثاني القسم، الفلسطينية الموسوعة. ١٩٩٠ م بيروت (The Palestinian Encyclopedia, Part Two, Special Studies, Volume One, Geographical Studies, First Edition, Beirut 1990.)
17. الهندسة العراقية المجلة، "الجافة - الحارة المناطق في التصميمية العملية مراحل في البيئية التصميم معالجات توظيف". سري محمود. يونس سليم. 12 العدد المجلد: المعمارية (Salim Younes. Mahmoud Sri. Employing environmental design treatments in the stages of the design process in hot-dry regions. Iraqi Journal of Architectural Engineering: Volume 12, Issue 1, Page 22.)
18. Abubakr N. A. Organization of development in territories with complex landscape and natural conditions in the cities of Yemen: dissertation... Candidate of Architecture: 18.00.04 / Abubakr Nabil Abdulalim; [Place of protection: Moscow. architecture in-t].- Moscow, 2009.- 167 p.: ill. RGB OD, 61 09-18/13
19. Institute of Applied Research in Jerusalem (ARIJ). Climate zoning of energy-efficient buildings in the Palestinian Territories (West. Bank and Gaza Strip) Technical Report; Jerusalem Institute of Applied Research (ARIJ): Jerusalem, Palestine, 2003.
20. العربية مصر جمهورية - القاهرة - 263 العدد - البيئة عالم باب - العلم مجلة، «الصحية البيئة ومدن الخضراء العمارة»، مهرا ن علي، هشام. 1998. (Hisham, Ali Mahran, «Green Architecture and Healthy Environmental Cities», Al-Ilm Magazine - Chapter on the World of Environment - Issue 263. Cairo. 1998.)

Enin Alexander Egorovich

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

PhD. Professor, Dean of the Faculty of Architecture and Urban Planning

e-mail: a_yenin@mail.ru

Abuasad Munther M. H.

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

postgraduate student of the Faculty of Architecture and Urban Planning

e-mail: munther.ps@mail.ru

Для цитирования: Енин А. Е., Абуасад М. М. Х., Взаимовлияние природных факторов и принципов архитектурно-градостроительного проектирования комфортной жилой среды // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. №3. С. 29-38. DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-29-38

For citation: Enin A. E., Abuasad M. M. H., Mutual influence of natural factors and principles of architectural and urban planning design of a comfortable living environment. Biosfernaya sovmosti-most': chelovek, region, tekhnologii [Biosphere compatibility: human, region, technologies]. 2023. No.3. Pp. 29-38. (In Russian). DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-29-38

ВЛИЯНИЕ МЕДИААРХИТЕКТУРЫ НА ГОРОДСКУЮ СРЕДУ: ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРОДОВ¹

Несмотря на то, что устойчивость и устойчивое развитие сегодня считаются важнейшими аспектами планирования городов, практика показывает, что проблемы медиаархитектуры, светоцветового дизайна и, в целом, городского освещения фактически не учитываются при решении этих вопросов. Повсеместное распространение медиаобъектов, их активное внедрение в сложившееся городское пространство стали причинами возникновения различных проблем устойчивости среды современных городов, особенно в ночное время. Анализ реализации целого ряда различных по форме и содержанию объектов медиаархитектуры в городах Российской Федерации и за рубежом позволил выделить негативные последствия воздействия этих объектов на окружающую среду. Световое загрязнение может иметь негативные последствия для здоровья и благополучия человека и всей окружающей среды, включая экосистемы. В статье представлены предложения для создания концепции размещения и проектирования объектов медиаархитектуры и в целом, архитектурного наружного освещения, ориентированной на окружающую среду.

Ключевые слова: медиаархитектура, устойчивость городской среды, световое загрязнение, мастер-план городского освещения, световое зонирование территории.

DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-39-46

Введение

Повсеместное распространение объектов медиаархитектуры и повышенная визуальная зрелищность города стали причинами возникновения различных проблем устойчивости среды современных городов, особенно в ночное время [1]. Исследования, проведенные за последние 20 с лишним лет, показывают, что световое загрязнение, особенно из-за развития новых технологий, может иметь негативные и долговременные последствия для всей окружающей среды [2].

Города в этом контексте играют ключевую роль, поскольку ночное освещение может негативно сказаться на здоровье и самочувствии человека, привести к дорожно-транспортным происшествиям и столкновениям, снижению безопасности пешеходов, общему снижению качества жизни [3]. Кроме того, световое загрязнение может воздействовать на природную среду, не только нарушая физиологию и поведение флоры, но и нанося неблагоприятный вред местным мигрирующим видам фауны [4]. Световое загрязнение в виде городского

свечения неба может также повлиять на загородные районы, которые находятся далеко за пределами города на расстоянии до 320 км, негативно влияя на особо охраняемые природные территории [5].

В 2016 году была создана модель «Новый всемирный атлас яркости ночного освещения (New World Atlas of the Artificial Night Sky Brightness), в которой были использованы данные высокого разрешения, снятые со спутника с видимыми цветами, которые соответствуют соотношениям между яркостью искусственного неба и естественной яркостью неба [5]. Эти данные позволили оценить масштабы глобальной проблемы светового загрязнения (рис. 1). Выяснилось, что 83% человечества живут в условиях светового загрязнения неба, причем этот показатель еще выше в Европе и Северной Америке (99%), а световое загрязнение, как сообщается, увеличивается примерно на 2% в год [6].

В этой связи необходимы новые подходы к развитию устойчивости города в ночное время, позволяющие сохранить требования к

¹Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных научных исследований Российской академии архитектуры и строительных наук и Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на 2023 год.

зрелищности городской среды, но учитывающие ограничения для поддержания здоровья, безопасности и качества жизни людей, а также защиты биоразнообразия, окружающей среды и звездного неба [7]. Таким образом, цель этой работы состоит в том, чтобы про-

анализировать проблемы, связанные с воздействием объектов медиаархитектуры и светового дизайна на окружающую среду, и предложить подходы для их проектирования с учетом сохранения устойчивости городских территорий.

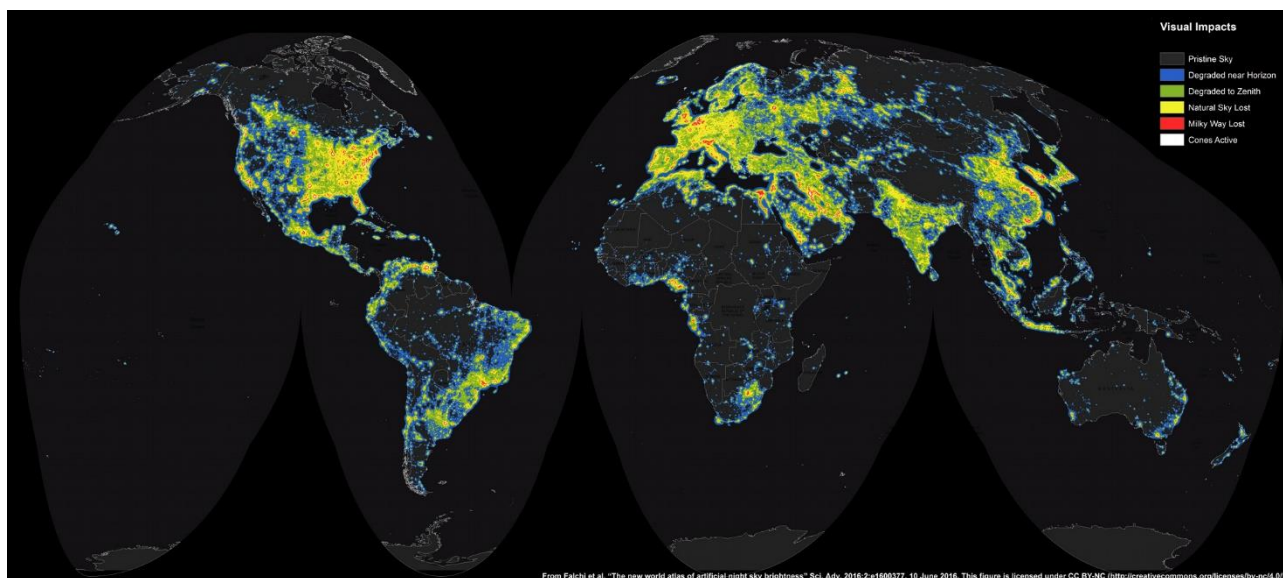


Рис.1. Карта мира, показывающая уровень светового загрязнения, 2016 г.

Основные проблемы, связанные со световым загрязнением

Подробный анализ негативных последствий воздействия объектов медиаархитектуры на окружающую среду в городах Российской Федерации и за рубежом был освещен в коллективной работе, руководителем которой выступал автор [8]. Остановимся на некоторых аспектах, связанных с качеством жизни человека.

Свет в ночное время вызывает проблемы со здоровьем у людей в результате изменения естественных дневных и ночных биологических ритмов [9]. Световое нарушение границ является обычным явлением в городе: в ночное время; оно включает в себя «утечку» искусственного света за пределы объекта или области, которая освещается, когда свет от уличного фонаря, освещения архитектуры или рекламы попадает в окно и освещает внутреннее пространство помещения. Последние научные медицинские исследования показывают, что на здоровье и благополучие человека глубоко влияет интенсивность и различный цветовой спектр естественного света. Утром

наблюдается высокая интенсивность синего (400-500 нм), в то время как в конце дня и ранним вечером преобладают красный и оранжевый цвета (600-700 нм). Поздним вечером и ночью людям нужна полная темнота или инфракрасный свет. Определенные длины волн естественного света в течение дня и ночи активируют различные наборы гормонов и определяют биологическую и биохимическую активность человеческого организма и регулируют естественный циркадный ритм.

Воздействие на природную среду прежде всего заключается в световом загрязнении, которое присутствует в крупных городских районах [10]

Загрязнение этого типа затрудняет астрономические наблюдения за ночным небом и оказывает негативное воздействие на флору и фауну, которые естественным образом приспособились к жизни в ночное время. Это явление в основном связано с неэффективной работой уличного освещения, рекламы, освещением спортивных объектов и других архитектурных объектов, в том числе медиаархитектуры и освещения массовых мероприятий (рис. 2,3).

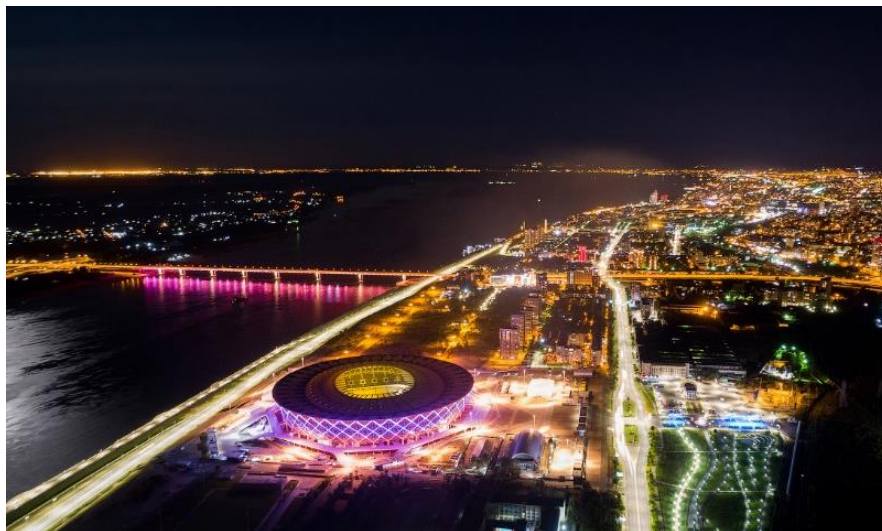


Рис. 2. Новое медиа-пространство вокруг стадиона «Волгоград-арена», г. Волгоград, 2022 г.



Рис. 3. Освещение манежной площади в новогодние праздники, г. Москва, 2022 г.

Исследования природной флоры и фауны, проведенные до настоящего времени, показывают, что осветительные установки, включая объекты медиаархитектуры, оказывают негативное воздействие на флору и фауну, которые естественным образом адаптировались к жизни в ночное время. Искусственное освещение в первую очередь мешает функционированию живых организмов, таких как птицы, рыбы, насекомые или летучие мыши. Избыток искусственного света, особенно видимого света различных длин волн, может оказать огромное влияние на жизнь ночных видов, нарушая их циркадный ритм. Предпочтение животными и насекомыми ночного образа жизни может быть вызвано такими факторами, как укрытие от хищников,

более безопасное кормление или размножение. Следовательно, цвет и изменение уровня интенсивности окружающего света в ночное время может привести к проблемам с размножением, миграции с подходящих местообитаний и изменению маршрутов сезонных миграций, а также к сокращению численности и вымиранию некоторых видов фауны [11]. Что касается флоры, то ночное освещение может оказывать влияние на форму листьев растений, их пигмент, спячку почек, время, когда дерево сбрасывает листья осенью, или рост корневой системы [12].

Стремление к созданию экологически устойчивого городского освещения привело к созданию различных успешных практик. Одним из таких эффективных подходов стало световое зонирование территорий.

Световое зонирование территорий

В попытке ограничить негативные последствия светового загрязнения Международная комиссия по освещению (CIE) разработала Руководство по ограничению воздействия от установок наружного освещения с зонами освещения, которые могут быть использованы для классификации территорий на зоны разного характера [13]. Согласно методическим рекомендациям Комиссии определены следующие зоны:

- зоны E0 – природные объекты всемирного наследия ЮНЕСКО - заповедники звездного неба (Starlight Reserves), парки ночного неба, входящие в международную ассоциацию ИДА (The International Dark-Sky Association, IDA);

- зоны E1 – зоны естественного освещения – национальные парки, природные территории исключительной красоты ландшафтов (An Area of Outstanding Natural Beauty, AONB);

- зоны E2 – зоны низкой яркости – небольшие сельские поселения или городские жилые районы;

- зоны E3 – зоны средней яркости – малые центры городов и отдельные городские районы;

- зоны E4 – зоны высокой яркости – городские центры с высоким уровнем активности в ночное время.

Световое зонирование включает в себя такие параметры как допустимые уровни свечения неба, проникновение света в окна фасада зданий и допустимая средняя и максимальная яркость фасада. Эти нормативы специалисты предлагают использовать при проектировании объектов медиаархитектуры [14].

В нашей стране СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* нормирует наружное архитектурное освещение зданий и сооружений в соответствии с зонированием городских пространств на три категории (п.7.5.6):

А - Площади столичного центра, зоны общегородских доминант. Магистральные

улицы и площади общегородского значения. Парки, сады, бульвары, скверы и пешеходные улицы общегородского значения.

Б - Площади окружных и районных общественных центров. Магистральные улицы и площади окружного и районного значения. Парки, сады, скверы, бульвары и пешеходные улицы окружного и районного значения.

В - Улицы и площади, пешеходные дороги местного значения. Сады, скверы, бульвары местного значения.

Эта методология помогает составить представление о том, какие территории следует защищать от повышенного наружного освещения, а также метод светового зонирования может быть использован для создания основы по ограничению светового загрязнения в городах.

Мастер-план городского освещения

В настоящее время среди документов градостроительного планирования во многих городах стали разрабатываться мастер-планы городского освещения или световые мастер-планы [15], которые представляют собой видение наружного освещения города. Мастер-план освещения города определяет общую концепцию освещения города. В задачи такого мастер-плана входит создание системы управления освещением и предложения по энергосбережению [16]. Кроме того, задачами этого документа является оценка и обеспечение потребностей в функциональном освещении и основные предложения по архитектурному наружному освещению зданий (определение световых доминант, основных световых осей и узлов, туристических маршрутов).

Мастер-план определяет допустимые уровни освещенности фасадов зданий, утвержденные типы и высоты светильников, температуру источников света, а также предполагаемую интенсивность освещения.

Этот подход стал формироваться в последние десятилетия XX века, начиная с работ французского светодизайнера Роже Нарбони (рис. 4, 5), который стал автором многих мастер-планов освещения городов по всему миру [17].

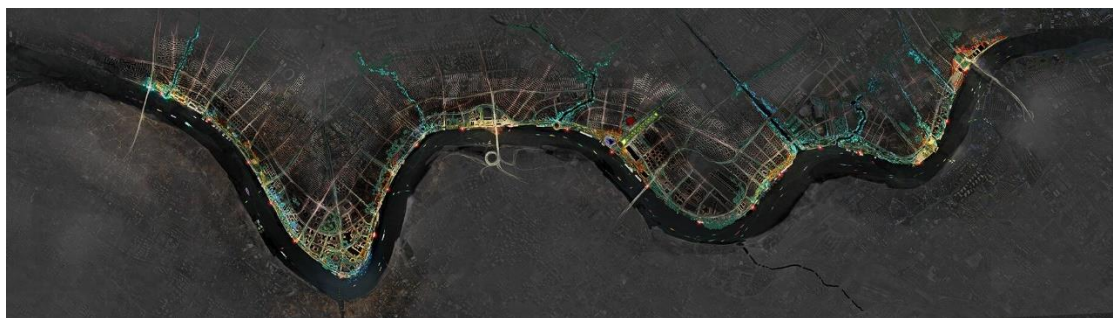


Рис.4. Световой мастер-план района Пудонг (восточный берег реки Хуанпу), Шанхай, Китай. Студия Concept, 2018-2019 гг.



Рис.5. Световой мастер-план старой части Иерусалима, Израиль. Студия Concept, 2012 г.

В нашей стране разработка световых мастер-планов началась еще в советский период [18]. Среди успешных примеров следует упомянуть световые мастер-планы г. Тольятти (Н. М. Гусев, В. Ф. Колейчук, 1969 г.),

г. Москвы (Н. И. Щепетков, 1999 г.) (рис. 6), г. Астаны (Н. И. Щепетков, 2001 г.). В последние годы были разработаны мастер-планы освещения г. Кинешма (рис. 7), г. Полярные Зори (студия светодизайна LiD) и др.

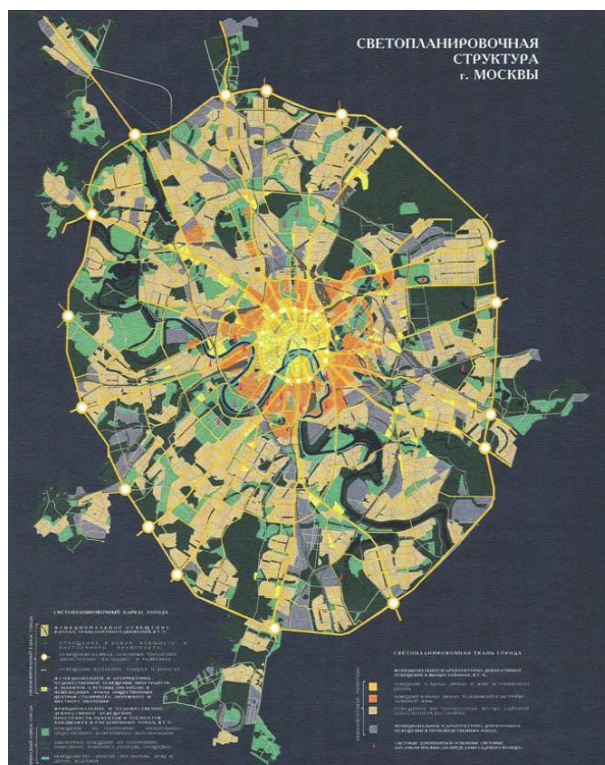


Рис.6. Световой генплан г. Москвы, Н.И. Щепетков, 1999 г.



Рис. 7. Световой генплан г. Кинеишмы. Студия светодизайна LiD, 2019 г.

Вместе с тем, очевидно, что в состав светового мастер-плана необходимо включение раздела по размещению объектов медиаархитектуры и рекомендациях по их характеристикам.

Закключение

Поскольку уже в ближайшем будущем медиаархитектура, как ожидается, станет «все более важным цифровым слоем в городах по всему миру», а новые технологии становятся все более доступными из-за их более низкой стоимости, нужно быть готовыми к нормированию параметров медиаархитектуры в городской среде во избежание визуального хаоса. Несмотря на растущее профессиональное осознание использования этого нового явления, до сих пор существует множество решений, которые являются совершенно случайными, в результате чего объекты медиаархитектуры не образуют целостного, гармоничного целого с

контекстом места размещения. Избыток света неизбежно приведет к спросу на темноту. Одним из способов минимизации этих негативных проблем для городов могли бы стать три основных подхода:

1) оценка воздействия освещения на окружающую среду и оценка воздействия освещения на здоровье человека при разработке проектов планировки городских территорий, где требуется наружное освещение. Также такая оценка желательна при организации временных мероприятий, таких как фестивали, музыкальные концерты и т. д.

2) разработка схем светового зонирования городских территорий с регламентацией «световой нагрузки»;

3) разработка мастер-планов городского освещения и размещения медиаобъектов на основе тщательного изучения городской среды в дневных и ночных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zielinska-Dabkowska K. M.; Xavia K. Global Approaches to Reduce Light Pollution from Media Architecture and Non-Static, Self-Luminous LED Displays for Mixed-Use Urban Developments. Sustainability, 2019
2. Pawson S. M.; Bader M. K. F. LED lighting increases the ecological impact of light pollution irrespective of color temperature. Ecol. Appl. 2014, 24, 1561–1568.
3. Navara K. J.; Nelson R. J. The dark side of light at night: Physiological, epidemiological, and ecological consequences. J. Pineal Res. 2007
4. Schroer S.; Höcker, F. Impact of Lighting on Flora and Fauna; Springer: Cham, Switzerland, 2016; pp. 1–33.
5. Falchi F.; Cinzano P.; Duriscoe D.; Kyba C. C. M.; Elvidge C. D.; Baugh K.; Portnov B. A.; Rybnikova N. A.; Furgoni, R. The new world atlas of artificial night sky brightness. Sci. Adv. 2016
6. Sánchez de Miguel, A.; Bennie, J.; Rosenfeld, E.; Dzurjak, S.; Gaston, K.J. First Estimation of Global Trends in Nocturnal Power Emissions Reveals Acceleration of Light Pollution. Remote Sens. 2021
7. Птичникова Г. А., Чернишкина О. В. Медиа архитектура как феномен современной культуры // Социология города. 2018. № 3. С. 5-25.

8. Птичникова Г.А.; Королева О. В.; Черничина О. В. Медиаархитектура в городском пространстве: проблемы и негативные практики// Современная архитектура мира. Вып. 13, 2019. С.120-138.
9. Haim A., Portnov B. A. Light Pollution as a New Risk Factor for Human Breast and Prostate Cancers. Springer Verlag, Dordrecht. 2013.
10. Cinzano, P. Falchi, P.F. Elvidge, C.D. The first World Atlas of the artificial night sky brightness, Mon. Not. R. Astron. Soc. 328, 2001. pp. 689–707.
11. Outen, A.R. The possible ecological implications of artificial lighting. Hertfordshire: Biological Records Centre. 1998.
12. Chaney, W. R. Does Night Lighting Harm Trees? Department of Forestry and Natural Resources, Purdue University, 2002. Available online: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/fnr/fnr-faq-17.pdf> (accessed on 25 April 2023).
13. Environmental Zone. Available online: <https://cie.co.at/eilvterm/17-29-176> (accessed on 25 April 2023).
14. Zielinska-Dabkowska K. Critical Perspectives On Media Architecture: Is It Still Possible To Design Projects Without Negatively Affecting Urban Nighttime Environments And Will The Future Remain Dynamic, Bright And Multi-Colored? MAB '14 Proceedings of the 2nd Media Architecture Biennale Conference: World Cities. New York: ACM. 2014. pp.101-108.
15. Космынина Е. Световой мастер-план города: что это и как работает// Длина волны, 29.06.2021. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dlinavolny.ru/city-lighting-masterplan>
16. Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). A Guide to Urban Lighting Masterplanning; Technical Report: CIE 234 1st Edition; CIE: Vienna, Austria, 2019. Available online: <https://cie.co.at/publications/guide-urban-lighting-masterplanning> (accessed on 25 April 2023).
17. Щепетков Н. И.; Кузнецова А. С. Световой урбанизм в творчестве Роже Нарбони // Architecture and Modern Information Technologies. 2019. № 2 (47). С.277-288. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://marhi.ru/AMIT/2019/2kvart19/PDF/18_shhepetkov.pdf
18. Щепетков Н. И. Световой дизайн города: Учеб. пособие. М.: Архитектура-С, 2006. 320 с.

Птичникова Галина Александровна

Доктор архитектуры, профессор, член-корреспондент РААСН

НИУ «Московский государственный строительный университет», г. Москва, Россия

Филиал ФГБУ ЦНИИП Минстроя России «Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства», г. Москва, Россия

e-mail: ptichnikova_g@mail.ru

G. A. PTICHNIKOVA

THE IMPACT OF MEDIA ARCHITECTURE ON THE URBAN ENVIRONMENT: PROBLEMS OF URBAN SUSTAINABILITY

Despite the fact that sustainability and sustainable development are considered the most important aspects of urban planning today, practice shows that the problems of media architecture, light-color design and, in general, urban lighting are not actually taken into account when solving these issues. The ubiquity of media objects, their active introduction into the existing urban space have become the causes of various problems of sustainability of the environment of modern cities, especially at night. The analysis of the implementation of a number of media architecture objects of different form and content in the cities of the Russian Federation and abroad allowed us to identify the negative consequences of the impact of these objects on the environment. Light pollution can have negative consequences for human health and well-being and the entire environment, including ecosystems. The article presents proposals for creating a concept for the placement and design of media architecture objects and, in general, architectural outdoor lighting focused on the environment.

Keywords: media architecture, sustainability of the urban environment, light pollution, master plan of urban lighting, light zoning of the territory.

REFERENCES

1. Zielinska-Dabkowska K. M.; Xavia K. Global Approaches to Reduce Light Pollution from Media Architecture and Non-Static, Self-Luminous LED Displays for Mixed-Use Urban Developments. Sustainability, 2019
2. Pawson S. M.; Bader M. K. F. LED lighting increases the ecological impact of light pollution irrespective of color temperature. Ecol. Appl. 2014
3. Navara K. J.; Nelson R. J. The dark side of light at night: Physiological, epidemiological, and ecological consequences. J. Pineal Res. 2007
4. Schroer S.; Höller, F. Impact of Lighting on Flora and Fauna; Springer: Cham, Switzerland, 2016; pp. 1–33.

5. Falchi F.; Cinzano P.; Duriscoe D.; Kyba C. C. M.; Elvidge C. D.; Baugh K.; Portnov B. A.; Rybnikova N. A.; Furgoni, R. The new world atlas of artificial night sky brightness. Sci. Adv. 2016
6. Sánchez de Miguel, A.; Bennie, J.; Rosenfeld, E.; Dzurjak, S.; Gaston, K.J. First Estimation of Global Trends in Nocturnal Power Emissions Reveals Acceleration of Light Pollution. Remote Sens. 2021, 13, 3311.
7. Ptichnikova G. A., Chernichkina O. V. Media architecture as a phenomenon of modern culture // Sociology of the city. 2018. No. 3. pp. 5-25.
8. Ptichnikova G. A.; Koroleva O. V.; Chernichkina O. V. Media architecture in urban space: problems and negative practices// Modern architecture of the world. Issue 13, 2019. pp.120-138.
9. Haim A., Portnov B. A. Light Pollution as a New Risk Factor for Human Breast and Prostate Cancers. Springer Verlag, Dordrecht. 2013.
10. Cinzano, P. Falchi, P.F. Elvidge, C.D. The first World Atlas of the artificial night sky brightness, Mon. Not. R. Astron. Soc. 328, 2001. pp. 689–707.
11. Outen, A.R. The possible ecological implications of artificial lighting. Hertfordshire: Biological Records Centre. 1998.
12. Chaney, W. R. Does Night Lighting Harm Trees? Department of Forestry and Natural Resources, Purdue University, 2002. Available online: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/fnr/fnr-faq-17.pdf> (accessed on 25 April 2023).
13. Environmental Zone. Available online: <https://cie.co.at/eilvterm/17-29-176> (accessed on 25 April 2023).
14. Zielinska-Dabkowska K. Critical Perspectives On Media Architecture: Is It Still Possible To Design Projects Without Negatively Affecting Urban Nighttime Environments And Will The Future Remain Dynamic, Bright And Multi-Colored? MAB '14 Proceedings of the 2nd Media Architecture Biennale Conference: World Cities. New York: ACM. 2014. pp.101-108.
15. Kosmytnina E. The light master plan of the city: what it is and how it works// Wavelength, 06/29/2021. [electronic resource]. Access mode: <https://dlinavolny.ru/city-lighting-masterplan>
16. Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). A Guide to Urban Lighting Masterplanning; Technical Report: CIE 234 1st Edition; CIE: Vienna, Austria, 2019. Available online: <https://cie.co.at/publications/guide-urban-lighting-masterplanning> (accessed on 25 April 2023).
17. Shchepetkov N. I.; Kuznetsova A. S. Light urbanism in the works of Roger Narboni // Architecture and Modern Information Technologies. 2019. No. 2 (47). pp.277-288. [electronic resource]. Access mode: https://marhi.ru/AMIT/2019/2kvart19/PDF/18_shchepetkov.pdf
18. Shchepetkov N. I. Light design of the city: Textbook. M.: Architecture-S, 2006. 320 p.

Ptichnikova Galina Alexandrovna

Doctor of Architecture, Professor, Corresponding Member of the RAASN

NRU «Moscow State University of Civil Engineering», Moscow, Russia

Branch of FSBI TSNIIP of the Ministry of Construction of Russia «Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Planning», Moscow, Russia

e-mail: ptichnikova_g@mail.ru

Для цитирования: Птичникова Г. А., Влияние медиаархитектуры на городскую среду: проблемы устойчивости городов // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. №3. С. 39-46. DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-39-46

For citation: Ptichnikova G. A., The impact of media architecture on the urban environment: problems of urban sustainability. *Biosfernaya sovместimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: human, region, technologies]. 2023. No.3. Pp. 39-46. (In Russian). DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-39-46

П. В. ШУТКЕВИЧ, В. В. КАЧАНОВА, С. В. СТРАШНОВ

АРХИТЕКТУРНЫЙ АСПЕКТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ КУЛЬТУРНО-ТВОРЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКЕ

Рассмотрен вопрос архитектурного аспекта проектирования культурно-творческих объектов как взаимосвязанной системы, в состав которой включены как организация структуры, так и созависимость всех компонентов архитектурного объема. Предположено, что архитектура данной системы должна следовать современным принципам проектирования, детально описанным в статье, с целью более масштабного влияния на экономические составляющие территориальных единиц и на общественное здоровье социума в целом. Проведен анализ ретроспективного развития культурно-творческих объектов, способствующий детальному изучению вопроса и точному определению существующего положения современных объектов культуры и творчества. Выявлены характеристики, необходимые в применении градостроительных, архитектурно-планировочных и дизайнерских решений как способ достижения важного аспекта проектирования – создания пространств, которые станут узловыми точками градостроительной ситуации и центрами притяжения горожан. Выведены основные принципы архитектурного проектирования и функционирования культурно-творческих объектов, которые позволят наиболее выгодно использовать пространство учреждений данной типологии, как с точки зрения экономики, так и эргономики. Сделаны выводы о том, что грамотное и актуальное проектирование культурно-творческих объектов невозможно без соблюдения некоторых аспектов, перечисленных в заключительной части статьи.

Ключевые слова: культурно-творческий объект, архитектурный аспект проектирования, архитектурная среда, центр притяжения людских масс, архитектурно-планировочное решение.

DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-47-58

Введение

В современном положении архитектуры ее главный аспект представлен особенностью подхода к проектированию зданий и сооружений в виде системы, включающей в себя организацию структуры и взаимосвязь всех компонентов архитектурного объема. Определение основных блоков или же компонентов общей системы, их непосредственных связей и взаимодействий друг между другом, а также выбор технологий и способов для реализации самой системы. В современных источниках литературы можно наблюдать, что вопрос архитектурного проектирования общественных пространств актуален и активно изучается специалистами данной области [1, 2]. В настоящее время культурно-творческие объекты являются неотъемлемой частью градостроительной ситуации территориальных единиц, а также включают в себя широкий спектр функциональных признаков. Данные типологической схемы (рис.1) демонстрируют основную классификацию зданий по их назначению. Таким образом, важно отметить, что культурно-творческие

объекты не имеют принадлежности к единственной из перечисленных позиций, напротив, архитектурные объекты данного типа, как правило, включают в себя ряд функциональных признаков. Так, например, бывшее здание «Хлебозавод №9», расположенное в г. Москва, преобразовано в общественный культурно-творческий объект, представленный как функцией производственного, так и зрелищного, культурно-досугового, торгового, общепита и многофункционального здания.

Таким образом, культурно-творческие объекты – те архитектурные сооружения, которые представлены грамотной композицией нескольких типологий в едином сооружении или ансамбле. Основное предназначение такого рода пространств – предоставить социуму место для поддержания его психоэмоционального состояния и показателей общественного здоровья, в целом. Однако, не рассмотрена проблема заключающаяся в том, что архитектура данной типологии – культурно-творческих объектов – должна следовать современным принципам проектирования, среди которых такие как:

комплексное развитие территорий культурно-творческих объектов, продуманная и комфортная транспортная доступность, разработанная локальная идентичность учреждения, выведенный приоритет функционального наполнения над формообразованием сооружения, позиционирование архитектурного объема как одного из узловых элементов социальной инфраструктуры

территориальной единицы, обеспечение инклюзивности архитектурной среды и доступности для существующих групп населения, предусмотренная инновационность направлений услуг и структур. Предполагается, что перечисленные аспекты и принципы окажут более сильное влияние на экономическое развитие населенных пунктов и социальной сферы [3].



Рис. 1. Типологическая схема составляющих культурно-творческого объекта

Процесс архитектурного развития города может заключаться как в проектировании новых зданий, так и в регенерации постиндустриальных сооружений, что в свою очередь, является одним из качественных трендов современной архитектуры. Одним из методов является процесс джентрификации, в который заложен алгоритм восстановления и улучшения архитектурной среды территориальной единицы [4]. Однако именно стадии предпроектного анализа смогут коррелировать направление проектной деятельности. Здесь необходимо целостно оценить городские пространства, рассматриваемые для строительства зданий, а именно предметом работы станет методика подбора и оценки данных территорий [5].

Материалы и методы

При изучении вопроса проектирования современных культурно-творческих объектов в структуре городской застройки рассматривался опыт проектирование аналогичных объектов в отечественной и зарубежной практике, был проведен ретроспективный анализ на основе научно-исследовательской и специальной литературы, а также изучено современное положение. Для формирования результатов исследовательской работы была проведена сессия соучастного проектирования с инициативной группой горожан при проектировании креативного кластера. Данная сессия позволила выделить ключевые потребности населе-

ния, по результатам которых было определено техническое задание на проектирование культурно-творческого объекта.

Ретроспективный анализ

Более точно определить существующее положение современных культурно-творческих объектов возможно лишь углубившись в изучение ретроспективного анализа аналогичных пространств. Важно отметить, что издавна именно культурно-творческая деятельность определяла человека как центральное звено общественной жизни. К первым формам культурно-творческой деятельности относились праздники, так как они являлись главной формой проведения досуга. Позже, с развитием социума, праздники стали обретать углубленную смысловую нагрузку, наполнялись культурным значением. Также, необходимо отметить, что христианство на Руси имело неоспоримое влияние, способствовавшее формированию просветительских и образовательных компонентов.

Начиная с XI века, формы культурной деятельности дополнились появлением книг и письменности религиозного характера. Регулярное посещение церквей и храмов служило основной стезей для проведения культурно-творческой деятельности социума, таким образом именно церковь становилась своего рода культурно-творческим объектом, так как ее структура давала возможность приобщения прихожан к образцам зодчества, живописи, пению. В период с XIV по XVII вв. обрело значительное развитие направление книгопечатания, а также были наделены актуальностью вопросы, касающиеся просветительской деятельности, нравственности, восприятия и преемственности. Позже наблюдалось преобладание городского населения над сельским, так как именно в городской структуре стало возможным более масштабное приобщение жителей к духовной и культурно-творческой деятельности. В городских территориальных единицах возросла численность церковных и общественных сооружений, в связи с чем именно объекты город-

ской застройки являлись центром притяжения людских масс, отображая локальную идентичность и являясь узловыми элементами социальной инфраструктуры. На рубеже XVIII – XIX вв. наблюдается появление клубных форм проведения досуга, выраженное в организации культурно-творческой деятельности для представителей дворянства, также для анализируемого периода характерным является развитие музыкальной, спортивной, творческой направленностей, наравне с появлением салонов и кружков. Позже – это воскресные школы, курсы и первые народные университеты [6].

Анализируя временной период с XIX–XX вв., отмечается, что появляются первые народные дома, приоритетом которых являлась организация культурно-творческой деятельности для социума. Начало XX в. характерно внедрением в сеть социальной инфраструктуры учреждений для детей из малоимущих семей, именно Москва – территориальная единица первых клубов для младшего поколения, районы Бутырок и Марьиной Рощи при курировании С. Т. Шацкого и В. А. Зеленко [7].

Продолжая изучение ретроспективного анализа, в 1920-1930 г. существовавшая архитектурная типология была расширена такими типами культурно-творческих учреждений, как передвижные библиотеки, выставки. Данный период стоит именовать как «расцвет типологии», характеризующийся усложнением функциональной структуры, геометрии архитектурного объема. Во времена Великой Отечественной войны значительно сократилась численность клубов, библиотек, домов культуры и прочих культурно-творческих объектов, также вернулись такие типологические виды как передвижные учреждения.

В послевоенный период с 1940-1950 г., именуемый как «возвращение к историзму», архитектурную составляющую можно оценивать с точки зрения упрощения архитектурной формы, снижения выразительности объемно-пространственного решения, преобладание унификации архитектурного облика сооружений.

