

БИОСФЕРНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ:

ЧЕЛОВЕК, РЕГИОН,
ТЕХНОЛОГИИ

№ 2(46), 2024





16+



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Научно-технический журнал

Издается с 2013 года.

Выходит четыре раза в год.

№2 (46), 2024

Дата выхода в свет

28.06.2024

Главный редактор **Ильичев В. А.**

акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.

Заместители главного редактора:

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

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

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

Редколлегия

Азаров В. Н. д-р техн. наук, проф.

Акимкин Е. М. канд. социол. наук

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

Асеева И. А. д-р филос. наук, проф.

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

Ежов В. С. д-р техн. наук, проф.

Емельянов С. Г. чл.-кор. РААСН, 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 **Сиваков В. В.**

Адрес редакции и издателя

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский

Московский государственный строительный

университет». Издательство МИСИ – МГСУ

129337, Москва, Ярославское ш., д. 26.

Сайт: www.mgsu.ru

E-mail: journals@mgsu.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, 2024

© БГИТУ, 2024

© НИИСФ РААСН, 2024

© НИУ МГСУ, 2024

© ФГБУ «ЦНИИП МИНСТРОЯ РОССИИ», 2024

БИОСФЕРНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ: ЧЕЛОВЕК, РЕГИОН, ТЕХНОЛОГИИ

Учредители

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

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

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 биосферной совместимости городов и поселений

Колин К.К. Новая стратегия развития России и проблема биосферной совместимости человека и природы 2

Проблемы и программы развития регионов

Птичникова Г.А. Новые тренды реновации жилых районов: экология, «умный город», социальность (опыт Северной Европы) 12

Города, развивающие человека

Клименко И.В. Принципы формирования экологически-ориентированных общественных пространств и зданий в прибрежных зонах рек на примере Волги 18

Зайкова Е.Ю. Гибридные модели первой группы и зеленая инфраструктура: приемы устойчивой интеграции 26

Градоустройство и архитектура

Коробейникова А.Е., Макарова А.Е., Конакова К.П. Влияние естественных процессов на изменение климата урбанизированных территорий республики Коми и меры адаптации к ним 42

Клочко А.Р. Устойчивое развитие современных образовательных учреждений: приемы и методы в архитектурном проектировании 59

Воличенко О.В., Огородников С.Н., Халиль И. Мобильная модульная система для труднодоступных регионов 76

Страшнова Ю.Г., Боровикова Н.В. Туристско-информационные центры: подходы к функционально-планировочной организации и размещению на территории крупнейшего города, на примере Москвы. 87

Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства

Гогина Е.С., Спасибо Е.В., Гульшин И.А., Решетова А.В., Рафальская Т.А., Сколубович А.Ю. Способы повышения эффективности процесса дефосфатации сточных вод 98

Уважаемые авторы! 109

Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 2. С. 2–11

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 004. 056.2

DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.2-11

НОВАЯ СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ РОССИИ И ПРОБЛЕМА БИОСФЕРНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ПРИРОДЫ

Константин Константинович Колин

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук
(ФИЦ ИУ РАН); г. Москва, Российская Федерация

Проведен анализ основных направлений новой стратегии развития России и связанной с нею проблемы обеспечения биосферной совместимости человека и природы. Он показал, что наша страна приступает к реализации принципиально новой стратегии своего развития на долгосрочную перспективу. Ее осуществление будет иметь исключительно важное значение не только для нашей страны и ее союзников, но также и для всего мирового сообщества. Основной принцип этой стратегии состоит в том, чтобы обеспечить безопасность и будущее нашей страны на основе ее многоаспектного развития. При этом результатом планируемых глубоких и масштабных преобразований практически всех сфер жизнедеятельности российского общества должно стать решение демографических проблем России и развитие ее человеческого потенциала. Это станет основой для повышения качества жизни населения и обеспечения национальной безопасности страны, ее государственного и технологического суверенитета. Однако при этом необходимо учитывать и глобальные угрозы, обусловленные техногенной деятельностью человека. Понимание этих угроз и определение адекватных мер противодействия им требуют формирования нового мировоззрения интеллектуальной элиты общества, а также изменения концепции развития цивилизации, создания и широкого использования природоподобных технологий. С учетом этого сформулированы предложения по совершенствованию системы государственного управления научно-технологическим развитием страны и показана необходимость междисциплинарных исследований для получения новых знаний и создания эффективных технологий на основе имеющихся в России результатов поисковых работ в этой области.

Ключевые слова: биосферная совместимость, геополитические угрозы, гуманитарные проблемы, национальная элита, новое мировоззрение, природоподобные технологии

Для цитирования: Колин К. К. Новая стратегия развития России и проблема биосферной совместимости человека и природы // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 2. С. 2–11. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.2-11

THE NEW DEVELOPMENT STRATEGY OF RUSSIA AND THE PROBLEM OF BIOSPHERIC COMPATIBILITY OF MAN AND NATURE

Konstantin K. Kolin

Federal Research Center “Computer Science and Control” of the Russian Academy of Sciences (FRC CSC RAS);
Moscow, Russian Federation

The analysis of the main directions of the new development strategy of Russia and the related problem of ensuring biospheric compatibility of Man and Nature is carried out. He showed that our country is embarking on the implementation of a fundamentally new strategy for its long-term development. Its implementation will be extremely important not only for our country and its allies, but also for the entire world community. The main principle of this strategy is to ensure the security and future of our country based on its multidimensional development. At the same time, the results of the planned deep and large-scale transformations of almost all spheres of life of Russians society should be the solution of Russia's demographic problems and the development of its human potential. This will become the basis for improving the quality of life of the population and ensuring the national security of the country, its state and technological sovereignty. However, it is necessary to take in to account the global threats caused by man-made human activities. Understanding these threats and determining adequate counter action measures requires the formation of a new worldview of the intellectual elite of society, a change in the very concept of the development of civilization, the creation and widespread use of nature-like technologies. With this in mind, proposals are formulated to improve the system of state management of scientific and technological development of the country and the need for interdisciplinary research to obtain new knowledge and create effective technologies based on the results of research in this area available in Russia is shown.

Keywords: biosphere compatibility, geopolitical threats, humanitarian problems, national elite, new worldview, oxygen-like technologies

For citation: Kolin K. K. The new development strategy of Russia and the problem of biospheric compatibility of man and nature. Biosphere Compatibility: Man, Region, Technology. 2024; 2:2-11. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.2-11 (rus.).

Новая стратегия развития России и ее особенности

В последнее время в России принят ряд важных документов в области стратегического планирования процессов ее дальнейшего развития^{1, 2, 3, 4}. Анализ их содержания показал, что наша страна приступает к реализации принципиально новой стратегии развития, которая должна быть осуществлена в среднесрочной перспективе до 2036 года. Эта стратегия имеет ряд особенностей. Наиболее важными из них являются следующие:

1. Стратегия является комплексной, так как она предусматривает качественные перемены во многих сферах жизнедеятельности общества: геополитической, оборонной, экономической, научно-технологической, социальной и гуманитарной. При этом гуманитарные и научно-технологические аспекты являются приоритетными.

2. Реализация новой стратегии будет осуществляться в исключительно сложной геополитической и экономической обстановке. И это требует мобилизации всего интеллектуального и духовно нравственного потенциала страны.