В 1960-е г. наблюдался активный рост учреждений культуры и творчества, выраженный районными центрами территориальной единицы. Говоря о 1970-1980 г., структура культурно-творческой деятельности видоизменилась от общественных до индивидуальных форм. В данный период наблюдается кардинальная структурная и функциональная перестройка культурно-творческих архитектурных объектов. Архитектура культурно-творческих объектов периода 1960-1980 гг. идентична с «советским модернизмом», главными чертами которого стали массовое возведение и приверженность к функциональному наполнению архитектурного объема, устранение излишеств в объемно-пространственном и архитектурно-планировочном решении.

Согласно результатам изменений политического строя, после событий 1990-х г., в государственной экономике был осуществлен переход к рыночным взаимоотношениям, данные изменения повлияли на все существующие сферы общества, а также на функциональную наполненность и структуру учреждений культуры и творчества [8]. Таким образом, культурно-творческие объекты стали ориентированы исключительно на обретение прибыли. Однако, спад промышленности и сельскохозяйственной деятельности повлек за собой невозможность поступлений средств в государственный бюджет, что, в свою очередь повлияло на снижение государственной финансовой поддержки культурно-творческих объектов. Таким образом, бюджетная основа общественных учреждений пришла в упадок, и данная сфера потерпела кадровый дефицит в пользу более рентабельных. «Кризис типологии» – характеристика периода 1990-2010 гг., здесь главными принципами выражены такие позиции как коммерциализация структур, отсутствие типологических признаков и рыночная экономика [7].

Современное положение

Современное положение культурно-творческих индустрий направлено на воз-

вращение к истинным ценностям [9], что отражено в культурной политике Российской Федерации и ряда других зарубежных стран в виде программ по восстановлению, реконструкции, ревитализации и проектированию культурно-творческих объектов [10,11,12], однако необходимо выделить перечень принципов, влияющих на грамотное функционирование анализируемых объектов, среди которых: целенаправленность деятельности, конкретность предложения, адаптивность к изменениям окружающих условий и эргономичность пространства.

Сегодня основными аспектами проектирования культурно-творческих объектов является формирование градостроительных, архитектурно-планировочных и дизайнерских решений [13]. Основными задачами, которые ставятся перед архитекторами в процессе проектирования данных объектов, является создание комфортных и функциональных пространств, позволяющих проводить культурные мероприятия и развивать творческие индустрии. Также важным аспектом является создание пространств, которые станут центрами притяжения пользователей и общения городских жителей [14]. Проведенное исследование показало, что для достижения поставленных целей, градостроительные, архитектурно-планировочные и дизайнерские решения должны иметь ряд характеристик, перечисленных и описанных далее.

Первый принцип - гибкость проектируемых функциональных зон. Культурно-творческие объекты должны обладать мобильностью и адаптивностью пространств для проведения мероприятий различной направленности (концерты, выставки, театральные представления и т.д.). Более того планировочные решения должны предусматривать использование территорий наибольшее количество часов в неделю для сохранения рентабельности проектируемых пространств. Для достижения данных требований следует предусматривать гибкие планировочные решения с использованием современного технологического оборудования.

Второй принцип - свободная композиция структурных единиц. Для культурно-творческих объектов характерна свободная композиция, которая отвечает запросу гибкости проектируемых функциональных зон и позволяет создавать архитектурные объемы необычных форм, т.к. они смогут привлечь внимание горожан и станут визуальными точками притяжения. Насыщенность деталей, обогащающих архитектурный облик проектируемых культурно-творческих объектов должен отвечать требованиям видеоэкологии для формирования комфортной визуальной среды структуры городской застройки [15]. Таким образом, пребывание пользователей на территории таких объектов будет положительно влиять как на ментальное и духовное здоровье, так и на физиологическое [16].

Третий принцип – гармоничное сочетание с окружающей средой. Формирование культурно-творческих объектов в структуре городской застройки требует взаимосвязи проектируемого объекта с уже сформировавшимися зданиями и строениями, которые его окружают. Средовой подход проектирования позволит гармонично вписать визуально активные культурно-творческие объекты в любой контекст застройки, что особенно важно при проектировании в исторической застройке городов, где локальная идентичность и историческая сохранность среды стоят на первом месте [17]. Важно отметить, что территории проектируемых культурно-творческих пространств должны логично вписываться в окружающий ландшафт и иметь возможность взаимодействия с окружающим пространством. Более того, общественные зоны таких объектов должны плавно перетекать в общественные городские пространства, размывая границы между кадастровым участком культурно-творческого объекта и окружающими территориями. Это важно для формирования целостного восприятия как самого культурного объекта, так и городской среды в целом.

Четвертый принцип – эстетика и функциональность. Для привлечения большого количества пользователей культурно-творческие пространства должны обладать не

только высоким уровнем функциональности проектируемого объема, но и отвечать запросам эстетичности. Данный вопрос особенно важен в современном мире, когда пользователи уделяют большое внимание визуальной составляющей любых аспектов жизни. Использование актуальных цветов, форм, текстур и т.д. при формировании стилистического решения позволит проектируемому культурно-творческому объекту быть конкурентоспособным. Для того, чтобы эстетика проектируемых пространств не теряла своей актуальности, важно уделять большое внимание предпроектному анализу, которые включает в себя соучастное проектирование. Такой подход позволит выявить сильные и слабые стороны территории, на которой планируется размещение будущего культурно-творческого объекта. В ходе сессий соучастного проектирования архитекторы смогут определить характер локальных особенностей и учтут их при создании стилистического решения. Этот же процесс позволит выявить наиболее популярные локальные строительные и отделочные материалы, которые также станут основой визуального решения, дополнительно сократив влияние от логистических перевозок материалов на экологию. Также необходимо использовать современные инженерно-технические решения при создании объемов проектируемых культурно-творческих пространств, т.к. такие решения как складчатые конструкции, оболочки, оболочечные структуры и т.д. являются визуально активными компонентами архитектурных объектов и способны воспринимать значительные нагрузки при меньшем количестве точек опор [18,19]. Такой подход необходим для планировочных структур выставочных и лекционных залов, мастерских монументальных искусств и т.д. Ранее был изучен вопрос проектирования таких поверхностей и оболочек, которые активно используются при проектировании культурно-творческих объектов, что подтверждает данный принцип [20].

Пятый принцип – безопасность и доступность. Помимо основных принципов

безопасности, таких как пожарная безопасность, система контроля доступа, антитеррористическая безопасность и т.д., культурно-творческие объекты должны гарантировать надежность всем группам пользователей и быть доступными для них. Для достижения данной цели архитекторам необходимо учитывать принципы универсального дизайна, которые позволяют создавать безбарьерную среду, которая отвечает всем нормативным документам, без образования лишнего визуального шума [21]. Также инструменты универсального дизайна позволяют сократить затраты на специализированное оборудование и увеличить полезную площадь проектируемых пространств, которые будут доступными для всех категорий населения, чья мобильность ограничена (люди с особенностями здоровья, родители с колясками, посетители с средствами индивидуальной мобильности и т.д.). Более того универсальный дизайн подразумевает принцип «vision zero», который «прощает пользовательские ошибки», что делает среду безопасной для всех.

Шестой принцип – устойчивость и экологичность. При проектировании культурно-творческих объектов в современных условиях важно уделять внимание устойчивым подходам проектирования, формируя экологичные пространства. Для этого стоит уделять внимание внедрению современных технологий, таких как размещение солнечных панелей, сбор и фильтрация сточных вод, адаптация архитектурного объема под климатические особенности проектируемых территорий (например, солнцезащиты в южных регионах, обогреваемые МАФы входных групп – в холодных и т.д.). Все это позволит создать наиболее автономную модель культурно-творческих объектов. Как упоминалось ранее, при строительстве стоит использовать локальные экологически чистые материалы.

Рассматривая планировочные решения, которые позволяют наиболее выгодно использовать пространства культурно-творческих объектов, стоит выделить: многоуровневые пространства, открытые и гибкие

планировки, оптимальное использование естественного освещения. Для различных функциональных зон стоит предусматривать различные планировочные схемы. В целом, в культурно-творческих объектах могут быть использованы данные типы внутренних пространств: с горизонтальными коммуникациями, с вертикальными коммуникациями, зальный тип, анфиладный, атриумный, комбинированный [22].

Культурно-творческие объекты с вертикальными и горизонтальными коммуникациями будут иметь кардинально разную объемно-пространственную структуру. Для выбора наиболее подходящего типа необходимо проводить тщательный градостроительный анализ, который определит уместный для конкретной территории пространственный конверт застройки. Внутренняя структура объектов с горизонтальными связями характеризуется использованием системы негабаритных ячеек, которые необходимы для смежных либо различных функциональных зон, связанных общей линейной горизонтальной коммуникацией. Вертикальный тип, в свою очередь, предусматривает единую линейную вертикальную коммуникацию.

Зальная схема объемно-планировочной структуры основывается на идеи соподчинения ряда вспомогательных помещений к ядру, которое представлено зальным помещением (лекционный зал, библиотека, медиатека и т.д.). Такая структура позволяет создать объект с одним доминирующим пространством, которое выступает в качестве основной функциональной зоны.

Анфиладная схема проектируемого культурно-творческого объекта подразумевает размещение помещений, связанных сквозным проходом, по одной оси. При использовании данной схемы архитекторы могут создать объект в условиях стесненного пространства, что часто встречается в структуре городской застройки. Анфиладные помещения наиболее уместны для проектирования выставочных пространств, творческих мастерских и художественных, исторических и иных галерей.

Атриумная схема, аналогично с зальной, имеет центральное ядро, которое связано по периметру с остальными помещениями посредством коридоров открытого и закрытого типа. Данная пространственная структура наиболее уместна при проектировании малоэтажных или комбинированных общественных зданий, которые часто располагаются в исторической застройке.

Результаты исследования

В ходе исследования, разработанные принципы были применены при проектировании культурно досугового центра на базе бывшей камвольной фабрики в городе Москва и креативного кластера для молодежи на базе бывших художественно-производственных мастерских в городе Севастополь.

При проектировании креативного кластера в Севастополе была исследована окружающая застройка, что позволило грамотно распределить функциональные зоны проектируемого пространства (рис.2). Разрабатываемый кластер ограничен тремя улицами с трех сторон, каждая из которых имеет различный уровень оживленности. Именно поэтому офисные здания и выставочный комплекс обращены на наиболее активную улицу. Гостиница и мастерские формируют активный фронт второй по значимости улицы. На третью, наиболее тихую улицу, сформированную преимущественно частной застройкой, выходя коворкинг и камерные мастерские. Наиболее шумные площадки для мероприятий находятся в центральной части проектируемого креативного кластера, чтобы ограничить прилегающие жилые дома от звукового загрязнения.

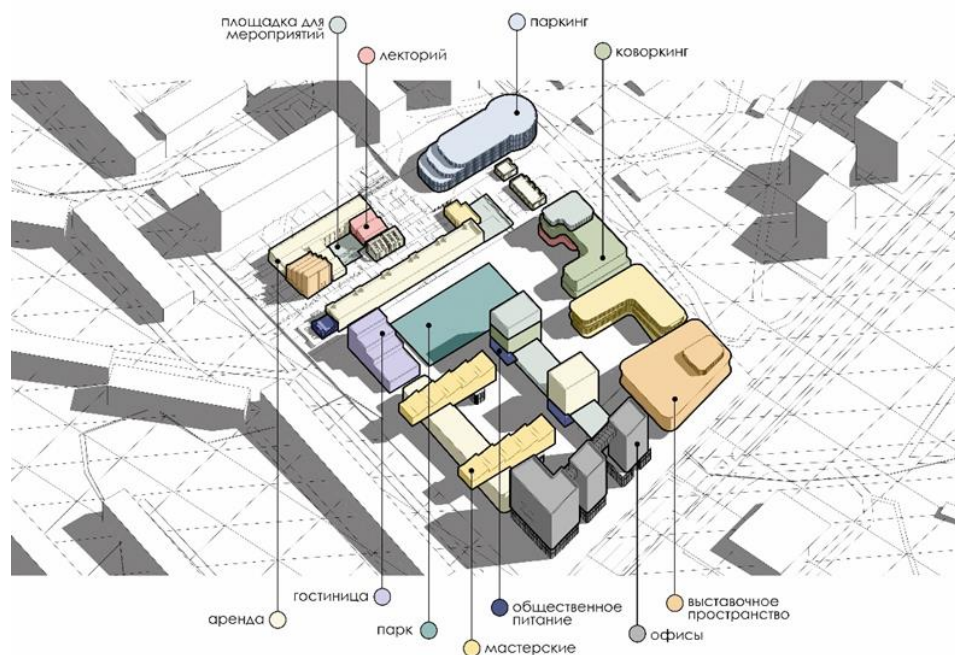


Рис. 2. Функциональное зонирование креативного кластера в городе Севастополь

В разработанных проектах использовались открытые планировки, которые позволяют будущим резидентам культурно-творческих объектов приспосабливать пространства под свои нужды, что позволяет достигать необходимой гибкости планировочных решений. Мобильные перегородки, используемые в выставочных пространствах, позволяют быстро и эффективно изменять планировочную структуру экспозиции (рис. 3). Перего-

родки такого же типа могут быть использованы в рабочих пространствах творческих людей, что позволит им изменять степень приватности помещений при работе.

В проекте культурно-досугового центра также применялись планировки ячейкового типа, которые позволяют сформировать комфортные мастерские для резидентов центра (рис. 4). Унифицированные ячейки позволяют сделать рабочие места доступными для всех пользователей.

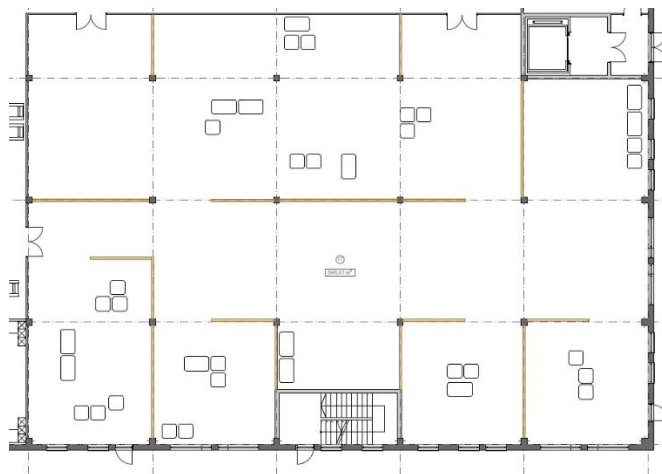


Рис. 3. Фрагмент плана культурно-досугового центра в городе Москва. Выставочное пространство зального типа с мобильными перегородками

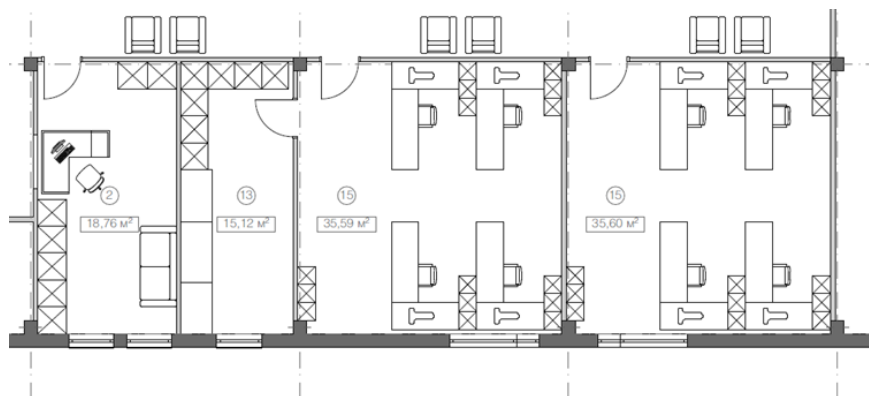


Рис. 4. Фрагмент плана культурно-досугового центра в городе Москва. Ткацкие мастерские – пример ячейковой структуры планировок

Большое внимание при проектировании креативного кластера для молодежи уделялось средовому подходу, благодаря чему нововозведенное здание гостиницы на территории

проектируемого объекта соподчиняется абрису существующего здания бывших художественно-производственных мастерских, но тем не менее имеет свою идентичность (рис. 5).

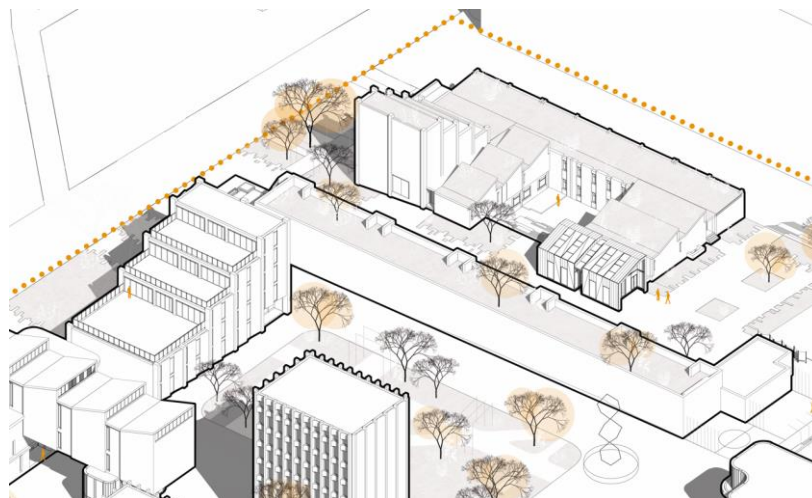


Рис. 5. Фрагмент аксонометрии креативного кластера в городе Севастополь. Слева – новозводимое здание гостиницы, справа – исторические здания художественно-производственных мастерских

Также при проектировании креативного кластера в Севастополе проводился опрос инициативной группы людей, работающих на момент разработки проекта, в центре творческих индустрий «РАМА», который расположен в здании бывших художественных мастерских. Проведенный опрос выявил, что местные жители заинтересованы в использовании художественных приемов, характерных для построек Севастополя 1980-х годов, что обусловлено

архитектурой здания мастерских в том числе. Опираясь на опрос и учитывая климатические особенности региона проектирования, некоторые здания креативного кластера были запроектированы с использованием фасадных элементов, отсылающих к архитектуре периода советского модернизма. Более того было применено вертикальное членение фасада, работающие в качестве солнцезерезов для естественного охлаждения помещений (рис.6).

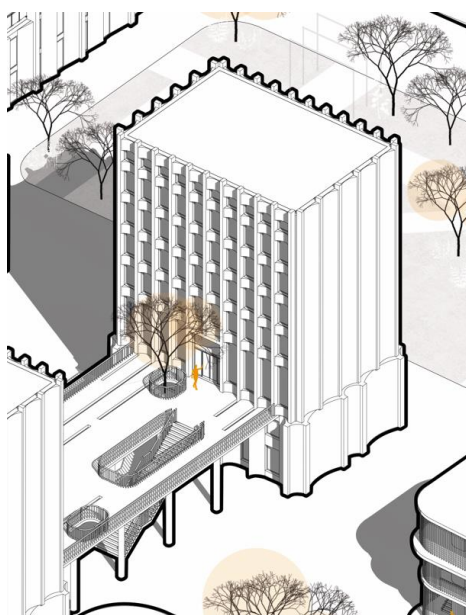


Рис. 6. Фрагмент аксонометрии креативного кластера в городе Севастополь. Применение на фасаде здания вертикального членения в качестве солнцезерезов

Заключение

На базе проведенного исследования можно сделать вывод, что при проектировании культурно-творческих объектов необходимо учитывать ряд аспектов, которые позволят создавать качественную архитектурную среду в структуре городской застройки.

Во-первых, локальная идентичности архитектурного объема, сформированная посредством анализа композиционной и исторической структуры окружающего полотна городской застройки, позволит создавать культурно-творческие объекты в тесной связи с окружающим контекстом. Во-вторых, формирование комфортной, безопасной и универсальной среды должны позволять жителям территориальных единиц беспрепятственно и в полной мере

иметь доступ к культурным и творческим ценностям, заключенным в архитектурном объекте. В-третьих, использование принципов соучастного проектирования формирует образ будущего объекта, который сможет удовлетворить потребности наибольшего числа местных жителей, изучив их составляющие менталитета и образа жизни. Также обеспечение комплексного подхода к проектированию территории культурно-творческих учреждений и близлежащей архитектурной среды для проектирования общей структуры сформирует единую городскую ткань застройки. Более того, разработка адаптивных решений при проектировании объектов культурно-творческих индустрий с учетом заложенной инновацион-

ности направлений организует современные пространства, которые будут актуальны еще долгое время.

Все вышеперечисленные аспекты нацелены на формирование качественной архитектурной среды культурно-творческих ла-

стеров, комплексное использование которых позволит градостроителям, архитекторам и дизайнерам создавать объекты, нацеленные на удовлетворение потребностей жителей городов в культурно-творческой сфере жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баталина Т. С. Анализ особенностей формирования общественного пространства // Бизнес и дизайн ревю. 2017. №1 (5). С. 11.
2. Байбек Д. Камалова Г. М. Архитектурно-планировочное формирование общественных пространств // Наука и образование сегодня. 2020. №11 (58). С. 57-59.
3. Шуткевич П.В., Долинина О.В. Культурно-досуговые центры как элемент социальной инфраструктуры // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Тезисы МАРХИ (Секция 7. Архитектура общественных зданий и пространства). М.: МАРХИ, 2023. С.134-139.
4. Птичникова Г.А., Антюфеев А.В. Джентрификация депрессивных постиндустриальных прибрежных территорий городов как архитектурное обновление // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2022. №2(38). С. 34-49.
5. Лапидус А.А., Степаненко А.А. Методика подбора и оценки территорий под строительство зданий // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2021. №4(36). С. 103-112.
6. Пискунов А.И. История педагогики и образования. От зарождения воспитания в первобытном обществе до конца XX века. М.: ТЦ «Сфера», 2001. 512 с.
7. Жарков, А. Д. Теория и технология культурно-досуговой деятельности. М.: Московский государственный университет культуры и искусств, 2007. 479 с.
8. Стрельцов Ю. А. Культурология досуга: учебное пособие для студентов вузов культуры и искусств. М.: МГУКИ, 2003. 297 с.
9. Шуткевич П.В., Перькова М.В. Особенности реконструкции советских кинотеатров в культурно-досуговые центры // Образование. Наука. Производство. XIII Международный молодежный форум. Белгород: БГТУ, 2021. С. 363-368.
10. Постановление Правительства Российской Федерации от 31 марта 2021 года № 516. Постановление о внесении изменений в государственную программу Российской Федерации «Развитие культуры»
11. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2021 года №2613-р об утверждении «Концепции развития творческих (креативных) индустрий и механизмов осуществления их государственной поддержки в крупных и крупнейших городских агломерациях до 2030 года»
12. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 августа 2022 года №2290-р об утверждении «Плана реализации Концепции развития творческих (креативных) индустрий и механизмов осуществления их государственной поддержки в крупных и крупнейших городских агломерациях до 2030 года»
13. Качанова В.В., Перькова М.В. Особенности проектирования творческих индустрий для формирования креативного города // Образование. Наука. Производство. XIII Международный молодежный форум. Белгород: БГТУ, 2021. С. 201–206.
14. Кристовер А. Язык шаблонов: города, здания, строительство. М.: Изд-во Студии Артемия Лебедева, 2014. 1093 с.
15. Филин В.А. Визуальная среда города // Вестник международной академии наук (русская секция). М.: Вестник МАН РС, 2006. С. 43-50.
16. Общественное здоровье и его измерение. Социологический альманах. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obschestvennoe-zdorovie-i-ego-izmerenie> (дата обращения: 01.03.2022).
17. Киншт А. В. Средовой подход и окружающая среда в архитектуре и градостроительстве: экологический взгляд // Томск: Вестник ТГАСУ. 2017. С. 62.
18. Страшнов С. В., Мабена С. М., Алборова Л. А. Складчатые поверхности в архитектуре // Строительство и реконструкция. 2022. №2 (100). С. 75-84.
19. Кривошапко С. Н. К вопросу об основных архитектурных стилях, направлениях и стилевых течениях для оболочек и оболочечных структур // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. М.: СМКИС. 2022. С. 255–268.
20. Алборова Л. А., Страшнов С. В. Поверхности конгруэнтных сечений маятникового типа на цилиндрах с образующими суперэллипсами // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2022. № 18 (1). С. 64-72.

21. Леонова Е. Доступная среда и универсальный дизайн глазами инвалида. Базовый курс. М.: TATLIN, 2013. – 128 с.

22. Шашкова Л.Э. Основы рационального проектирования общественных зданий: учебное пособие. Вологда: ВоГУ, 2017. - 80 с.

Шуткевич Полина Владимировна

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы

магистр департамента архитектуры Инженерной академии

E-mail: shutkeva_98@mail.ru

Качанова Валерия Валерьевна

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы

магистр департамента архитектуры Инженерной академии

E-mail: vkachanova99@gmail.com

Страшнов Станислав Викторович;

Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы

к.т.н., Заведующий кафедрой общеобразовательных дисциплин

E-mail: shtrafnoy@gmail.com

P. V. SHUTKEVICH, V. V. KACHANOVA, S. V. STRASHNOV

**THE ARCHITECTURAL ASPECT OF THE DESIGN
OF MODERN CULTURAL AND CREATIVE OBJECTS IN URBAN AREA**

The issue of the architectural aspect of the design of cultural and creative objects as an interconnected system, which includes both the organization of the structure and the co-dependence of all components of the architectural volume, is considered. It is assumed that the architecture of this system should follow modern design principles, described in detail in the article, in order to have a larger impact on the economic components of territorial units and on the public health of society as a whole. An analysis of the retrospective development of cultural and creative objects has been carried out, which contributes to a detailed study of the issue and an accurate definition of the current situation of modern objects of culture and creativity. The characteristics necessary in the application of urban planning, architectural planning and design solutions are identified as a way to achieve an important aspect of design - the creation of spaces that will become key points of the urban situation and centers of attraction for citizens. The basic principles of architectural design and functioning of cultural and creative objects are derived, which will allow the most beneficial use of the space of institutions of this typology, both in terms of economics and ergonomics. It is concluded that a competent and relevant design of cultural and creative objects is impossible without observing some of the aspects listed in the final part of the article.

Keywords: cultural and creative object, architectural aspects of design, architecture environment, center of gravity of the masses, architectural and planning solution.

REFERENCES

1. Batalina, T. S. Analysis of the features of the formation of public space. Business and design review. 2017. 1 (5). Pp. 11. (rus)
2. Bajbek, D., Kamalova G. M. Architectural and planning formation of public spaces. Science and education today. 2020. 11 (58). Pp. 57-59. (rus)
3. Shutkevich, P.V., Dolinina, O.V. Cultural and leisure centers as an element of social infrastructure. // Nauka, obrazovanie i jeksperimental'noe proektirovanie. Proceedings of Science, education and experimental design. (Section 7. Architecture of public buildings and spaces). Moscow, 2023. Pp.134-139. (rus)
4. Ptichnikova, G.A., Antjufeev, A.V. Gentrification of depressive post-industrial coastal territories of cities as architectural renewal. Biosphere compatibility: man, region, technologists. 2022. 2(38). Pp. 34-49. (rus)
5. Lapidus, A.A., Stepanenko, A.A. Methodology of selection and evaluation of territories for the construction of buildings. Biosphere compatibility: person, region, technologists. 2021. 4(36). Pp. 103-112. (rus)
6. Piskunov, A.I. I History of pedagogy and education. From the origin of education in primitive society to the end of the XX century. Moscow, 2001. 512 p. (rus)
7. Zharkov, A. D. Theory and technology of cultural and leisure activities. Moscow, 2007. 479 p. (rus)

8. Strel'cov, Ju. A Cultural studies of leisure: a textbook for students of universities of culture and arts. Moscow, 2003. 297 p. (rus)
9. Shutkevich, P.V., Per'kova, M.V. Features of reconstruction of Soviet cinemas in cultural and leisure centers. Proceedings of Education. Science. Production. XIII International Youth Forum. Belgorod, 2021. Pp. 363-368. (rus)
10. Resolution of the Government of the Russian Federation No. 516 of March 31, 2021. Notification of amendments to the State program of the Russian Federation «Development of Culture»
11. Decree of the Government of the Russian Federation No. 2613-r of September 20, 2021 on the approval of the «Concept for the development of creative (creative) industries and mechanisms for their state support in large and largest urban agglomerations until 2030»
12. Decree of the Government of the Russian Federation No. 2290-r of August 17, 2022 on the approval of the «Plan for the implementation of the Concept for the Development of Creative (creative) industries and mechanisms for their state support in large and largest urban agglomerations until 2030»
13. Kachanova V.V., Per'kova M.V. Features of designing creative industries for the formation of a creative city. Proceedings of Education. Science. Production. XIII International Youth Forum. Belgorod, 2021. Pp. 201-206. (rus)
14. Christover A. Template language: cities, buildings, construction. Moscow, 2014. 1093 p. (rus)
15. Filin, V.A. Vizual'naja sreda goroda. Visual environment of the city. Proceedings of Bulletin of the International Academy of Sciences (Russian Section), 2006. Pp. 43-50. (rus)
16. Public health and its measurement. The Sociological Almanac. [online]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obschestvennoe-zdorovie-i-ego-izmerenie> (data of application: 01.03.2022).
17. Kinsht, A. V. Environmental approach and environment in architecture and urban planning: an ecological view. Bulletin of TSASU. Tomsk, 2017. Pp. 62. (rus)
18. Strashnov, S. V., Mabena, S. M., Alborova, L. A. Folded surfaces in architecture. Stroitel'stvo i rekonstrukcija. 2022. 2 (100). Pp. 75-84. (rus)
19. Krivoschapko, S. N. On the question of basic architectural styles, directions and style trends for shells and shell structures. Construction mechanics of engineering structures and structures. 2022. Pp. 255–268. (rus)
20. Alborova, L. A., Strashnov, S. V. Surfaces of congruent sections of pendulum type on cylinders with forming superellipses. Construction mechanics of engineering structures and structures. 2022. 18 (1). Pp. 64-72. (rus)
21. Leonova E. Accessible environment and universal design through the eyes of a disabled person. Basic course. Moscow, 2013. 128 p. (rus)
22. Shashkova, L.Je. Fundamentals of rational design of public buildings: textbook. Vologda, 2017. 80 p. (rus)

Shutkevich Polina Vladimirovna

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University) , Moscow, Russia
master's student, Department of Architecture, Academy of Engineering
E-mail: shutkeva_98@mail.ru
SPIN-код: 8284-7921, AuthorID: 1204375

Kachanova Valeria Valerievna

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University) , Moscow, Russia
master's student, Department of Architecture, Academy of Engineering
E-mail: vkachanova99@gmail.com

Strashnov Stanislav Viktorovich

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia
PhD, Head of the Department of General Education Courses
E-mail: shtrafnoy@gmail.com

Для цитирования: Шуткевич П. В., Качанова В. В., Страшнов С. В., Архитектурный аспект проектирования современных культурно-творческих объектов в городской застройке// Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. №3. С. 47-58. DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-47-58

For citation: Shutkevich P. V., Kachanova V. V., Strashnov S. V., Architectural aspect of designing modern cultural and creative objects in urban development. *Biosfer'naya sovместimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: human, region, technologies]. 2023. No.3. Pp. 47-58. (In Russian). DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-47-58

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ – ЭФФЕКТИВНЫЙ ПУТЬ СОКРАЩЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА ЗДАНИЙ

Последние исследования показывают: чтобы избежать наихудших последствий для климата, глобальные выбросы парниковых газов должны сократиться вдвое к 2030 году и достичь чистого нуля примерно к середине века. Чтобы достичь нулевого уровня выбросов требуется масштабное внедрение новых технологий. Инженерное оборудование зданий является крупным потребителем материалов и энергетических ресурсов, вносит существенный вклад в выбросы парниковых газов. В статье проанализированы новые технологии инженерного оборудования зданий, проведена оценка их эффективности. Приведены результаты мониторинга автономного источника теплоснабжения жилого здания. Показано, что устройство автономного источника теплоснабжения (автоматизированной газовой крышной котельной) позволило в среднем снизить удельное потребление топлива на выработку тепловой энергии на 21%, а потребление электроэнергии на выработку теплоты снизить в 11-25 раз. Устройство автоматизированной котельной позволило гармонизировать режимы выработки тепловой энергии и теплопотребления, тем самым устранив «перетопы» и «недотопы».

Достигнуто сокращение косвенной эмиссии парниковых газов более, чем на 50% за счет снижения непроизводительных потерь теплоты и более высокого КПД оборудования по сравнению с централизованными системами. Рассмотрено применение новых технологий при производстве вентиляционного оборудования (ротационных вентиляционных турбин, изготавливаемых из устойчивого к атмосферным воздействиям и ультрафиолетовому облучению материала - УФ-стабилизированного АБС пластика), позволяющих существенно сократить затраты электроэнергии и косвенную эмиссию парниковых газов от сжигания органического топлива. Вентиляционные дефлекторы применяются в системах естественной, смешанной и гибридной вентиляции для улучшения их аэродинамических характеристик, повышения надежности функционирования, а также снижения затрат электроэнергии. В настоящее время интерес к естественной вентиляции растет: к этому побуждает проблема энергосбережения и сокращения углеродного следа. По сравнению с традиционной технологией изготовления аналогичного по назначению оборудования (вентиляционных дефлекторов из оцинкованной или нержавеющей стали) достигается снижение материалоемкости, энергозатрат и углеродного следа более, чем в 3 раза.

Ключевые слова: углеродный след, инженерное оборудование, энергопотребление, потенциал глобального потепления, прямая и косвенная эмиссия парниковых газов.

DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-59-66

Актуальность проблемы

Создание научно-технического обеспечения решения задач по ограничению выбросов парниковых газов определено стратегией социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов, утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации [1]. Федеральный закон «Об ограничении выбросов парниковых газов» [2] позволяет повысить уровень гармонизации нормативных требований с европейскими и международными нормативными документами, привести к единообразию методы оценки углеродного

следа зданий, обеспечить взаимную согласованность действующих нормативных технических документов в сфере строительства.

Последние исследования показывают: чтобы избежать наихудших последствий для климата, глобальные выбросы парниковых газов должны сократиться вдвое к 2030 году и достичь чистого нуля примерно к середине века. Это означает, что весь объем произведенного человеком углекислого газа должен будет удален из атмосферы технологическими или природными средствами. Достижение нулевого уровня выбросов углекислого газа сродни достижению «климатической нейтральности». Международное энергетическое агентство (МЭА) в своем

докладе «Нулевые выбросы к 2050 году» сделало серьезное предупреждение о необходимости резкого сокращения использования ископаемых видов топлива. Доклад и план действий для глобального энергетического сектора предлагает реальные пути перехода к энергетической системе с нулевым балансом к 2050 году, обеспечивая при этом стабильное и доступное энергоснабжение, всеобщий доступ к энергии и способствуя уверенному экономическому росту.

Чтобы достичь нулевого уровня выбросов требуется масштабное внедрение новых технологий. При выработке и использовании тепловой энергии важно объединить высокоэффективные технологии конечного потребления с прямым использованием возобновляемых источников энергии. Одним из основных мероприятий для достижения поставленных целей является сокращение выбросов парниковых газов за счет повышения энергоэффективности технологических процессов, оборудования и изделий [3-6].

Анализ публикаций

Для определения углеродного следа в мире используется стандарт ISO 14064:2018 «Greenhouse gases». Его российский аналог – ГОСТ Р ИСО 14064 [7-9]. Основными направлениями, реализуемыми в соответствии с ISO 14064 при оценке выбросов, являются: выявление источников выбросов парниковых газов и их поглотителей, количественная оценка выбросов парниковых газов (расчётным методом, измерениями, или совокупностью расчётов и измерений), мониторинг процесса оценки величины выбросов, верификация и валидация итогового отчета по выбросам парниковых газов.

Инженерное оборудование зданий является крупным потребителем материалов и энергетических ресурсов, вносит существенный вклад в выбросы парниковых газов [12-14]. В настоящее время российские и зарубежные исследования направлены на изучение отдельных факторов, влияющих на параметры углеродного следа инженерного оборудования зданий. Изучаются величины ПГП(GWP) – потенциал глобального потепле-

ния некоторых материалов (хладоны, теплоизоляция), повышается термическое сопротивление ограждающих конструкций здания, используются различные солнцезащитные устройства, возобновляемые источники энергии ВИЭ (солнечная и ветровая энергия, тепло грунта, водоёмов, атмосферы и пр.). Рассматриваются технические решения применения вторичных энергоресурсов ВЭР (рекуперация и регенерация тепла, холода, использование низкопотенциальных источников тепла и прочее) [10, 13, 15]. Ряд фирм для подтверждения экологичности выпускаемого оборудования разработали онлайн калькуляторы подсчёта углеродного следа. Однако данные исследования не учитывают особенностей инженерного оборудования современных зданий, комбинированного использования оптимизированных схемных решений и алгоритмов регулирования инженерных систем. Недостаточно изучено взаимное влияние и оценка эффективности применения передовых технологий инженерного оборудования на формирование углеродного следа здания.