3. Демографическая ситуация в России является очень острой. Численность ее населения ежегодно сокращается на 1,5 млн человек, и этот процесс принял характер национального бедствия. В стране не хватает многих специалистов: инженеров, квалифицированных рабочих, педагогов, медицинских работников, руководителей высшего и среднего звена. И в то же время слишком много чиновников, конторских служащих, работников торговли. Система образования, ориентированная на текущие потребности рыночной экономики, не способна подготовить необходимое количество специалистов для реализации новой стратегии развития страны и нуждается в радикальном реформировании.

4. Фундаментальная академическая наука России не привлекается для научного обеспечения формирования и реализации национальных проектов и по-прежнему находится в ведомственном подчинении отраслевых структур правительства РФ.

5. В сфере культуры доминирует политика поддержки шоу-бизнеса. Поэтому своей важнейшей функцией — сохранения и укрепления традици-

онных духовно-нравственных ценностей России и обеспечения национального единства страны — эта сфера в необходимой степени еще не выполняет. Поэтому предусмотренные в новой стратегии развития России меры по изменению этой ситуации являются очень важными и должны рассматриваться в качестве приоритетных.

6. Ресурсы военно-промышленного комплекса страны практически полностью задействованы на решении задач обеспечения специальной военной операции на Украине, которая продолжается уже третий год. Для ее успешного завершения потребуется определенное время, а также значительные материальные и людские ресурсы.

7. В этих условиях необходимо особое внимание к проблемам повышения сплоченности российского общества перед лицом новых угроз, так как речь идет не просто об очередных задачах социально-экономического и научно-технологического сотрудничества, а о возможности дальнейшего существования России как суверенного государства. Такое понимание современной ситуации крайне необходимо, но в настоящее время в массовом сознании населения нашей страны оно только формируется.

Концептуальные основы новой стратегии развития России

Основные положения новой стратегии развития России были сформулированы Президентом РФ В.В. Путиным в его Послании к Федеральному Собранию РФ от 29 февраля 2024 г.¹ Основное внимание в нем уделено важнейшим гуманитарным проблемам нашей страны: сбережению ее населения, укреплению здоровья и повышению благополучия людей, а также развитию человеческого потенциала страны.

Национальные цели России на период до 2030 года и дальнейшую перспективу до 2036 года определены Указом Президента РФ от 7 мая 2024 г. № 309² в следующем виде:

1. Сохранение населения, укрепление здоровья, повышение благополучия, поддержка семьи.
2. Реализация потенциала каждого человека, воспитание патриотичной и социально ответственной личности.
3. Комфортная и безопасная среда для жизни.
4. Экологическое благополучие.
5. Устойчивая и динамичная экономика.
6. Технологическое лидерство.
7. Цифровая трансформация государственного и муниципального управления экономики и социальной сферы.

Для достижения этих целей планируется разработать и осуществить комплекс новых националь-

¹ Послание Президента Российской Федерации к Федеральному Собранию РФ от 29 февраля 2024 г.

² О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и перспективу до 2036 года : Указ Президента РФ от 07.05.2024 г. № 309.

³ Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года. Утверждена Указом Президента РФ от 28.02.2024 г. № 145.

⁴ О стратегии развития природоподобных технологий в Российской Федерации : Указ Президента РФ от 02.11.2023 г. № 818.

ных проектов, формирование которых должно быть сделано Правительством РФ к сентябрю 2024 года. Наиболее важные из них перечислены в этом Указе в следующих наименованиях:

1. Продолжительная и активная жизнь.
2. Семья.
3. Молодежь и дети.
4. Инфраструктура для жизни.
5. Эффективная транспортная система.
6. Экологическое благополучие.
7. Эффективная и конкурентная экономика.
8. Туризм и гостеприимство.
9. Международная кооперация и экспорт.
10. Экономика данных и цифровая трансформация государства.

Важно отметить, что в названиях и приоритетности перечисленных выше национальных целей и проектов достаточно четко просматривается гуманитарная направленность новой стратегии развития России. Ведь именно эту ориентацию имеют семь из десяти новых проектов. В то время как экономические и технологические проекты рассматриваются в ней как менее приоритетные.

Однако похоже, что у Правительства России несколько иная точка зрения на приоритетность задач по реализации новой стратегии ее развития. В своем докладе на заседании Государственной Думы 10 мая 2024 г. Председатель Правительства России Михаил Мишустин назвал следующие приоритетные направления деятельности своего нового кабинета министров⁵:

1. Укрепление экономики.
2. Обеспечение технологического суверенитета.
3. Цифровая трансформация.
4. Народосбережение и поддержка семей с детьми.
5. Повышение благосостояния граждан.
6. Сбалансированное развитие регионов и инфраструктуры.

Можно заметить, что здесь совсем другие приоритеты. На первое место ставятся экономические и технологические задачи, а гуманитарные проблемы представлены на втором плане и в сокращенном виде. Проблемы же повышения качества человеческого потенциала, развития науки и образования, а также формирования новой национальной элиты России в числе этих направлений отсутствуют.

Чем вызвана такая оценка Правительством России приоритетности стоящих перед нашей страной масштабных и судьбоносных задач? Нам представляется, что она не является случайной. Это продолжение той монетаристской концепции решения

задач социально-экономического развития страны, приверженцем которой является финансово-экономический блок нашего Правительства.

Согласно этой концепции, для решения некоторой проблемы вполне достаточно выделить необходимые финансовые средства. Однако практика показала, что этого недостаточно, так как нужны люди, способные понять и решить эту проблему. А если их нет, то и положительных результатов не будет. И в этом мы неоднократно убеждались на конкретных примерах реализации многих наших государственных программ и национальных проектов. Сегодня нельзя допустить, чтобы эта практика вновь повторилась. Внешняя геополитическая ситуация слишком опасна, и она требует тщательно продуманных и адекватных решений как в области внешней, так и внутренней политики России.

Правительством России предлагаются следующие приоритетные направления развития страны на ближайшие 10 лет:

1. Высокотехнологичная продукция.
2. Экологически чистая энергетика.
3. Персонализированная медицина.
4. Экологически чистое агрохозяйство.
5. Противодействие гибридным угрозам: внешним, внутренним, техногенным и природным.
6. Повышение связанности территории страны.
7. Синтетические научные дисциплины.
8. Адаптация к изменениям климата.
9. Природоподобные технологии.

Все эти направления конечно же необходимы для развития нашей страны. Однако при этом нужно помнить то главное, во имя чего это развитие должно осуществляться. А самое главное богатство России — это ее народ, граждане нашей страны, проживающие на ее территории. Без них — это лишь огромное пространство с большими запасами природных ресурсов, плохими дорогами и суровым климатом. Желающих прибрать к рукам эти ресурсы сегодня в международном сообществе достаточно, а их намерения в этом плане являются весьма серьезными и агрессивными. И эти намерения уже не скрываются.

Проблема повышения качества человеческого потенциала России

В настоящее время качество человеческого потенциала является ключевой проблемой для любой страны [1]. Значимость этой проблемы обусловлена тем, что от ее решения сегодня зависит не только благосостояние населения, но и будущее этой страны, а также всей биосферы нашей планеты. Это — объективная реальность современного этапа развития мировой цивилизации, которая в необхо-

⁵ Мишустин представил программу нового правительства. РИА Новости. URL <https://ria.ru/2024/mishustin-1945121605.htm?usclid=lwybxz9ft143497271>

димой степени еще не осознана интеллектуальной элитой общества.

Системный анализ этой проблемы был проведен академиком Н.Н. Моисеевым в конце XX века, а его результаты представлены в его монографии «Агония России. Есть ли у нее будущее? Попытка системного анализа проблемы выбора» [2]. В ней убедительно показано, что глубинные причины современного кризиса цивилизации имеют гуманитарную природу и во многом обусловлены качеством интеллектуальной элиты общества.

Кроме того, современное противостояние стран Востока и Запада обусловлено не только амбициями политических лидеров США и Великобритании, а также и сателлитов этих стран. И не только экономическими интересами крупных транснациональных корпораций. Главные причины этого противостояния имеют цивилизационный характер. Они заключаются в принципиальных различиях базовых ценностей культур Востока и Запада, в их понимании добра и зла, в отношениях между людьми, а также в их отношении к природе.

Поэтому после окончания военных действий на Украине противостояние стран Востока и Запада не закончится. Оно будет продолжаться до тех пор, пока в США не придут к власти такие политические лидеры, которые будут способны понять, что для обеспечения глобальной безопасности необходима консолидация всех стран мирового сообщества для совместного противодействия общим глобальным вызовам и угрозам XXI века.

Новая стратегия научно-технологического развития России

Новая стратегия научно-технологического развития России утверждена Президентом РФ 28 февраля 2024 г., накануне его выступления с Посланием к Федеральному Собранию РФ. Ее целью является «обеспечение независимости и конкурентоспособности государства, достижение национальных целей развития и реализация стратегических национальных приоритетов путем создания эффективной системы наращивания и наиболее эффективного использования интеллектуального потенциала нации (п. 23)»³. При этом указано, что с 2022 года начался этап мобилизационного развития научно-технической сферы в условиях санкционного давления на Россию и консолидации российского общества для решения задач научно-технологического развития.

В новой Стратегии определены следующие приоритетные направления научно-технологического развития страны на ближайшее десятилетие:

- переход к передовым технологиям проектирования и создания высокотехнологичной продукции,
- основанным на применении интеллектуальных производственных решений, роботизированных и высокопроизводительных вычислительных систем, новых материалов и химических соединений, результатов обработки больших объемов данных и искусственного интеллекта;
- переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников энергии, способов ее передачи и хранения;
- переход к персонализированной, предикативной и профилактической медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения, в том числе за счет применения лекарственных препаратов (прежде всего антибактериальных) и использования генетических данных и технологий;
- переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработка и внедрение систем рационального применения химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективная переработка сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания;
- противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму, экстремистской идеологии, деструктивному иностранному информационно-психологическому воздействию, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства, укрепление обороноспособности и национальной безопасности страны в условиях роста гибридных угроз;
- повышение уровня связанности территории РФ путем создания интеллектуальных транспортных, энергетических и телекоммуникационных систем, освоения и использования космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики;
- возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом возрастающей актуальности синтетических научных дисциплин, созданных на стыке психологии, социологии, политологии, истории и научных исследований, связанных с этическими аспектами научно-технологического развития, изменениями социальных, политических и экономических отношений;
- создание отечественных методов и технологий, обеспечивающих объективную оценку выбросов и климатически активных веществ, снижение их негативного воздействия на окружающую среду

и климат, повышение возможностей качественной адаптации экосистем, населения и экономики к климатическим изменениям;

- развитие природоподобных технологий, воспроизводящих системы и процессы живой природы в виде технических систем и технологических процессов, интегрированных в природную среду и естественный природный ресурсоборот.

В тексте Стратегии отмечается особая актуальность создания широкого спектра технологических решений общего назначения (научно-технологических платформ) в физической, цифровой и биологической сферах.

Природоподобные технологии для обеспечения биосферной совместимости

Глобальной проблемой развития современной цивилизации является обеспечение сохранности жизненно важных экосистем нашей планеты, которые сегодня разрушаются в результате все более масштабной техногенной деятельности человека. В философском аспекте эта проблема рассматривается как обеспечение биосферной совместимости Человека и Природы, так как именно в результате его безответственной деятельности разрушается биосфера, включающая и самого человека [3–5].

Для решения этой проблемы ученые рекомендуют сформировать в обществе императив экологической безопасности и внедрить его в общественное сознание средствами системы образования и воспитания. Но для этого необходимо знать те допустимые границы воздействия на природу, которые нельзя нарушать ни при каких обстоятельствах.

Еще один путь — это создание таких новых технологий общественного производства и обеспечения жизнедеятельности людей, которые основаны на понимании и использовании закономерностей самоорганизации отдельных компонентов самой природы, и поэтому они не нарушают гармонии процессов ее существования.

Такие технологии получили название природоподобных технологий. Над их созданием ученые работают уже давно, однако, лишь в наши дни начался процесс их создания и все более широкого практического использования в различных сферах жизнедеятельности общества. Примером здесь может служить Стратегический план развития природоподобных технологий в России, разработанный Национальным исследовательским центром «Курчатовский институт» во исполнение Указа Президента РФ от 2 ноября 2023 г.⁴

Информация об этом проекте появилась в сети Интернет в мае 2024 года. Его первый этап пред-

лагается осуществить в период 2024–2032 гг. Для этого планируется создать кооперацию исполнителей, которая будет включать в себя порядка 700 участников. Из них 350 — это научные и образовательные учреждения, 150 — технологические центры и около 200 — промышленные предприятия.

Ожидается, что в результате реализации этого проекта в нашей стране будет создан Центр компетенций мирового уровня в области природоподобных технологий. Его деятельность будет обеспечивать создание принципиально новых технологий для самых различных сфер жизнедеятельности общества, включая энергетику, новые материалы для общественного производства, транспорта и строительства, а также лекарственные препараты и продовольственные товары.

Стратегический план предусматривает также и подготовку кадров исследователей и специалистов в области природоподобных технологий, что потребует адекватных перемен в системе отечественной науки и образования [5]. Замысел и масштабы этого Плана впечатляют.

Синтетические научные дисциплины для формирования целостного знания о природе, человеке и обществе

Создание и широкое использование природоподобных технологий является одной из мер противодействия дальнейшему развитию системного кризиса современной цивилизации. По прогнозам специалистов, апогей этого кризиса может наступить в период 2035–2045 годов текущего столетия. В этой связи стратегически важным является формирование новых синтетических научных дисциплин, в которых могут использоваться передовые методы исследований различных отраслей современной науки. Именно такие дисциплины нужны сегодня для получения более целостного и адекватного знания об основных закономерностях функционирования сложных природных и социальных систем, а также для создания новых эффективных и природоподобных технологий.

Инициативные работы по созданию такого рода синтетических дисциплин в нашей стране проводятся уже более 30 лет. Примером здесь может служить наука о технологиях, создаваемых для обеспечения различных сфер жизнедеятельности общества: производственной, энергетической, информационной и социальной. Исследования с целью формирования этой научной дисциплины проводятся автором настоящей статьи уже более 30 лет и показали их актуальность для решения многих проблем современного технологического общества [6].

Весьма значительный научно-методологический задел создан российскими учеными в области формирования целого комплекса синтетических дисциплин информационной направленности. Они формируются во многих традиционных областях современной науки: в физике [7], химии [8], биологии [9], физиологии [10], генетике [11], психологии [12], социологии [13], культурологии [14], эстетике [15].

Мало того, в структуре предметной области информатики, которая в нашей стране рассматривается как фундаментальная наука об информационных процессах в природе и обществе, уже сформированы такие синтетические дисциплины, как физическая информатика [16] и социальная информатика [17, 18]. При этом российская научная школа исследований в области социальной информатики сегодня признана не только в России, но и за рубежом — в Китае, Болгарии, Бельгии, Австрии и Чехии.