Результаты исследований

Анализ новых технологий инженерного оборудования зданий в области тепло и холодоснабжения позволил выявить следующие наиболее перспективные разработки:

1. Устройство автономных источников теплоснабжения (АИТ), для снижения непроизводительных потерь теплоты и повышения коэффициента полезного действия оборудования;
2. Использование АИТ, интегрированных с тепловыми насосами и возобновляемыми источниками энергии;
3. Применение современного энергоэффективного оборудования, в том числе:
 - применение технологии изменяемой температуры кипения хладагента;
 - применение микроканальных теплообменников;
 - расширение опционального оснащения холодильных машин (функции фрикулинга, частичной и полной рекуперации сбросного тепла и т.п.);
4. Расширение и уточнение экономически обоснованной области применения тепловых

насосов с использованием поверхностных слоев земли (грунта и водоемов). Использование теплового насоса с комбинацией источников (воздух – грунт) с возможностью переключения, что обеспечивает наибольшую эффективность в круглогодичном режиме;

5. Совершенствование принципиальных схем тепло-холодоснабжения зданий (повышение уровня резервирования, рекуперация тепла/холода и т.п.);

6. Оптимизация алгоритмов управления оборудованием (регулирование параметров микроклимата по доминирующему фактору, применение интеллектуальных (самообучающихся) систем управления и т.п.);

7. Применение усовершенствованных систем аккумуляции теплоты и холода;

8. Уменьшение показателя ПГП применяемых ГФУ-хладагентов (фторсодержащих газов) и параллельное снижение их количества в выпускаемом оборудовании;

9. Применение новых технологий и использование новых материалов при производстве отдельных видов вентиляционного оборудования, позволяющих существенно сократить затраты электроэнергии и косвенную эмиссию парниковых газов от сжигания органического топлива.

Для оценки эффективности устройства автономного источника теплоснабжения (АИТ) по сравнению со стандартной централизован-

ной системой теплоснабжения (ЦТ) были выполнены работы по реконструкции системы теплоснабжения многоквартирного жилого дома и мониторингу системы до и после реконструкции [11]. АИТ представлял собой крышную газовую котельную (рис. 1). Тепло-гидравлическая схема АИТ (крышной котельной) приведена на рис. 2. В составе автономной котельной имеется 4 котла общей тепловой мощностью 1400 кВт, подключённых по независимой схеме присоединения систем отопления и горячего водоснабжения. Обеспечено резервирование основного оборудования (котлы, теплообменники, насосы), химическая подготовка теплоносителя греющего контура, автоматизация и диспетчеризация, возможность эксплуатации без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Условия проведения мониторинга систем теплоснабжения жилого дома приведены в табл. 1.

Сопоставление показателей расхода теплоты, расхода топлива и косвенной эмиссии диоксида углерода при центральном (ЦТ) и автономном (АИТ) источнике теплоснабжения жилого дома приведено в табл. 2. Величина косвенной эмиссии диоксида углерода при сжигании органического топлива принята равной 1,59 т CO₂/т у.т.

Табл. 2 - Сопоставление показателей расхода теплоты, расхода топлива и косвенной эмиссии диоксида углерода при центральном (ЦТ) и автономном (АИТ) источнике теплоснабжения жилого дома.



Рис. 1. Жилой многоквартирный дом (объект мониторинга)

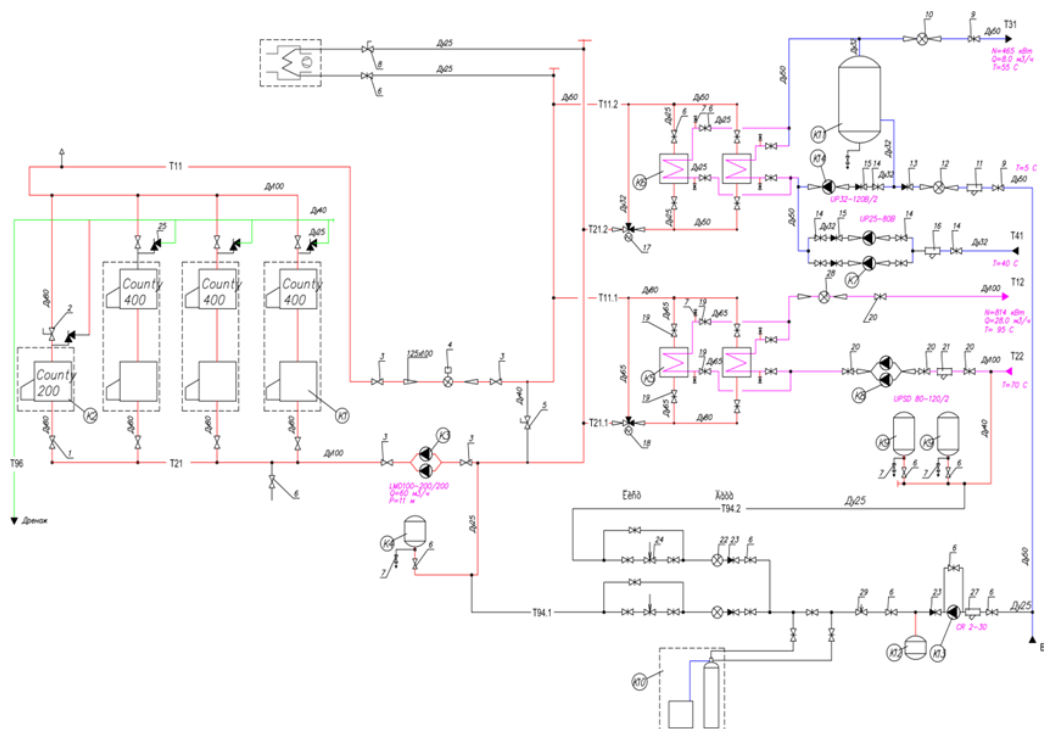


Рис. 2. Теплогидравлическая схема АИТ (крышная газовая котельная)

Таблица 1

Условия мониторинга показателей теплоснабжения жилого дома

№ п/п	Показатели	Величина
1	Общая площадь жилого дома, м ²	10040
2	Количество квартир	156
3	Количество жителей	520
4	Градусо-сутки периода мониторинга	893
5	Теплотворная способность топлива (природный газ), ГДж/м ³	33291

Таблица 2

Сопоставление показателей расхода теплоты, расхода топлива и косвенной эмиссии диоксида углерода при центральном (ЦТ) и автономном (АИТ) источнике теплоснабжения жилого дома

№ п/п	Показатели	Единица измерения	ЦТ	АИТ	Экономия
1	Выработка теплоты на отопление и ГВС за период мониторинга	ГДж	2019	1192	827
2	Расход условного топлива на единицу выработанной теплоты на вводе в здание	кг у.т./ГДж	56	39	17
3	Расход условного топлива за период мониторинга	Тонн у.т.	113	46	67
4	Косвенная эмиссия диоксида углерода за период мониторинга	Тонн CO ₂	180	73	107
5	Непроизводительные потери теплоты в тепловых сетях и сооружениях (ТЭЦ, ЦТП, котельная)	%	34	1	33
6	Расход электроэнергии на единицу тепловой энергии на вводе в здание	кВт-ч/ГДж	54	3,4	50,6
7	Относительный расход теплоты на ГВС	КДж/гр.сут.м ²	45,2	32,4	12,8
8	Относительный расход электроэнергии на бытовые нужды	КДж/гр.сут.м ²	4,1	3,6	0,5
9	Относительный расход газа на бытовые нужды	м ³ /м ² гр.сут.10 ³	0,32	0,22	0,1

По результатам мониторинга можно сделать следующие выводы:

1. Показано, что устройство АИТ позволило в среднем снизить удельное потребление топлива на выработку тепловой энергии на 21%, а потребление электроэнергии на выработку теплоты снизить в 11-25 раз.

2. Устройство АИТ позволило гармонизировать режимы выработки теплоты и теплопотребления, тем самым устранив «перетопы» и «недотопы».

3. Работа АИТ отличается надежностью, безопасностью и удобством эксплуатации.

4. За счет высокой энергетической и экологической эффективности АИТ снижены выбросы вредных веществ в атмосферу по сравнению с централизованными источниками теплоснабжения в 2,7 – 3,5 раза.

5. Высокая экологическая эффективность и надежность АИТ позволяет рекомендовать применение этого способа теплоснабжения при экономическом обосновании для реконструкции систем теплоснабжения населенных мест с невысокой надежностью существующего центрального теплоснабжения, при строительстве новых объектов, удаленных от магистральных тепловых сетей.

Достигнуто существенное (более, чем на 50%) сокращение косвенной эмиссии парниковых газов, выделяющихся при сжигании газового топлива для целей отопления. Сокращение достигается за счет снижения непроизводительных потерь теплоты в тепловых сетях и гармонизации режимов выработки теплоты и теплопотребления.

В качестве примера применения новых технологий и новых материалов при производстве вентиляционного оборудования

рассмотрим особенности производства вентиляционных дефлекторов и ротационных турбин. Вентиляционные дефлекторы применяются в системах естественной, смешанной и гибридной вентиляции для улучшения их аэродинамических характеристик, повышения надежности функционирования, а также снижения затрат электроэнергии. В настоящее время интерес к естественной вентиляции растет: к этому побуждает проблема энергосбережения и сокращения углеродного следа [16]. Традиционно дефлекторы изготавливают из оцинкованной или нержавеющей стали. Эффективным решением, повышающим надежность работы естественной вытяжной вентиляции, является применение ротационных вентиляционных турбин (РВТ), изготовленных из УФ-стабилизированного АБС пластика. РВТ устойчивы к воздействию метеоусловий и ультрафиолета, имеют лёгкий вес, значительно увеличивают естественную тягу в вентиляционной системе за счёт ветрового напора (от 40% до 90%).

На рис. 3 представлены турбины РВТ в трех вариантах конструктивного исполнения.

На рис. 4 представлен возможный вариант размещения РВТ на кровле здания.

Сопоставление энергоёмкости и материалоёмкости производства традиционных дефлекторов и РВТ приведено в табл. 3.

Годовое сокращение углеродного следа при производстве пластиковых вентиляционных турбин диаметром 1000 мм приведено в таблице 4. При расчётах годовой экономии энергоресурсов в денежном выражении принята стоимость электроэнергии 6,9 руб/кВт-ч.



Рис. 3. Варианты конструктивного исполнения РВТ



Рис. 4. Размещение РВТ на кровле здания

Таблица 3

Энергоёмкость и материалоемкость производства дефлекторов

Диаметр дефлектора, мм	355	355	355	1000	1000
Тип дефлектора и материал изготовления	РВТ, АБС-пластик	ЦАГИ, нержавеющая сталь	ЦАГИ, листовой металл	РВТ, АБС-пластик	ЦАГИ, нержавеющая сталь
Вес дефлектора, кг	2,6	4,0	7,2	7,5	138,3
Энергоёмкость производства, кВт-ч	4,38	12,6	22,7	12,34	435,65

Таблица 4

Сокращение углеродного следа при производстве пластиковых вентиляционных турбин диаметром 1000 мм

Годовая программа производства РВТ, шт/год	Годовая экономия энергоресурсов, кВт-ч/год	Годовая экономия в денежном выражении, руб/год	Годовое сокращение косвенной эмиссии CO ₂ , т/год
1000	423310	2920839	4233

Приведенные в таблицах данные показывают, что применение новых технологий и новых материалов при производстве вентиляционного оборудования позволяет существенно экономить энергоресурсы и сокращать эмиссию парниковых газов.

Выводы

Проанализированы новые технологии инженерного оборудования зданий в области тепло и холодоснабжения, проведена оценка их эффективности. Подробно рассмотрены результаты внедрения перспективных разработок автономных источников

теплоснабжения (АИТ), и применения новых технологий при производстве вентиляционного оборудования. Применение АИТ позволяет существенно (более, чем на 50%) сократить косвенную эмиссию парниковых газов, выделяющихся при сжигании газового топлива, что доказывают результаты проведенного мониторинга. Изготовление вентиляционного оборудования (РВТ) из стабилизированного пластика взамен листового металла экономит энергоресурсы и сокращает углеродный след (более, чем в 3 раза, на 4200 т CO₂/год).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Распоряжение Правительства РФ № 3052-р от 29 октября 2021 г. Стратегия социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года.
2. Федеральный закон №296 от 2 июля 2021 г. Об ограничении выбросов парниковых газов.
3. Дворецкий А. Т., Спиридонов А. В., Шубин И. Л. Низкоэнергетические здания: окна, фасады, солнцезащита, энергоэффективность: монография / Москва: «Директ-Медиа», 2022 232 с.
4. Zhivov, A., Rudige, L. Deep Energy Retrofit (Cham: Springer), 2020
5. Energy Master Planning toward Net Zero Energy Resilient Public Communities Guide. International Energy Agency, IEA EBC Annex 73 Operating Agents, 2021
6. Башмаков И. А. Сценарии движения России к углеродной нейтральности. Энергосбережение №1, 2023 с.40 – 49
7. ГОСТ Р ИСО 14064-1-2021 «Требования и руководство по количественному определению и отчетности о выбросах и поглощении парниковых газов на уровне организации»
8. ГОСТ Р ИСО 14064-2-2021 «Требования и руководство по количественному определению, мониторингу и составлению отчетной документации на проекты сокращения выбросов парниковых газов или увеличения их поглощения на уровне проекта»
9. ГОСТ Р ИСО 14064-3-2021 «Требования и руководство по валидации и верификации заявлений в отношении парниковых газов»
10. Васильев Г. П. Геотермальные теплонасосные системы теплоснабжения и эффективность их применения в климатических условиях России // АВОК-2007-№5-с.58-73
11. ПРОЕКТ ПРООН RUS 96/G31. Контракт PS № 120445. Отчёт по проведению мониторинга совместной работы автономных источников теплоснабжения (АИТ) с инженерными системами жилых домов на примере 3-х жилых домов в г. Владимире.
12. Ермакова М. С. Выбросы парниковых газов // Экология производства 2021- №2 с.98-105. DOI: 10.33465/2078-3981-2021-199-2-98-105
13. Шубин И. Л., Стронгин А. С. Ключевые факторы влияния инженерного оборудования зданий на показатели углеродного следа // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2022 №3, с.12-20.
14. Морозова И., Симова Е. Современные требования к учёту косвенных выбросов парниковых газов организации // Стандарты и качество 2022 №8(1022) с.22-27. DOI: 10.35400/0038-9692-2022-8-128-22
15. Бродач М. М., Стронгин А. С., Харитонов Б. П. Выбор и оптимизация систем холодоснабжения зданий // АВОК-2021-№8, с. 46-51. e-library ID 47263745
16. Стронгин А. С., Бродач М. М., Игонин О. Н. Вентиляционные дефлекторы: незаслуженно забытое оборудование // АВОК 2022 №6 с. 30-35

Шубин Игорь Любимович

НИИСФ РААСН, г. Москва, Россия

Доктор технических наук, член-корреспондент РААСН, директор

e-mail: niisf@niisf.ru

Стронгин Андрей Семенович

НИИСФ РААСН, г. Москва, Россия

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией

e-mail: strongin@yandex.ru

I. L. SHUBIN, A. S. STRONGIN

THE USE OF ADVANCED ENGINEERING EQUIPMENT TECHNOLOGIES IS AN EFFECTIVE WAY TO REDUCE THE CARBON FOOTPRINT OF BUILDINGS

Recent studies show that in order to avoid the worst consequences for the climate, global greenhouse gas emissions should be halved by 2030 and reach net zero by about the middle of the century. To achieve zero emissions, a large-scale introduction of new technologies is required. Engineering equipment of buildings is a major consumer of materials and energy resources, makes a significant contribution to greenhouse gas emissions. The article analyzes new technologies of engineering equipment of buildings, assesses their effectiveness. The results of monitoring of an autonomous heat supply source of a residential building are presented. It is shown that the device of an autonomous heat supply source (automated gas roof boiler plant) allowed on average to reduce the specific fuel consumption for heat generation by 21%, and to reduce the electricity consumption for heat generation by 11-25 times. The device of the automated boiler plant allowed to harmonize the modes of heat energy generation and heat consumption, thereby eliminating «overheat» and «underheat». Indirect greenhouse gas emissions have been reduced by more than 50% by reducing unproductive heat losses and higher equipment efficiency compared to centralized systems. The application of new technologies in the production of ventilation equipment (rotary ventilation turbines made of

weather-resistant and ultraviolet irradiation material - UV-stabilized plastic), which significantly reduce energy costs and indirect greenhouse gas emissions from the combustion of organic fuels, is considered. Ventilation deflectors are used in natural, mixed and hybrid ventilation systems to improve their aerodynamic characteristics, increase the reliability of operation, as well as reduce energy costs. Currently, interest in natural ventilation is growing: this is prompted by the problem of energy saving and reducing the carbon footprint. Compared with the traditional manufacturing technology of equipment similar in purpose (ventilation deflectors made of galvanized or stainless steel), a reduction in material consumption, energy consumption and carbon footprint is achieved by more than 3 times.

Keywords: carbon footprint, engineering equipment, energy consumption, global warming potential, direct and indirect greenhouse gas emissions.

REFERENCES

1. Decree of the Government of the Russian Federation No. 3052-r dated October 29, 2021. The strategy of socioeconomic development of the Russian Federation with low greenhouse gas emissions until 2050.
2. Federal Law No. 296 of July 2, 2021 On Limiting Greenhouse Gas Emissions.
3. Dvoretzky A.T., Spiridonov A.V., Shubin I.L. Low-energy buildings: windows, facades, sun protection, energy efficiency: monograph / - Moscow: «Direct-Media», 2022 232 p. ISBN 978-5-4499-2943-3
4. Zhivov, A., Rudige, L. Deep Energy Retrofit (Cham: Springer), 2020. doi.org/10.1007/978-3-030-30679-3
5. Energy Master Planning toward Net Zero Energy Resilient Public Communities Guide. International Energy Agency, IEA EBC Annex 73 Operating Agents, 2021
6. Bashmakov I. A. Scenarios of Russia's movement towards carbon neutrality. Energy saving No. 1, 2023 p.40-49
7. GOST R ISO 14064-1-2021 «Requirements and guidelines for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and uptake at the organization level».
8. GOST R ISO 14064-2-2021 «Requirements and guidelines for quantification, monitoring and preparation of accounting documentation for projects to reduce greenhouse gas emissions or increase their absorption at the project level»
9. GOST R ISO 14064-3-2021 «Requirements and guidelines for validation and verification of statements regarding greenhouse gases»
10. Vasiliev G. P. Geothermal heat pump systems of heat supply and the effectiveness of their application in climatic conditions of Russia // AVOK-2007 No.5 pp.58-73
11. UNDP PROJECT RUS 96/G31. Contract PS No. 120445. Report on monitoring the joint work of autonomous heat supply sources (AHS) with engineering systems of residential buildings on the example of 3 residential buildings in Vladimir.
12. Ermakova M. S. Greenhouse gas emissions // Ecology of production 2021 No.2 pp.98-105. DOI: 10.33465/2078-3981-2021-199-2-98-105
13. Shubin I. L., Strongin A. S. Key factors of influence of engineering equipment of buildings on carbon footprint indicators // Biosphere compatibility: man, region, technologies. 2022 No.3, pp.12-20. DOI: 10.21869/2311-1518-2022-39-3-12-20
14. Morozova I., Semova E. Modern requirements for accounting for indirect greenhouse gas emissions of the organization // Standards and quality 2022 - No.8(1022) pp.22-27. DOI: 10.35400/0038-9692-2022-8-128-22
15. Brodach M. M., Strongin A. S., Kharitonov B. P. Selection and optimization of cooling systems for buildings // AVOK-2021-No.8, pp. 46-51. e-library ID 47263745
16. Strongin A.S., Brodach M.M., Igonin O.N. Ventilation deflectors: undeservedly forgotten equipment // AVOK 2022 No.6 p. 30-35

Shubin Igor Lyubimovich

NIISF RAASN, Moscow, Russia

Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of RAASN, Director

e-mail: niisf@niisf.ru

Strongin Andrey Semenovich

NIISF RAASN, Moscow, Russia

Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Head of Laboratory

e-mail: strongin@yandex.ru

Для цитирования: Шубин И. Л., Стронгин А. С., Применение передовых технологий инженерного оборудования – эффективный путь сокращения углеродного следа зданий // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. № 3. С. 59-66. DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-59-66

For citation: Shubin I. L., Strongin A. S., The use of advanced engineering equipment technologies is an effective way to reduce the carbon footprint of buildings *Biosferная sovmetimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: human, region, technologies]. 2023. 3. Pp. 59-66. (In Russian). DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-59-66

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ И ВЫПУСКОВ СТОЧНЫХ ВОД В ВОДОЕМЫ

Вопрос образования слоя внутренних отложений в напорных трубопроводах из стали и серого чугуна не изучен. Исследования по влиянию вторичных загрязнений питьевой воды на здоровье человека не проводятся. Установлены экологические аспекты эксплуатации металлических водопроводных сетей с внутренними отложениями и показаны последствия их влияния при эксплуатации. Был дан прогноз изменения качественных характеристик питьевой воды и характеристик воды водоемов при сбросе в них очищенных сточных вод по трубам, работающим полным сечением. Приведены влияния структуры и состава внутренних отложений при разной толщине слоя отложений на изменение характеристик питьевой воды и воды водоемов, в которые сбрасываются очищенные сточные воды. Из слоя отложений на стенках металлических водопроводных труб могут выделяться в питьевую воду растворимые элементы, способствующие ее вторичному загрязнению. Также, из слоя отложений на стенках выпусков в водоемы, работающих полным сечением, в сбрасываемый поток сточных вод аналогично могут выделяться микроскопические элементы, образующие поля мутности, изменяющие прозрачность воды водоема и способные привести к некрозу водной растительности на дне водоема. Внутренние отложения на стенках металлических труб являются источником образования вторичных загрязнений питьевой воды. Отложения на внутренней поверхности металлических выпусков сточных вод в водоемы изменяют прозрачность воды водоема, создают поля мутности и приводят к некрозу водной растительности. При эксплуатации металлических труб рекомендуется: проводить исследования влияния вторичных загрязнений питьевой воды на здоровье человека; проводить исследования влияния допустимых размеров микрочастиц в очищенных сточных водах, транспортируемых по трубам, работающих полным сечением, оседающих на дне водоема и на донной растительности; разработать ГОСТ, регламентирующий допустимые размеры микрочастиц в очищенных сточных водах, сбрасываемых в открытые водные источники, предотвращающих образование полей мутности в точках сброса очищенных сточных вод в открытые водоемы.

Ключевые слова: эксплуатация трубопроводов, внутренние отложения, вторичное загрязнение, очищенные стоки, некроз растительности.

Конфликт интересов: в представленной публикации отсутствует заимствованный материал без ссылок на автора и (или) источник заимствования; нет результатов научных работ, выполненных автором (авторами) публикации, лично и (или) в соавторстве, без соответствующих ссылок. Автор (ы) декларирует отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.

DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-67-72

Введение

В процессе жизненного цикла «Эксплуатация» металлических трубопроводов водоснабжения и водоотведения», работающих полным сечением, на внутренних стенках

труб, как правило, образуется слой отложений, влияющий на значения гидравлических характеристик труб и на качественные характеристики питьевой воды, а также на характеристики воды водоемов, в которые сбрасываются очищенные сточные воды (рис. 1).



Рис. 1. Трубы водоснабжения – а), трубы водоотведения – б)

Следует отметить, что для трубопроводов систем водоснабжения слой внутренних отложений на их рабочей поверхности образуется только на стенках стальных труб и труб из серого чугуна. В трубах из других видов материалов, как правило, внутренние отложения отсутствуют [1, 2, 3].

Рассмотрим влияние слоя отложений на внутренней поверхности металлических труб водоснабжения и водоотведения более подробно.

Качественные характеристики питьевой воды, транспортируемой по водопроводным сетям из стали и серого чугуна, зависят, прежде всего, от физико-химического состава воды и скорости ее движения по трубопроводу.

Природа и механизм образования слоя внутренних отложений в напорных трубопроводах из стали и серого чугуна до настоящего

времени практически не изучен. Однако уже разработаны способы предотвращения образования слоя внутренних отложений в стальных трубопроводах водоснабжения [4, 5]. Например, двенадцатилетний опыт эксплуатации стальных сетей водоснабжения в МУП «Водоканал» г. Череповца, использующий реагент нового поколения на основе ПГМГ-ГХ, подтверждает это. За указанный период времени толщина слоя внутренних отложений – не увеличивалось, что способствует продлению периода эксплуатации трубопроводов из стальных труб [6, 7, 8].

На рис. 2 приведен фрагмент слоя отложений на внутренней поверхности стальных труб питьевого водоснабжения. Вполне вероятно, что из каждого слоя отложений 1–2–3–4 возможно выделение в движущийся поток воды элементов, которые будут вторично загрязнять питьевую воду.

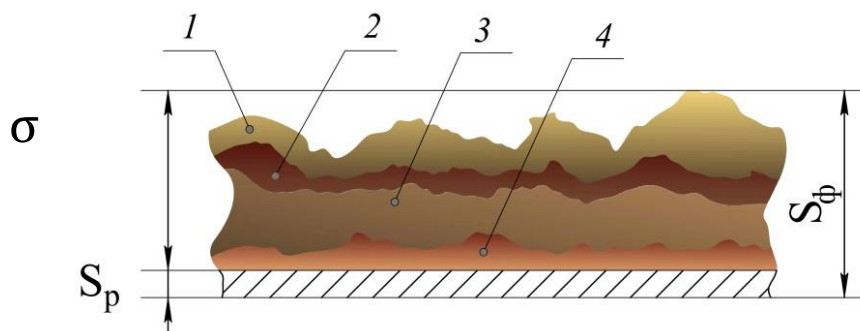


Рис. 2. Фрагмент слоя отложений и их структура на внутренней поверхности стальных труб (1 – рыхлый поверхностный слой; 2 – твердый слой отложений – скорлупа; 3 – рыхлое ядро; 4 – подошва отложений)

Материалы и методы

Исследованиями, приведенными на металлических водопроводных трубах со слоем отложений σ в НИУ МГСУ, установлены элементы, входящие в структуру слоя отложений. Однако, исследований их влияния на здоровье человека и на окружающую среду до настоящего времени не проводилось [9, 10, 11].

Логично предположить, что в зависимости от характеристик качественного состава питьевой воды, природы ее происхождения, гидравлического режима, изменяется состав

и толщина слоя отложений на стенках металлических труб. Очевидно, что в конечной точке водопроводной сети потребители будут получать воду, в которой имеются растворенные вторичные загрязнения, образованные слоем осадка на внутренней поверхности труб [12]. Исследований по влиянию вторичных загрязнений питьевой воды на здоровье человека до настоящего времени никем не проводилось. Считается, что чем больше толщина слоя отложений на внутренних стенках труб, тем больше их влияние на возможность вторичного загрязнения питьевой воды и загрязнение воды

водоема, куда сбрасываются по металлическим трубам, работающим полным сечением, очищенные сточные воды [13,14,15].

Этот процесс называется седиментацией.

Такие частицы в сточных водах, сбрасываемых в водоем, создают поля мутности, изменяющие прозрачность воды водоема, выпадают на дно водоема и на донную водную

растительность, что может приводить к ее некрозу, и, как следствие, к снижению видового разнообразия растительности водоема в месте сброса очищенных сточных вод. [16, 17].

При вертолетном видео – контроле акваторий, в которые сбрасываются сточные воды, зафиксированы поля мутности водоемов в разных регионах страны (рис. 3) [18].



а)



б)



в)

Рис. 3. Поля мутности у береговой линии открытых водоемов в населенных пунктах – а, б, в

Результаты и их обсуждение

В металлических трубах систем водоотведения, к которым также относятся вы-

пуски сточных вод в открытые водоемы, работающие полным сечением, также образуется слой отложений, как показано на рис. 4.



Рис. 4. Фрагмент отложений на внутренней поверхности канализационного выпуска в водоем

Выводы

Таким образом, в процессе эксплуатации трубопроводов внутренние отложения на стенках водопроводных труб и трубах выпусков в водоемы, работающих полным сечением, являются источником образования вторичных загрязнений, оказывающих влияние на экологические аспекты эксплуатации металлических трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения.

Поэтому требуется:

- Проведение масштабных государственных исследований влияния вторичных загрязнений питьевой воды на здоровье человека;
- Разработать требования, которые бы позволили снизить использование металлических труб из стали и серого чугуна;

– Разработать меры, предотвращающие возможность образования отложений;

– Проведение для государства исследований влияния допустимых размеров микрочастиц в очищенных сточных водах, транспортируемых по трубам, работающих полным сечением, оседающих на дне водоема и на донной растительности;

– Разработать государственный стандарт, регламентирующий допустимые размеры микрочастиц в очищенных сточных водах, сбрасываемых в открытые водные источники, предотвращающих образование полей мутности в точках сброса очищенных сточных вод в открытые водоемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Продоус О. А., Новиков М.Г., Самбурский Г.А., Шипилов А.А., Терехов Л.Д., Якубчик П.П., Чесноков В.А. Рекомендации по реконструкции неновых металлических трубопроводов из стали и серого чугуна. // Изд. ООО «Свое издательство», Санкт-Петербург Москва, 2021. 36 с. ил.
2. Ильин Ю.А., Игнатчик В.С., Игнатчик С.Ю. Определение показателей экологической безопасности канализационных очистных сооружений. // «Водоснабжение и санитарная техника», № 3, 2013. С. 11-17.
3. Яковлев С.В., Калищун В.И. Самоочищение канализационной сети. // «Водоснабжение и санитарная техника», № 2. 1970. С. 4-7.
4. Войнова И.И., Новиков М.Г., Продоус О.А. Продление периода эксплуатации трубопроводов водоснабжения из стальных и чугунных труб. // Журнал «Инженерные системы» АВОК– Северо-Запад, № 1, 2019. С. 44-47.
5. Продоус О.А., Шлычков Д.И., Спицов Д.В. Предотвращение вторичного загрязнения питьевой воды в металлических сетях водоснабжения. // МГСУ «Строительство: Наука и образование, 2022. С.62-71.
6. Новиков М.Г., Продоус О.А. Предотвращение вторичного загрязнения воды в централизованных системах водоснабжения при ее транспортировке потребителям. // Журнал «ВРВ «Водные ресурсы и водопользование», № 12 (215) 2021. г. Нур-Султан, Казахстан. С. 17-20.
7. Ai-Yong Zhang, Nai-Hui Huang, Chen Zhang, Pin-Cheng Zhao, Tan Lin, Yuan-Yi He, Jing-Wei Feng, Heterogeneous Fenton decontamination of organoarsenicals and simultaneous adsorption of released arsenic with reduced secondary pollution, //Chemical Engineering Journal, Volume 344, 2018, Pages 1-11, ISSN 1385-8947, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.03.072>.
8. Li P. et al. Degradation of nitrate and secondary pollution in drinking water by S-NZVI prepared from steel pickling waste liquor //Journal of Hydro-Environment Research. 2020. T. 28. C. 15-21.
9. Wang C. et al. Pollution emission characteristics, distribution of heavy metals, and particle morphologies in a hazardous waste incinerator processing phenolic waste //Journal of hazardous materials. – 2020. T. 388. C. 121751.
10. Griffiths D. R. Controlling secondary pollution impacts during enhanced in situ anaerobic bioremediation //Sustainable Remediation of Contaminated Soil and Groundwater. Butterworth-Heinemann, 2020. C. 201-220.
11. Kameswaran S., Gunavathi Y., Krishna P. G. Dust pollution and its influence on vegetation-a critical analysis //Research Journal of Life Sciences, Bioinformatics, Pharmaceutical and Chemical Sciences. 2019. T. 5. №. 1. C. 341-363.
12. Therrien J. D., Nicolai N., Vanrolleghem P. A. A critical review of the data pipeline: how wastewater system operation flows from data to intelligence //Water Science and Technology. 2020. T. 82. №. 12. C. 2613-2634.
13. Liu Y. et al. Multi-objective optimization of energy consumption in crude oil pipeline transportation system operation based on exergy loss analysis //Neurocomputing. 2019. T. 332. C. 100-110.
14. Li T. et al. Rock-pipeline impact force and pipeline response during deep-water rock dumping operation //Marine Structures. 2022. T. 84. C. 103235.
15. Huang F. et al. Research on 3D Defect Information Management of Drainage Pipeline Based on BIM //Buildings. 2022. T. 12. №. 2. C. 228.

16. Ba Z. et al. Corrosion risk assessment model of gas pipeline based on improved AHP and its engineering application // Arabian Journal for Science and Engineering. 2022. Т. 47. №. 9. С. 10961-10979.

17. Wang J., Li L. Reliability Analysis Based on Pipeline Leak Detection // 2022 4th International Conference on Intelligent Control, Measurement and Signal Processing (ICMSP). IEEE, 2022. С. 280-284.

Продоус Олег Александрович,

Доктор технических наук,

Профессор, независимый эксперт по «Водоснабжению и Канализации», г. Санкт Петербург, Россия

e-mail: pro@enco.su

Шлычков Дмитрий Иванович,

Кандидат технических наук, доцент

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, \ г. Москва, Россия

e-mail: ShlyichkovDI@mgsu.ru

Озерова Екатерина Михайловна,

Кандидат технических наук, заместитель директора

ООО «НТЦ инновационных технологий» г. Санкт-Петербург, Россия

e-mail: emoz@yandex.ru

O. A. PRODOUS, D. I. Shlychkov, E. M. Ozerova

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE OPERATION OF METAL WATER SUPPLY NETWORKS AND WASTEWATER DISCHARGES INTO RESERVOIRS

The issue of formation of a layer of internal deposits in pressure pipelines made of steel and gray cast iron has not been studied. Studies on the effect of secondary pollution of drinking water on human health are not carried out. The ecological aspects of the operation of metal water supply networks with internal deposits are established and the consequences of their influence during operation are shown. A forecast was given of changes in the quality characteristics of drinking water and the characteristics of water bodies when treated wastewater is discharged into them through pipes operating with a full cross section. The effects of the structure and composition of internal sediments with different thickness of the sediment layer on the change in the characteristics of drinking water and water reservoirs into which treated wastewater is discharged are given. From the layer of deposits on the walls of metal water pipes, soluble elements can be released into drinking water, contributing to its secondary contamination. Also, microscopic elements forming turbidity fields that change the transparency of the reservoir water and can lead to necrosis of aquatic vegetation at the bottom of the reservoir can similarly be released from the sediment layer on the walls of outlets into reservoirs operating with a full cross section into the discharged wastewater stream. Internal deposits on the walls of metal pipes are a source of secondary contamination of drinking water. Deposits on the inner surface of metal wastewater discharges into reservoirs change the transparency of the reservoir water, create turbidity fields and lead to necrosis of aquatic vegetation. When using metal pipes, it is recommended to: conduct studies of the effect of secondary contamination of drinking water on human health; conduct studies of the effect of permissible sizes of microparticles in treated wastewater transported through pipes operating with a full cross section, settling at the bottom of the reservoir and on bottom vegetation; to develop a GOST regulating the permissible sizes of microparticles in treated wastewater discharged into open water sources, preventing the formation of turbidity fields at the points of discharge of treated wastewater into open reservoirs.

Keywords: pipeline operation, internal deposits, secondary pollution, treated effluents, vegetation necrosis.

REFERENCES

1. 1. Prodous O. A., Novikov M.G., Sambursky G.A., Shipilov A.A., Terekhov L.D., Yakubchik P.P., Chesnokov V.A. Recommendations for the reconstruction of non-standard metal pipelines made of steel and gray cast iron. // Ed. LLC "Svoe publishing House", St. Petersburg Moscow, 2021. 36 p. il.
2. Ilyin Yu.A., Ignatchik V.S., Ignatchik S.Yu. Determination of environmental safety indicators of sewage treatment plants. // «Water supply and sanitary equipment», No. 3, 2013. pp. 11-17.
3. Yakovlev S.V., Kalitsun V.I. Self-cleaning of the sewer network. // «Water supply and sanitary equipment», No. 2. 1970. pp. 4-7.

4. Vointseva I.I., Novikov M.G., Prodous O.A. Prolongation of the period of operation of water supply pipelines made of steel and cast-iron pipes. // Journal «Engineering systems» AVOK- North-West, No. 1, 2019. pp. 44-47.
5. Prodous O.A., Shlychkov D.I., Spitsov D.V. Prevention secondary contamination of drinking water in metal water supply networks. // MGSU Construction: Science and Education, 2022. pp.62-71.
6. Novikov M.G., Prodous O.A. Prevention of secondary water pollution in centralized water supply systems during its transportation to consumers. // Journal «VRV» Water resources and water use", No. 12 (215) 2021. Nur-Sultan, Kazakhstan. pp. 17-20.
7. Ai-Yong Zhang, Nai-Hui Huang, Chen Zhang, Ping-Cheng Zhao, Tang Lin, Yuan-Yi He, Jing-Wei Feng, Heterogeneous Fenton disinfection of organo-arsenic compounds and simultaneous adsorption of released arsenic with reduction of secondary pollution, //Journal of Chemical Engineering, volume 344, 2018, Pages 1-11, ISSN 1385-8947, <https://doi.org/10.1016/j.cje.2018.03.072>.
8. Li P. et al. Decomposition of nitrates and secondary contamination of drinking water using S-NZVI prepared from steel etching waste //Journal of Hydro-Environment Research. 2020. Vol. 28. pp. 15-21.
9. Wang S. et al. Characteristics of pollutant emissions, heavy metal distribution and particle morphology in a hazardous waste incinerator processing phenolic waste //Journal of Hazardous Materials. 2020. Vol. 388. p. 121751.
10. Griffiths D. R. Control of secondary pollution exposure with enhanced anaerobic bioremediation in situ //Sustainable reclamation of polluted soils and groundwater. Butterworth-Heinemann, 2020. pp. 201-220.
11. Kameswaran S., Gunavati Yu., Krishna P. G. Dust pollution and its impact on vegetation - a critical analysis //Research Journal of Life Sciences, Bioinformatics, Pharmaceutical and Chemical Sciences. 2019. Vol. 5. No. 1. pp. 341-363.
12. Terrien J. D., Nicolai N., Vanrolleghem P. A. Critical review of the data transmission pipeline: how the functioning of the wastewater treatment system moves from data to intelligence //Science and technology in the field of water resources. 2020. Vol. 82. no. 12. pp. 2613-2634.
13. Liu Yu. and others . Multi-purpose optimization of energy consumption during the operation of the crude oil pipeline transportation system based on the analysis of exergy losses //Neurocomputing. 2019. Vol. 332. p. 100-110.
14. Li T. et al. The impact force of the rock on the pipeline and the reaction of the pipeline during deep-water work on rock dumping //Marine structures. 2022. Vol. 84. p. 103235.
15. Juan F. and others . Research on the management of 3D information about drainage pipeline defects based on BIM //Buildings. 2022. Vol. 12. No. 2. p. 228.
16. Ba Z. et al. A model for assessing the corrosion risk of a gas pipeline based on an improved AHP and its engineering application //Arabian Journal for Science and Engineering. 2022. Vol. 47. No. 9 pp. 10961-10979.
17. Wang J., Li L. Reliability analysis based on leak detection in pipelines //4th International Conference 2022 on Intelligent Control, Measurement and Signal Processing (ICMSP). IEEE, 2022. pp. 280-284.