Необходимо, чтобы в ближайшие годы все эти синтетические дисциплины получили новое развитие и стали научной основой для создания гибридных систем и технологий, в которых одновременно будут использоваться компоненты техники, а также живой и неживой природы. Эта проблематика стала основной темой Международной научной конференции «Физико-техническая информатика», которая состоялась в России в мае 2024 года [19].

Совокупность полученных в России результатов информационных исследований трансдисциплинарного характера позволяет говорить о необходимости формирования комплексной научной отрасли «Информационные науки». Это предложение было сформировано учеными Института проблем информатики РАН еще в 2006 году [20], и сегодня оно остается актуальным и востребованным в условиях цифровой трансформации общества. Достаточно указать, что после доклада по этой проблеме на конференции в МГУ им. М.В. Ломоносова [21] его автор сразу получил три предложения от зарубежных ученых:

- написать статью по этой проблеме для известного американского научного журнала;
- прочитать курс лекций для преподавателей Университета Центральной Азии, который патронирован принцем Ирана Ага-Ханом;
- войти в состав редколлегии научно-образовательного журнала «Изменения в образовании», который издается в Сингапуре.

Все это свидетельствует, что результаты отечественных исследований в этой области востребованы не только в нашей стране, но и за рубежом, и Россия здесь может стать мировым лидером [22].

Нам представляется, что эта проблематика заслуживает более детального анализа, который выходит за рамки настоящей работы. Отметим лишь, что

пришло время для того, чтобы вывести проводимые в нашей стране инициативные исследования в этой области на системный уровень и обеспечить им необходимую государственную поддержку.

Спаси Человека — главная задача обеспечения глобальной безопасности

В Священном писании сказано: «Когда Всевышний захочет наказать человека, Он прежде всего отнимет у него разум». Похоже, что именно этот процесс происходит в последние годы в современном обществе. Человечество стремительно деградирует в интеллектуальном, культурном и нравственном плане. Утрачивается даже инстинкт самосохранения, который является важнейшим для всех живых существ.

А ведь совсем недавно все было иначе. Результаты научно-технологической революции показали выдающиеся достижения, которые свидетельствуют о могуществе человеческого разума. Человек освоил воздушное пространство и вышел в космос. Он уже побывал на Луне и отправил беспилотные разведывательные аппараты к другим планетам. Он проник в тайну атома и получил принципиально новый источник энергии. Он раскрыл структуру генетического кода живых существ, победил многие болезни и почти в два раза увеличил продолжительность своей жизни.

В последние годы человек начал проводить исследования процессов глобальной эволюции природы и общества. Он пытается понять их закономерности и свою роль в процессах глобальной эволюции. Появилась надежда, что, опираясь на эти знания, он сможет отодвинуть быстро приближающуюся экологическую катастрофу и сохранить жизнь на нашей планете, сберечь ее ресурсы для будущих поколений. К сожалению, эти надежды становятся все более призрачными. Ведь история показала, что все свои крупные достижения человек обращал против других людей и себя самого. Поэтому надеяться на то, что в этот раз все будет иначе, было бы очень наивным.

Человек является единственным биологическим видом на нашей планете, который целенаправленно уничтожает представителей своего вида, изобретая для этого все новые виды оружия. Уже создано химическое, биологическое и ядерное оружие массового поражения, запасов которого более чем достаточно для того, чтобы уничтожить все живое на нашей планете. Но это еще не самое опасное. Создаются новые средства уничтожения людей, использующие методы и технологии искусственного интеллекта. Эти технологии начали применяться в боевых действиях.

Первые образцы боевых роботов уже созданы. На повестке дня создание боевых стай беспилотных ударных дронов и автономных торпед, обладающих искусственным интеллектом. Одна из них, под названием «Посейдон», уже поступает на вооружение Военно-морского флота России. Это — «оружие Судного дня», применение которого может уничтожить целую страну. Двух таких торпед достаточно для того, чтобы от Великобритании осталось мокрое место в буквальном смысле этого слова.

И тем не менее современные политические лидеры ряда стран блока НАТО не скрывают своих планов подготовки новой войны с Россией. И эти планы уже практически осуществляются. Идет милитаризация экономики Германии, Японии и Польши, увеличивается численность их армий, строятся бомбоубежища в городах, ведется информационно-психологическая обработка населения, которому внушается враждебное отношение к России и ее геополитическим союзникам.

Что в этих условиях должна сделать наша страна для своей национальной и международной безопасности? Прежде всего необходимо привести в чувство поджигателей новой мировой войны, которые уверовали в свою безнаказанность и утратили чувство страха за свою жизнь. По мнению военного эксперта А.М. Ильницкого [23], это чувство нужно им обязательно и достаточно быстро вернуть.

Затем следует решить комплекс актуальных проблем обеспечения информационной безопасности как на национальном, так и на международном уровне. Современное глобальное информационное пространство является в настоящее время мощным фактором воздействия на общественное сознание населения нашей планеты. Люди оказались гораздо более внушаемыми, чем это считалось ранее. Поэтому информационное пространство сегодня стало ареной геополитического, экономического, военного и культурного противоборства стран Востока и Запада [24–26].

Только после этого станут результативными попытки сокращения армий и вооружений, а также тех огромных военных расходов, которые имеют место в настоящее время. По некоторым оценкам, выделение 10 % этих расходов было бы достаточным для ликвидации голода и нищеты во всех странах мирового сообщества.

Сегодня эти планы представляются фантастикой. Но ведь и альтернативы им не просматривается. Время принятия судьбоносных решений в области стратегии дальнейшего развития цивилизации наступило. И наша страна уже делает первые шаги в этом направлении. Так, например, по инициативе России на встрече руководителей стран ШОС в Астане в июле 2024 г. был принят План вза-

имодействия этих стран в области международной информационной безопасности [27], а также документ о развитии партнерства в области охраняемых территорий и экологического туризма.

Очень опасной тенденцией является процесс деградации традиционной национальной культуры стран Запада, который в XXI веке стал особенно заметным и быстро нарастает. Этот процесс осуществляется целенаправленно, а его основной целью является сокращение коренного населения этих стран в интересах представителей «золотого миллиарда». Для достижения этой цели разрушается институт традиционной семьи и пропагандируется идеология ЛГБТ-сообщества, в том числе среди детей младшего и школьного возраста.

Эта деятельность активно поддерживается правительствами многих стран Запада и не встречает противодействия со стороны католической церкви, которая уже венчает однополые браки и соглашается с тем, что они берут на воспитание малолетних детей. В некоторых странах Западной Европы инцест уже не является преступлением, а рассматривается как «своеобразная форма самовыражения личности». Полиция США арестовала школьника за то, что он на уроке процитировал Библию, где было сказано, что Бог сотворил мужчину и женщину по образу и подобию своему, а никакого третьего пола он не создавал.

В общении между людьми ситуация в Западной Европе дошла до маразма. Вместо привычных слов «отец» и «мать» людям рекомендуют использовать термины «родитель № 1» и «родитель № 2», а при христианских богослужениях не использовать молитвы «Отче наш» и «Богородица», чтобы не оскорблять чувства граждан третьего пола. При обращении к ним рекомендуется использовать местоимение «Они».

Как говорят у нас в России, «приехали»! Казалось бы, куда уже дальше, но активисты ЛГБТ-сообщества в Канаде считают, что есть еще одно обширное поле для их агрессивной деятельности. Теперь они взялись за мужчин. Один из лидеров этого сообщества, который сам является трансгендером, недавно заявил, что существующие традиционные сексуальные отношения между мужчинами и женщинами необходимо прекратить совсем, так как они являются насилием над женщинами и унижают их достоинство. Для этого он предложил кастрировать мужчин, а проблему деторождения решать без их непосредственного участия методами искусственного оплодотворения. Весьма примечательно, что эта инициатива была благосклонно воспринята премьер-министром Канады господином Трюдо.

Приведенные примеры показывают, что происходящий в настоящее время в странах Запада процесс

деградации традиционной культуры является очень опасным, так как его результатом является не только сокращение численности их коренного населения, но также и разрушение личности. Идет процесс «расчеловечивания самого человека» [28].

По заявлению Президента России В.В. Путина, в этих условиях Россия остается тем островком, где сохраняется традиционная высокая европейская культура. И это уже начинают понимать некоторые граждане Западной Европы, например жители Восточной Германии. Россия готова принять этих людей, если они захотят к нам приехать на постоянное жительство.

Заключение

Россия вступает в принципиально новый период реализации стратегии своего многоаспектного развития. Его осуществление требует глубоких перемен в общественном сознании нашей страны, которая сегодня находится в эпицентре геополитических событий, связанных с радикальной трансформацией существующего мироустройства. Эти события уже настолько обострились, что приняли характер мировой гибридной войны, которую США ведут с целью сохранения своего мирового господства [29]. Первый этап этой войны уже идет и направлен против России. Поставлена задача ее уничтожения как суверенного государства. При этом основная ставка делается на экономическое удушение страны, ослабление ее национального единства и развал изнутри. Но эти надежды не сбудутся.

Наше Отечество снова в опасности. Однако мировая история показала, что в ее критические периоды наша страна всегда находила в себе силы

мобилизации интеллектуального и духовно-нравственного потенциала для преодоления очередного кризиса. Ведь согласно законам синергетики для сложных систем, кризис является не только источником новых угроз и опасностей, но также создает стимулы для обновления системы и ее перехода на качественно новый уровень развития. Будем надеяться, что так будет и на этот раз. Однако важно помнить, что действовать сегодня надо быстро и в правильном направлении.

Важная роль в реализации новой стратегии развития России принадлежит отечественной науке и образованию, которые должны адекватным образом перестроить свою теоретическую и практическую деятельность [30]. Стимулов для этого сегодня достаточно. И главный из них — это понимание необходимости укрепления национального единства и мобилизации всех интеллектуальных ресурсов нашей страны перед лицом современных геополитических угроз и глобальных вызовов XXI века. Сегодня такое понимание возрастает, и это вселяет уверенность в будущее нашей Родины [31].

Задача фундаментальной науки России сегодня состоит в том, чтобы своевременно выявлять новые вызовы и угрозы в геополитической, экономической, природной, социальной и информационной сферах и определять меры противодействия этим угрозам.

Понимание этой проблемы и необходимый интеллектуальный потенциал для ее решения в нашей стране имеются. Некоторые пути решения этой проблемы представлены в коллективной монографии, которая подготовлена российскими учеными в 2023 г. [32].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Колин К.К.* Человеческий потенциал и социальные технологии в информационном обществе // Ученые записки РАО. 2003. № 10. С. 20–42.
2. *Моисеев Н.Н.* Агония России. Есть ли у нее будущее? Попытка системного анализа проблемы выбора. М. : ЭКОПРЕСС-3М, 1996. 78 с.
3. *Ильичев В.А.* Биосферная совместимость: Технология внедрения инноваций. Города, развивающие человека. М. : URSS, 2011. 240 с.
4. *Ильичев В.А., Емельянов С.Г., Колчунов В.И., 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.
5. *Колин К.К.* Биосфера и город: гуманитарные аспекты комплексной проблемы развития России // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2021. № 3. С. 23–35. DOI: 10.21869/2311-1518-2020-35-3-23-35
6. *Колин К.К.* Наука о технологиях: концептуальные основы формирования нового научного направления // Информационные процессы, системы и технологии. 2023. Т. 4. № 3. С. 5–20. DOI: 10.52529/27821617_2023_4_3_5
7. *Встовский В.С.* Элементы информационной физики. М. : МГИУ, 2020. 260 с.
8. *Свитин А.П.* Предпосылки возникновения информационной химии // Теория и история. 2002. № 1. С. 137–143.

9. Чернавский Д. С. Синергетика и информация. Динамическая теория информации. М. : Наука, 2001. 243 с.
10. Судаков К. В. Информационный феномен жизнедеятельности. М. : РМА ПО, 1999. 380 с.
11. Гаряев П. П. Волновой генетический код. М. : ИПУ РАН, 1997. 108 с.
12. Сергин В. Я. Нейроинформатика сознания. Красноярск, СФУ, 2011. 43 с.
13. Колин К. К. Информационная социология: предмет и задачи нового направления социологических исследований // Знание. Понимание. Умение. 2022. № 4. С. 54–72. DOI: 10.17805/zpu.2022.4.5
14. Колин К. К. Информационная культурология: предмет и задачи нового научного направления // Вестник Челябинской государственной академии культуры и искусств. 2011. № 1. С. 7–13.
15. Колин К. К. Эстетика как информационная наука // Стратегические приоритеты. 2016. № 4. С. 72–92.
16. Гуревич И. М. О физической информатике. Предпосылки и основные результаты. М. : URSS, 2020. 160 с.
17. Колин К. К. Философские проблемы информатики: социальная информатика. М. : Академический Проект, 2000. 350 с.
18. Колин К. К. Социальная информатика. Базовая модульная программа учебного курса для системы высшего образования. М. : ИПИ РАН, 2001. 80 с.
19. Колин К. К. Физическая информатика и феномен информации в структуре физической реальности // Физико-техническая информатика. Международная конференция СРТ2024. Нижний Новгород – Москва – Пушкино, 2024. С. 11–18.
20. Колин К. К. Становление информатики как фундаментальной науки и комплексной научной проблемы // Системы и средства информатики. 2006. Т. 16. № 3. С. 7–58.
21. Колин К. К. Новая информационная реальность и проблема формирования научной отрасли «Информационные науки» // International Journal of Open Information Technologies. 2024. Т. 12. № 1. С. 137–143.
22. Колин К. К. Будущее науки: состояние, тенденции и перспективы информационных исследований // Научоведческие исследования. 2022. № 4. С. 83–100. DOI: 10.31249/scis/2022.04.05
23. Ильницкий А. М. Стратегия гегемона — стратегия войны // Военная мысль. 2023. № 6. С. 18–36.
24. Колин К. К. Современное международное информационное пространство и актуальные проблемы национальной и глобальной безопасности // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2022. № 4. С. 46–60. DOI: 10.21869/2311-1518-2022-40-4-46-60
25. Колин К. К. Информационная безопасность: новое содержание комплексной проблемы // Стратегические приоритеты. 2020. № 1. С. 86–93.
26. Колин К. К. Культура и безопасность: гуманитарные уроки новой мировой войны // Информационные процессы, системы и технологии. 2022. № 3. С. 27–31. DOI: 10.52529/27821617_2022_3_3_27
27. Колин К. К. Информационная культура и качество жизни в информационном обществе // Открытое образование. 2010. № 6. С. 84–89.
28. Колин К. К. Системный кризис культуры // Стратегические приоритеты. 2014. № 3. С. 6–27.
29. Барташ А. А. Мировая гибридная война. М. : Горячая линия – Телеком, 2023. 544 с.
30. Колин К. К. Стратегические задачи высшего образования для реализации национальных целей и приоритетов России // Высшее образование для XXI века: Высшая школа России в условиях глобальных вызовов, рисков и угроз : доклады и материалы XIX Междунар. науч. конф. М., 2024. С. 9–15.
31. Колин К. К. Стратегия мобилизации научного потенциала России // Информационное общество. 2023. № 4. С. 81–92.
32. Колин К. К., Костина А. В., Макаревич Э. Ф., Карпунин О. И. Гуманитарные проблемы национальной безопасности России: вызовы и приоритеты. М. : URSS, 2023. 320 с.