Prodous Oleg Aleksandrovich

Independent expert on «Water supply and Sewerage», St. Petersburg, Russian Federation
e-mail: pro@enco.su

Shlychkov Dmitriy Ivanovich

National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), Moscow, Russian Federation.
e-mail: SHlychkovDI@mgau.ru

Ozerova Ekaterina Mikhaylovna

Deputy Director of LLC «STC of Innovative Technologies», St. Petersburg, Russian Federation
e-mail: emoz@yandex.ru

Для цитирования: Продоус О. А., Шлычков Д. И., Озерова Е. М., Экологические аспекты эксплуатации металлических водопроводных сетей и выпусков сточных вод в водоемы // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. № 3. С. 67-72. DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-67-72

For citation: Prodous O. A., Shlychkov D. I., Ozerova E. M., Environmental aspects of the operation of metal water supply networks and wastewater discharges into reservoirs. *Biosfernaya sovместimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: human, region, technologies]. 2023. 3. Pp. 67-72. (In Russian). DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-67-72

О. В. ЯНЦЕН, А. В. ФЕВРАЛЬСКИХ

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПАКЕТОВ ПРОГРАММ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ

В данной работе представлены результаты CFD-моделирования аэротенка. В настоящей работе CFD-технологии используются для определения вероятных областей осаждения ила путем численного решения осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса вязкого турбулентного течения несжимаемой жидкости. В результате CFD моделирования построено поле скорости в продольном сечении проточной области. Определены поля скорости, давления и характеристик завихренности во всей области течения, области возможного торможения и области повышенной концентрации ила.

Одним из главных преимуществ использования современных пакетов программ для моделирования и проектирования систем водоснабжения и водоотведения является возможность точного прогнозирования поведения системы в различных условиях.

Ключевые слова: биологическая очистка сточных вод, численное моделирование, гидрогазодинамика, CFD-моделирование, аэротенк, доза ила.

DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-73-78

Одним из главных преимуществ использования современных пакетов программ CFD-моделирования (CFD - Computational Fluid Dynamics, вычислительная гидродинамика) в проектировании систем водоотведения является возможность детального прогнозирования картины течения. Современные технологии CFD моделирования основываются на применении CAD-моделирования – информационного представления геометрической модели всего сооружения или его фрагмента – в частности, пространства течения. Пакеты программ CAD-моделирования часто имеют возможность интеграции с различными видами данных, включая данные о потреблении воды, карты и другие виды информации, что позволяет повысить качество проектных решений [1, 2, 3]. Важным преимуществом использования технологий CAD и CFD моделирования является возможность сокращения затрат на испытания с использованием пилотных установок путем частичного замещения их испытаниями «цифрового прототипа».

В настоящей работе исследуются возможности CAD и CFD моделирования для определения картины течения в системе гидравлического перемешивания активного ила

в зоне денитрификации, которое осуществляется за счет изменения направления течения в ее проточной части, то есть без использования перемешивающих устройств (мешалок). Предполагается, что поддержание активного ила во взвешенном состоянии происходит за счет восходяще-нисходящего продвижения сточной жидкости [4, 5, 6, 7, 8, 9].

Основными условиями, обеспечивающими нормальное протекание процессов в аэротенке, являются: равномерное распределение биомассы активного ила, оптимальное взаимодействие микроорганизмов с субстратом загрязнений. Таким образом, сформированы следующие задачи моделирования:

- спрогнозировать картину течения жидкости и осаждения активного ила;
- определить вероятные застойные зоны;
- проанализировать возможность перехода от гидродинамических расчетов отдельных конструкций к задаче автоматизированной оптимизации.

Процесс CFD-расчета включает:

- создание геометрической модели (CAD-модели) исследуемого узла;
- создание сеточной модели расчетной зоны;
- создание расчетной модели путем дополнения сеточной модели расчетными

условиями. Задаётся набор уравнений, которые требуется решить;

- итеративные вычисления;
- анализ результатов численного моделирования;

Для подготовки геометрии, представляющей дизайн проектируемой установки, использовался модуль Компас V21 (рис.1). Для расчетов использовался решатель ANSYS Fluent.

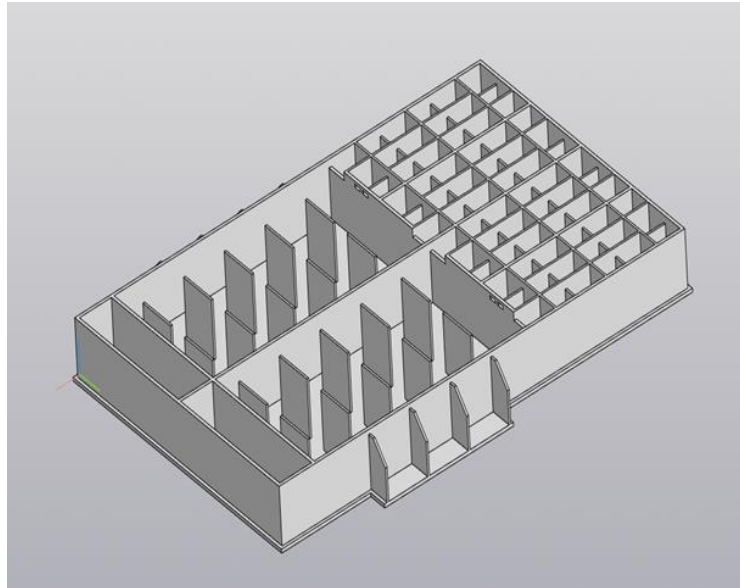


Рис. 1. Геометрическая модель (CAD-модели)

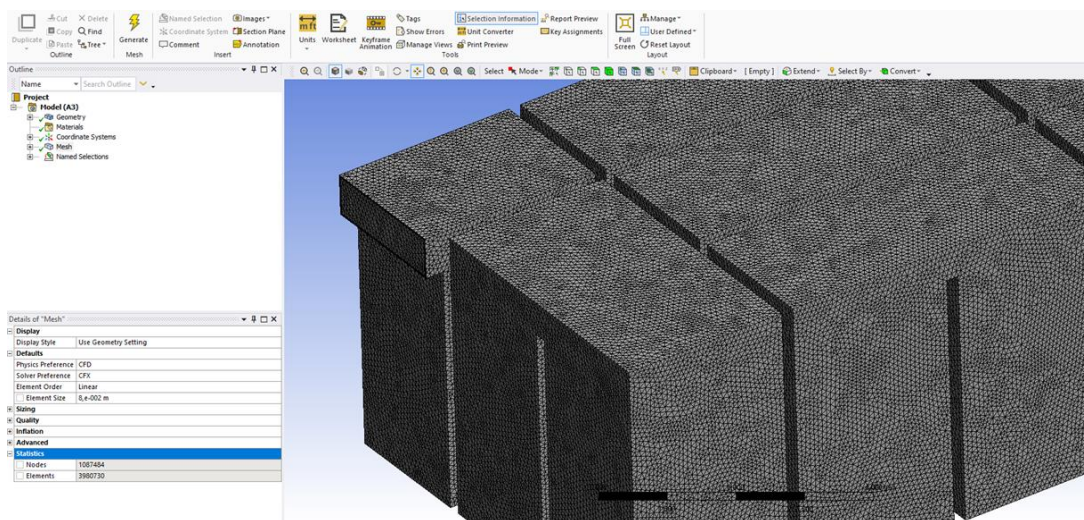


Рис 2. Сеточная модель проточной области

Сеточная модель области течения построена в программе Ansys Mesh (рисунок 2) содержит около 8 млн тетраэдров. Для воспроизведения эпюры скорости вблизи стенок построены призматические слои. Принимается, что доля турбулентности в кинетической энергии на входе не превосходит 5%.

В настоящей работе CFD-технологии используются для определения вероятных областей осаждения ила путем численного решения осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса вязкого турбулентного течения несжимаемой жидкости.

$$\begin{cases} \frac{\partial \vec{V}}{\partial t} = -(\vec{V} \cdot \nabla) \cdot \vec{V} + v_k \Delta \vec{V} - \frac{1}{\rho_k} \nabla p + \vec{f} \\ \frac{\partial}{\partial t} \rho_k \alpha_k + \nabla \rho_k \alpha_k \vec{V} = 0 \\ \sum_{k=1}^n \alpha_k = 1 \end{cases}$$

$\vec{V}$ -вектор скорости, v_k - кинематическая вязкость, ρ - плотность, p -давление, $\vec{f}$ - сумма внешних (массовых) сил, α_k -объемная доля вещества, обозначенного индексом k (воды или ила).

Для расчетов приняты следующие допущения:

– число Рейнольдса $2,7 \cdot 10^6$ – течение турбулентное, используется модель турбулентности k-Epsilon (k – кинетическая энергия турбу-

лентности, Epsilon – скорость ее диссипации);

– активный ил моделируется в виде дисперсной фазы размером около 300 мкм;

– для расчета коэффициента сопротивления частиц ила используется модель Шиллера-Ньюмана;

в краевой задаче Коши принимаются следующие граничные условия: граничное условие входа по скорости (0,9 м/с), граничное условие выхода с нулевым перепадом давления, граничное условие непротекания и торможения на стенках.

В результате CFD моделирования построено поле скорости в продольном сечении проточной области. Определены поля скорости, давления и характеристик завихренности во всей области течения, представленные на рис. 3.

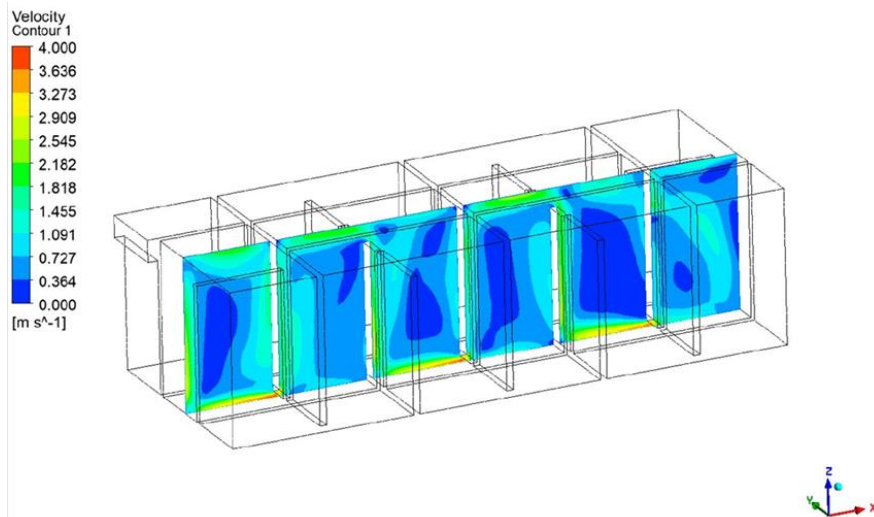


Рис 3. Продольное сечение проточной области

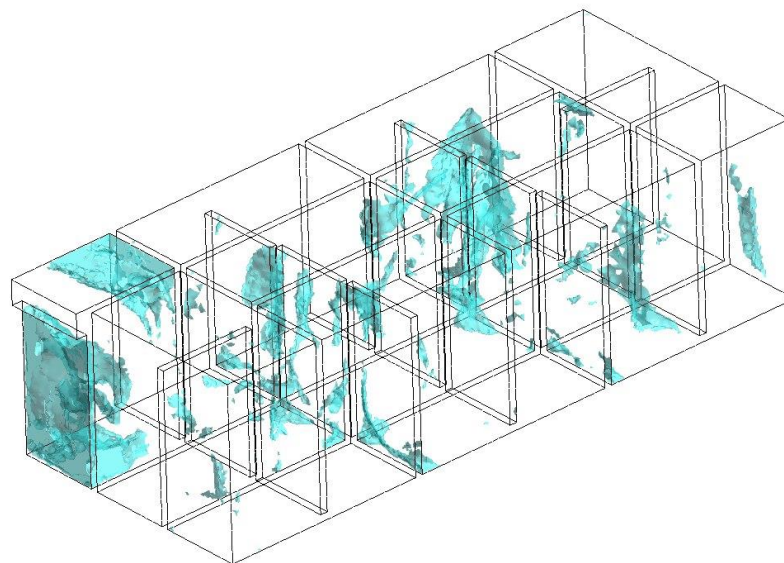


Рис 4. Области возможного торможения (скорость меньше 0,1 м/с) течения

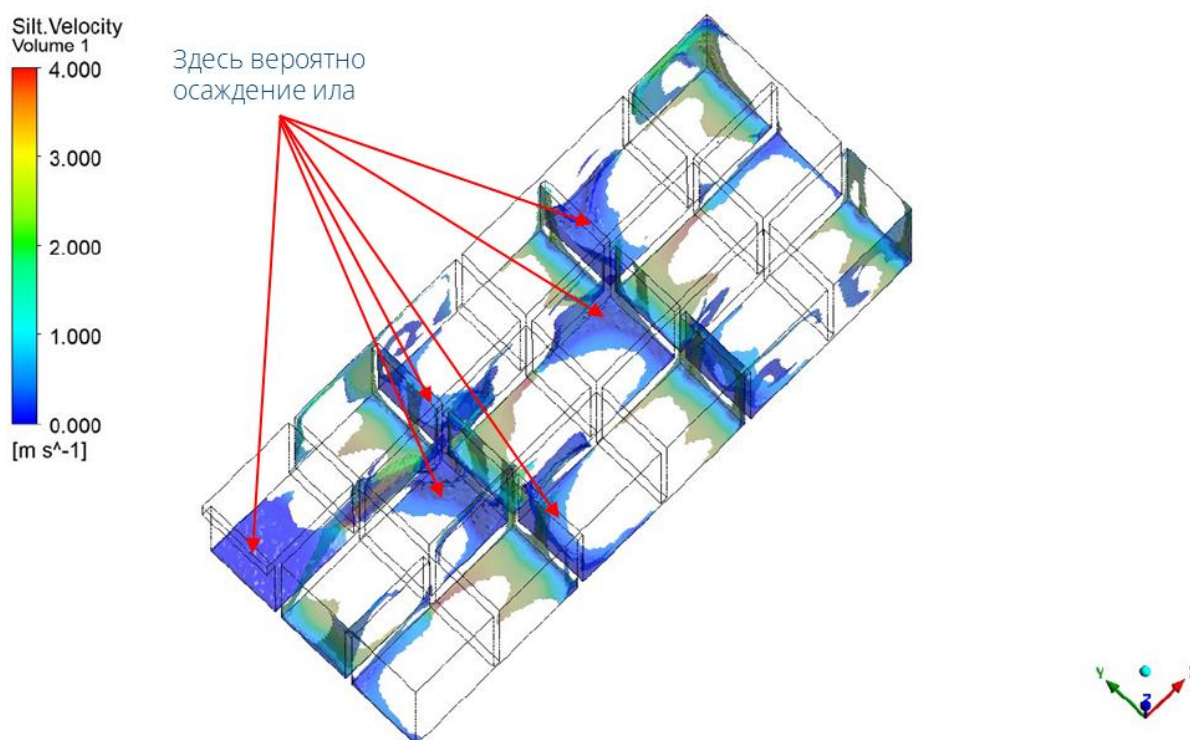


Рис 5. Области повышенной концентрации ила с колоризацией по скорости

Области повышенной концентрации ила с колоризацией по скорости: глубокий синий цвет показывает области торможения и, соответственно, осаждения. В расчете учитывается доза ила по объему.

Детальное понимание гидродинамики аэротенков имеет решающее значение для повышения эффективности очистки, оптимизации конструкции процесса и энергоэффективной работы. Используя инструменты CFD-моделирования можно рассчитывать оптимальные скорости и дозу ила для наименьшего осаждения, расставлять перемешивающие устройства при необходимости, принимать решения о применении технологического оборудования [10, 11, 12, 13, 14, 15].

Эти факторы вызвали повышенный интерес к использованию вычислительной гидродинамики (CFD) для оценки эффективности систем очистки сточных вод. Хотя такие факторы, как неверные исходные данные, неправильный выбор модели и чрезмерное упрощение являются потенциальными источниками выходных ошибок.

Выводы

– Использование CFD-моделирования позволят в разумные сроки проработать конструктивные решения аэротенка на предпроектной стадии и определить области торможения потока и возможного осаждения ила.

– На основе CFD-моделирования можно выполнять расчеты вариантов конструкций с целью решения задач оптимизации в автоматизированном режиме, перестраивая параметризованную геометрию и подставляя ее в отлаженный рабочий процесс «сетка – модель – расчет – результат».

– В качестве параметров расчета также может выступать скорость течения, доза ила, физические свойства воды и другие начальные данные.

– Методы CFD-моделирования позволяют учитывать химические реакции в ходе многофазных расчетов связанного, взаимно влияющего течения жидкостей и газов, как в гомогенных, так и в гетерогенных постановках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Faram M. G., Harwood R. CFD for the water industry; the role of CFD as a tool for the development of wastewater treatment systems //Fluent users' seminar. 2000.
2. Arunkumar R., Simonovic S. P. Water Resources Research Report. 2017.
3. Баженов В. И., Кичигина С. Е. Прогноз срыва функционирования сооружений аэробной биологической очистки //Экология и промышленность России. 2007. №. 10. С. 30-32.
4. Андреев С. Ю. и др. Биологическая очистка хозяйственно-бытовых сточных вод на основе гидравлического секционирования //Региональная архитектура и строительство. 2016. №. 3. С. 131-137.
5. К вопросу совершенствования технологического оборудования для процессов очистки сточных вод реагентным методом / Е. А. Урецкий, Е. С. Гогина, А. П. Дарманиян, В. В. Мороз // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2021. № 4(36). С. 62-75
6. Смирнов А. В. и др. Гидравлические аспекты реализации технологий нитри-денитрификации и биологического удаления фосфора в аэротенках //Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. 2019. №. 6. С. 40-51.
7. Баженов В. И. Инженерное оформление крупных аэротенков по экономичному принципу //Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2008. №. 1. С. 66-80.
8. Казаков В. Д., Пельменёва Н. Д. Исследование гидродинамики циркуляционных потоков жидкости в аэротенке, возникающих под действием аэрирующих систем //Вестник Иркутского государственного технического университета. 2010. №. 2 (42). С. 162-166
9. Созник А. П., Горносталь С. А. Описание процессов, происходящих в системе «аэротенк–вторичный отстойник», и их физическое моделирование. 2008.
10. Кириллов А. Н., Смирнов Н. В. Компьютерное моделирование и управление процессом биологической очистки сточных вод в аэротенке //Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. 2018. №. 26. С. 142-157.
11. Первых И. А., Зеленин А. М., Сосна В. М. Физическое моделирование газогидродинамической обстановки в аэротенке-вытеснителе //Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. №. 8 (79). С. 89-93.
12. Баженов В. И., Эпов А. Н., Носкова И. А. Использование комплексов имитационного моделирования для технологий очистки сточных вод //Водоснабжение и санитарная техника. 2014. №. 2. С. 62-71.
13. Баженов В. И., Эпов А. Н., Носкова И. А. Использование комплексов имитационного моделирования для технологий очистки сточных вод //Водоснабжение и санитарная техника. 2014. №. 2. С. 62-71.
14. Беляев Н. Н. и др. Компьютерное моделирование процессов биологической очистки сточных вод в аэротенках с пластинами. 2020.
15. Горносталь С. А. Анализ результатов математического моделирования процессов биологической очистки сточных вод в аэротенках. 2010.

Янцен Ольга Викторовна

руководитель научно - технического центра, ООО «ВТ Эксперт», г. Москва, Россия
Научный сотрудник, Лаборатория качества среды обитания человека и энергоэффективности городского хозяйства, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет»,
e-mail: yantsenov@bk.ru

Февральских Андрей Владимирович

К.т.н. научный сотрудник Учебно-научно-производственной лаборатории аэродинамических и аэроакустических испытаний строительных конструкций (УНПЛ ААИСК) Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» г. Москва, Россия
e-mail: a.fevralskih@gmail.com

O. V. YANTSEN, A. V. FEVRALSKIKH

THE POSSIBILITIES OF USING MODERN SOFTWARE PACKAGES FOR MODELING AND DESIGNING WASTEWATER DISPOSAL SYSTEMS

This paper presents the results of CFD modeling of an aerotank. In this paper, CFD technologies are used to determine the probable areas of sludge deposition by numerically solving the Reynolds-averaged Navier-Stokes equations of viscous turbulent incompressible fluid flow. As a result of CFD modeling, a velocity field is constructed in the longitudinal section of the flow area. The fields of velocity, pressure and vorticity characteristics in the entire flow region, the area of possible braking and the area of increased sludge concentration are determined.

One of the main advantages of using modern software packages for modeling and designing water supply and sanitation systems is the ability to accurately predict the behavior of the system in various conditions.

Keywords: *Biological wastewater treatment, numerical modeling, hydrogas dynamics, CFD modeling, aerotank, sludge dose*

REFERENCES

1. Faram M. G., Harwood R. CFD for the water industry; the role of CFD as a tool for the development of wastewater treatment systems //Fluent users' seminar. 2000.
2. Arunkumar R., Simonovic S. P. Water Resources Research Report. 2017.
3. Bazhenov V. I., Kichigina S. E. Forecast of disruption of the functioning of aerobic biological treatment facilities //Ecology and industry of Russia. 2007. No. 10. PP. 30-32.
4. Andreev S. Yu. et al. Biological treatment of domestic wastewater based on hydraulic partitioning //Regional architecture and construction. 2016. No. 3. pp. 131-137.
5. On the issue of improving technological equipment for wastewater treatment processes by the reagent method / E. A. Uretsky, E. S. Gogina, A. P. Darmanian, V. V. Moroz // Biosphere compatibility: man, region, technologies. 2021. No. 4(36). pp. 62-75
6. Smirnov A.V. et al. Hydraulic aspects of the implementation of nitr-denitrification and biological phosphorus removal technologies in aerotanks //The best available water supply and water management technologies. 2019. No. 6. pp. 40-51.
7. Bazhenov V. I. Engineering design of large aerotanks on an economical principle //Water treatment. Water treatment. Water supply. 2008. No. 1. pp. 66-80.
8. Kazakov V. D., Pelmeneva N. D. Investigation of hydrodynamics of circulating fluid flows in an aerotank arising under the action of aerating systems //Bulletin of Irkutsk State Technical University. 2010. No. 2 (42). pp. 162-166
9. Soznik A. P., Gornostal S. A. Description of the processes occurring in the «aerotank–secondary sump» system and their physical modeling. 2008.
10. Kirillov A. N., Smirnov N. V. Computer modeling and control of the process of biological wastewater treatment in an aerotank //Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Electrical engineering, information technology, control systems. 2018. No. 26. pp. 142-157.
11. Firs I. A., Zelenin A.M., Sosna V. M. Physical modeling of the gas-hydrodynamic situation in a displacement tank //Bulletin of Irkutsk State Technical University. 2013. No. 8 (79). pp. 89-93.
12. Bazhenov V. I., Epov A. N., Noskova I. A. Use of simulation modeling complexes for wastewater treatment technologies //Water supply and sanitary equipment. 2014. No. 2. pp. 62-71.
13. Bazhenov V. I., Epov A. N., Noskova I. A. Use of simulation modeling complexes for wastewater treatment technologies //Water supply and sanitary equipment. 2014. No. 2. pp. 62-71.
14. Belyaev N. N. et al. Computer simulation of biological wastewater treatment processes in aerotanks with plates. 2020.
15. Gornostal S. A. Analysis of the results of mathematical modeling of biological wastewater treatment processes in aerotanks. 2010.

Yantsen Olga Viktorovna

Head of the Scientific and Technical Center, VT Expert LLC, Moscow, Russia

Researcher, Laboratory of Human Habitat Quality and Urban Energy Efficiency, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Moscow Polytechnic University»,
e-mail: yantsenov@bk.ru

Fevralskikh Andrey Vladimirovich

Candidate of Technical Sciences Researcher of the Educational, Scientific and Production Laboratory of Aerodynamic and Aero-acoustic Tests of Building Structures (UNPL AAISK) Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Moscow State University of Civil Engineering» Moscow, Russia
e-mail: a.fevralskih@gmail.com

Для цитирования: Янцен О. В., Февральских А. В., Возможности применения современных пакетов программ для моделирования и проектирования систем водоотведения // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. № 3. С. 73-78. DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-73-78

For citation:

Yantsen O. V., Fevralskikh A. V., The possibilities of using modern software packages for modeling and designing wastewater disposal systems *Biosferная sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: human, region, technologies]. 2023. 3. Pp. 73-78. (In Russian). DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-73-78

АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ВОДОДЕФИЦИТНЫХ РЕГИОНОВ

В настоящее время многие регионы сталкиваются с проблемой нехватки воды, которая вызвана недостаточным качеством исходных водных ресурсов и ограниченными возможностями технологий водоподготовки. Целью данной работы является совершенствование водоснабжения и решение проблемы водodefицита с применением наилучших доступных технологий на рынке. Предложено разделение хозяйственно-питьевого водоснабжения на питьевое и хозяйственно-бытовое. В данной статье представлено сравнение стоимости эксплуатации различных систем обратного осмоса, рассмотрена схема разводки дополнительных магистралей с питьевой водой внутри дома, а также размещение точек массового розлива воды с учётом плотности населения. Проведено сравнение текущих вариантов решения проблемы водodefицита в республике Калмыкия и приведено несколько альтернативных проектов улучшения качества жизни населения. Практическая значимость заключается в возможности использования исследования в качестве оперативного решения вопроса питьевого водоснабжения в проблемных регионах с использованием представленных сравнительных таблиц, схем и рекомендаций.

Ключевые слова: обратный осмос, питьевое водоснабжение, аквавендинг, водodefицит.

DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-79-86

В Российской Федерации реализуется Федеральный проект «Чистая вода», задачей которого является обеспечение максимально возможного количества граждан нашей страны качественной питьевой водой посредством систем централизованного питьевого водоснабжения. Если с требованиями к качеству питьевой воды централизованных систем водоснабжения вопросов нет [1], то возможности ряда регионов нашей страны в части строительства систем водоснабжения могут быть ограничены. Выполнение мероприятий ФП «Чистая вода» затруднена в водodefицитных регионах нашей страны. Эти затруднения могут быть связаны с качеством исходных источников, технологическими возможностями водоподготовки, а также вторичным загрязнением воды в трубопроводах. Исходя из данных Роспотребнадзора [2], на протяжении последнего десятилетия наблюдается негативная динамика сокращения количества пригодных для использования водных объектов. Основные причины загрязнения связаны с ростом населения, неправильным землепользованием и ведением сельского хозяйства [3].

Не всегда возможно улучшить ситуацию с помощью строительства новых очистных сооружений или реконструкцией водопроводных сетей, так как полученный эффект от реализации таких проектов может быть

слишком низок, а себестоимость получаемой воды чрезмерно высокой [4].

Решить данную проблему можно с помощью оптимизации требований к организации процессов централизованного водоснабжения, пересматривая не только нормативы к качеству воды, но и сам принцип снабжения населения. На сегодняшний день существуют три вида водоснабжения (рис. 1) – хозяйственно-питьевое, промышленное, противопожарное [5-7]. Дополнительное разделение хозяйственно-питьевого водоснабжения на питьевое и хозяйственно-бытовое могло бы значительно снизить нагрузку на городские станции очистки питьевой воды, и улучшить ситуацию в регионах, где источники не соответствуют нормативам, особенно по показателям общей минерализации. Удачным примером реализации разделения может служить Гонконг, где происходит использование по 2 схемам. В первой – воду полностью очищают и обессоливают, используя в дальнейшем для хозяйственно-питьевых нужд. Вторая схема лишь частично очищает воду от крупных загрязнителей, и нужна для обеспечения технической водой санитарных узлов, систем пожаротушения [7].

Питьевой воды требуется порядка 3-4 литров в сутки на человека, поэтому теоретически нет необходимости доводить всю воду в водопроводе до такого качества. Большая

же часть чистой питьевой воды из водопровода тратится впустую на цели, для которых она не была предназначена, например, смыв в туалетах. Поэтому можно использовать существующие станции для доведения воды до

хозяйственно-бытовых требований качества, а далее непосредственно рядом с потребителем с помощью локальных установок ограничено очищать воду до питьевых нормативов.



Рис. 1. Виды водоснабжения

В качестве критериев подготовки воды для хозяйственно-бытовых целей предлагается использовать требования, сформированные в Приказе Роспотребнадзора от 28 декабря 2012 года «Об утверждении Критериев существенного ухудшения качества питьевой воды и горячей воды, показателей качества питьевой воды, характеризующих её безопасность, по которым осуществляется производственный контроль качества питьевой воды, горячей воды и требований к частоте отбора проб воды» [8], а для питьевой - действующие показатели СанПиН 2.1.3685-21 [1].

На данный момент существует большое количество методов очистки питьевой воды, однако наибольший интерес для локальных установок, очищающих ограниченный объем, представляют системы очистки на основе обратного осмоса. Важной характеристикой обратного осмоса является возможность его масштабировать и точно подбирать по показателям производительности [9-11]. Осмос может быть выполнен в виде компактной системы под раковину, аквавендинга, крупной городской станции [12]. Наибольший интерес представляют два первых типа, так как их использование наиболее экономически выгодно по сравнению с крупными установками, а также их использование практически не наносит вред экологии из-за отсутствия необходимости строить пруды испарители [13,14].

Основные элементы: блок механической очистки, удаляющий загрязнения размером до 1 мкм и повышающий срок службы мембраны; обратноосмотическая

мембрана, удаляющая до 99% всех содержащихся в воде загрязнений; блоки доочистки и минерализации, повышающее качество и вкусовые характеристики очищенной воды. Вода идёт из трубопровода с холодной водой, очищается и поступает в накопительную ёмкость или сразу в отдельно выведенный кран. Перед мембраной устанавливается отвод не прошедшей воды в дренаж [10,11].

Большинство моделей компактных систем, представленных на рынке находятся в ценовом диапазоне от 10 до 20 тыс. рублей, имеют рабочее давление от 0,2-0,8 Мпа, производительность 12 л/час, и соотношение пермеата к концентрату 1:4-1:5. Стоимость литра в первый год использования составит 3,5-4 рубля, через 5 лет 1,5-2 рубля, что значительно ниже стоимости бутилированной воды, которая сейчас составляет 30 рублей за литр.

Данные системы, несмотря на свою компактность, достаточны производительны. Так семья из 3-4 человек потребляется всего 12 литров в сутки, тогда как многие образцы способны очистить данное количество воды за час. Поэтому их можно использовать сразу для снабжения нескольких пользователей.

Пример встраивания компактных систем представлен на рисунке 2. В качестве варианта реализации выбран многоквартирный дом с тупиковой верхней разводкой и напорной ёмкостью. При таком способе вода закачивается на верх в регулируемую ёмкость или сразу поступает в тупиковую

сеть к пользователям. При такой компоновке проще всего установить систему обратного осмоса, так как уже существует подготовленное помещение и удобные условия для разводки. Дополнительное

оборудование состоит из: повысительного насоса; системы очистки; накопительной ёмкости, после которой воды самотёком распределятся по квартирам под воздействием гравитации [15,16].

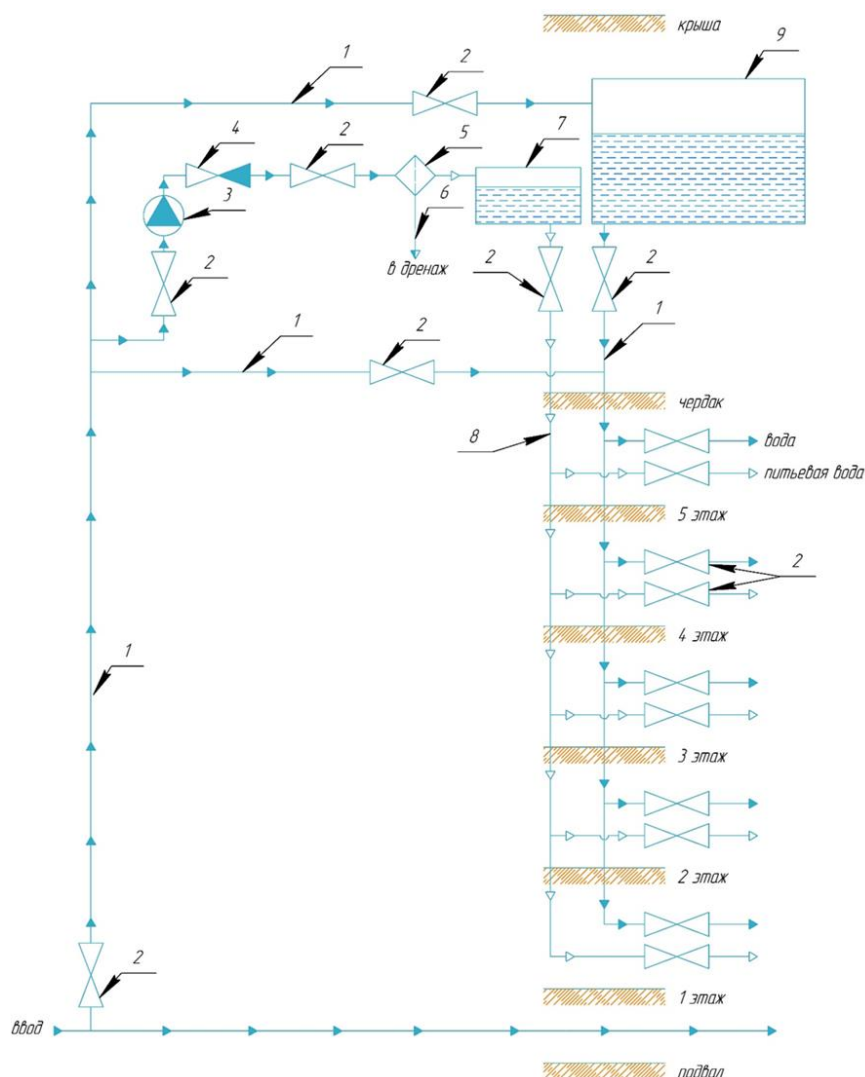


Рис. 2. Встраивание системы обратного осмоса в схему с тупиковой верхней разводкой и напорной ёмкостью

- 1- трубопровод с поступающей водой; 2- запорная арматура; 3- насос; 4- обратный клапан;
5- блок механических фильтров и обратного осмоса; 6- трубопровод с водой, не прошедшей через мембрану;
7- накопительная ёмкость питьевой воды; 8- трубопровод с питьевой водой;
9- накопительная ёмкостью с трубопроводной водой

Аквашендинг это аппараты, которые продают воду в розлив на улице, и по внешнему виду похожи на куллер. По принципу работы ничем не отличаются от систем компактного осмоса под раковину, однако более производительны и могут иметь дополнительные стадии очистки такие как ультрафиолет в накопительной ёмкости. Средняя стоимость составляет порядка 200000 руб., однако она увеличивается ещё в 2 раза при установке терминалов оплаты. Производительность составляют 2 литра в

минуту или 120 литров в час. Соотношение пермеата к концентрату 1:1-1:2, что достигается за счёт использования мощного насоса. Цифры стоимости литра во многом схожи с компактными системами, в первый год стоимость литра составляет порядка 2-2,5 рублей, через 5 лет будет около 1 рубля. В отличие от домашней системы обратного осмоса, рассчитать полную стоимость всех затрат намного сложнее из-за большого числа дополнительных платежей, таких как: аренда земли; расход электроэнергии;

обслуживание платёжных систем и инкассация; налоговый вычет на доход; повышенный тариф на воду. Для улучшения ситуации с помощью аквавендинга в вододефицитных регионах, необходимо привлекать государственную поддержку или полностью осуществлять их установку на бюджетные деньги, тем самым, не увеличивая плату из-за налогов и аренды.

Для комфортного использования весь населённый пункт должен быть покрыт сетью автоматов выдачи воды. На примере города Элиста, представленном на рисунке 3, показан план расположения 212 автоматов по всей территории, рассчитанные на снабжение 100000 человек по 3 литра питьевой воды в сутки.

При таком количестве точек налива воды оборудование будет работать только в половину от максимальной мощности, тем самым оставляя запас в случае повышенного спроса в жаркое время года или при выходе из строя и ремонте. Подробный расчёт расположения точек аквавендинга должен учитывать плотность населения, охват территории, возможность пешей доступности для всех категорий граждан. На рисунке 3 автоматы находятся каждые 500 метров, что позволяет не удаляться жителям более чем на 250 метров от своего дома. При изучении спутниковых снимков видно, что в городе значительную часть занимает частный сектор и плотность населения низкая, поэтому при составлении подробного плана размещения возможно ставить менее мощные системы.