Об авторе: **Константин Константинович Колин** — доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник Института проблем информатики; **Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН)**; Российская Федерация, 119333, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44; РИНЦ ID: 71616; e-mail: kolinkk@mail.ru.

REFERENCES

1. Kolin K.K. Human potential and social technologies in the information society. *Scientific Notes of RAO*. 2003; 10:20-42. (rus).
2. Moiseev N.N. The agony of Russia. Does she have a future? *An Attempt at a Systematic Analysis of the Problem of Choice*. Moscow, ECOPRESS-3M, 1996; 78. (rus).
3. Ilyichev V.A. Biosphere compatibility: Technology of innovation implementation. *Cities that Develop People*. Moscow, URSS, 2011; 240. (rus).

4. Ilyichev V.A., Yemelyanov S.G., Kolchunov V.I., Karimov A.M., Gordon V.A., Bakaeva N.V. The concept of biosphere compatibility as the basis of the doctrine of urban planning and settlement. *Strategic Priorities*. 2014; 1:71-84. (rus).
5. Kolin K.K. Biosphere and the city: humanitarian aspects of the complex problem of Russia's development. *Biosphere Compatibility: Man, Region, Technology*. 2021; 3:23-35. DOI: 10.21869/2311-1518-2020-35-3-23-35 (rus).
6. Kolin K.K. Science of technology: conceptual foundations for the formation of a new scientific direction. *Information Processes, Systems and Technologies*. 2023; 4(3):5-20. DOI: 10.52529/27821617_2023_4_3_5 (rus).
7. Vstovsky V.S. *Elements of information physics*. Moscow, MGIU, 2020; 260. (rus).
8. Svitin A.P. Prerequisites for the emergence of information chemistry. *Theory and History*. 2002; 1:137-143. (rus).
9. Chernavsky D.S. *Synergetics and information. Dynamic theory of information*. Moscow, Nauka Publ., 2001; 243. (rus).
10. Sudakov K.V. *Information phenomenon of vital activity*. Moscow, RMA PO, 1999; 380. (rus).
11. Garyaev P.P. *Wave genetic code*. Moscow, IPU RAS, 1997; 108. (rus).
12. Sergin V.Ya. *Neuroinformatics of consciousness*. Krasnoyarsk, SibFU, 2011; 43. (rus).
13. Kolin K.K. Information sociology: the subject and tasks of a new direction of sociological research. *Knowledge. Understanding. Ability*. 2022; 4:54-72. DOI: 10.17805/zpu.2022.4.5 (rus).
14. Kolin K.K. Information cultural studies: the subject and objectives of a new scientific direction. *Bulletin of the Chelyabinsk State Academy of Culture and Arts*. 2011; 1:7-13. (rus).
15. Kolin K.K. Aesthetics as an information science. *Strategic Priorities*. 2016; 4:72-92. (rus).
16. Gurevich I.M. On physical informatics. *Prerequisites and Main Results*. Moscow, URSS, 2020; 160. (rus).
17. Kolin K.K. *Philosophical problems of computer science: social informatics*. Moscow, Academic Project Publ., 2000; 350. (rus).
18. Kolin K.K. Social Informatics. *The basic modular program of the training course for the higher education system*. Moscow, IPI RAS, 2001; 80. (rus).
19. Kolin K.K. Physical informatics and the phenomenon of information in the structure of physical reality. In collection : Physico-technical Informatics. *The International Conference SRT2024*. Nizhny Novgorod – Moscow – Pushchino, 2024; 11-18. (rus).
20. Kolin K.K. The formation of computer science as a fundamental science and a complex scientific problem. *Systems and Means of Computer Science*. 2006; 16(3):7-58. (rus).
21. Kolin K.K. New information reality and the problem of formation of the scientific branch "Information Sciences". *International Journal of Open Information Technologies*. 2024; 12(1)137-143. (rus).
22. Kolin K.K. The future of science: the state, trends and prospects of information research. *Scientific Research*. 2022; 4:83-100. DOI: 10.31249/scis/2022.04.05 (rus).
23. Ilnitsky A.M. The strategy of the hegemon — the strategy of war. *Military Thought*. 2023; 6:18-36. (rus).
24. Kolin K.K. Modern international information space and actual problems of national and global security. *Biosphere Compatibility: Man, Region, Technologies*. 2022; 4:46-60. DOI: 10.21869/2311-1518-2022-40-4-46-60 (rus).
25. Kolin K.K. Information security: the new content of a complex problem. *Strategic Priorities*. 2020; 1:86-93. (rus).
26. Kolin K.K. Culture and security: humanitarian lessons of the New World War. *Information Processes, Systems and Technologies*. 2022; 3:27-31. DOI: 10.52529/27821617_2022_3_3_27 (rus).
27. Kolin K.K. Information culture and quality of life in the information society. *Open Education*. 2010; 6:84-89. (rus).
28. Kolin K.K. Systemic crisis of culture. *Strategic Priorities*. 2014; 3:6-27. (rus).
29. Bartash A.A. *World hybrid war*. Moscow, Hotline – Telecom, 2023; 544. (rus).
30. Kolin K.K. Strategic objectives of higher education for the implementation of national goals and priorities of Russia. *Higher Education for the XXI century: Higher School of Russia in the context of global challenges, risks and threats. Reports and materials of the XIX International Scientific Conference*. Moscow, 2024; 9-15. (rus).
31. Kolin K.K. Strategy of mobilization of scientific potential of Russia. *Information Society*. 2023; 4:81-92. (rus).
32. Kolin K.K., Kostina A.V., Makarevich E.F., Karpukhin O.I. *Humanitarian problems of national security of Russia: challenges and priorities*. Moscow, URSS, 2023; 320. (rus).

About the author: **Konstantin K. Kolin** — Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Chief Researcher of the Institute of Computer Science Problems; **Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences (FRC CSC RAS)**; 44 Vavilova st., Moscow, 119333, Russian Federation; ID RSCI: 71616; e-mail: kolinkk@mail.ru.

Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 2. С. 12–17

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 711.581-168

DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.12-17

НОВЫЕ ТРЕНДЫ РЕНОВАЦИИ ЖИЛЫХ РАЙОНОВ: ЭКОЛОГИЯ, «УМНЫЙ ГОРОД», СОЦИАЛЬНОСТЬ (ОПЫТ СЕВЕРНОЙ ЕВРОПЫ)¹

Галина Александровна Птичникова^{1,2}

¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ);
г. Москва, Российская Федерация;

²Филиал Федерального государственное бюджетное учреждение Министра России Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства (НИИТИАГ), г. Москва, Российская Федерация

Масштаб программы «Реновация жилищного фонда», реализуемой в России и включающей в настоящее время не только российскую столицу, но уже и другие крупнейшие города, явился причиной поиска успешных практик подобных программ за рубежом. Реновация жилой среды в североевропейских городах показывает такие примеры и новые подходы в этой деятельности. В настоящей статье рассмотрены программы реновации жилья в городах Северной Европы, выявлены тенденции в модернизации жилых районов, основными из которых стали: повышение энергоэффективности застройки и повышение экологических качеств жилой среды; «интеллектуальная реконструкция» существующих жилых районов с целью превращения их в «умные города»; создание социальной устойчивости и сохранение социально-культурных ценностей жителей района.