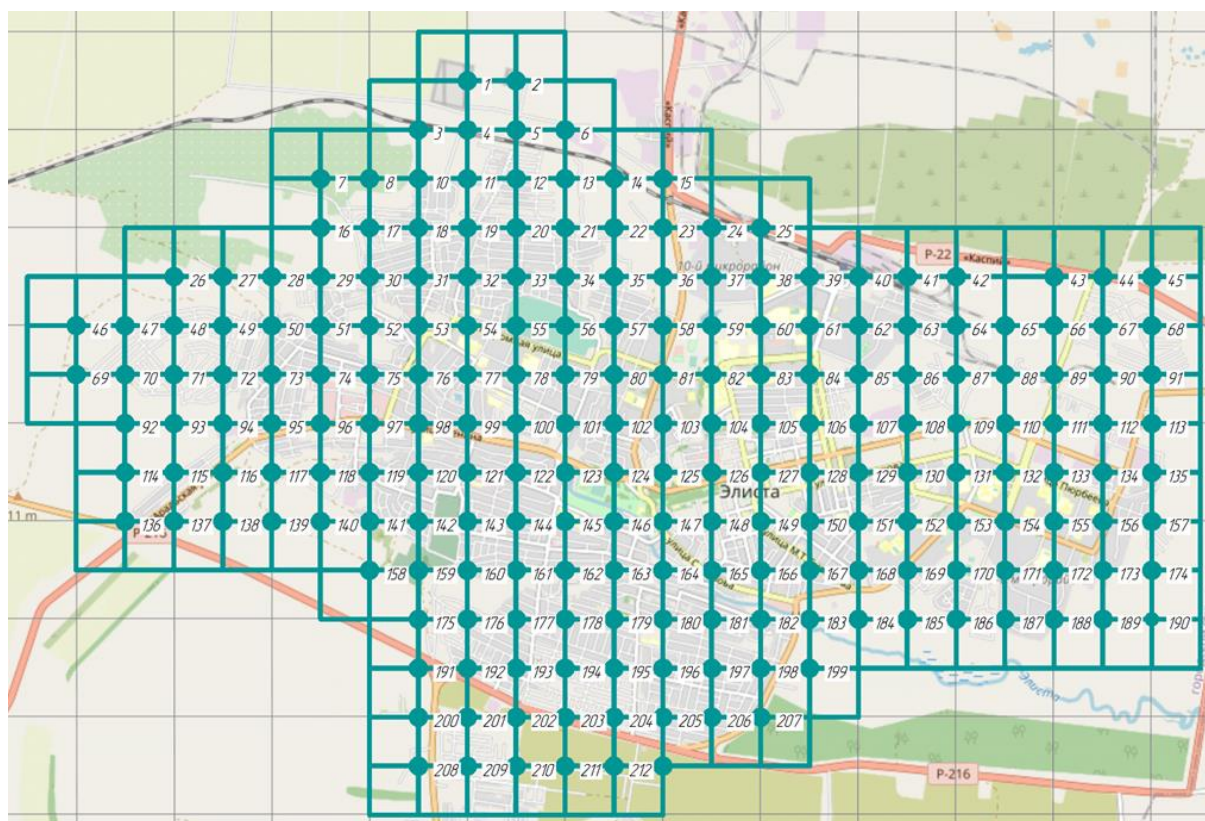


Рис. 3. Сеть автоматов аквавендинга в городе Элиста

Республика Калмыкия является самым засушливым в России, имеет непростую гидрографию и низкую плотность населения, которое проживает по большей части в западной части [17]. Большинство источников не соответствует нормативам питьевой воды и имеют повышенную минерализацию. Единственным соответствующим требованиям источником является река Волга, расположенная на востоке региона в удалении от густонаселённых участков [18].

На данный момент предложены 3 варианта решения проблемы централизованного питьевого водоснабжения в Калмыкии, каждый из которых имеет свои особенности. В двух из них пользуется обратный осмос для очистки воды из подземных источников или водохранилища. При этих схемах организации водоснабжения будет наноситься вред экологии из-за необходимости создавать пруды испарители, в которых будет накапливаться концентрат

очистки воды. Так же при реализации данных проектов будет охвачено только 110 тыс. человек из 260. Стоимость составит 4,9 и 3,7 млрд рублей соответственно.

Существует вариант строительства волжского трубопровода, однако он имеет высокую стоимость в 32 млрд рублей, при этом охватывая лишь 170 тыс. человек, а срок сдачи данного объекта планируется к 2028 году.

Альтернативным решением данных проектов может служить аквавендинг и более компактные системы обратного осмоса. В таблице 1 представлена экономическая оценка использования и стоимость реализации для всего региона. Для акваендинга указана стоимость снабжения всего населения и той части территории, которая не попадает под покрытие трубопровода после завершения строительства. Аквавендинг наиболее перспективный и простой метод воплощения в жизнь из представленных, позволит снабдить водой должного качества все населённые пункты в короткое время. Система имеет простой монтаж, с которой сможет справиться любой представитель жилищно-коммунальной службы. Для создания сети, покрывающей всю территорию необходимо использовать 1500 аппаратов.

При таком количестве создаётся значительный запас по производительности и возможному охвату снабжаемых людей. В первую очередь необходимо оснащать районы, в которых этапы строительства группового трубопровода будут завершены в последнюю очередь, или которые не попадают под строительство. Существенным преимуществом является быстрая скорость амортизации всего оборудования, в течение 10 лет, тариф можно сохранять на приемлемом уровне, значительно ниже бутилированной или привозной воды. Расчёт затрат произведён с учётом, что всё оборудование будет принадлежать государству и нет необходимости платить аренду, налоги на доход и имущество.

Вариант с массовой закупкой обратно-осмотических систем и снабжения каждого жилья (из расчёта, что в нем проживает не меньше 2 человек) экономически не оправдан, ни по стоимости реализации, ни по эксплуатации. Расходы сравнимы с централизованным водоснабжением, при этом данное оборудование имеет ограниченный срок службы и не подлежит ремонту.

Таблица
Варианты решения вододефицита с помощью компактных систем обратного осмоса

Параметр оценки	Аквавендинг		Система под раковину
Охват населения	269432	100000	269432
Количество аппаратов	1500	400	134716
Стоимость млн. руб.	600	160	2020
Эксплуатационные расходы млн. руб./год	225	60	300
Эксплуатация обратного осмоса млн. руб./год	350	93	280
Амортизация и налог на имущество млн. руб./год	75	20	-
Тариф руб./литр	2	2	3

По итогам представленного материала можно сделать следующие выводы:

1. В некоторых регионах целесообразно разделить воду для питьевого и хозяйственного использования.

2. Создание больших систем водоснабжения является тупиковым путём при низкой плотности населения и сложной гидрографии.

3. Развитие аквавендинга перспективно для решения проблем вододефицита, при этом такой способ снабжения не будет убыточным.

4. Возможно создание небольших очистных станций для подготовки питьевой воды рядом с потребителем и разведения по квартирам с использованием трубопровода

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году»/ Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. 340 с.
3. Орлов А. А., Чечевишников А. Л., Алексеенкова Е. С., Боришполец К. П., Крылов А. В., Куденева Ю. С., Мизин В. И., Никитин А. И., Федорченко А. В., Чернявский С. И. Проблема пресной воды. Глобальный контекст политики России// Ежегодник ИМИ 2013. Москва: МГИМО-Университет, 2013. Вып. 1(3). С. 8-66.
4. Николадзе, Г. И. Водоснабжение: учебное пособие для вузов/ Г. И. Николадзе, М. А. Сомов. Москва: Стройиздат, 1995. 688 с.
5. Водоподготовка: Справочник. / Под ред. С.Е. Беликова. Москва: Аква-Терм, 2007. 240с.
6. Самбурский, Г.А., Пестов, С.М. Технологические и организационные аспекты процессов получения воды питьевого качества: Издательские решения, 2017. 184 с.
7. Chau, K.W. (1993). «Management of limited water resources in Hong Kong». International Journal of Water Resources Development. 9 (1): 68–72.
8. Приказ Роспотребнадзора от 28 декабря 2012 года «Об утверждении Критериев существенного ухудшения качества питьевой воды и горячей воды, показателей качества питьевой воды, характеризующих её безопасность, по которым осуществляется производственный контроль качества питьевой воды, горячей воды и требований к частоте отбора проб воды».
9. Данилович, Д.А. Справочник наилучших эффективных технологий (базовые материалы). Раздел: Водозаборы. Сооружения водоподготовки/Д.А. Данилович. М., 2015. 111 с.
10. Рябчиков, Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования/ Б.Е. Рябчиков. Москва: ДеЛи принт, 2004. 328 с.
11. Брок, Т. Мембранная фильтрация/ Т. Брок. Москва: Мир, 1987. 464 с.
12. Кеммер И, Френк Н. Книга НАЛКО о воде/ редактор Н. Френк. Перевод М.: Изд. Иностранная литература, 1997. 1117 с.
13. Дегремон (Degremont). Технический справочник по обработке воды: 2-е изд. Санкт-Петербург: Водоканал Санкт-Петербурга: Новый журн., 2007. 920 с.
14. Куликов, Н.И. Водоснабжение: учебное пособие/ Н.И. Куликов, А.Я. Найманов, Н.Г. Насонкина, И.Н. Рождов, С.Б. Никиша, Е.Н. Куликова, Л.Н. Приходько, Д.Н. Куликов. Новосибирск: ООО «ЦСРНИ», 2016. 704 с.
15. Абрамов, Н.Н. Водоснабжение: учебное пособие для вузов/ Н. Н. Абрамов. 2-е изд. Москва: Стройиздат, 1974. 480 с.
16. Кожин, В. Ф. Очистка питьевой и технической воды/ В. Ф. Кожин. 4-е изд. Москва: ООО «БАСТЕТ», 2008. 304 с.
17. Богзыков, С.А. Водные ресурсы Калмыкии. Элиста: Калмиздат, 1970. - 86 с.
18. Калмыкия в цифрах: краткий статистический сборник: [официальное издание]/ Федеральная служба гос. статистики, Территориальный орган Федеральной службы гос. статистики по Республике Калмыкия (Калмыкиастат) Элиста: Территориальный орган Федеральной службы гос. статистики по Республике Калмыкия, 2020.

Кармазин Богдан Сергеевич

Магистрант

РТУ МИРЭА «МИРЭА – Российский технологический университет» г. Москва, Россия

e-mail: karmazin.bogdan@yandex.ru

Самбурский Георгий Александрович

Доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой Экологической и промышленной безопасности РТУ МИРЭА «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва, Россия

e-mail: gesamb@yandex.ru.

ASPECTS OF IMPROVING DRINKING WATER SUPPLY PROCESSES FOR WATER-DEFICIENT REGIONS

Currently, many regions are facing the problem of water scarcity, which is caused by the insufficient quality of the initial water resources and limited capabilities of water treatment technologies. The purpose of this work is to improve water supply and solve the problem of water scarcity using the best available technologies on the market. The division of household and drinking water supply into drinking and household water supply is proposed. This article presents a comparison of the cost of operating various reverse osmosis systems, considers the layout of additional mains with drinking water inside the house, as well as the placement of points of mass bottling of water, taking into account population density. A comparison of current solutions to the problem of water scarcity in the Republic of Kalmykia is made and several alternative projects for improving the quality of life of the population are presented. The practical significance lies in the possibility of using the study as an operational solution to the issue of drinking water

Keywords: reverse osmosis, drinking water supply, aquavending, water deficiency.

REFERENCES

1. SanPiN 1.2.3685-21 «Gigienicheskie normativy i trebovaniya k obespecheniyu bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlya cheloveka faktorov sredy obitaniya» [Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans].
2. Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Rossijskoj Federacii v 2021 godu» [State Report «On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2021»]/ Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-being. Moscow: Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-Being, 2022. -340 p.
3. Orlov A.A., CHEchevishnikov A.L., Alekseenkova E.S., Borishpolec K.P., Krylov A.V., Kudeneeva YU. S., Mizin V.I., Nikitin A.I., Fedorchenko A.V., CHernyavskij S.I. Problema presnoj vody. Global'nyj kontekst politiki Rossii [The problem of fresh water. The global context of Russian politics] // Yearbook IM 2013. Moscow: MGIMO University, 2013. Issue 1(3). pp. 8-66.
4. Nikoladze, G. I. Vodosnabzhenie: uchebnoe posobie dlya vuzov [Water supply: a textbook for universities]/ G. I. Nikoladze, M. A. Somov. Moscow: Stroyizdat, 1995. - 688 p.
5. Vodopodgotovka: Spravochnik. [Water treatment: Handbook]/ Edited by S.E. Belikov. Moscow: Aqua-Term, 2007. 240 p
6. Samburskij, G.A., Pestov, S.M. Tekhnologicheskie i organizacionnye aspekty processov polucheniya vody pit'evogo kachestva G.A. Sambursky, S.M. Pestov. [B.M.]: Publishing solutions, 2017. 184 p.
7. Chau, K.W. (1993). «Management of limited water resources in Hong Kong». International Journal of Water Resources Development. 9 (1): 68–72.
8. Prikaz Rospotrebnadzora ot 28 dekabrya 2012 gozha «Ob utverzhdenii Kriteriev sushchestvennogo uhudsheniya kachestva pit'evoy vody i goryachej vody, pokazatelej kachestva pit'evoy vody, harakterizuyushchih eyo bezopasnost', po kotorym osushchestvlyayetsya proizvodstvennyj kontrol' kachestva pit'evoy vody, goryachej vody i trebovanij k chastote otbora prob vody» [The Order «On the approval of Criteria for a significant deterioration in the quality of drinking water and hot water, drinking water quality indicators characterizing its safety, according to which production control of the quality of drinking water, hot water and requirements for the frequency of sampling of water» is carried out].
9. Danilovich, D.A. Spravochnik nailuchshih effektivnyh tekhnologij (bazovyematerialy). Razdel: Vodozabory. Sooruzheniya vodopodgotovki [Reference book of the most effective technologies (basic materials). Section: Water intakes. Water treatment facilities]/ D.A. Danilovich. M., 2015. 111 p.
10. Ryabchikov, B.E. Sovremennye metody podgotovki vody dlya promyshlennogo i bytovogo ispol'zovaniya [Modern methods of water preparation for industrial and domestic use]/ B.E. Ryabchikov. Moscow: Delhi Print, 2004. 328 p.
11. Brok, T. Membrannaya fil'traciya [Membrane filtration]/ T. Brock. Moscow: Mir, 1987. 464 p.
12. Kemmer I, Frenk N. Kniga NALKO o vode [NALKO's book about water]/ editor N. Frank. Translation. M.: Ed. Foreign literature, 1997. 1117 p.
13. Degremon(Degremont). Tekhnicheskij spravochnik po obrabotke vody: [v 2 t.: perevod s francuzskogo] [Technical reference book on water treatment: 2nd ed. St. Petersburg : Vodokanal of St. Petersburg: Novy zhurnal, 2007. 920 p.
14. Kulikov, N.I. Vodosnabzhenie: uchebnoe posobie [Water supply: textbook]/ N.I. Kulikov, A.Ya. Naimanov, N.G. Nasonkina, I.N. Rozhkov, S.B. Nikishina, E.N. Kulikova, L.N. Prikhodko, D.N. Kulikov. Novosibirsk: LLC «TSRNI», 2016. 704 p.
15. Abramov, N.N. Vodosnabzhenie: uchebnoe posobie dlya vuzov [Water supply: a textbook for universities]/ N. N. Abramov. 2nd ed. Moscow: Stroyizdat, 1974. 480 p.
16. Kozhinov, V. F. Ochistka pit'evoy i tekhnicheskoy vody [Purification of drinking and industrial water]/ V. F. Kozhinov. 4th ed. Moscow: LLC «BASTET», 2008. 304 p.
17. Bogzykov, S.A. Vodnye resursy Kalmykii [Water resources of Kalmykia] Elista: Kalmizdat, 1970. - 86 p.

18. Kalmykiya v cifrah: kratkij statisticheskiy sbornik: [oficial'noe izdanie] [Kalmykia in numbers: a brief statistical collection: [official publication]]/ Federal State Service. statistics, a territorial body of the Federal State Service. Statistics for the Republic of Kalmykia (Kalmykiyastat) Elista: Territorial body of the Federal State Service. Statistics on the Republic of Kalmykia, 2020.

Karmazin Bogdan Sergeevich

Master's student

RTU MIREA «MIREA – Russian Technological University» Moscow, Russia

e-mail: karmazin.bogdan@yandex.ru

George Alexandrovich Sambursky

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Environmental and Industrial Safety

RTU MIREA «MIREA – Russian Technological University», Moscow, Russia

e-mail: gesamb@yandex.ru.

Для цитирования: Кармазин Б. С., Самбурский Г. А., Аспекты совершенствования процессов питьевого водоснабжения для вододефицитных регионов // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. №3. С. 79-86. DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-79-86

For citation: Karmazin B. S., Sambursky G. A., Aspects of improving drinking water supply processes for water-deficient regions. *Biosferная sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: human, region, technologies]. 2023. No.3. Pp. 79-86. (In Russian). DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-79-86

Е. С. ГОГИНА, Е. В. СПАСИБО

ВЛИЯНИЕ КОАГУЛЯНТОВ ДЛЯ ДЕФОСФОТАЦИИ НА ПРОЦЕССЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Повышенное содержание биогенных элементов в водоемах вызывает ухудшение качества воды ввиду его эвтрофикации, в результате чего происходит насыщение вод канцерогенными веществами и значительно снижается содержание кислорода. В настоящее время существующие коммунальные очистные сооружения не отвечают современным требованиям очистки сточных вод и во многих случаях служат причиной попадания в водоемы органических загрязнений и особенно биогенных элементов. Лимитирующим фактором для эвтрофикации водоемов являются соединения фосфора. Основными методами, которые применяются в настоящее время для очистки сточных вод от фосфатов являются методы биологической и физико-химической очистки с применением коагулянтов. С целью экономии финансовых средств ставится вопрос о совмещении методов. Поэтому вопрос о влиянии коагулянтов на процессы биологической очистки становится все более актуальным. В настоящей работе проведены исследования по определению влияния коагулянтов на процессы биологической очистки в лабораторных и полупроизводственных условиях. Определены оптимальные дозы коагулянтов в случае дозирования его непосредственно в биореактор, а также при дозировании в биологически очищенную сточную воду в биореактор дефосфотации. Доказано, что применение коагулянта на стадии биологической очистки оказывает отрицательное влияние на качество активного ила при одновременном значительном увеличении количества осадков сточных вод. Нормативное качество очищенной сточной воды может быть получено при использовании коагулянта как на стадии биологической очистки, так и на стадии доочистки после вторичных отстойников. Также произведен расчет биологической очистки и обработки осадка для двух вышеупомянутых методов.

Ключевые слова: сточные воды, биологическая очистка, дефосфорация, фосфор, коагуляция.

DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-87-98

В последние годы учёные многих стран мира придают большое значение проблемам глубокой очистки сточных вод от органических загрязнений и биогенных элементов, в частности проблемам удаления фосфора [1, 2].

Существует несколько способов удалить соединения фосфора из сточной воды, наиболее распространенными являются такие методы, как: биологический, физико-химический и комбинированный – биолого-химический. [3]

Из вышеперечисленных методов биологический метод является наиболее экологичный и экономичный. Суть метода основывается на потреблении фосфат-аккумулирующими микроорганизмами (ФАО) летучих жирных кислот (ЛЖК), в результате чего происходит преобразование ЛЖК в запасные вещества, что позволяет потреблять ФАО субстрат в анаэробных условиях. ФАО имеют возможность потреблять фосфаты в большем количестве, нежели им требуется на их прирост. Затем запасенное вещество окисляется в аэробной зоне биореактора, где происходит так называемое восполнение фосфора. ФАО представлены различными родами бактерий, наиболее распространенные из которых это *Acinetobacter*, *Acetobacter*,

Nocardia, *Rhodocyclus*, *Candidatus Accumulibacter phosphatis* [4, 5], а также *bac Cereus* [6].

На сегодняшний день в мировой практике очистки сточных вод представлен целый ряд технологических схем, реализующих схему совместного удаления азота и фосфора. Широкое применение нашли такие технологии как A2/O [1, 7-9], Bardenpho [10-12], UCT и MUCT [1, 10, 13-15], JHB [16-18], удаление фосфора с предварительной ацидификацией [19, 20] и другие.

Недостатком удаления фосфора биологическим способом является его неустойчивость, ввиду зависимости от многих факторов и не позволяет обеспечить его успешное удаление, в большинстве случаев, из-за низких нагрузок по органическим веществам, что характерно для населенных пунктов Российской Федерации.

Наиболее стабильный является физико-химический метод путем добавления различных коагулянтов на отдельных стадиях очистки. Сущность метода заключается в добавлении реагентов в сточную воду для образования нерастворимого фосфат-содержа-

щего осадка. При реализации физико-химического метода очистки сточных вод отрицательно заряженные ионы фосфатов PO_4^{3-} с образованием труднорастворимых соединений взаимодействуют с ионами металла коагулянта Me^{2+} , которые заряжены положительно. Наиболее эффективными и часто применяемыми коагулянтами являются соли поливалентных металлов, главным образом алюминия и железа.

Достоинством данного метода является стабильность и простота в эксплуатации.

Недостатком является высокие затраты на реагенты, частый их перерасход, обеспечение приготовления реагентов и их хранение, а иногда и использования дополнительных сооружений.

Комбинированный метод представляет собой совмещение биологического метода удаления фосфора с физико-химическим. Биологическое удаление фосфора происходит также в анаэробной зоне биореактора, и доочистка от фосфора происходит в том же реакторе, путем добавления коагулянта для дефосфотации в возвратный поток активного или, непосредственно, в сам биореактор. Такой метод часто применяется в практике при новом строительстве и реконструкции канализационных очистных сооружений канализации в России. Однако практически не изучен.

Анализ применяемых в настоящее время технологических схем для удаления фосфатов из сточных вод показал, что технологии, по которым осуществляется дефосфотация, в большинстве случаев, не позволяют добиться нормативного качества очищенной сточной воды или характеризуются высокими материальными затратами.

Процесс удаления биологическим способом является неустойчивым, зависит от многих факторов и не позволяет обеспечить его успешное удаление, в большинстве случаев, из-за низких нагрузок на активный ил по органическим веществам, что характерно для малых и средних населенных пунктов Российской Федерации, однако неплохо применим на больших очистных сооружениях и выше. В настоящее время широко известны и применяются технологии нитрификации и денитрификации для удаления соединений азота, а также технологии биологической де-

фосфотации. Совместное удаление биогенных элементов вызывает затруднения в связи с разными технологическими условиями реализации процесса.

Физико-химический способ является более стабильным, но и ресурсо- и материально затратным, ввиду высокой стоимости реагентов, частого их перерасхода, а также условий обеспечения их хранения.

Таким образом, для достижения нормативного качества очищенных сточных вод по фосфатам часто необходимо совместное применение биологического и физико-химического методов. Поэтому необходимо изучить совмещение процессов биологической очистки с физико-химической. В данной работе рассматривается влияние реагентной дефосфотации на процессы биологической очистки в биологическом реакторе, а также сравнение технологических показателей физико-химического метода и комбинированного.

Анализ научно-технической литературы, а также данные лабораторно-производственного контроля показали, что одним из наиболее эффективных способов удаления фосфора является физико-химический.

Лабораторный эксперимент состоял из нескольких этапов и включал в себя исследование двух точек дозирования коагулянта: в биологически очищенную сточную воду на действующих очистных сооружениях Подмосковья и дозирование реагента в модельный биореактор. Первоначально были изучены данные лабораторно-производственного контроля действующих очистных сооружений канализации города за последние три года. Первый этап-это определение эффективности очистки сточных вод физико-химическим методом в биологически очищенную сточную воду на реальной станции очистки сточных вод, с использованием различных коагулянтов. Для данного случая была отобрана сточная вода из сборного лотка вторичных отстойников. В мерных цилиндрах был проведен опыт с различными коагулянтами для подбора оптимальной дозы. На втором этапе исследования проверялось эффективность комбинированного удаления фосфатов из сточной жидкости на модели циркуляционного окислительного канала с добавлением различных коагулянтов непосредственно в сам биореактор.

Апробация установки проходила на искусственно составленной жидкости на основе пептона основного сухого с добавлением азото- и фосфорсодержащих солей. Третий этап был посвящён изучению влиянию физико-химической очистки на биологическую, путем наблюдения за биомассой. В течение всего эксперимента производились санитарно-химические анализы.

Физико-химический метод был изучен на реальных очистных сооружениях со следующей схемой: биологически очищенная сточная вода направляется на сооружения доочистки – биореактор с загрузочным материалом. По трубопроводу из помещения реagentного хозяйства в трубопровод подачи биологически очищенной сточной воды подается раствор реагента. В трубопроводе

проводится процесс смешения для глубокой очистки от фосфатов. Далее в биореакторе происходит процесс хлопьеобразования и отстаивания. Фильтрование на загрузочном материале предотвращает вынос хлопьев из очистного сооружения. Далее сточная вода, не содержащая фосфаты, направляется на установку ультрафиолетовой обработки для обеззараживания сточных вод.

Для уточнения дозы коагулянта, требуемого для очистки сточных вод от фосфатов было проведено пробное коагулирование (три разных пробы в разные дни недели) в лабораторных условиях на реальной биологически очищенной сточной воде, полученной на выходе из вторичного отстойника 2 линии. Процесс коагуляции представлен на рис. 1. Результаты представлены в таблице.

Таблица 1

Результаты подбора дозы коагулянта полиоксихлорид алюминия

Концентрация коагулянта по Al_2O_3	40,0 мг/л	55,0 мг/л	75,0 мг/л	95,0 мг/л
Концентрация $P-PO_4$ (поступающая СВ)	9,7 мг/л			
Концентрация $P-PO_4$	0,18 мг/л	0,11 мг/л	0,25 мг/л	0,03 мг/л

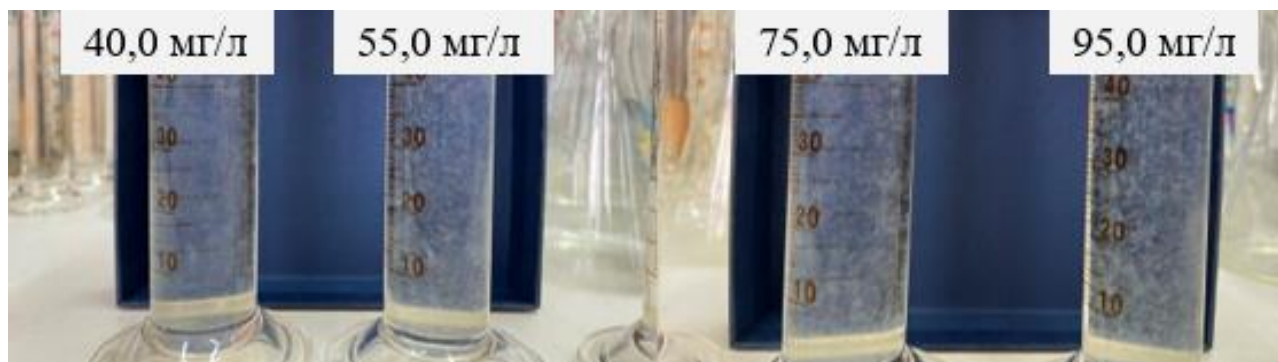


Рис. 1. Процесс коагуляции

Проведенные исследования показали, что сернокислый алюминий является более эффективным коагулянтом, чем железосодержащие коагулянты. Достичь нормативных значений возможно уже при концентрации коагулянта 40 мг/л.

Исследование эффективности совмещения биологической и физико-химической

очистки от соединений фосфора, а также определение влияния коагулянтов на микрофлору биореактора производилось на модели циркуляционного окислительного канала, инокулированного активным илом с реальных очистных сооружений, представленного на рис. 2. Дозирование коагулянта производилось насосом дозатором.

После 10 минут осаждения пробы фильтровались и производились санитарно-химические анализы. Результаты представлены в таблице 2

Результаты очищенной сточной воды от фосфора представлена в таблице 2.

Также было проверено влияние коагулянтов на биомассу в результате чего было выявлено увеличение дозы активного ила в среднем с 2,1 г/л до 3,2 г/л, что наблюдается на рисунках 5 и 6, а также анализом на дозу ила, представленным в таблице 2.

Таблица 2

Применение коагулянта Полиоксихлорид алюминия по Al_2O_3

Доза коагулянта, мг/дм ³ Показатель	Исходная вода	15,0	30,0	75,0	105,0	150,0
рН	7,53	7,26	6,77	6,50	6,15	5,49
Фосфат ион, мг/дм ³	29,1	10,8	0,508	0,082	0,072	0,02
Фосфор фосфатов, мг/дм ³	9,50	3,52	0,166	0,027	0,023	0,007
Доза ила, г/дм ³	2,1	2,7	3,2	3,7	3,9	4,1



Рис. 5. Скоагулированный активный ил

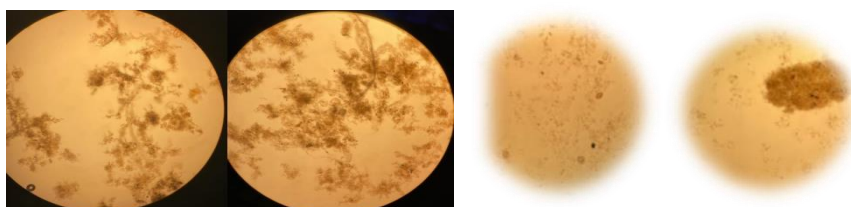


Рис. 6. Активный ил под микроскопом

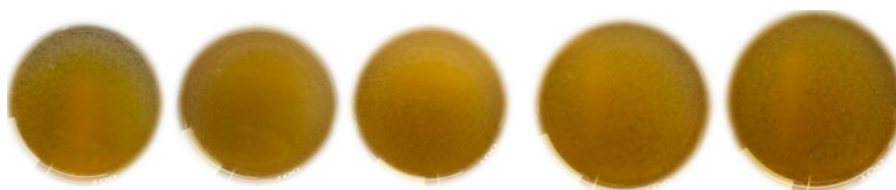


Рис. 7. Осаждение после коагулирования

По данным рис. 2.5 отмечено, что хлопья активного ила имеют более компактную структуру в системах с реагентами.

Данное явление влечет за собой увеличение количества осадка, образующегося после биологической очистки, который необходимо обрабатывать, что влечет за собой дополнительный экологический вред и дополнительные эксплуатационные потери.

Также были проведены аналогичные исследования с применением железосодержащих коагулянтов: сульфат железа и хлорид железа-III.

Рабочий раствор сульфата железа FeSO_4 - 10 г/л по Fe. Манипуляции по дозированию коагулянта в лабораторные стаканы с активным илом аналогичны с опытом на применение такого коагулянта, как полиоксихлорид алюминия. Вид образования хлопьев и их осаждения представлены на рис. 7. Вид на биомассу под микроскопом – рис. 8.

Результаты очищенной сточной воды от фосфора с применением сульфата железа представлена в таблице 3.

Таблица 3
Применение коагулянта сульфат железа по Fe

Концентрация Р-РО ₄ (поступающая СВ)	9,5 мг/л			
Сульфат железа				
Концентрация коагу- лянта по Fe	30 мг/л	60 мг/л	90 мг/л	120 мг/л
Концентрация Р-РО ₄ (очищенная СВ)	0,80 мг/л	0,26 мг/л	2,41 мг/л	2,45 мг/л
Доза ила, г/дм3	3,4	3,8	4,3	4,9

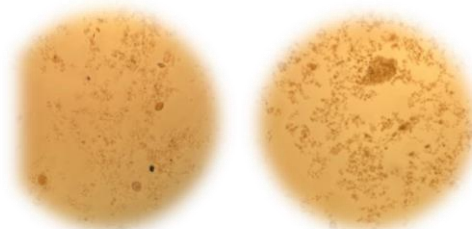


Рис. 8. Активный ил до и после коагуляции



Рис. 9. Осаждение после коагулирования

Рабочий раствор хлорного железа III FeCl_3 - 10 г/л по Fe. Манипуляции по дозированию коагулянта в лабораторные стаканы с активным илом аналогичны с опытами выше. Вид образования хлопьев и их осаждения представлены на рис. 9. Вид на биомассу под микроскопом – рис. 10.

Результаты очищенной сточной воды от фосфора с применением сульфата железа представлены в таблице 4.

Графическая обработка данных представлена ниже на графиках ниже (рис.11-13).

Таблица 4
Применение коагулянта хлорид железа III по Fe

Концентрация Р-РO ₄ (поступающая СВ)	9,5 мг/л			
Хлорид железа III				
Концентрация коагулянта по Fe	30 мг/л	50 мг/л	70 мг/л	100 мг/л
Концентрация Р-РO ₄ (очищенная СВ)	0,053 мг/л	0,237 мг/л	0,596 мг/л	2,4 мг/л
Доза ила, г/дм3	3,2	3,4	3,7	3,1

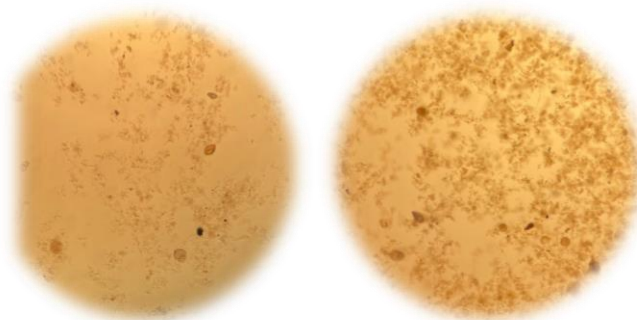


Рис. 10. Активный ил до и после коагуляции

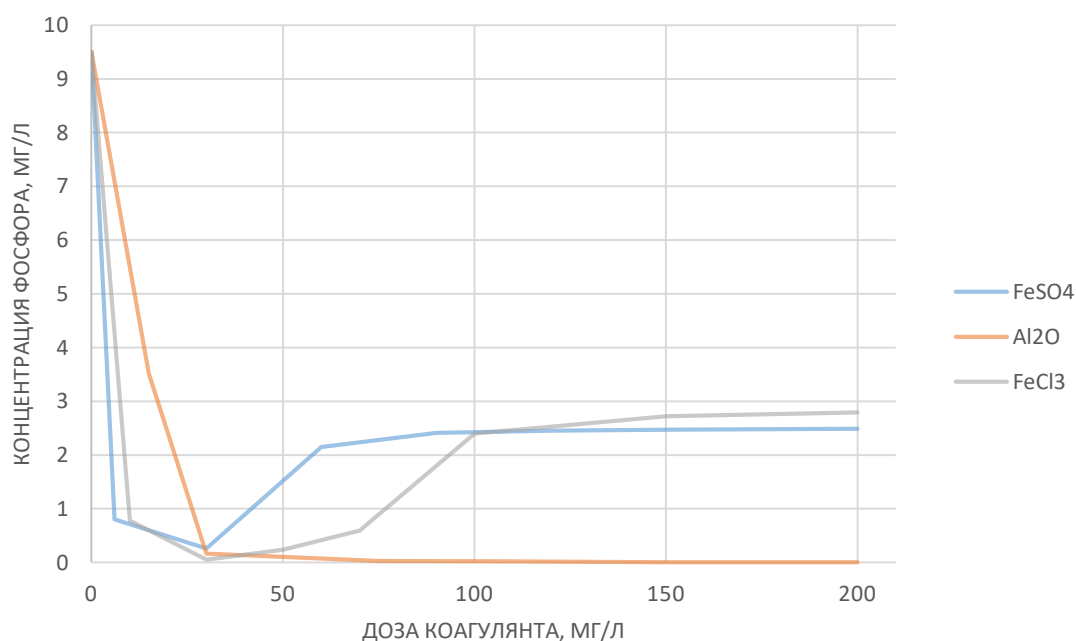


Рис. 11. Зависимость концентрации фосфора в очищенной воде от дозы коагулянта

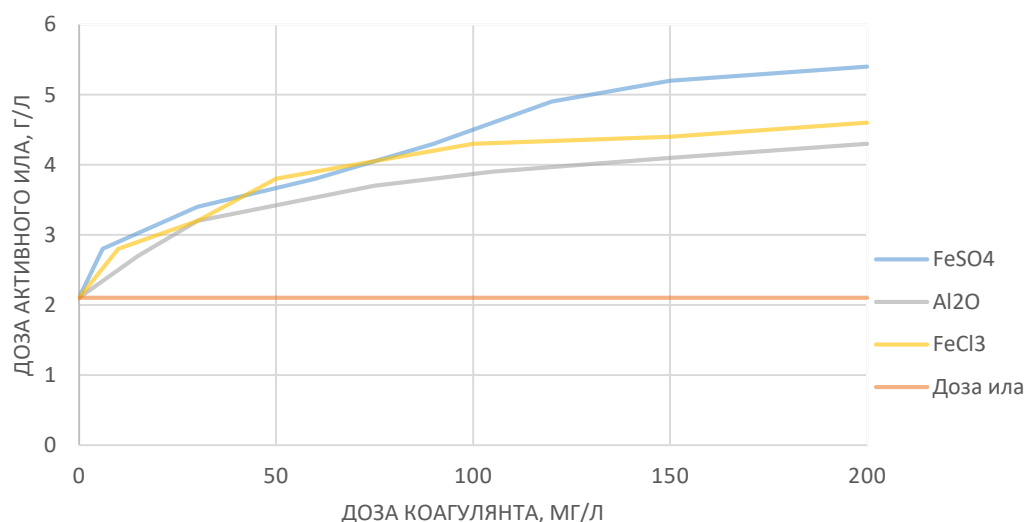


Рис. 12. Зависимость дозы ила от дозы коагулянта

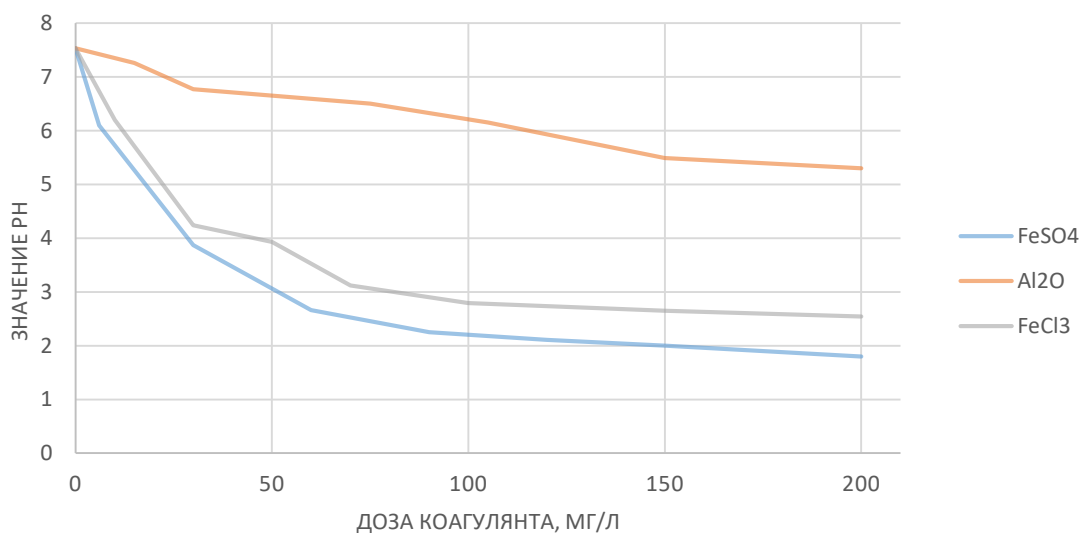


Рис. 13. Зависимость pH и дозы коагулянта

Наилучшим образом себя показал алюмосодержащий коагулянт Полиоксихлорид алюминия. В результате чего наблюдается минимальное снижение pH для дальнейшей благоприятной биологической очистки. Оптимальная доза при комбинированном методе составляет 30 мг/л. Однако наблюдается вспухание активного ила (у железосодержащих реагентов также

наблюдается вспухание, но в значительно меньшей степени), а также увеличение дозы ила при оптимальной дозе коагулянта с 2,1 г/л до 3,2 г/л.

Также были произведены технологические расчеты сооружений биологической очистки и обработки осадка, результаты которой сведены в таблицу 5.

Таблица 5

Технологические параметры схем физико-химического удаления фосфора и комбинированного

Наименование сооружений	БНДБФ	БНДБХФ
Аэротенк	$W=16330 \text{ м}^3$	$W=16330 \text{ м}^3$
Вторичные отстойники	$W=2041 \text{ м}^3$	$W=2268 \text{ м}^3$
Биореактор дефосфотации	$W=500 \text{ м}^3$	-

Технологические параметры схем физико-химического удаления фосфора и комбинированного

Объем ИАИ	$W=427,5 \text{ м}^3$	$W=635,0 \text{ м}^3$
Аэробный стабилизатор	$W=2137,0 \text{ м}^3$	$W=3175,0 \text{ м}^3$
ЦМО	КШОО-300 – 2 шт.	КШОО-300 – 3 шт.
Аварийные иловые площадки	$S_{\text{общ. карт}}=10402,5 \text{ м}^2$	$S_{\text{общ. карт}}=15451,7 \text{ м}^2$
Фугат (Возвратные потоки)	$418,95 \text{ м}^3/\text{сут}$	$622,30 \text{ м}^3/\text{сут}$
Вид реагента	Количество реагента	
Коагулянт Al_2O_3	$4336,5 \text{ кг/сут}$	$3206,3 \text{ кг/сут}$
Флокулянт Праестол 2540	$3,42 \text{ кг/сут}$	$5,08 \text{ кг/сут}$
Наименование сооружений	Количество воздуха	
Аэротенк	$6634,0 \text{ м}^3/\text{ч}$	
Биореактор дефосфотации	$235,1 \text{ м}^3/\text{ч}$	-
Аэробный стабилизатор	$2564,7 \text{ м}^3/\text{ч}$	$3810,0 \text{ м}^3/\text{ч}$

1. Нормативное качество хозяйственно-бытовых очищенных сточных вод может быть получено как с применением биолого-химического метода в аэротенке, так и с применением химического осаждения фосфатов на стадии доочистки.

2. Введение коагулянта на стадии биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод способствует значительному увеличению дозы ила, которая представляет собой смесь активного ила и фосфат-содержащего осадка. Качество активного ила значительно ухудшается. Качество очистки сточных вод при этом соответствует нормативному. Рекомендуемый реагент для применения очистки хозяй-

ственно-бытовых сточных вод – полиоксихлорид алюминия. Рекомендуемая доза реагента составляет: 30 мг/л .

3. Применение коагулянта после биологической очистки требует строительства дополнительных сооружений. Качество очистки сточных вод при этом соответствует нормативному. Рекомендуемый реагент для применения очистки хозяйственно-бытовых сточных вод – полиоксихлорид алюминия. Рекомендуемая доза реагента составляет: 40 мг/л .

4. Расчет сооружений показал, что количество осадков сточных вод и соответственно объемы сооружений при применении коагулянта на стадии биологической очистки значительно выше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ИТС 10-2019. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов.
2. Биологическое удаление фосфорных загрязнений из городских сточных вод АО «МОСВОДОКАНАЛ» URL: <https://www.mosvodokanal.ru/forexperts/itc/technologies/5829>.
3. Амбросова Г.Т., Матюшенко Е.Н., Функ А.А., Синеева Н.В. Источники повышения концентрации фосфора в сточной жидкости, поступающей на очистные сооружения канализации, и способы их устранения. Строительство и техногенная безопасность №5 (57) 2016г, с. 24-31
4. Гогица, Е.С. Удаление биогенных элементов из сточных вод : монография / Е.С. Гогица. М.: МГСУ. 2010. 120 с.
5. Пахомов, А.Н. Опыт эксплуатации сооружений биологической очистки сточных вод от соединений азота и фосфора / А.Н. Пахомов, С.А. Стрельцов, М.Н. Козлов, О.В. Харькина, М.Г. Хамидов, Б.А. Ершов, Н.А. Белов // Водоснабжение и санитарная техника. 2010. №10 (1). С. 35–41.
6. Залетова, Н.А. Очистка городских сточных вод от биогенных веществ (соединений азота и фосфора) : дис. ... канд. докт. наук : 05.23.04 / Залетова Нина Анатольевна. М., 1999. 399 с.
7. Яковлев, С.В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов по специальности «Водоснабжение и водоотведение» / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов; под общ. ред. Ю.В. Воронова. 2-е изд., доп. и перераб. М.: АСВ, 2002. 704 с
8. Audic, J.M. Les techniques d'épuration de la pollution phosphoree / J.M. Audic, F. Bowedou // Phosphore, deriv. et comport. milieu natur.: [Pap.] Colloq., Dijon, 22-24 nov., 1988. – Cah. Assoc. int. entretiens ecol. 1989, 2, № 28. - P. 205-218.

9. Marcos von Sperling, Carlos Augusto de Lemos Chernicharo. Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions. Volume two / Department of Sanitary and Environmental Engineering Federal University of Minas Gerais, Brazil. Published IWA/ - London, UK. 2005.
10. Barnard, J.L. Biological nutrient removal without the addition of chemicals / J.L. Barnard // Water Research 1975, № 9. - P. 485-490.
11. Nikesch U. Neues Verfahren fuer die Phosphat-Elimination in Kllaeranlagen/ U. Nikesch, J. Lehmkuhl // WLB. Wasser, Luft und Boden. 1989, №4. p. 19-20.
12. Secoulov I. Zur biologischen Phosphorelimination mit dem Bardenphoverfahren / I. Secoulov, W.-R. Mueller, G. Both // Wasser und Boden. 1984, 36, № 5. p. 198-202.
13. Беляев, А.Н. Удаление азота и фосфора на канализационных очистных сооружениях / А.Н. Беляев, Б.В. Васильев, С.Е. Маскалева, Б.Г. Мишуков, Е.А. Соловьева // Водоснабжение и санитарная техника. 2008. №9. С. 38-43.
14. Данилович, Д.А. Крупномасштабные сооружения биологической очистки сточных вод с удалением биогенных элементов / Д.А. Данилович, М.Н. Козлов, О.В. Мойжес, К.В. Шотина, Б.А. Ершов // Водоснабжение и санитарная техника. 2008. №10. С. 45-51.
15. Соловьева, Е.А. Реагентное химико-биологическое удаление фосфора из городских сточных вод / Е.А. Соловьева // Вестник гражданских инженеров. 2009. №1 (18). С. 78-79
16. Васильев, Б.В. Реализация технологии удаления азота и фосфора на очистных сооружениях Санкт-Петербурга / Б.В. Васильев, Т.М. Гребенская, Б.Г. Мишуков, И.И. Иваненко // Водоснабжение и санитарная техника. 2004. №5. С. 9-10.
17. Соловьева, Е.А. Очистка сточных вод от азота и фосфора: монография / Е.А. Соловьева. СПб.: ЗАО «Водопроект – Гипрокоммунводоканал. Санкт-Петербург», 2008. 100 с
18. Wei Zeng Xinlong, Bai Limin Zhang, Anqi Wang Yongzhen Peng. Population dynamics of nitrifying bacteria for nitrification achieved in Johannesburg (JHB) process treating municipal wastewater. Bioresource Technology Volume 162, June 2014, Pages 30–37.
19. Бойко, Т.А. Интенсификация процессов дефосфотизации сточных вод с использованием летучих жирных кислот : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.04 / Бойко Татьяна Александровна. Новосибирск, 2006. 169 с.
20. Дубовик, О.С. Совершенствование биотехнологий удалений азота и фосфора из городских сточных вод / О.С. Дубовик, Р.М. Маркевич // Труды БГТУ. 2016. №4. С. 232–238.

Спасибо Елена Васильевна

Иженер

ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектурных и строительных наук» (НИИСФ РААСН), г. Москва, Россия

e-mail: spasibo.elena@mail.ru

Гогина Елена Сергеевна

К.т.н, главный научный сотрудник

ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектурных и строительных наук» (НИИСФ РААСН), г. Москва, Россия

e-mail: gogina-es@yandex.ru

INFLUENCE OF COAGULANTS FOR DEPHOSTATATION ON PROCESSES OF BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT

The increased content of biogenic elements in water bodies causes a deterioration in water quality due to its eutrophication, as a result of which the water is saturated with carcinogenic substances and the oxygen content is significantly reduced. At present, the existing municipal treatment facilities do not meet modern requirements for wastewater treatment and in many cases cause organic pollutants and especially biogenic elements to enter water bodies. Phosphorus compounds are the limiting factor for eutrophication of water bodies. The main methods that are currently used to treat wastewater from phosphates are methods of biological and physico-chemical treatment using coagulants. In order to save financial resources, the question of combining methods is raised. Therefore, the question of the effect of coagulants on biological treatment processes is becoming increasingly important. In this work, studies were carried out to determine the effect of coagulants on biological treatment processes in laboratory and semi-industrial conditions. The optimal doses of coagulants were determined in the case of dosing it directly into the bioreactor, as well as when dosing into biologically treated wastewater in the phosphorus removal bioreactor. It has been proven that the use of a coagulant at the stage of biological treatment has a negative impact on the quality of activated sludge while significantly increasing the amount of sewage sludge. The standard quality of treated wastewater can be obtained by using a coagulant both at the stage of biological treatment and at the stage of post-treatment after secondary clarifiers. The calculation of biological treatment and sludge treatment for the above two methods is also made.

Keywords: waste water, biological treatment, phosphorus removal, phosphorus, coagulation.

REFERENCES

1. ITS 10-2019. Information and technical guide to the best available technologies. Wastewater treatment using centralized drainage systems of settlements, urban districts.
2. Biological removal of phosphorus pollution from municipal wastewater of JSC "MOSVODOKANAL" URL: <https://www.mosvodokanal.ru/forexperts/itc/technologies/5829>.
3. Ambrosova G.T., Matyushenko E.N., Funk A.A., Sineeva N.V. Sources of increasing phosphorus concentration in wastewater entering sewage treatment plants and ways to eliminate them. Construction and technogenic safety No5 (57) 2016, pp. 24-31
4. Gogina, E.S. Removal of biogenic elements from wastewater : monograph / E.S. Gogina. M.: MGSU. 2010. 120 p.
5. Pakhomov, A.N. Experience of operation of biological wastewater treatment facilities from nitrogen and phosphorus compounds / A.N. Pakhomov, S.A. Streltsov, M.N. Kozlov, O.V. Kharkina, M.G. Khamidov, B.A. Ershov, N.A. Belov // Water supply and sanitary engineering. 2010. No. 10 (1). pp. 35-41.
6. Zaletova, N.A. Urban wastewater treatment from biogenic substances (nitrogen and phosphorus compounds) : dis. ... cand. Doctor of Sciences : 05.23.04 / Zaletova Nina Anatolyevna. M., 1999. 399 p.
7. Yakovlev, S.V. Drainage and wastewater treatment : textbook for universities on the specialty «Water supply and sanitation» / S.V. Yakovlev, Yu.V. Voronov; under the general ed. of Yu.V. Voronov. 2nd ed., supplement and revision M.: DIA, 2002. 704 p.
8. Audic, J.M. Les techniques d'epuration de la pollution phosphoree / J.M. Audic, F. Bowedou // Phosphore, deriv. et comport. milieu natur.: [Pap.] Colloq., Dijon, 22-24 nov., 1988. – Cah. Assoc. int. entretiens ecol. 1989, 2, No. 28. - p. 205-218.
9. Marcos von Sperling, Carlos Augusto de Lemos Chernicharo. Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions. Volume two / Department of Sanitary and Environmental Engineering Federal University of Minas Gerais, Brazil. Published by IWA/ - London, UK. 2005.
10. Barnard, J.L. Biological nutrient removal without the addition of chemicals / J.L. Barnard // Water Research 1975, No. 9. - pp. 485-490.
11. Nikesch U. Neues Verfahren fuer die Phosphate-Elimination in Kllaeranlagen/ U. Nikesch, J. Lehmkuhl // WLB. Wasser, Luft und Boden. 1989, No. 4. p. 19-20.
12. Secoulov I. Zur biologischen Phosphorelimination mit dem Bardenphoverfahren / I. Secoulov, W.-R. Mueller, G. Both // Wasser und Boden. 1984, 36, No. 5. R. 198-202.
13. Belyaev, A.N. Removal of nitrogen and phosphorus at sewage treatment plants / A.N. Belyaev, B.V. Vasiliev, S.E. Maskaleva, B.G. Mishukov, E.A. Solovyova // Water supply and sanitary engineering. 2008. No.9. pp. 38-43.
14. Danilovich, D.A. Large-scale facilities for biological wastewater treatment with the removal of biogenic elements / D.A. Danilovich, M.N. Kozlov, O.V. Moizhes, K.V. Shotina, B.A. Ershov // Water supply and sanitary engineering. 2008. No. 10. pp. 45-51.
15. Solovyova, E.A. Reagent chemical and biological removal of phosphorus from urban wastewater / E.A. Solovyova // Bulletin of Civil Engineers. 2009. No. 1 (18). pp. 78-79
16. Vasiliev, B.V. Implementation of the technology of nitrogen and phosphorus removal at the treatment plants of St. Petersburg / B.V. Vasiliev, T.M. Grebenskaya, B.G. Mishukov, I.I. Ivanenko // Water supply and sanitary equipment. 2004. No.5. pp. 9-10.

17. Solovyova, E.A. Wastewater treatment from nitrogen and phosphorus : monograph / E.A. Solo-viewa. SPb.: CJSC Vodoproekt – Giprokommunvodokanal. St. Petersburg", 2008. 100 s
18. Wei Zeng Xinlong, Bai Limin Zhang, Anqi Wang Yongzhen Peng. Population dynamics of nitrifying bacteria for nitritation achieved in Johannesburg (JHB) process treating municipal wastewater. Bioresource Technology Volume 162, June 2014, Pages 30-37.
19. Boyko, T.A. Intensification of wastewater dephosphotization processes using volatile fatty acids : dis. ... Candidate of Technical Sciences : 05.23.04 / Boyko Tatiana Alexandrovna. Novosibirsk, 2006. 169 p.
20. Dubovik, O.S. Improvement of biotechnologies of nitrogen and phosphorus removal from municipal wastewater / O.S. Dubovik, R.M. Markevich // Proceedings of BSTU. 2016. No.4. pp. 232-238.

Spasibo Elena Vasilyevna

Engineer

Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences (NIISF RAASN), Moscow, Russia

e-mail: spasibo.elena@mail.ru

Gogina Elena Sergeevna

Candidate of Technical Sciences, Chief Researcher

Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences (NIISF RAASN), Moscow, Russia

e-mail: gogina-es@yandex.ru

Для цитирования: Гогина Е. С., Спасибо Е. В., Влияние коагулянтов для дефосфотации на процессы биологической очистки сточных вод // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. №3. С. 87-98. DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-87-98

For citation: Spasibo E. V., Gogina E. S., Influence of coagulants for dephostatation on processes of biological wastewater treatment. *Biosfernaya sovместimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: human, region, technologies]. 2023. No.3. Pp. 87-98. (In Russian). DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-87-98

О. Г. ПРИМИН, Ю. Л. СКОЛУБОВИЧ

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ. ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ РАЗВИТИЯ

Анализируется состояние и проблемы водной отрасли России, приведены пути их решения и тенденции в сфере водных ресурсов в мире и России. Показано, что от водохозяйственной и экологической безопасности, уровня водообеспеченности населения и социальной сферы качественной питьевой водой, бесперебойности и достаточности водоснабжения отраслей экономики, состояния водных объектов и водных ресурсов, достоверности прогнозирования чрезвычайных водохозяйственных ситуаций, их своевременного предотвращения в немалой степени зависит национальная безопасность государства.

Подчеркивается, что в настоящее время для России проблема обеспечения населения питьевой водой требуемого качества в достаточном количестве и экологическая безопасность водопользования является наиболее актуальной. Это не только технические проблемы устаревшего оборудования и общей технической отсталости, но, прежде всего, правовые, организационные и экономические проблемы. Отмечено, что это связано с нарастающими темпами износа и неудовлетворительным техническим состоянием значительного числа централизованных систем и сооружений водоснабжения и водоотведения городов и поселений России, (особенно трубопроводной части), загрязнением водных объектов. Сделан вывод о том, что водохозяйственный комплекс России нуждается в серьезной модернизации.

Ключевые слова: система, водоснабжение, водоотведение, водная отрасль, водопользование, надежность, проблемы, решения.

DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-99-107

В последние десятилетия объем потребления воды в мире растет с угрожающей скоростью. По данным ООН, 11% мирового населения имеют доступ к безопасным источникам воды, 17% проживают в районах, где существует ее дефицит, 22% – испытывают нехватку чистой воды, вызванную экономическими причинами. Сегодня примерно 700 миллионов человек в 43 странах располагают водными ресурсами в объеме ниже минимальной потребности человека. Около 1.4 млрд чел. окажутся лишенными доступа к санитарно-техническим средствам, порядка 240 млн чел. (в основном в сельской местности) – к чистой воде [1].

Некоторые расчеты показывают, что к середине XXI века питьевая вода естественного происхождения в большинстве регионов мира превратится в дефицитный продукт, а снабжение будет обеспечиваться благодаря ее ввозу (в том числе, из арктической и антарктической зоны), а также благодаря различным, зачастую весьма дорогостоящим технологиям опреснения и очистки.

Тенденции в сфере водных ресурсов в мире [2]:

1. Нарастание вызовов для беднейших слоев населения, включая проблемы с санитарией и распространение болезней, передающихся через воду.
2. Изменение подходов в части более рационального использования воды.
3. Повышение спроса на питьевую воду в связи с ростом населения.
4. Совершенствование и масштабирование эффектов очистных технологий для здоровья человека и экологии водопользования.
5. Увеличение риска возникновения конфликтов между странами, связанными с водными ресурсами.
6. Конфликт права человека на воду и собственности (государственной и частной) на водные ресурсы.
7. Отсутствие стабильного доступа к воде для значительной части населения Земли, что приводит к возникновению экологических беженцев (например, в Северной Африке).

В России ситуация в сфере водных ресурсов более благополучная, чем во многих других странах мира. На сегодняшний день Российская Федерация находится на втором месте в мире по запасам пресной воды. Среднегодовое возобновляемое вод-

ные ресурсы России составляют 10 процентов мирового речного стока. Российская. Здесь находятся более четверти мировых запасов пресной воды (23% – только в озере Байкал) [3].

Россия богата подземными водами. Главный недостаток российских водных ресурсов – их крайне неравномерное распределение по территории страны. Большая часть водных ресурсов России (90%) сосредоточена в бассейнах Северного Ледовитого и Тихого океанов, где проживает менее 15 % населения страны. Наибольший дефицит водных ресурсов проявляется в Европейской части страны - бассейнах Черного и Каспийского морей, на эти территории приходится менее 10% речного стока [4].

Практически, все поверхностные и большая часть подземных водных объектов, особенно в европейской части страны и в районах размещения крупных промышленных и сельскохозяйственных комплексов, испытывают значительное антропогенное воздействие, что выразилось в загрязнении, истощении и деградации водных объектов и стало представлять угрозу безопасности населения. С повышенным содержанием железа потребляют воду около 50 млн человек (1/3 населения страны). Около 28 процентов населения страны потребляет воду с уровнем общей минерализации питьевой воды от 1,6 до 10,0 г/л, что повышает риск заболевания населения сердечно-сосудистой патологией и мочекаменной болезнью (города Таганрог и Каменск, Элиста, Азовский район Ростовской области) [4].

В 2021 г. услугами централизованного водоснабжения обеспечено 100% городов, 97% поселков городского типа, но всего 33% сельских поселений России. Качественно услуги ВКХ остаются на неудовлетворительном уровне относительно требований действующего законодательства [5].

В 2021 году доля всех источников централизованного питьевого водоснабжения не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям составила 15%. Основной причиной несоответствия является отсутствие зон санитарной охраны. Доли проб воды источников централизованного питьевого водоснабжения, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, составила в 2022 году

25,79 % Отставание России от развитых стран по средней продолжительности жизни и повышенная смертность (особенно детская) в определенной мере связаны с потреблением недоброкачественной питьевой воды [6]. Около 27 процентов водозаборов из поверхностных источников водоснабжения не имеют необходимого комплекса очистных сооружений, в том числе 16 процентов не оснащены обеззараживающими установками [7].

Много было за последние 20 лет различных государственных программ направленных на решение этих проблем, это «Вода России XXI век», «Возрождение Волги», «Обеспечение населения России питьевой водой», «Экология и природные ресурсы», «Жилище», Федеральные целевая программа «Чистая вода России» и т.д., однако большинство из них не выполнены [8].

Полномасштабная реализация намеченных программных мероприятий сдерживается нехваткой средств в федеральном бюджете и бюджетах субъектов Российской Федерации [9]. Кроме того, традиционная методика составления целевых программ с подробным изложением технических мероприятий, их стоимостной оценки, выведение валовых показателей с целью включения их в государственный бюджет, не подходит для настоящего времени.

В последние годы во многих регионах за счет привлечения средств бюджетов, внебюджетных источников, займов и др. инвестиций проводится комплекс водосберегающих мероприятий по рациональному расходованию воды в промышленности и жилищном фонде. В результате объем использования воды на хозяйственно-питьевые нужды в России стремительно сокращается. С 2000 по 2019 г. среднесуточное водопотребление из централизованных систем водоснабжения в расчете на жителя городов и поселений снизилось с 254 до 144 л. Это привело к технологическим и экономическим проблемам предприятий водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ) – увеличению затрат на эксплуатацию при снижении поступлении объема оплаты за подачу и очистку воды. [10].

Есть и экономические проблемы. Состояние водопроводно-канализационного

хозяйства оценивается как кризисное – износ основных средств колеблется от 50 до 70% и ежегодно увеличивается на 2–3%. В целом по отрасли накоплено более 145 млрд руб. убытков [11].

В целом по Российской Федерации доля непроизводительных потерь воды, не приносящих прибыль, составляет 25% от общего объема забора. Одной из причин высоких потерь воды является изношенность сетей [12].

В Российской Федерации одна треть водопроводных сетей нуждается в замене. В 2022 году заменено только 1,6% от общей протяженности сетей. В этой связи очевидно, что состояние водной отрасли России и в частности централизованных систем водоснабжения и водоотведения значительного числа городов и поселений России с точки зрения соответствия их установленным нормативным требованиям, износа и надежности вызывает тревогу [13]. Очевидно, что водохозяйственный комплекс России нуждается в серьезной модернизации.

В целом дефицит финансирования в отрасли оценивается в 4,6 трлн руб. до 2030 года. В то же время, следует отметить, что в 2023 году общий объем бюджетных вложений в обновление сферы ЖКХ резко вырастет. На модернизацию коммунальной инфраструктуры планируется 440 млрд рублей – в 2,5 раза больше, чем в прошлом году. Однако это сумма, составит лишь десятую часть финансирования, требуемого изношенной инфраструктуре ЖКХ для решения всех ее проблем.

Очевидно, что в ближайшее время в большинстве субъектов Российской Федерации жилищно-коммунальный комплекс не сможет развиваться без помощи федерального центра, несмотря на то, что основной объем полномочий по управлению этим сектором экономики передан на муниципальный уровень.

К основным проблемам состояния и развития инженерных систем водопользования России в области их проектирования и эксплуатации следует отнести:

Водопроводные и водоотводящие трубопроводы.

По протяженности подземных трубопроводов Россия занимает второе место в мире, а по изношенности труб – одно из первых. Сейчас 40% сетей водоснабжения и водоотведения нуждаются в ремонте: 391 тыс. из 940 тыс. км. Наблюдается устойчивая тенденция к увеличению объема аварийного фонда сетей. Для решения проблемы износа сетей темпы обновления надо увеличивать с нынешних 1,5–2% до 5% в год.

Пути решения проблемы повышения надежности трубопроводов централизованных систем водоснабжения и водоотведения [14]:

1. Увеличение объемов перекладки и реконструкции трубопроводов с приоритетным использованием высокопрочных чугунных труб с шаровидным графитом (ВЧШГ) и полимерных труб.

Исследования НИИСФ и практика строительства показали, что в настоящий момент для прокладки новых водопроводных сетей преимущественными являются следующие материалы труб:

- трубы из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ) с наружным цинковым и внутренним цементно-песчаным покрытием [15]

- полимерные трубы с защитной оболочкой.

- стальные (сталь 20 и сталь 17Г1С, 17Г1СУ) трубы с внутренним цементно-песчаным покрытием и наружной изоляцией усиленного типа.

На Московском водопроводе приоритет при строительстве новых и перекладке существующих трубопроводов питьевого водоснабжения отдан трубам из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ). Трубы из ВЧШГ сочетают в себе уникальные свойства: коррозионную стойкость чугуна, механические свойства стали – пластичность, прочность на разрыв, ударопрочность, долговечны и экологически безопасны, широко применяются за рубежом и в последние годы в России. Срок службы этих лет 80–100 лет.

Эти трубы нашли широкое применение в США, Франции, Германии, Японии и США [16].

2. *Использование инновационных, бестраншейных технологий ремонта и прокладки трубопроводов.*

В условиях плотной городской застройки, насыщенности подземного пространства инженерными коммуникациями, наличием дорог с интенсивным движением автотранспорта реконструкцию, ремонт и строительство канализационных сетей и коллекторов рекомендуется выполнять бестраншейными технологиями.

К наиболее эффективным из них относятся, [17]:

- нанесение цементно-песчаных и полимерных покрытий на внутреннюю поверхность восстанавливаемого трубопровода;
- протаскивание нового трубопровода в повреждённый старый (с его предварительным разрушением или без разрушения) с помощью специальных устройств, например, пневмопробойников;
- протаскивание гибкой (предварительно сжатой или сложенной U-образной формы) полимерной трубы внутрь старого трубопровода (метод «труба в трубе»);
- облицовка сегментами из полимерного материала,
- использование гибкого комбинированного рукава (чулка), позволяющего формировать новую композитную трубу внутри старой;
- использование спиралевидных (ленточных) покрытий, наносимых на внутреннюю поверхность старого трубопровода;

В России с 2006 года доля строительства и реконструкции канализационных трубопроводов с использованием бестраншейных технологий превысила традиционную укладку с рытьем траншей.

3. *Разработка и использование в масштабах регионов научно-обоснованной стратегии восстановления и обновления сетей.*

Опыт эксплуатации и анализ зарубежных и отечественных исследований в области оценки надежности и планирования восстановления трубопроводных коммуникаций показали, что принцип работы, заключающийся в проведении ремонтно-восстановительных работ или реконструкции труб исключительно на аварийном участке, ведет к застою в области реконструкции сетей. Необходима научно обоснованная

стратегия планирования их восстановления. Такая стратегия разработана НИИСФ совместно с АО «Мосводоканал».

В качестве основных критериев целесообразности перекладки или реконструкции трубопроводов стратегией приняты технические, экономические и экологические факторы, которые реализованы в автоматизированном виде в программе для ЭВМ «Оценка надежности и планирование восстановления АО «Мосводоканал» [18].

4. *Использование автоматизированных систем и информационных технологий для проектирования и управления эксплуатацией сетей.*

НИИСФ и кафедрой Водоснабжения и водоотведения НИУ МГСУ разработан алгоритм и автоматизированная методика сбора и статистической обработки эксплуатационных данных по надежности участков водопроводных трубопроводов. Это основа создания банка данных по надежности водопроводных трубопроводов и ее контролю. Разработаны и реализованы в ряде проектов гидравлические электронные модели для оптимизации функционирования сетей водоснабжения и водоотведения и их развития, и реновации.

5. *Использование стратегии снижения всех видов потерь воды.*

Стратегия снижения потерь воды включает [19]:

- управление давлением, оптимизация работы системы транспорта воды;
- интенсификация аварийно-восстановительных и планово-профилактических работ;
- активный поиск и контроль за утечками,
- управление инфраструктурой – модернизация и реконструкция сети.

6. *Разработка новых (актуализация существующих) нормативно-методических документов в водной отрасли.*

Следует отметить, что в последние годы в водной отрасли России создается новое нормативно-правовое поле. Так по плану Минстроя России НИИСФ актуализированы основные Своды правил по проектированию наружного и внутреннего водопровода СП 30.13330 и СП 31.13330, а также СП 32.13330.2018 по канализации и ряд других документов. Дошла очередь и

до разработки нового, первого Свода правил СП 517.1325800.2022 по эксплуатации централизованных систем и сооружений водоснабжения и водоотведения (ВиВ). СП по эксплуатации ВиВ – это впервые разработанный единый документ на федеральном уровне обеспечивающий необходимыми рекомендациями и требованиями все основные этапы эксплуатации централизованных систем и сооружений водоснабжения и водоотведения - основа для разработки конкретных технических регламентов эксплуатации Водоканалами

К основным проблемам в области проектирования и эксплуатации систем водоотведения относятся [20, 21]:

1. Формальное выполнение технических обследований очистных сооружений.
2. Отсутствие в стране национальной системы обсуждения и апробации новых технологий, а также баз данных по разработанным и реализованным проектам и независимого мониторинга их результатов.
3. Кризис компетенции подавляющего большинства базовых проектных институтов.
4. Система саморегулирования проектной отрасли практически не участвует в разработке технической политики.
5. Недостатки в системе тендеров и формирования начальной максимальной цены контракта (НМЦК).
6. Слабая вариантная технико-экономическая проработка и последующая разработка по ее результатам «Основных технических решений» (ОТР), конкретизирующего требования задания на проектирование.
7. Рекомендательный характер отраслевых Сводов правил, направленных на использование оптимальных технологических решений.

Проблемы в области водоотведения характерны и для станций водоподготовки, в части обеспечения барьерной роли очистных сооружений и их модернизации в условиях ужесточения требований к качеству питьевой воды.

Особо следует отметить проблемы состояния и развития системы сбора и отвода поверхностных сточных вод (ПСВ) в городах и поселениях России, в большинстве которых отсутствуют или не действуют (по причине большого износа сетей и сооруже-

ний) системы отведения и очистки поверхностных сточных вод. Это негативно сказывается на санитарно-экологическом состоянии природных водных объектов, приводит к подтоплениям территорий, объектов транспортной инфраструктуры.

В настоящее время в сфере проектирования и эксплуатации систем отведения и очистки поверхностных сточных вод поселений, городских округов существует ряд законодательно неурегулированных положений действующих нормативно-методических документов, с положениями федеральных документов [22].

Требуется актуализация устаревшие климатические параметры 50-летней давности, необходима разработка инженерных мероприятий по адаптации систем сбора и отведения ливневых вод к изменениям климата [23]. Необходима независимая инженерная сертификация локальных очистных сооружений проточного типа, так как практически все предлагаемые конструкции этих сооружений не соответствуют установленным нормам очистки ПСВ, однако имеют сертификаты их соответствия.

Несколько соображений о состоянии науки и образования, в том числе и в водной отрасли. Если в СССР была статья расходов на науку, то в современном российском бюджете её нет, так как траты на науку находятся на уровне статистической погрешности в 1%.

Расходы на прикладные научные исследования в области решения проблем водного хозяйства за 10 лет снизились на 30%. Отмечу и в целом недостаточный уровень выпускников высшей школы, их несоответствие запросам строительной отрасли. На образование в современной России тратится не 10%, как в СССР, а всего 4% [24].

Это отразилось как на количестве, так и на качестве диссертаций в области водоснабжения и водоотведения, то есть на подготовке кадров высшей квалификации.

Осталось только два диссертационных совета по специальности «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов (технические науки) – в Москве и Самаре, но и они перегружены. Нет в ВУЗах строительного профиля программы подготовки инженеров-

технологов по ВиВ и как результат - дефицит квалифицированного персонала.

Сегодня в России существует система грантов. В сфере разработки новых технологий в ней в основном участвуют институты системы РАН, далекие от практических задач нашей отрасли и, в меньшей степени, ВУЗы, в большинстве которых состояние науки как таковой и научной базы, в частности, не позволяет вести серьезные разработки. Полностью разрушена база научно-исследовательских профильных институтов. Один из немногих оставшихся в стране научно-исследовательских институтов в области строительства - НИИСФ РААСН.

Для более активного решения проблем водного хозяйства России и усиления научного потенциала российских ученых и координации исследований и работ в НИИСФ РААСН создано Отделение «Водоснабжение и водоотведения», в состав которого вошли известные специалисты в области систем водоснабжения и водоотведения.

Основные задачи отделения:

- повышением потенциала и реализацией научных и нормативно-методических работ по решению проблем водной отрасли;
- совершенствование нормативной базы;
- работа с профессиональными и образовательными стандартами;
- обзор и анализ основных проблем отрасли, отдельно взятых регионов и округов, и пути их решения;
- проведение и координация фундаментальных и прикладных научных исследований в области водоснабжения и водоотведения;
- поддержка молодых ученых.

Выводы

1. Водохозяйственный комплекс России нуждается в серьезной модернизации. Ответственным за безопасное водоснабжения и водоотведение населения должно быть государство, которое обязано оказывать поддержку из федерального бюджета субъекту РФ на развитие и модернизацию коммунальных трубопроводов через субсидии или адресные инвестиционные программы.

2. В условиях рыночной экономики основным звеном при разработке любых проектов и программ развития инженерных систем водопользования является финансово-экономический аудит и анализ предприятий ВКХ России, расчет долговременных экономических последствий реализации намечаемых проектов. Кроме того, любые социально-ориентированные программы должны сопровождаться обязательными социальными исследованиями, позволяющими определять отношение общества к проектам, готовность его нести дополнительные расходы.

3. Для реализации принятых программ по развитию водной отрасли Российской Федерации необходимо предусматривать дополнительные инвестиции в науку, инновации и отечественное производство в водной отрасли, совершенствовать систему подготовки кадров, переоснащать лаборатории институтов, улучшать образовательные программы в соответствии с международными стандартами, интенсифицировать использование информационных и цифровых технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В. И. Данилов-Данильян. Водные ресурсы мира и перспективы водохозяйственного комплекса России. М.: ООО «Типография ЛЕВКО», Институт устойчивого развития/ Центр экологической политики России, 2019. 88 с.
2. Проскурякова Л. Н., Саритас О., Сиваев С.Б. Водохозяйственный комплекс: глобальные вызовы и долгосрочные тенденции инновационного развития // «Высшая школа экономики» М.: НИУ ВШЭ. 2015 84 стр. -ISBN 978-5-7598-129-3
3. Природно-ресурсный комплекс российской Федерации Аналитический доклад // НИИ-ПРИРОДА, 2018. 267 с.
4. А.П. Демин Обеспечение питьевой водой населения России. // Институт водных проблем РАН. Национальный портал «Природа России», 2019. [Электронный ресурс]. URL: <http://wp-content/uploads/2022/Russia-VNR...> (дата обращения: 10.06.2023).
4. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году» // [Электронный ресурс] URL: <https://www.gosspotrebnadzor.ru>. (дата обращения: 04.06.2022).
5. М.В.Васильева, Р.Н.Зинурова Эффективность реализации Федеральной целевой программы «Обеспечение населения России питьевой водой» // [Электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru> (дата обращения: 14.11.2022).
6. Концепция стратегии развития водопроводно-канализационного хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года. Российская ассоциация водоснабжения и водоотведения. [Электронный ресурс]: URL: <https://government.ru/docs/11914/> (дата обращения: 04.06.2022).