Ключевые слова: реновация жилых районов, энергоэффективность, «умный город», социальная устойчивость, модернизация жилой застройки

Для цитирования: Птичникова Г.А. Новые тренды реновации жилых районов: экология, «умный город», социальность (опыт Северной Европы) // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 2. С. 12–17. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.12-17

NEW TRENDS IN RENOVATION OF RESIDENTIAL AREAS: ECOLOGY, SMART CITY, SOCIALITY (EXPERIENCE OF NORTHERN EUROPE)

Galina A. Ptichnikova^{1,2}

¹Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU); Moscow, Russian Federation;

²Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Development (NIITIAG); Moscow, Russian Federation

The scale of the Housing Renovation program, implemented in Russia and currently including not only the Russian capital, but also other major cities, was the reason for the search for successful practices of similar programs abroad. The renovation of the residential environment in Northern European cities shows such examples and new approaches to this activity.

This article examines housing renovation programs in Northern European cities and identifies trends in the modernization of residential areas, the main of which are: increasing the energy efficiency of buildings and improving the environmental qualities of the residential environment; “intelligent reconstruction” of existing residential areas with the aim of turning them into “smart cities”; creating social sustainability and preserving the socio-cultural values of area residents.

Keywords: renovation of residential areas, energy efficiency, smart city, social sustainability, modernization of residential buildings

For citation: Ptichnikova G. A. New trends in renovation of residential areas: ecology, smart city, sociality (experience of Northern Europe). 2024; 2:12-17. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.12-17 (rus.).

Введение

Настоящее время характеризуется большим масштабом и глубиной преобразований среды

¹ Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных научных исследований Российской академии архитектуры и строительных наук и Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на 2024 год.

жизнедеятельности, происходящих в городах России. Московские исследователи Л.В. Киевский и И.Л. Киевский в своей монографии «Теория реновации» пишут о том, что в настоящее время «сформировался актуальный заказ на преобразование городской среды, т.е. создание нового социального продукта — современного градоустройства» [1].

При этом, как утверждают специалисты из Научно-исследовательского института теории и истории архитектуры и градостроительства: «Модернизация часто носит фактически полустихийный и волюнтаристский характер, несмотря на существование градостроительных регламентов и требований многочисленных согласований проектов различными инстанциями» [2].

Таким образом, в настоящее время требуется профессиональное, научное осмысление процесса реновации жилых районов, в том числе и в целях сохранения социального благополучия и эффективного использования ресурсов в условиях роста и модернизации городов. Важнейшей задачей при реновации является также и улучшение экологического состояния, преобразования города в биосферосовместимый и развивающий человека [3]. Поиск успешных практик и различных подходов к модернизации и реконструкции является непременной составляющей этого процесса. Реновация жилой среды в североевропейских городах показывает такие примеры и определяет собственные подходы.

Целью статьи является анализ опыта реновации районов массовой жилой застройки 1960–1980-х гг. в городах Северной Европы, в том числе государственных программ, и выявление перспективных тенденций реконструкции и модернизации.

Программы реновации жилой среды в городах Северной Европы

Проблемы реновации жилой среды в городах Северной Европы решаются в рамках многочисленных программ, инициированных как ЕС (программа CiTyFiED), так и межгосударственными соглашениями правительств (программы Nordic Innovation, Nordic Built Cities, Nordic Built и другие), а также и программ, которые разрабатывают отдельные государства. Каждая из подобных программ рассчитывается на определенный срок и имеет собственные цели и задачи. Так, например, программа «Северные самоподдерживающиеся/гармонично развивающиеся города»²/«Nordic Sustainable Cities» нацелена на продвижение стратегии формирования экологически чистых «умных городов» [4].

Анализ содержания и результатов реализации этих программ позволил выделить несколько тенденций в процессе управления процессом реновации жилой застройки:

- повышение энергоэффективности застройки и повышение экологических качеств жилой среды;

- «интеллектуальная реконструкция» существующих жилых районов с целью превращения их в «умные города»;
- создание социальной устойчивости и сохранение социально-культурных ценностей жителей района.

Рассмотрим подробнее эти тренды.

Экологическая реновация: энергоэффективность в приоритете. Эта наиболее заметная тенденция заключается в стремлении повышения энергоэффективности зданий в процессе их модернизации и реконструкции. В странах Европейского Союза жилые и общественные здания потребляют 41 % конечного потребления энергии и 36 % общих выбросов CO₂³. В этой связи ускорение темпов обновления устаревшего государственного и частного жилищного фонда рассматривается в этих странах как основное средство повышения энергоэффективности. Например, в Швеции имеется большой объем жилищного фонда, построенный до 1980-х гг. (71 % от общего жилого фонда), который потребляет больше энергии, чем это соответствует современным стандартам энергоэффективности и экологическим целям⁴.

В правительстве Швеции поставлена общегосударственная задача сокращения на 50 % энергопотребления зданий и сооружений до 2050 года⁵. Для достижения этой цели в разных городах страны были выполнены несколько пилотных проектов по реновации жилья (например, в Стокгольме и Лунде), доказавшие, что использование энергии можно уменьшить до 50 % при правильном сочетании реконструкционных и ремонтных мероприятий. Эти пилотные проекты стали своего рода полигонами по разработке общих рекомендаций, способствующих энергоэффективности застройки.

Интеллектуальная реновация: создание «умных районов». Целью реновации планировочных жилых образований как «умного района» является улучшение качества жизни его жителей с помощью информационных технологий (ИТ) по управлению городским хозяйством и транспортом. Внедрение интеллектуальных сетей нацелено на повышение эффективности обслуживания и удовлетворения

³ Energy Efficiency Trends in the EU // The Commission's new Energy Efficiency Plan. URL: [ites/iee-projects/files/projects/documents/overall-indicator-brochure.pdf](https://ec.europa.eu/energy/files/energy_efficiency_plan_en.pdf)

⁴ Femenias P., Lindén A. Energy Efficiency in the Housing Sector — The Swedish Case / / Proceedings from International European Network for Housing Research (ENHR) conference 'Changing Housing Markets: Integration and Segmentation. Istanbul, 2010. URL: https://www.researchgate.net/publication/286035381_Energy_Efficiency_in_the_Housing_Sector_-_The_Swedish_Case (дата обращения: 02.07.2024).

⁵ Sweden's draft integrated national energy and climate plan. Ministry of the Environment and Energy, Sweden. URL: [ites/ener/files/documents/sweden_draftnecp.pdf](https://www.sve.se/ener/files/documents/sweden_draftnecp.pdf) (дата обращения: 02.07.2024).

² *Sustainable Cities* часто переводится как «устойчивые города», но в данном случае более точным термином будет «самоподдерживающиеся или гармонично развивающиеся города».

потребностей горожан, осуществление мониторинга и контроля над ресурсами. Так, например, в Стокгольме реализуется стратегия «Зеленые информационные технологии/ИТ» (Green IT) [5]. Программа «Зеленые ИТ» направлена на снижение негативного воздействия города на окружающую среду с помощью таких функций ИТ, как функционирование энергоэффективных зданий (минимизация затрат на отопление), мониторинг дорожного движения (минимизация затрат времени на дорогу) и развитие электронных услуг (минимизация использования бумаги).