7. Постановление Правительства РФ от 6.03.1998 N 292 «О Концепции федеральной целевой программы «Обеспечение населения России питьевой водой» и осуществлении первоочередных мероприятий по улучшению водоснабжения населения».
8. [Электронный ресурс]: URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=9807> (дата обращения: 14.11.2022).
9. Федеральный проект «Чистая вода» (ФП «Чистая вода») // Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. – № 204
10. Примин О.Г., Пупырев Е.И. Проблемы современного состояния систем водоснабжения и водоотведения в России. // Журнал «Чистая вода: проблемы и решения» 2012 № 3-4, С. 40-48.
11. Инвестиционные балансы водопроводных и канализационных сетей централизованных систем холодного водоснабжения и водоотведения. // Институт экономики города. 2018 [Электронный ресурс] URL: https://urbaneconomics.ru/sites/default/files/ib_wsn_presentation_iue.pdf.
12. [Электронный ресурс]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-realizatsii-federalnoy-tselevoy-programmy-obespechenie-naseleniya-rossii-pitievoy-vodoy>. Дата обращения: 14.11.2022.
13. Портал VodaNews, Выпуск 67 [Электронный ресурс] URL: <https://info@vodanews.info> Дата обращения 11.02. 2023
14. O. Primin, G. Gromov Reliability and environmental safety of water and sewer pipelines. E3S Web of Conferences 263, 04002 (2021) FORM-2021
15. СП 66.13330.2011 «Проектирование, строительство напорных сетей водоснабжения и водоотведения с применением высокопрочных труб из чугуна с шаровидным графитом». Минстрой РФ. М.: 2011
16. Храменков С.В., Алиферинов А.Д., Примин О.Г Трубы из высокопрочного чугуна // (Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ 192 с.
17. СП 517.1325800.2022. Эксплуатация централизованных систем, сооружений водоснабжения и водоотведения. Минстрой РФ. М.: 2022
18. Зоткин С.П., Орлов В.А., Примин О.Г., Оценка надежности и планирование восстановления водопроводных и водоотводящих трубопроводов. // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018617532 от 26.06.2018 Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ
19. Примин О.Г. Утечки воды. // М., Издательство МГСУ-МИСИ 2022 168 с
20. Д.Д. Данилович Кризис компетенции в проектировании очистных сооружений канализации: формы, последствия, пути преодоления. // Журнал НДТ, 2018, № 4, С.5–13.
- 21.. Харькина О. В. Проблемы проектирования сооружений биологической очистки с удалением азота и фосфора // Водоснабжение и санитарная техника, 2019 № 5 С.7-12.
22. Верещагина, Л.М., Худякова, Д.Д., Громов, Г.Н. Основные направления совершенствования технологических схем и конструкций установок для очистки поверхностных сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2022. №4. С. 27-34.
23. Волков С. Н., Лукьянчук М. Ю., Житенев А. И., Игнатчик В. С., Игнатчик С.Ю., Кузнецова Н. В., Сенюкович М. А. Методы и результаты оценки параметров расчетных дождей для систем водоотведения поверхностного стока Санкт-Петербурга // Водоснабжение и санитарная техника. 2022. №4. С. 17-24.
24. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article...rossiyskogo...i-nauki...xix...v> Дата обращения 11.05.2023

Примин Олег Григорьевич

Доктор техн. наук, главный научный сотрудник НИИСФ РААСН, профессор НИУ МГСУ ФГБУ, г. Москва, Россия
e-mail: tepper2007@yandex.ru

Сколубович Юрий Леонидович

Доктор технических наук, профессор, ректор Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета, г. Новосибирск, Россия
e-mail: rector@sibstrin.ru

O. G. PRIMIN, Y. L. SKOLUBOVICH

WATER RESOURCES. PROBLEMS OF ENGINEERING SYSTEMS OF WATER USE AND DIRECTIONS OF THEIR DEVELOPMENT

The state and problems of the Russian water industry are analyzed, ways of solving them and trends in the field of water resources in the world and Russia are given. It is shown that the national security of the state largely depends on water management and environmental safety, the level of water supply of the population and the social sphere with high-quality drinking water, the continuity and sufficiency of water supply to economic sectors, the state of water bodies and water resources, the reliability of forecasting emergency water management situations, their timely prevention.

It is emphasized that currently for Russia the problem of providing the population with drinking water of the required quality in sufficient quantity and environmental safety of water use is the most urgent. These are not only technical problems of outdated equipment and general technical backwardness, but, above all, legal, organizational and economic problems. It is noted that this is due to the increasing rates of wear and unsatisfactory technical condition of a significant number of centralized water supply and sanitation systems and facilities in cities and settlements of Russia, (especially the pipeline part), pollution of water bodies. It is concluded that the water management complex of Russia needs serious modernization.

Keywords: system, water supply, sanitation, water industry, water use, reliability, problems, solutions.

REFERENCES

1. V. I. Danilov-Danilyan. Water resources of the world and prospects of the water management complex of Russia. Moscow: ООО «Типография LEVKO», Institute of Sustainable Development/ Center for Environmental Policy of Russia, 2019. 88 p.
2. Proskuryakova L. N., Saritas O., Sivaev S.B. Water management complex: global challenges and long-term trends of innovative development // «Higher School of Economics» Moscow: HSE. 2015 84 p. - ISBN 978-5-7598-129-3
3. The natural resource complex of the Russian Federation Analytical report // NIA-NATURE, 2018. 267 p.
4. A.P. Demin Providing drinking water to the population of Russia. // Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences. National portal «Nature of Russia», 2019. [electronic resource]. URL: <http://wp-content/uploads/2022Russia-VNR...> (accessed date:10.06.2023).
4. State report «On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2021» // [Electronic resource] URL: <https://www.rosпотребнадзор.ru>. (accessed: 06/04/2022).
5. M.V. Vasilyeva, R.N. Zinurova The effectiveness of the implementation of the Federal target program «Providing the population of Russia with drinking water» // [Electronic resource]: URL: <https://cyberleninka.ru> (date of application: 11/14/2022).
6. The concept of the strategy for the development of the water supply and sewerage system of the Russian Federation for the period up to 2030. Russian Association of Water Supply and Sanitation. [Electronic resource]: URL: <https://government.ru/docs/11914/> (accessed: 06/04/2022).
7. Decree of the Government of the Russian Federation No. 292 of 6.03.1998 «On the Concept of the federal target program «Providing the population of Russia with drinking water» and the implementation of the first measures to improve the water supply of the population».
8. [Electronic resource]: URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=9807> (date of application: 14.11.2022).
9. Federal project «Clean Water» (OP «Clean Water») // Decree of the President of the Russian Federation of May 7, 2018 No. 204
10. Primin O.G., Pupyrev E.I. Problems of the current state of water supply and drainage systems in Russia. // Journal «Clean Water: problems and solutions» 2012 № 3-4, pp. 40-48.
11. Investment balances of water supply and sewerage networks of centralized cold water supply and sanitation systems. // Institute of City Economics. 2018 [Electronic resource] URL: https://urbaneconomics.ru/sites/default/files/ib_wsn_presentation_iue.pdf.
12. [Electronic resource]: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-realizatsii-federalnoy-tselevoy-programmy-obespechenie-naseleniya-rossii-pitievoy-vodoy>. Date of application: 14.11.2022.
13. VodaNews portal, Issue 67 [Electronic resource] URL: <https://info@voda-news.info> Accessed 11.02 2023
14. O. Primin, G. Gromov Reliability and environmental safety of water and sewer pipelines. E3S Web of Conferences 263, 04002 (2021) FORM-2021
- 15.SP 66.13330.2011 «Design, construction of pressure water supply and sanitation networks using high-strength cast iron pipes with spherical graphite». Ministry of Construction of the Russian Federation. Moscow: 2011
16. Khramenkov S.V., Aliferkov A.D., Primin O.G. Pipes made of high-strength cast iron // (Library of scientific developments and projects of NRU MGSU 192 p.
17. SP 517.1325800.2022. Operation of centralized systems, water supply and sanitation facilities. Ministry of Construction of the Russian Federation. Moscow: 2022
18. Zotkin S.P., Orlov V.A., Primin O.G., Reliability assessment and planning of restoration of water supply and drainage pipelines. // Certificate of state registration of a computer program No. 2018617532 dated 26.06.2018 Registered in the Register of computer programs

19. Primin O.G. Water leaks. // М., Publishing House MGSU-MISI 2022 168 p
20. D.D. Danilovich Crisis of competence in the design of sewage treatment plants: forms, consequences, ways of overcoming. // NDT Journal, 2018, No. 4, pp.5-13.
- 21.. Kharkina O. V. Problems of designing biological treatment facilities with nitrogen and phosphorus removal //Water supply and sanitary engineering, 2019 No. 5 p.7-12.
22. Vereshchagina, L.M., Khudyakova, D.D., Gromov, G.N. The main directions of improvement of technological schemes and designs of installations for surface wastewater treatment // Water supply and sanitary engineering. 2022. №4. С. 27-34.
23. Volkov S. N., Lukyanchuk M. Yu., Zhitenev A. I., Ignatchik V. S., Ignatchik S.Yu., kuznetsova N. V., Senyukovich M. A. Methods and results of estimation of parameters of calculated rains for drainage systems of surface runoff of St. Petersburg // Water supply and sanitary engineering. 2022. No.4. С. 17-24.
24. [Electronic resource] URL: <https://cyberleninka.ru/article...rossiyskogo...i-nauki...xix...v> Accessed 11.05 2023

Primin Oleg Grigorievich

Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher of NIISF RAASN,
Professor of NRU MGSU FSBI, Moscow, Russia
e-mail: tepper2007@yandex.ru

Skolubovich Yuri Leonidovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Rector of Novosibirsk State
University of Architecture and Civil Engineering, Novosibirsk, Russia
e-mail: rector@sibstrin.ru

Для цитирования: Примин О. Г., Сколубович Ю. Л., Водные ресурсы. Проблемы инженерных систем водопользования и направления их развития// Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. №3. С. 99-107. DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-99-107

For citation: Primin O. G., Skolubovich Y. L., Water resources. Problems of engineering systems of water use and directions of their development. *Biosfernaya sovместimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: human, region, technologies]. 2023. No.3. Pp. 99-107. (In Russian). DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-99-107

И. В. НИКОЛЕНКО, Э. А. КАРИМОВ, Н. С. МЕЛЬНИКОВА, О. В. НЕВЕЛЬСКИЙ

УСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА В УСЛОВИЯХ НЕГАТИВНОГО ДЕЙСТВИЯ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЯВЛЕНИЙ

Одной из важнейших проблем XXI века является интенсификация работы и обеспечение безопасности систем водообеспечения городов. От решения этой проблемы зависит обеспечение общества и экономики водными ресурсами в условиях глобального изменения климата, а также ограниченных запасов пресной воды. Негативное изменение гидробиологического состава воды, используемой в качестве источника водоснабжения, также является проблемой. В современный период наблюдается деградация водных ресурсов, что связано с интенсификацией хозяйственной деятельности и других факторов воздействия, вследствие чего возможна потеря устойчивого состояния уязвимых водных систем. Устойчивость следует рассматривать с позиции системного анализа, предусматривающего рассмотрение проблемы не изолированно, а во всей полноте компонентов, причинно-следственных связей и процессов природных и антропогенных факторов воздействия, что позволяет учитывать такие эффекты комплексного воздействия негативных факторов, как синергизм, аддитивность, нейтрализация, и предполагает учет принципа эмерджентности. Основная проблема оценки устойчивости заключается в отсутствии концептуального представления о природе рисков и способов их оценки.

Работа посвящена изучению понятия устойчивости систем водоснабжения на примере городов Крымского полуострова. Представлен анализ годового баланса двух водохранилищ естественного стока Республики Крым, а также временного хода их наполнения в маловодный период. В этот период, в системах водоснабжения городов Крыма, в которых источниками служат водохранилища естественного стока и фактическое наполнение достигло мертвого объема, происходила потеря устойчивости.

Выполнен сравнительный анализ свойств устойчивости, надежности и живучести сложных технических систем, на примере систем водоснабжения. Представлены подходы к оценке устойчивости систем водоснабжения как свойства и способности противостоять внешним естественным и антропогенным воздействиям по обеспечению отсутствия перебоев в подаче воды требуемого качества потребителям с обеспечением эксплуатационного уровня количественных параметров по напорам и подаче. Проанализированы основные причины потери устойчивости систем водоснабжения. Представлены факторы обеспечения устойчивости систем водоснабжения, которые являются важным аспектом обеспечения безопасного, надежного и эффективного функционирования этих систем.

Ключевые слова: устойчивость, система водоснабжения, живучесть, надежность, негативное воздействие, фактическое наполнение, мертвый объем.

DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-108-119

Введение

В новой редакции паспорта научной специальности 2.1.4. «Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов» введено новое направление исследований: устойчивость систем водного хозяйства в условиях чрезвычайных ситуаций и негативного действия природных и техногенных явлений. Важным элементом систем водного хозяйства являются централизованные системы водоснабжения (СВ), которые являются и основным элементом систем жизнеобеспечения населенных пунктов. В научной и методологической литературе сведения об исследованиях по проблематике устойчивости систем водоснабжения являются крайне ограниченными. Большая часть работ посвя-

щена методологии оценки устойчивости экосистем и входящих в их состав подсистем. Для регионов со сложным сезонным и территориальным характером водопользования проблемы обеспечения устойчивости СВ являются особо важными и актуальными. Поэтому в данной работе рассмотрены основные подходы по решению проблем устойчивости СВ с учетом негативного действия на водные ресурсы Крымского полуострова природных и техногенных явлений.

Проблематика исследований

Проблемы обеспечения устойчивости природных экосистем, в том числе водных, является одними из важнейших и актуальных в современном мире. Научный интерес к оценке устойчивости и изменчивости природных экосистем различных уровней иерархии,

их чувствительности к действиям природных и техногенных явлений сформировался во второй половине прошлого века.

Устойчивость является одним из основных понятий в науке и технике для описания свойств различных сложных систем, как их способности противостоять внешним естественным и антропогенным воздействиям, а также внутренним процессам, которые нарушают состояния статического и динамического равновесия систем, в том числе их структуру и нормальное функционирование как всей системы или процесса, так и отдельных их частей в течении определенного отрезка времени [1].

Устойчивость сложной системы рассматривается как комплекс двух взаимосвязанных свойства:

- возможность системы сопротивляться действиям внешней среды и работать в нормальном режиме с заданными допускаемыми отклонениями;
- способность процесса возвращаться к исходному состоянию после прекращения воздействия, которое нарушило это состояние.

В технических системах свойство «устойчивость» является ближайшим пересечением со свойством «надежность» и «живучесть».

Надёжность – свойство системы сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих ее способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Поэтому надёжность системы, как качества развернутого во времени, является комплексным внутренним свойством, которые оцениваются по четырём единичным показателям – безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости либо по сочетанию этих свойств в виде комплексных показателей. Проблемы надежности СВ хорошо изучены в работах многих отечественных и зарубежных исследователей. Первые отечественные фундаментальные исследования по проблеме надежности СВ были проведены Н. Н. Абрамовым, в которых впервые они были определены, а также сформулированы основные задачи и рас-

смотрены пути их решения. В работах Ильина Ю. А., Примина О. Е. и других исследователей наиболее полно отражены современные подходы к надежности систем водоснабжения, в которых представлены пути решения проблем надежности систем и сооружений водоснабжения, решаемые на основе теории надежности сложных технических систем, а также обоснована формулировка требований к надежности подачи воды [2, 3, 4]. В этих работах приведена классификация и изложены способы определения показателей безотказности и ремонтпригодности водопроводного оборудования по результатам их эксплуатации в системах и специальных испытаний на надежность. Для учета показателей надежности были рассмотрены методы определения производительности системы водоснабжения с учетом показателей безотказности и ремонтпригодности оборудования, входящего в их состав. В последнее время были представлены работы, направленные на использовании методов теории и практики надежности сложных технических систем для разработки стратегии восстановления водопроводных сетей, на основе вероятностного подхода к описанию процесса старения и обновления трубопроводов. Для оценки уровня надежности СВ учитываются такие параметры, как: процент использования СВ; материал магистральных труб; качество обслуживания; уязвимость; надежность и риски повреждения; устойчивость СВ. Все эти параметры помогают оценить надежность системы водоснабжения, но не учитывают ее живучести при воздействии внешних факторов.

Живучесть, согласно ГОСТ 27.002.89 – свойство объекта, состоящее в его способности противостоять развитию критических отказов из-за дефектов и повреждений при установленной системе технического обслуживания и ремонта, или сохранять ограниченную работоспособность при воздействиях, не предусмотренных условиями эксплуатации, или сохранять ограниченную работоспособность при наличии дефектов или повреждений определенного вида, а также при отказе некоторых компонентов.

Живучесть – способность системы выполнять свои основные функции в заданных режимах и условиях применения после повреждения или разрушения ее отдельных элементов при воздействии экстремальных внешних либо внутренних факторов. Понятие живучести системы является центральным при рассмотрении ее поведения после экстремальных или запроектных воздействий. Системы, обладающие большой живучестью, разрушаются постепенно, сохраняя при этом ограниченную работоспособность. Системы с малой живучестью разрушаются резко и катастрофически, что сопровождается значительными вторичными и каскадными разрушениями, которые могут быть несоразмерными либо непропорциональными в сравнении с исходными иницирующим воздействиям [5].

Необходимость оценки живучести сложных систем объясняется тем, что как бы тщательно ни проводились расчеты при проектировании системы, в силу ее сложности, всегда будут непредусмотренные заранее воздействия, обусловленные запроектными либо экстремальными нагрузками на элементы системы, ошибками операторов, сложными взаимодействиями элементов системы, которые будут приводить к локальным повреждениям системы. Вследствие высокого уровня неопределенности, связанной с типом и интенсивностью возможных экстремальных воздействий и вызываемых ими повреждений систем, а также их устойчивостью оценка живучести является вероятностной, то есть определяться вероятностью сохранения системой заданных функциональных свойств. Поэтому оценка живучести определяет, насколько вероятно, что определенные локальные повреждения вызовут катастрофическое разрушение системы в целом. Обеспечение и повышение живучести сложных технических систем является важным направлением усилий по снижению рисков, в том числе прогнозов катастрофических разрушений системы, а также при оценке их ущерба.

Системы с большой живучестью обладают следующими преимуществами: устойчивостью к повреждениям, надежностью, гибкостью с возможностями настройки и управления для адаптации к изменяющимся условиям, экономической

эффективностью. Системы с низкой живучестью быстро выходят из строя, что приводит к серьезным вторичным и каскадным повреждениям, которые не соответствуют силе причиненного ущерба.

Для обеспечения живучести СВ необходимо учитывать следующие факторы:

- Надежность оборудования – необходимо выбирать надежное оборудование, которое способно выдерживать высокие нагрузки и работать в течение длительного времени.

- Резервирование – необходимо иметь резервные источники воды на случай сбоев, аварий либо негативного действия природных и техногенных явлений.

- Система управления – система управления должна быть надежной и эффективной, чтобы быстро реагировать на изменения условий работы системы.

- Обучение персонала – персонал должен быть обучен правилам эксплуатации системы и способам ее восстановления в случае сбоев.

- Регулярное техническое обслуживание – система должна регулярно обслуживаться, чтобы поддерживать ее работоспособность и надежность.

- Учет климатических условий – при проектировании СВ необходимо учитывать климатические условия региона, такие как температура, влажность, осадки и т. д. Это поможет выбрать подобрать оборудование и материалы, которые будут наиболее устойчивы к внешним воздействиям.

- Мониторинг и контроль СВ, которые должны быть адаптивными для оперативного выявления проблемы на ранних стадиях и для принятия мер по их устранению.

Все три вышеуказанных свойства СВ важны для их эксплуатации с целью обеспечения бесперебойной подачи воды потребителям, но если надежность и живучесть в основном определяются внутренней структурой и свойствами систем и ее элементов, то устойчивость обуславливается в основном действием внешних факторов. Для определения условий потери устойчивости СВ, которые связаны с состоянием водных объектов, с учетом негативного действия природных и техногенных факторов, необходим анализ известных методов оценки устойчивости водных объектов, а также

оценка их применимости для этих систем. На водные ресурсы Крымского полуострова сильное влияние оказывает различные негативные действия природных и техногенных явлений. Поэтому представляет интерес устойчивость рассматривать на примере СВ Крыма.

Основные результаты

Устойчивость СВ во многих научных исследованиях и на практике принимается как условия отсутствия перебоев в подаче воды требуемого качества потребителям с обеспечением эксплуатационного уровня количественных параметров на сооружениях подачи и распределения воды по давлению и расходу [8–11]. Одно из определений устойчивости СВ представлено как ее способность сохранять свою целостность и установленный режим деятельности с обеспечением оптимального общесистемного параметра по качеству воды при заданной подаче и напоре, для конкретного количества потребителей и времени, в течение которого допускаются перебои в их снабжении водой [9]. Несмотря на эти известные представления, проблема трактовки понятия «устойчивость СВ», вместе с полным описанием его характеристик, остается не полностью установленной. На качество функционирования СВ и их устойчивость существенное влияние оказывает большое количество факторов, в том числе параметры и временные характеристики источников водоснабжения. Для вододефицитных регионов одним из важных условий обеспечения бесперебойной подачи воды требуемого качества является устойчивость СВ.

Одним из вододефицитных районов РФ в условиях негативного действия природных и техногенных явлений является Крымский полуостров [16–21]. Наряду с малым количеством собственных водных ресурсов существует сопутствующая проблема высокой неравномерности их распределения по регионам полуострова, в том числе годовой и сезонной. Большая часть стока формируется в зимний и весенний период, когда потребность в воде минимальная. Однако летом, в пик водопотребления, сток сокращается из-за низкого количества осадков и интенсивного испарения.

С другой стороны, в многоводные годы на реках Крыма происходят экстремальные паводки, в результате которых создаются обширные затопления населенных пунктов, активизируются опасные эрозионные и русловые процессы, что нарушает водную безопасность полуострова. Важным критерием водной безопасности региона является качество воды, а также общее экологическое состояние водосборных территорий и областей питания поверхностных и подземных водных объектов [22]. При этом на химический состав природных вод, которые являются источниками в централизованных системах водоснабжения сильное влияние оказывают природно-климатические и местные литологические особенности, режим формирования стока и строение гидрографической сети. Большая часть научных исследований по проблемам водопользования Крымского полуострова, в том числе последнего десятилетия, направлены на рассмотрение причин и способов преодоления дефицита водных ресурсов, а обеспечение устойчивости и живучести СВ остается вне зоны внимания. От свойств устойчивости, надежности и живучести работы СВ зависит обеспечение населения и экономики пресной водой в условиях изменения климата, ограниченного запаса пресной воды, негативного изменения гидробиологического и солевого состава воды, используемой в качестве источника водоснабжения.

Система водопользования Крымского полуострова была сформирована в середине прошлого века, которая включала 15 водохранилищ естественного стока суммарным полным проектным объемом 253 млн. м³, водохозяйственную систему Северо-Крымского канала (СКК) с 8 наливными водохранилищами суммарным полным проектным объемом 145 млн. м³, а также частичное использование подземных источников. Источниками наполнения водохранилищ естественного стока являются в основном реки, водотоки и карстовые источники Крымских гор, расходы которых существенно зависят от характера и распределения осадков в этом регионе. Водохозяйственная система СКК предназначена для обеспечения сельскохозяйственного водоснабжения в основном северной и цен-

тральной части полуострова, а также обеспечения водой населения восточной части, в том числе городов Керчь, Феодосия, Судак и других населенных пунктов. Такая система водопользования Крымского полуострова обуславливает существенную зависимость систем водоснабжения наиболее крупных городов Симферополя и Севастополя, а также всех курортных городов Южного берега Крыма от фактического наполнения водохранилищ естественного стока, которое зависит от природно-климатических и местных литологических условий. В результате, в маловодные годы системы водоснабжения вышеуказанных городов подвержена риску потери устойчивости.

В настоящее время широко используются следующие методы оценки устойчивости природных экосистем, в том числе водных:

- Единичные оценки, основанные на измерении отдельных параметров состояния (например, концентрации вредных веществ).
- Косвенные оценки, основанные на анализе совокупности параметров и их связей друг с другом (например, корреляционный анализ).
- Комплексные оценки, учитывающие все известные факторы и параметры состояния окружающей среды.
- Многокритериальные оценки, основанные на использовании нескольких критериев и учитывающие различные аспекты экологического состояния.
- Интегральные оценки, учитывающие весь комплекс экологических проблем и их взаимосвязь друг с другом.

Интегральная оценка объединяет в себе множество различных критериев оценки состояния системы, включает в себя объединение ра-

нее разрозненных (многокритериальных) оценок в единое целое с учетом их относительной важности [12]. Такая оценка может быть получена путем многоуровневой свертки информации о состоянии системы. Современные методы оценки устойчивости и уязвимости водных объектов основаны на балльно-индексном методе. Устойчивость водных объектов определяется их морфологическими особенностями, физико-географическими условиями и климатом, а также гидрологическим режимом. Анализ изменений антропогенных факторов позволяет выявить устойчивость к эвтрофикации или изменению качества воды.

Анализ известных методов оценки устойчивости водных объектов показал, что эти методы могут применяться для общей оценки их экологического состояния и его нормирования. При этом они не могут являться универсальным методом оценки устойчивости для систем водоснабжения [1]. При этом некоторые компоненты могут находиться в критических (переходных) состояниях, когда незначительное внешнее воздействие может вызвать существенное изменение-бифуркацию, то есть потерю устойчивости и переход в новое устойчивое состояние, причем предыдущее устойчивое состояние, из-за накопленных флуктуаций, меняется скачкообразно.

В таблице представлен годовой баланс двух водохранилищ естественного стока Республики Крым: Симферопольского (полный проектный объем 36 млн. м³), которое является одним из источников водоснабжения г. Симферополя и Изобильненского (полный проектный объем 13,25 млн. м³), которое является единственным источником водоснабжения г. Алушта.

Таблица
Годовой баланс двух водохранилищ естественного стока Республики Крым

Год	Симферопольское вдхр.				Изобильненское вдхр.			
	приток, тыс. м ³	водоснаб., тыс. м ³	испарение, тыс. м ³	тех. сброс, тыс. м ³	приток, тыс. м ³	водоснаб., тыс. м ³	испарение, тыс. м ³	тех. сброс, тыс. м ³
2014**	15156,0	12414,0	2757,0	0	5140,0	3560,6	437,0	0
2015*	64280,5	16892,5	2723,0	17575,0	12672,3	3685,59	453,0	665,0
2016	23363,4	22441,8	2623,0	80,6	7190,4	5271,04	333,0	2627,0
2017	51466,9	26442,9	2624,0	13076,0	5363,0	5878,3	362,0	636,5
2018	38225,0	27498,0	2595,0	16457,0	8829,7	7045,6	365,0	3866,7
2019	22843,1	22097,1	2598,0	0	7201,2	5627,9	365,0	1723,1
2020	11526,8	16618,8	2629,0	0	3134,0	7864,1	366,0	0
2021**	19323,5	4455,5	2444,0	0	2329,1	4243,1	365,0	0
2022*	71481,4	8330,4	2731,0	44479,0	10772,5	4665,7	365,0	0

Примечание. *—многоводный год, ** —вододефицитный год.

Из анализа данных, представленных в таблице 1 можно сделать вывод о том, что притоки в эти водохранилища существенно зависят от годовой суммы осадков на водосборной площади водохранилищ, которые могут отличаться в 4...6 раз. При этом в многоводные годы технологические сбросы из рассмотренных водохранилищ могут составлять 25...60% от годового притока. В вододефицитные годы часть населенных пунктов переводятся на графики подачи воды включая города Симферополь, Севастополь, Ялту, Алушту, а также многие малые населенные пункты. В этот период в крупных вододефицитных городах прекращается централизованная подача горячей воды. То есть в вододефицитные

годы наступает потеря устойчивости централизованных систем водоснабжения.

На рис. 1 и рис. 2 показан годовой ход фактического наполнения рассмотренных водохранилищ естественного стока в вододефицитный период [1]. Из анализа представленных данных следует, что потеря устойчивости систем водоснабжения, для которых водохранилища естественного стока являются источниками происходила в вододефицитный период 2020–2021 годов по причине отсутствия заданного уровня воды в источнике водоснабжения в периоды, когда фактический объем наполнения достигал мертвого объема, при котором становилась невозможной подача воды в системы водоснабжения городов.

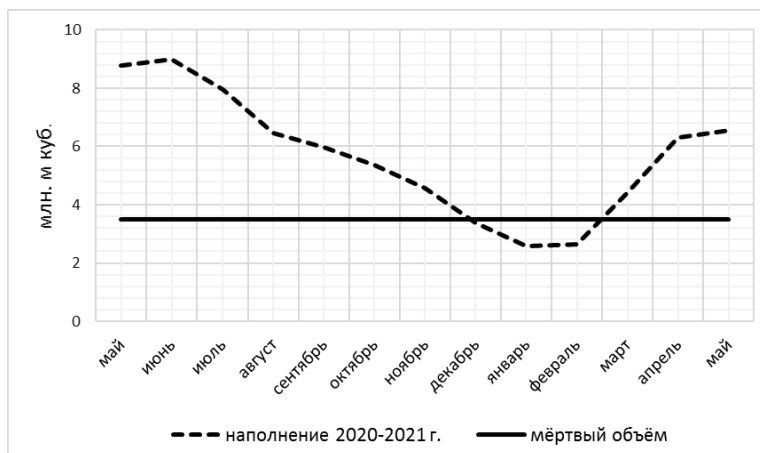


Рис. 1. Годовой ход фактического наполнения Симферопольского водохранилища

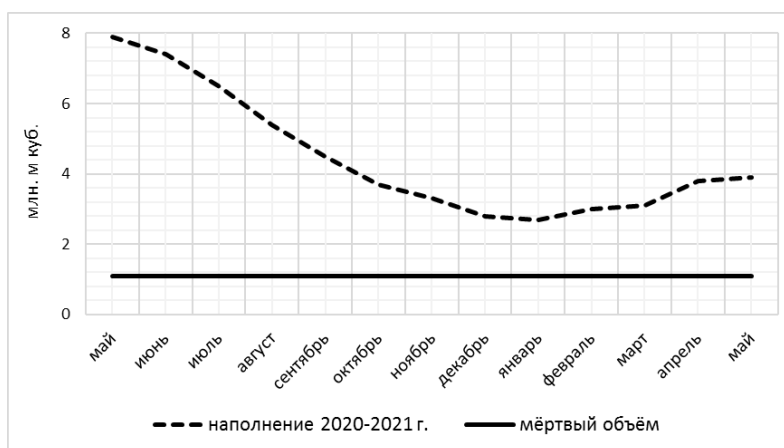


Рис. 2. Годовой ход фактического наполнения Изобильненского водохранилища

На рис. 3 представлены основные условия устойчивости работы системы водоснабжения в условиях негативного действия природных и техногенных явлений.

Во многих научных исследованиях и на практике устойчивость централизованных

СВ рассматривается как способность предотвратить перебои в подаче воды требуемого качества потребителям с обеспечением эксплуатационного уровня количественных параметров на сооружениях подачи и распределения воды по давлению и

расходу. С учетом указанных факторов на устойчивость централизованных СВ существенное влияние оказывают не только параметры устойчивости водных объектов – источников водоснабжения, но и схемы во-

доподготовки структура, которых должна обеспечить нормативные требования по качеству воды в том числе с учетом антропогенного воздействия в условиях избытка либо дефицита водных ресурсов.



Рис. 3. Схема оценки устойчивости систем водоснабжения

Анализ условий потери устойчивости систем водоснабжения, которые связаны с состоянием водных объектов, с учетом внешних воздействий показал, что нарушение устойчивости систем водоснабжения можно классифицировать на трех уровнях:

- 1–ый уровень отсутствие заданного уровня воды в источнике водоснабжения;
- 2–ой уровень существенные изменения показателей воды источника водоснабжения за счет увеличения концентрации загрязняющих веществ, в том числе выявление новых видов загрязнений, на устранение которых не приспособлены существующие схемы водоподготовки;
- 3–ий уровень нарушение работоспособного состояния элементов системы водоснабжения, функционально связанных с водными объектами.

Представленная классификация условий потери устойчивости СВ на три уровня позволяет для каждого из них определить условия, действующие внешние и внутренние факторы, область допустимых их изменений относительно которых система будет считаться устойчивой, что позволит обосновывать методы оценки, на основании которых обеспечивать устойчивую работу систем.

В качестве примера определения устойчивости первого уровня на рис. 4 рассмотрим схему модели водопользования населенных пунктов Республики Крым из источников водоснабжения – водохранилища естественного стока. Модель, представленная на рис. 4 разработана для двух водохранилищ естественного стока Крыма: Симферопольского и Изобильненского, которые являются источниками СВ для

г. Симферополя и г. Алушты. Исходные данные для этой модели собраны по суточным сводкам ГБУ РК «Крымское управле-

ние водного хозяйства и мелиорации» по наполнению этих водохранилищ за 2014 – 2022 годы (табл.).

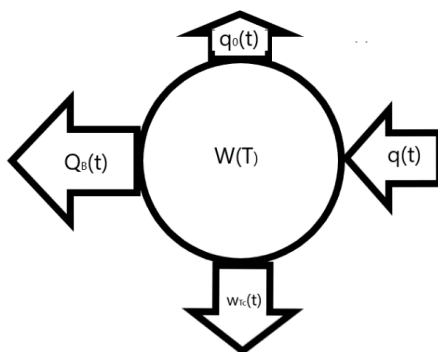


Рис. 4. Схема модели водопользования населенного пункта из источника водоснабжения – водохранилища естественного стока:

$q(t)$ – суточный приток в водохранилище в тыс. m^3 ; $q_0(t)$ – испарение с поверхности тыс. m^3 в сутки; $w_{Tc}(t)$ – технологический сброс из водохранилища в сутки тыс. m^3 ; $Q_b(t)$ – расход на водоснабжение города из водохранилища в тыс. m^3 ; $W(T)$ – наполнение фактическое водохранилища в млн. m^3

Данная схема создается на основании базы суточных данных по всем этим пяти показателям из сводок эксплуатирующих организаций на основании сводок ГК по водным ресурсам для 5...8 летнего периода. С учетом ограничений

$0 \leq w_{Tc}(t) \leq w_{Tc \max}$ – максимальная пропускная способность сооружений для технологического сброса; величина управляется и регулируется

$$W_{mo} \leq W(T) \leq W_{max},$$

W_{mo} – мертвый объем водохранилища при котором невозможна подача воды из него, поэтому система водоснабжения теряет устойчивость.

W_{max} – полный проектный объем водохранилища, значение которого ограничивает возможность дальнейшего притока из-за переполнения;

$Q_{b(t)min} \leq Q_b(t) \leq Q_{b(t)max}$ – диапазон суточного водопотребления, который зависит от численности населения, схемы водоснабжения, уровень комфортности, техническое состояние сетей, перспективных схем развития и т.д.

При подаче $Q_b(t) < Q_{b(t)min}$ – нарушается устойчивость системы водоснабжения города. Величина $Q_b(t)$ регулируется и управляется в течении суток, либо ежедневно с учетом выходных дней и будней, а также по сезонам года. Для системы водоснабжения является основной так как определяет объемы энергозатрат, себестоимость воды, а также влияет на показатели надежности.

$q_0(t) = f [W(T), t^0 C(T), v(T)]$ – испарение с поверхности водохранилищ зависит от площади поверхности воды в них, температуры воздуха и скорости ветра.

Создание нейро–сетевой модели для данной схемы позволяет решить основную задачу по обеспечению устойчивости первого уровня, в виде поиска и обоснования методов оптимальной технологии регулирования объемов фактического наполнения водохранилищ для обеспечения устойчивой работы систем водоснабжения, то есть недопущения уменьшения объема водохранилища меньше мертвого. Также могут решаться связанные задачи по определению оптимальных условий технологических процессов СВ с учетом изменения режимов водопотребления: увеличение населения, изменение режимов водопользования населением, снижением потерь в системе и т. д.

Выводы

Надежность, устойчивость и живучесть СВ являются важными аспектами ее функционирования и имеют большое значение для жизнеобеспечения, безопасности и комфорта населения, развития экономики, а также техногенной безопасности. Устойчивость означает способность системы сохранять свою работоспособность в условиях внешних воздействий, таких как изменения температуры, давления, уровня и качества

воды и т.д. Живучесть же означает способность системы быстро восстанавливаться после сбоев или аварий.

Крымский полуостров относится к вододефицитным регионам РФ, но водные ресурсы которого сильное влияние оказывает различные негативные действия природных и техногенных явлений, что обуславливает необходимость разработки количественных оценок устойчивости СВ. Представлен годовой баланс двух водохранилищ естественного стока Республики Крым в течении 9 лет, а также временной ход их наполнения в маловодный период. Показана причина потери устойчивости систем городского водоснабжения, в источниках которых – водохранилищах естественного

стока фактическое наполнение достигло мертвого объема.

Предложена трехуровневая классификация условий потери устойчивости СВ, которая позволяет для каждого уровня определить условия, действующие внешние и внутренние факторы, а также область допустимых их изменений относительно которых система устойчивой.

Для оценки первого уровня устойчивости СВ предложена модель водопользования населенного пункта из источника водоснабжения – водохранилища естественного стока, для которой разрабатывается нейросетевая модель на основании собранных исходных данных по всем параметрам указанных в модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николенко И.В. Выбор метода оценки устойчивости систем водоснабжения с водохранилищами естественного стока Крымского полуострова // И.В. Николенко, Н.С. Мельникова, Э.А. Каримов // Строительство и техногенная безопасность Симферополь, 2023. вып. 30 (82). С. 103-115.
2. Ильин Ю.А. Надежность водопроводного оборудования и сооружений. М.: Стройиздат, 1985. 240 с.
3. Примин О.Г. Надежность систем водоснабжения и водоотведения. М.: Издательство МИСИ МГСУ, 2021, 68 с.
4. Сколупович Ю.Л., Примин О.Г., Гогина Е.С. Проблемы инженерных систем водопользования и научные исследования по их решению // Водоснабжение и санитарная техника. 2023. № 1. С. 6-10.
5. В.В. Стружанов. Живучесть и устойчивость механических систем. Вестник Самарского технического университета. Серия Физико–математические науки. 2004, №30, с. 5-21.
6. Воробьев Ю.Л., Малинецкий Г.Г., Махутов Н.А. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. М.: Наука. 2000, 431 с.
7. Махутов Н.А., Петров В.П., Резников Д.О. и др. Прочность, ресурс, живучесть и безопасность машин. Либроком, 2008. 565 с.
8. Василенко С.Л. Устойчивость систем водоснабжения // Интегрированные технологии промышленности. – 2006, №3. С. 85- 90.
9. Бивалькевич А.И., Похил Ю.Н., Никитин А.М. Принципы устойчивого и надежного обеспечения работы систем водоснабжения и водоотведения // Водоснабжение и санитарная техника. 2004. № 3. С. 4-6.
10. Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. Учебное пособие. Наука., СПб., 2004. 294 с.
11. Пузаченко Ю.Г. Проблемы устойчивости и нормирования // Структурно–функциональная организация и устойчивость биологических систем: Сб. науч. ст. Днепропетровск, 1990. С.122-147.
12. Примак Е. А. Интегральная оценка устойчивости и экологического благополучия водных объектов [Текст]: дис. канд. геогр. наук. СПб.: 2009. 188 с.
13. Арманд, А.Д. Механизмы устойчивости геосистем // Факторы и механизмы устойчивости геосистем: Сб. науч. работ. М., 1989. С. 33-46.
14. Дмитриев, В.В. Диагностика и моделирование водных экосистем / В. В. Дмитриев. СПб.: Изд. СПбГУ, 1995. 215 с.
15. Гальперин Е.М. Определение сниженных минимально–допустимых значений параметров функционирования системы водоснабжения // Вода и экология: проблемы и решения. 2003. № 4. С. 11-16.
16. Николенко И. В. Атмосферные осадки в Крыму и Эль–Ниньо южное колебание на примере Севастополя // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр. Симферополь, 2020. вып. 19 (71) С. 105-118.
17. Николенко И.В. Основные направления разработки комплекса мер по решению проблем дефицита воды в Крыму // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр. Симферополь, 2021. вып. 21 (73). С. 147-160.
18. Николенко И.В. Анализ наполнения водохранилищ естественного стока для обоснования путей решения проблем обеспечения водной безопасности Республики Крым и города Севастополя // Водные ресурсы, 2022, том 49, № 4. С. 407-422.
19. Николенко И.В. Оценка способов решения проблем дефицита водных ресурсов в Крыму // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр. Симферополь, 2022. вып. 25 (77). С. 103-115.

20. Николенько И.В. Анализ потерь водных ресурсов из водохранилищ естественного стока Республики Крым и г. Севастополя // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр. АСА. Симферополь, 2022. вып. 27 (79). С. 111-124.

21. Николенько И.В. Экологические проблемы управления водными ресурсами при подготовке крымского полуострова к вододефицитным периодам // Экономика строительства и природопользования. 2022. № 3 (84). С. 124-131.

22. Николенько И.В. Обеспечение надежного водоснабжения Республики Крым путем внедрения адаптивных многопроцессных схем водоподготовки // Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр. АСА. Симферополь, 2023. вып. 29 (81). С. 115-121.

Николенько Илья Викторович

Доктор техн. наук, профессор, заведующий кафедрой водоснабжения, водоотведения и санитарной техники института «Академии строительства и архитектуры ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»», г. Симферополь, Россия
e-mail: nikoshi@mail.ru

Каримов Эрвин Аблякимович

Директор Симферопольского филиала ГБУ РК «Крымское управление водного хозяйства и мелиорации», г. Симферополь, Россия

Мельникова Н. С.

Аспирант кафедры водоснабжения, водоотведения и санитарной техники института «Академии строительства и архитектуры ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»», г. Симферополь, Россия

Невельский О.В.

I. V. NIKOLENKO, E. A. KARIMOV, N. S. MELNIKOVA, O. V. NEVELSKY

STABILITY OF WATER SUPPLY SYSTEMS OF THE CRIMEAN PENINSULA IN THE CONDITIONS OF NEGATIVE EFFECTS OF NATURAL AND MAN-MADE PHENOMENA

One of the most important problems of the XXI century is the intensification of work and ensuring the safety of urban water supply systems. The solution of this problem depends on the provision of society and the economy with water resources in the context of global climate change, as well as limited fresh water supplies. A negative change in the hydrobiological composition of water used as a source of water supply is also a problem. In the modern period, degradation of water resources is observed, which is associated with the intensification of economic activity and other factors of influence, as a result of which the loss of the stable state of vulnerable water systems is possible. Sustainability should be considered from the perspective of a systematic analysis, which provides for consideration of the problem not in isolation, but in the entirety of components, cause-and-effect relationships and processes of natural and anthropogenic factors of influence, which

allows taking into account such effects of the complex impact of negative factors as synergism, additivity, neutralization, and assumes consideration of the principle of emergence. The main problem of assessing sustainability is the lack of a conceptual understanding of the nature of risks and how to assess them.

The work is devoted to the study of the concept of sustainability of water supply systems on the example of cities of the Crimean Peninsula. The analysis of the annual balance of two reservoirs of natural flow of the Republic of Crimea, as well as the time course of their filling in the low-water period is presented. During this period, in the water supply systems of the cities of the Crimea, in which the sources are reservoirs of natural runoff and the actual filling has reached a dead volume, there was a loss of stability.

A comparative analysis of the properties of stability, reliability and survivability of complex technical systems is carried out, using the example of water supply systems. Approaches to assessing the stability of water supply systems as properties and ability to withstand external natural and anthropogenic influences to ensure the absence of interruptions in the supply of water of the required quality to consumers with ensuring the operational level of quantitative parameters for pressure and supply are presented. The main reasons for the loss of stability of water supply systems are analyzed. The factors of ensuring the stability of water supply systems, which are an important aspect of ensuring the safe, reliable and efficient functioning of these systems, are presented.

Keywords: *stability, water supply system, survivability, reliability, negative impact, actual filling, dead volume.*

REFERENCES

1. Nikolenko I.V. The choice of a method for assessing the stability of water supply systems with reservoirs of natural runoff of the Crimean Peninsula // Construction and technogenic safety Simferopol, 2023. issue 30 (82). pp. 103-115.
2. Ilyin Yu.A. Reliability of water supply equipment and structures. M.: Stroyizdat, 1985.-240 p.
3. Primin O.G. Reliability of water supply and sanitation systems. Moscow: Publishing house of MISI MGSU, 2021, 68 p.
4. Skolubovich Yu.L., Primin O.G., Gogina E.S. Problems of engineering systems of water use and scientific research on their solution // Water supply and sanitary equipment. 2023. No. 1. pp. 6-10.
5. V.V. Struzhanov. Survivability and stability of mechanical systems. Bulletin of Samara Technical University. Series of Physical and mathematical sciences. 2004, No.30, pp. 5-21.
6. Vorobyev Yu.L., Malinetsky G.G., Makhutov N.A. Risk management: Risk. Sustainable development. Synergetics. M.: Nauka.2000,431p.
7. Makhutov N.A., Petrov V.P., Reznikov D.O., etc. Durability, resource, survivability and safety of tires. Librocom, 2008. 565 p.
8. Vasilenko S.L. Stability of water supply systems// Integrated industrial technologies. - 2006, No. 3. pp. 85-90.
9. Bivalkevich A.I., Pokhil Yu.N., Nikitin A.M. Principles of sustainable and reliable provision of water supply and sanitation systems // Water supply and sanitary equipment. 2004. No. 3. pp. 4-6.
10. Dmitriev V.V., Frumin G.T. Ecological rationing and sustainability of natural systems. Study guide. Nauka., St. Petersburg, 2004. 294 p.
11. Puzachenko Yu.G. Problems of stability and rationing / Yu.G. Puzachenko //Structural and functional organization and stability of biological systems: Collection of scientific articles Dnepro-Petrovsk, 1990. pp.122-147.
12. Primak E. A. Integral assessment of sustainability and ecological well-being of water bodies [Text]: dis. candidate of Geographical Sciences. SPb.: 2009. 188 p.
13. Armand, A.D. Mechanisms of stability of geosystems // Factors and mechanisms of stability of geosystems: Collection of scientific works. M., 1989. pp. 33-46.
14. Dmitriev, V.V. Diagnostics and modeling of aquatic ecosystems / V.V. Dmitriev. SPb.: Publishing House of St. Petersburg State University, 1995. 215 p.
15. Galperin E.M. Determination of the reduced minimum permissible values of the parameters of the functioning of the water supply system // Water and ecology: problems and solutions. 2003. No. 4. pp. 11-16.
16. Nikolenko I.V. Atmospheric precipitation in the Crimea and El Nino southern oscillation on the example of Sevastopol // Construction and technogenic safety. Collection of scientific Tr. Simferopol, 2020. issue 19 (71) pp. 105-118.
17. Nikolenko I.V. The main directions of the development of a set of measures to solve the problems of water scarcity in the Crimea // Construction and technogenic safety. Collection of scientific tr. Simferopol, 2021. issue 21 (73). pp. 147-160.
18. Nikolenko I.V. Analysis of the filling of natural runoff reservoirs to substantiate ways to solve the problems of ensuring water security of the Republic of Crimea and the city of Sevastopol // Water Resources, 2022, volume 49, No. 4. pp. 407-422.
19. Nikolenko I.V. Assessment of ways to solve the problems of water scarcity in the Crimea // Construction and technogenic safety. Sat. sci. tr. – Simferopol, 2022. issue. 25 (77). pp. 103-115.
20. Nikolenko I.V. Analysis of losses of water resources from reservoirs of natural flow of the Republic of Crimea and Sevastopol // Construction and technogenic safety. Sat. sci. tr. ASA. Simferopol, 2022. issue. 27 (79). pp. 111-124.
21. Nikolenko I.V. Ecological problems of water resources management in the preparation of the Crimean Peninsula for water-deficient periods // Economics of construction and environmental management. 2022. No. 3 (84). pp. 124-131.

22. Nikolenko I.V. Ensuring reliable water supply to the Republic of Crimea by implementing adaptive multi-process water treatment schemes // Construction and technogenic safety. Sb. nauch. tr. ASA. Symphero-paul, 2023. vol. 29 (81). pp. 115-121.

Nikolenko Ilya Viktorovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Water Supply, Sanitation and Sanitary Engineering of the Institute of the Academy of Construction and Architecture of the V.I. Vernadsky KFU, Simferopol, Russia
e-mail: nikoshi@mail.ru

Karimov Erwin Ablyakimovich

Director of the Simferopol branch of the State Budgetary Institution of the Republic of Kazakhstan «Crimean Department of Water Management and Melioration», Simferopol, Russia

Melnikova N. S.

Postgraduate student of the Department of Water Supply, Sanitation and Sanitary Engineering of the Institute of Academy of Construction and Architecture of the Federal State Educational Institution of Higher Education V.I. Vernadsko-go KFU, Simferopol, Russia

Nevelsky O.V.

Для цитирования: Николенко И. В., Каримов Э. А., Мельникова Н. С., Невельский О. В., Устойчивость систем водоснабжения Крымского полуострова в условиях негативного действия природных и техногенных явлений// Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. №3. С. 108-119. DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-108-119

For citation: Nikolenko I. V., Karimov E. A., Melnikova N. S., Nevelsky O. V., Stability of water supply systems of the Crimean Peninsula in the conditions of negative effects of natural and man-made phenomena. *Biosfernaya sovместimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: human, region, technologies]. 2023. No.3. Pp. 108-119. (In Russian). DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-108-119

Ю. С. ЗАХАРОВ, Д. Ю. ЗАХАРОВ, Е. В. КУХАРЧУК

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ ВНУТРЕННИХ ВОДОСТОКОВ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

Замена внутренних водостоков в многоквартирных жилых домах с использованием традиционных технологий нового строительства часто встречает активное сопротивление жильцов. Причиной является необходимость восстановления отделки квартир за счет собственников. Решить задачу восстановления исходных характеристик внутренних водостоков в многоквартирных домах позволяет технология санации трубопроводов с использованием гибких полимерных рукавов, которая успешно применяется в мире при санации подземных трубопроводов систем водоснабжения и водоотведения уже более 50 лет. Гибкие полимерные рукава активно применяют Европе при капитальном ремонте многоквартирных домов с начала 21 века, особенно после появления на рынке вязаных рукавов из полиэфирных волокон. Срок эксплуатации восстановленного рукава составляет 50 лет.

Многоквартирные дома составляют основу жилого фонда мегаполисов. Мониторинг технического состояния внутренних инженерных систем МКД показывает, что системам водоотведения большинства зданий, построенных в период 1956 – 1985 гг, требуется капитальный ремонт, поскольку в большинстве домов они выполнены из стальных труб, срок службы которых составляет 30 лет.

Применение гибких полимерных рукавов для восстановления внутренних водостоков позволяет выполнить работы в кратчайшие сроки, с высоким качеством и минимальным количеством демонтажных работ. Применение такой высокопроизводительной технологии, при большом дефиците в настоящее время квалифицированных строителей, позволит за счет использования современных полимерных материалов и передового технологического оборудования существенно сократить сроки капитального ремонта внутренних водостоков.

Ключевые слова: водоотведение, многоквартирные дома, внутренняя канализация, восстановление, гибкие полимерные рукава.

DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-120-127

Восстановление подземных канализационных трубопроводов с использованием гибких полимерных рукавов давно стало наиболее часто используемой в мире технологией при восстановлении сетей водоотведения в городах с плотной застройкой [1, 2, 3, 4, 5]. Одно из новых, динамично развивающихся направлений применения гибких полимерных рукавов – восстановление трубопроводов внутренних водостоков многоквартирных домов (МКД) [6, 7, 8].

МКД составляют основу жилого фонда мегаполисов. В Москве, согласно реестра ГИС ЖКХ по состоянию на 09.12.2021 г., эксплуатируется 34 768 многоквартирных домов [9].

Наибольшее количество МКД в Москве, 69% всего жилого фонда, было построено в период индустриального домостроения в период 1956 – 1985 гг. (табл 1).

Таблица 1
Количество многоквартирных домов, построенных в период 1956 – 1985 гг.

Период строительства	Количество построенных домов
1956 – 1965	12 435
1966 – 1975	7 761
1976 – 1985	3 740
Итого:	23 936

Постоянный мониторинг технического состояния зданий показывает, что жилой фонд столицы постепенно ветшает (рисунок 1). Требуется капитальный ремонт внутренних систем водоотведения, выполненных в большинстве домов из стальных труб, срок службы которых составляет 30 лет [10].

Намокание стен, появление посторонних запахов, следы протечек, образование плесени и грибка в жилых помещениях – последствия негерметичности внутренних водостоков. В результате – ухудшение качества жизни жильцов, разрушение зданий и, в лучшем случае, перспектива замены старых

трубопроводов в рамках капитального ремонта МКД с неочевидным качеством работ, а также дополнительные затраты на отделку квартир после замены труб.

Ухудшение состояния МКД послужило основанием для разработки городскими властями Программы реновации домов в Москве на период 2020 – 2032 гг., в рамках которой подлежат сносу 5 175 многоквартирных домов. Очевидно, что решить проблему ухудшения состояния жилого фонда только за счет сноса ветхих и аварийных зданий невозможно. Необходимо параллельно произ-

водить капитальный ремонт еще жизнеспособных зданий и не только фасадов, но и инженерных систем [11].

Однако жильцы многоквартирных домов все чаще отказываются от замены внутренних водостоков в МКД подвергая сомнению качество ремонтных работ и из-за опасений возможных повреждений внутренней отделки квартир, поскольку, согласно действующим регламентам, Фонд капитального ремонта на возмещает затраты собственников квартир на восстановление внутренней отделки после завершения ремонта



Рис. 1. Состояние внутренних водостоков МКД

Одним из возможных технологических решений для продления срока службы существующих водостоков является восстановление трубопроводов с использованием гибких полимерных рукавов, которая позволяет увеличить срок службы этих инженерных систем на срок до 50 лет и, как правило, не требует доступа строителей в квартиры [7].

В европейских странах более 20 лет успешно применяют гибкие полимерные рукава при санации внутридомовой канализации. Особенно интересен опыт Финляндии, где технология, которая давно используется при санации подземных трубопроводов, была адаптирована для восстановления внутренней канализации многоквартирных домов и стала стандартным решением более 15 лет назад [8, 9, 12, 13,14].

Технология восстановления внутренних водостоков с использованием гибких полимерных рукавов предполагает инверсию пропитанного реакционной смолой рукава в трубопровод под воздействием сжатого воздуха, с последующим отверждением при температуре окружающей среды.

Практика применения гибких полимерных рукавов предусматривает выбор конструкции рукава, реакционной смолы и способа отверждения с учетом конструкции трубопровода, условий эксплуатации и условий производства работ.

Особенностями конструкции трубопроводов внутренних водостоков являются:

- при строительстве использовались стальные трубы;
- диапазон условных диаметров Ду = 70 – 100 мм;

- возможно локальное уменьшение диаметра водостока;
- опуски достигают длины в несколько метров с двумя поворотами по 90°;
- в конструкции стояков используются крутоизогнутые отводы 90°;
- наличие гидрозатворов в лежаках.

Условия эксплуатации не оказывают существенного влияния на выбор конструкции рукава, поскольку источником ливневых сточных вод являются атмосферные осадки. Главные загрязнители – вещества, содержащиеся в воздухе – пыль, аэрозоли, пары и газы. По качественным характеристикам загрязняющих примесей к ливне-

вым сточным водам близки воды после поливки и мытья улиц, стоки из фонтанов и дренажных систем.

Условия производства работ оказывают существенное влияние на выбор полимерного рукава, поскольку при монтаже следует использовать малогабаритное оборудование, позволяющее производить работы в труднодоступных и стесненных условиях. Не во всех МКД предусмотрены технические этажи, позволяющие выполнять ремонтные работы (высота некоторых технических этажей составляет менее 0,7 м). Ввиду того, что многие крыши МКД выполнены из ребристых плит, то существуют ограничения по устройству технологических отверстий для инверсии рукава (рис. 2).



Рис. 2. Условия производства работ

Следует отметить, частую сдачу подвальных помещений МКД в аренду коммерческим структурам, что ухудшает доступность к трубопроводам и серьезно затрудняет производство работ.

В настоящее время для восстановления трубопроводов используются рукава на основе:

- искусственного войлока (рисунок 3а);
- стеклотканевых матов (рисунок 3б);
- вязанных полиэфирных волокон (рис. 3в).



а) искусственный войлок



б) стеклотканевый мат



в) вязанные полиэфирные волокна

Рис. 3. Материал для изготовления гибких полимерных рукавов

Лучше всего для восстановления внутренних водостоков подходят рукава на вязаной основе из полиэфирных волокон, поскольку они позволяют восстанавливать трубопроводы с условным диаметром $D_y = 50 - 200$ мм с переменным сечением и в процессе инверсии преодолевать до двух поворотов 90° .

Для пропитки рукава следует использовать эпоксидные смолы, поскольку в этом случае можно пропитывать рукав непосредственно на стройплощадке непосредственно перед инверсией.



а) специальная цепь



б) наждачная бумага

Рис. 4. Насадки для очистки трубопровода

Очистка трубопроводов производится, как правило, снизу-вверх, чтобы не допустить образования засоров. В процессе очистки из трубопровода удаляются

Исходя из особенностей решаемой задачи для восстановления внутренних водостоков были выбраны гибкие полимерные рукава на вязаной основе из полиэфирных волокон, а в качестве реакционной смолы – эпоксидная смола.

Работы по восстановлению внутренних водостоков проводились в три этапа.

На первом этапе проводилась очистка внутренней поверхности трубопровода с помощью специальных цепей и наждачной бумаги с использованием специального оборудования (рис. 4).

посторонние предметы (ломы, кирпичи и т.д.) (рис. 5), а также устраняются острые заусенцы и саморезы (рис. 6).



Рис. 5. Посторонние предметы, извлеченные из стояка перед монтажом рукава



Рис. 6. Саморез внутри трубопровода

После очистки производится ТВ-инспекция трубопровода [15]. В процессе инспекции измеряются фактические диаметры трубопровода, его длина, определяется количество примыканий и отводов, их местоположение. Кроме того, ТВ-инспекция позволяет определить участки трубопровода, для восстановления которых потребуются дополнительные работы (вскрытие стен, замена участка трубопровода, устройство ревизии) и применение специального оборудования (деформации труб вследствие внешних воздействий при ремонте квартир).

На втором этапе, с использованием инверсионного барабана, под воздействием

сжатого воздуха производится инверсия рукава в восстанавливаемый трубопровод (рис. 7). Инверсия производится сверху вниз. Отверждение рукава происходит в течение 6 – 8 часов при температуре окружающей среды. В процессе отверждения внутри рукава поддерживается постоянное давление, обеспечивающее плотное прилегание рукава к внутренней поверхности водостока.

На третьем этапе, после завершения реакции полимеризации смолы производится демонтаж оборудования, раскрытие рукава (рис. 8) и примыканий (рис. 9).



Рис. 7. Монтаж гибкого полимерного рукава с помощью инверсионного барабана



Рис. 8. Инверсированный рукав



Рис. 9. Раскрытие примыканий

Применение гибких полимерных рукавов позволяет существенно сократить сроки капитального ремонта внутренних водостоков МКД. Одна бригада из 5 человек может за смену восстановить 2 стояка при минимизации объема демонтажных работ и, как правило, отсутствии повреждений внутренней отделки жилых помещений (рисунок 10). Очевидно, что применение такой высокопроизводительной технологии,

при большом дефиците квалифицированных строителей в настоящее время, позволит существенно сократить сроки капитального ремонта внутренних водостоков. Следующей областью применения гибких полимерных рукавов в Российской Федерации может стать их использование для восстановления внутренней хозяйственно-бытовой канализации МКД.



а) вид водостока с крыши



б) вид водостока изнутри

Рис. 10. Результаты восстановления трубопровода

Следует отметить, что широкое внедрение данной технологии в Российской Федерации сдерживается отсутствием собственного

производства вязаных полимерных рукавов. Однако решение этой задачи без государственной поддержки невозможно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров Ю.С., Орлов В.А. Восстановление водоотводящих сетей полимерными рукавами. М.: ООО «РУСАЙНС». 2017. 107 с.
2. СП 273.1325800.2016 Водоснабжение и водоотведение. Правила проектирования и производства работ при восстановлении трубопроводов гибкими полимерными рукавами (с Изменением № 1)
3. DIN EN ISO 11296-4 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) – Teil 4: Vor Ort härtendes Schlauchlining
4. RSV Rohrleitungssanierungsverband e.V.: Renovierung von Entwässerungskanälen und -leitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining, Linden, Deutschland: Rohrleitungsbauverband e.V., 2011.

5. DWA-A 143-3 (Mai 2014); Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden – Teil 3: Vor Ort härtende Schlauchliner, Arbeitsblatt
6. Захаров Ю.С., Степанов М.А. Санация внутридомовой канализации с использованием гибких полимерных рукавов BRAWOLINER, Водоснабжение и санитарная техника, №3(67)
7. Beck.S. Sanierung ohne Stemm- und Aufbrucharbeiten innerhalb von Gebäuden am Beispiel Finnland.- 3R-Technik Jahrbuch.2017
8. Wilkinson K., Sorvisto, J., Virtanen R. Renovating small diameter drains inside buildings in finland: challenging European and international practices. International No-Dig 2013. 31st
9. ДОМ.МИНЖКХ URL: <https://dom.mingkh.ru/moskva/> (дата обращения: 13.07.2023)
10. Нормативные сроки службы некоторых сооружений и сетей водопровода и канализации (утверждены ЦСУ СССР, МФ СССР, Госпланом СССР 28 февраля 1972 г. № 9-17-ИБ)
11. СП 30.13330.2016 Внутренний водопровод и канализация зданий
12. RSV Rohrleitungssanierungsverband e.V.: Sanierung von Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden mit vor Ort härtenden reaktionsharzbasierten Systemen, Hamburg, Deutschland: Rohrleitungsbauverband e.V., 2019.
13. Franz-Josef Heinrichs, Bernd Rickmann, Klaus-Dieter Sondergeld, Karl-Heinz Störrlein, Dr. Robert Thoma. DIN 1986-30 Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke; 1. Auflage Juli 2012, 182 Seiten, broschiert, A4, ISBN 978-3-410-22750-2, Beuth Verlag
14. F.-J. Heinrichs, B. Rickmann, K.-D. Sondergeld, K.-H. Störrlein., Gebäude- und Grundstücksentwässerung – Planung und Ausführung DIN 1986-100 und DIN EN 12056-4, 6. Auflage 2016, 474 Seiten, broschiert, A4, ISBN 978-3-410-25794-3, Beuth Verlag
15. СП 272.1325800.2016 Системы водоотведения городские и поселковые. Правила обследования (с изменением № 1)

Захаров Юрий Сергеевич

Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник
НИИСФ РААСН, г. Москва, Россия
e-mail: dr.yury.zakharov@yandex.ru

Захаров Дмитрий Юрьевич

Ведущий инженер
НИИСФ РААСН, г. Москва, Россия

Кухарчук Евгений Валерьевич

Ведущий инженер
НИИСФ РААСН, г. Москва, Россия

Yu. S. ZAKHAROV, D. Yu. ZAKHAROV, E. V. KUKHARCHUK

RESTORATION OF PIPELINES OF INTERNAL DRAINS OF APARTMENT BUILDINGS

Replacing interior drains in multi-apartment residential buildings using traditional new construction technologies is often met with active resistance from residents. The reason is the need to restore the finishing of apartments at the expense of the owners. The problem of restoring the original characteristics of internal drains in apartment buildings can be solved by the technology of pipeline rehabilitation using flexible polymer hoses, which has been successfully used in the world for the rehabilitation of underground pipelines of water supply and wastewater systems for more than 50 years. Flexible polymer hoses have been actively used in Europe for major renovations of apartment buildings since the beginning of the 21st century, especially after the appearance on the market of knitted hoses made of polyester fibers. The service life of the restored hose is 50 years.

Apartment buildings form the basis of the housing stock of megacities. Monitoring the technical condition of the internal engineering systems of apartment buildings shows that the drainage systems of most buildings built between 1956 and 1985 require major repairs, since in most houses they are made of steel pipes, the service life of which is 30 years.

The use of flexible polymer hoses for the restoration of internal drains allows the work to be completed in the shortest possible time, with high quality and a minimum amount of dismantling work. The use of such high-performance technology, given the current large shortage of qualified builders, will allow, through the use of modern polymer materials and advanced technological equipment, to significantly reduce the time required for major repairs of internal drains.

Keywords: drainage, apartment buildings, internal sewerage, restoration, flexible polymer hoses.

REFERENCES

1. Zakharov Y.S., Orlov V.A. Restoration of drainage networks with polymer sleeves. M.: RUSAINS LLC.- 2017.-107 p.
2. SP 273.1325800.2016 Water supply and sanitation. Rules for the design and production of works during the restoration of pipelines with flexible polymer sleeves (with Change No. 1)
3. DIN EN ISO 11296-4 Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Renovierung von erdverlegten drucklosen Entwässerungsnetzen (Freispiegelleitungen) Teil 4: Vor Ort härtendes Schlauchlining
4. RSV Rohrleitungssanierungsverband e.V.: Renovierung von Entwässerungskanälen und -leitungen mit vor Ort härtendem Schlauchlining, Linden, Deutschland: Rohrleitungsbauverband e.V., 2011.
5. DWA-A 143-3 (Mai 2014); Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden Teil 3: Vor Ort härtende Schlauchliner, Arbeitsblatt
6. Zakharov Y.S., Stepanov M.A. Sanitation of intra-house sewerage using flexible polymer hoses BRAWOLINER, Water supply and sanitary engineering, No.3(67) 2018
7. Beck.S. Sanierung ohne Stemm- und Aufbrucharbeiten innerhalb von Gebäuden am Beispiel Finnland. 3R-Technik Jahrbuch.2017
8. Wilkinson K., Sorvisto, J., Virtanen R. Renovating small diameter drains inside buildings in finland: challenging European and international practices. International No-Dig 2013. 31st International Conference and Exhibition; Sydney, Australia, 1-4 September 2013.
9. DOM.MINZHKH URL: <https://dom.mingkh.ru/moskva/> (accessed: 13.07.2023)
10. Нормативные сроки службы некоторых сооружений и сетей водопровода и канализации (утверждены ЦСУ СССР, МФ СССР, Госпланом СССР 28 февраля 1972 г. № 9-17-ИБ)
11. SP 30.13330.2016 Internal water supply and sewerage of buildings
12. RSV Rohrleitungssanierungsverband e.V.: Sanierung von Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden mit vor Ort härtenden reaktionsharzbasierten Systemen, Hamburg, Deutschland: Rohrleitungsbauverband e.V., 2019.
13. Franz-Josef Heinrichs, Bernd Rickmann, Klaus-Dieter Sondergeld, Karl-Heinz Störlein, Dr. Robert Thoma. DIN 1986-30 Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke; 1. Auflage Juli 2012, 182 Seiten, broschiert, A4, ISBN 978-3-410-22750-2, Beuth Verlag
14. F.-J. Heinrichs, B. Rickmann, K.-D. Sondergeld, K.-H. Störlein., Gebäude- und Grundstücksentwässerung Planung und Ausführung DIN 1986-100 und DIN EN 12056-4, 6. Auflage 2016, 474 Seiten, broschiert, A4, ISBN 978-3-410-25794-3, Beuth Verlag
15. SP 272.1325800.2016 Urban and village drainage systems. Survey Rules (with amendment No. 1)

Zakharov Yuri Sergeevich

Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher

Institute of Construction Physics of RAASN, Moscow, Russia

e-mail: dr.yury.zakharov@yandex.ru

Zakharov Dmitry Yurievich

Lead Engineer

Institute of Construction Physics of RAASN, Moscow, Russia

Kukharchuk Evgeny Valerievich

Lead Engineer

Institute of Construction Physics of RAASN, Moscow, Russia

Для цитирования: Захаров Ю. С., Захаров Д. Ю., Кухарчук Е. В., Восстановление трубопроводов внутренних водостоков многоквартирных домов // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2023. №3. С. 120-127. DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-120-127

For citation: Zakharov Yu. S., Zakharov D. Yu., Kukharchuk E. V., Restoration of pipelines of internal drains of apartment buildings. *Biosfernaya sovместimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: human, region, technologies]. 2023. No.3. Pp. 120-127. (In Russian). DOI: 10.21869/2311-1518-2023-43-3-120-127

Уважаемые авторы!

Просим Вас ознакомиться с основными требованиями к оформлению научных статей

Общие требования

- Представляемый материал должен быть **оригинальным, не опубликованным ранее** в других печатных изданиях.
- Статья предоставляется в **1 экземпляре** на бумажном носителе и в электронном виде (по электронной почте или на любом электронном носителе).
- В одном сборнике может быть опубликована только **одна** статья **одного** автора, включая соавторство.
- Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.
- Если статья возвращается автору на доработку, исправленный вариант следует прислать в редакцию повторно, приложив письмо с ответами на замечания рецензента. Доработанный вариант статьи рецензируется и рассматривается редакционной коллегией вновь. Датой представления материала считается дата поступления в редакцию окончательного варианта исправленной статьи.
- Аннотации всех публикуемых материалов, ключевые слова, информация об авторах, списки литературы будут находиться в свободном доступе на сайте соответствующего журнала и на сайте Российской научной электронной библиотеки - РУНЭБ (Российский индекс научного цитирования).

Требования к содержанию научной статьи

Научная статья, предоставляемая в журналы, должна иметь следующие **обязательные элементы**:

- постановка проблемы или задачи в общем виде;
- анализ достижений и публикаций, в которых предлагается решение данной проблемы или задачи, на которые опирается автор, выделение научной новизны;
- исследовательская часть;
- обоснование полученных результатов;
- выводы по данному исследованию и перспективы дальнейшего развития данного направления.

Требования к оформлению научной статьи

- Статья должна быть набрана шрифтом TimesNewRoman, размер 12 pt с одинарным интервалом, текст выравнивается по ширине; абзацный отступ - 1,25 см, верхнее поле - 2 см, нижнее поле - 2 см, левое поле - 2 см, правое поле - 2 см.
Слова внутри абзаца следует разделять одним пробелом; набирать текст без принудительных переносов; не допускаются разрядки слов.
- Рисунки и таблицы располагаются по тексту. Таблицы должны иметь тематические заголовки. Иллюстрации, встраиваемые в текст, должны быть выполнены в одном из стандартных форматов (TIFF, JPEG, PNG) с разрешением не ниже 300 dpi. Качество рисунков должно обеспечивать возможность их полиграфического воспроизведения без дополнительной обработки.

Рисунки, выполненные в MSWord, недопустимы.

- Для набора формул и переменных следует использовать редактор формул MathType версии 5.2 и выше с размерами: обычный - 12 pt; крупный индекс 7 pt, мелкий индекс - 5 pt; крупный символ - 18 pt; мелкий символ - 12 pt. Размерность всех величин, принятых в статье, должна соответствовать Международной системе единиц измерений (СИ).

Необходимо учитывать, что полоса набора - 75 мм. Если формула имеет больший размер, ее необходимо упростить или разбить на несколько строк. Формулы, внедренные как изображение, не допускаются! Все русские и греческие буквы (Ω , η , β , μ , ω , ν и др.) в формулах должны быть набраны прямым шрифтом. Обозначения тригонометрических функций (sin, cos, tg и т.д.) - прямым шрифтом. Латинские буквы - курсивом. Химические формулы набираются прямым шрифтом.

- Список литературы к статье обязателен и должен содержать все цитируемые и упоминаемые в тексте работы. Приставленные библиографические списки оформляются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008. «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Ссылки на работы, находящиеся в печати, не допускаются. При ссылке на литературный источник в тексте приводится порядковый номер работы в квадратных скобках.

В тексте статьи не рекомендуется применять:

- обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы;
- для одного и того же понятия различные научные термины, близкие по смыслу (синонимы), а также иностранные слова и термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке;
- произвольные словообразования;
- сокращения слов, кроме установленных правилами русской орфографии, соответствующими стандартами.
- сокращения и аббревиатуры должны расшифровываться по месту первого упоминания (вхождения) в тексте статьи.

Обязательные элементы:

- **заглавие** (на русском и английском языке) публикуемого материала должно быть точным и емким, слова, входящие в заглавие, должны быть ясными сами по себе, а не только в контексте; следует избегать сложных синтаксических конструкций, новых словообразований и терминов, а также слов узкопрофессионального и местного значения;
- **аннотация** (на русском и английском языке) описывает цели и задачи проведенного исследования, а также возможности его практического применения, указывает, что нового несет в себе материал; рекомендуемый средний объем - 200-250 слов;
- **ключевые слова** (на русском и английском языке) – это текстовые метки, по которым можно найти статью при поиске и определить предметную область текста; обычно их выбирают из текста публикуемого материала, достаточно 5-10 ключевых слов.
- **список литературы**, на которую автор ссылается в тексте статьи – не меньше 15 источников.
- **сведения об авторах** (на русском и английском языке), включающие ученую степень, ученое звание авторов, место и должность работы, электронную почту и телефон. В статье допускается не более 4 соавторов.

Право использования произведений предоставлено авторами на основании п. 2 ст. 1286 Четвертой части Гражданского Кодекса Российской Федерации.

Все материалы направлять по адресу: 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94. ЮЗГУ.

Тел. (4712) 22-26-04, тел/факс (4712) 50-48-00.

e-mail: biosfera_swsu@mail.ru

Изменения и дополнения к правилам оформления статей и информацию об опубликованных номерах можно посмотреть на официальном сайте журнала: <https://www.swsu.ru/journal/page4.php>

Учредители журнала:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ)

305040, Россия, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

Тел.: +7 (4712) 50-48-00, www.swsu.ru

E-mail: swsu.ee@gmail.com

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Брянский государственный инженерно-технологический университет» (БГИТУ)

241037, Россия, г. Брянск, проспект Станке Димитрова, 3

Тел.: +7(4832) 74-60-08, www.bgita.ru

E-mail: mail@bgita.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение

«Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии
архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН)

127238, Россия, г. Москва, Локомотивный проезд, 21

Тел.: +7 (495) 482-39-67, E-mail: niisf@niisf.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (МГСУ)

129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26

Тел.: +7(495) 781-80-07, www.mgsu.ru

E-mail: kanz@mgsu.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение

«Центральный научно-исследовательский и проектный институт Министерства строительства
и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации» (ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»)

119331, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 29

Тел: +7 (499) 951-95-21, www.cniipminstroy.ru

E-mail: info@cniipminstroy.ru

Адрес редакции и издателя

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

305040, Россия, г. Курск,

ул. 50 лет Октября, 94

Тел.: +7 (4712) 22-26-04, www.swsu.ru

E-mail: biosfera_swsu@mail.ru

Право использования произведений предоставлено авторами на основании
п. 2 ст. 1286 Четвертой части Гражданского Кодекса Российской Федерации

Материалы статей печатаются в авторской редакции

Технический редактор Головина Е. В.

Компьютерная верстка Головина Е. В.

Подписано в печать

Формат 60×84 1/8. Печ.л.

Тираж 1000 экз.

Заказ № .

Отпечатано с готового оригинал-макета