В развитие этого направления разработана платформа «электронный Стокгольм» (e-Stockholm), которая предназначена для предоставления электронных услуг огромного спектра, включая бронирование парковочных мест и уборку снега⁶.

Пример внедрения технологии «умного города» для конкретного района показывает реновация научного городка Чиста (Kista Science City). Этот район был реконструирован на основе концепции «умных городов» [6], в которой университет, производственные предприятия и правительство работали совместно.

Реновация для социальной устойчивости. Эта тенденция заключается в необходимости сохранить социальную стабильность населения, проживающего в жилых районах, которые планируются к реновации. Направление находит свое выражение в двух аспектах. Первый из них заключается в попытках не допустить так называемую «низкоуглеродную джентрификацию» (или «экологическую джентрификацию») (от англ. Gentrification — облагораживание) [7, 8]. Дело в том, что вслед за такой «экологической джентрификацией» и действительным улучшением экологического состояния жилой среды идет повышение арендной платы. В результате происходит процесс классической джентрификации, когда депрессивные жилые территории становятся привлекательными с точки зрения капиталовложения и комфортности проживания. С позиции развития городских территорий процесс джентрификации, безусловно, является положительным. «Непривлекательные» районы приобретают облик ухоженных и обновленных жилых зон, часто вслед за этим начинается реставрация исторических зданий, улучшаются и «оживают» общественные пространства. С другой стороны, джентрификация способствует «выдавливанию» коренных малообеспеченных слоев населения с «насиженного» жилья, приводя к не всегда благоприятным поворотам их судеб.

В Швеции было выполнено несколько исследовательских работ, которые показывают, что некоторые проекты по реновации застройки были выполнены таким образом, что семьи с низким доходом или более слабые в социальном отношении домохозяйства были вынуждены переехать из района своего традиционного проживания⁷. На смену пришли экономически более состоятельные арендаторы. Исследователи делают вывод, что в случае, когда жилищные компании используют «реновацию» как бизнес-стратегию, у населения возникает риск потери социального доверия к такого рода программам. Расширенная реновация может быть прибыльной для арендодателей в краткосрочной перспективе, но в долгосрочной может стать контрпродуктивной для всего общества.

Другой аспект рассматриваемой тенденции заключается в том, что целью реновации может стать создание смешанных сообществ с низким уровнем сегрегации между разными доходами и этническими группами, иными словами «социальное сглаживание» населения⁸. Это задача является особенно актуальной в связи с большим количеством иммигрантов с низким уровнем образования и чуждым вероисповеданием, что способствует криминализации районов их проживания. В районах, где в настоящее время преобладает население с низкими доходами, при разработке проектов реновации стараются разработать мероприятия, которые сделают этот район более привлекательным для других социальных групп для уменьшения сегрегации.

Новые подходы к реновации

В связи с постановкой задачи сохранения социальной устойчивости в процессе реновации жилой среды в городах Северной Европы был разработан подход, который получил название «Мини–Миди–Макси» [6]. Суть этого подхода заключается в выборе в каждом конкретном случае при разработке проекта реновации одного из трех вариантов: «Мини» — с наименьшей модернизацией застройки и наименьшими инвестициями, «Миди» — со средними инвестициями или «Макси» — с наибольшими реконструкционными мероприятиями и расширенными инвестициями.

В Мини-варианте в большинстве случаев разрабатываются мероприятия, соответствующие капи-

⁶ The City of Stockholm' strategy for e-services and the technology of the future. URL: <https://international.stockholm.se/globalassets/ovriga-bilder-och-filer/e-strategy-city-of-stockholm.pdf> (дата обращения: 02.07.2024).

⁷ Westin S. "... men vart ska ni då ta vägen?" Ombyggnation ur hyresgästernas perspektiv. (...but where then will you reside? The Tenant's Perspective of Renovation). Report nr 57, Institute for Housing and Urban Research, Uppsala University, Uppsala, 2011.

⁸ Valenti M.A., Giovannoni O.G. The Economics of Inclusion: Building an Argument for a Shared Society. Working Paper No. 755, Levy Economics Institute of Bard College, NY, 2013. 32 p. URL: [ol3/papers.cfm?abstract_id=2226575](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2226575) (application date: 02.07.2024).

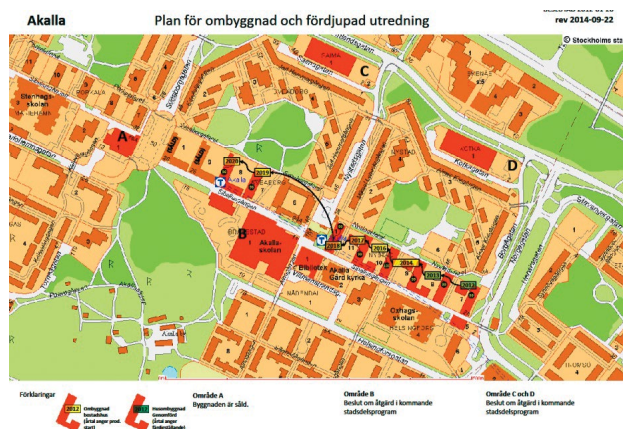


Рис. 1. План реновации района Акалла, Стокгольм. Период реновации — 2012–2020 гг. Красным цветом выделена реконструируемая застройка, состоящая из жилых и общественных зданий, разделенная на подрайоны А, В, С, D. В прямоугольниках указаны периоды и форма реновации зданий: желтый цвет — реконструкция, зеленый — переоборудование

тальному ремонту и технически необходимые для дальнейшего использования здания. Исследования показали, что если повышение арендной платы после реновации составляет около 10–20 %, то это считается относительно низким показателем по сравнению с Миди- или Макси-вариантами, в которых увеличивается число и стоимость реконструкционных мероприятий, входящих в соответствующий пакет. Некоторые жилищные компании экспериментируют с так называемым «нулевым ремонтом» с весьма ограниченным вмешательством и без последующего повышения арендной платы.

Миди-вариант в основном направлен на повышение энергоэффективности застройки. Плюсом

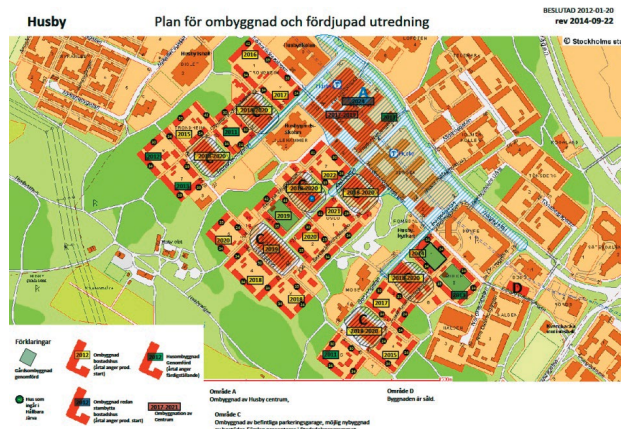


Рис. 2. План реновации района Хасби, Стокгольм. Период реновации — 2011–2022 гг. Красным цветом выделена реконструируемая застройка, состоящая из жилых и общественных зданий, разделенная на подрайоны А (общественный центр района), С, D. В прямоугольниках указаны периоды и форма реновации зданий: желтый цвет — реконструкция, зеленый — переоборудование, серый — перепланировка

выбора такого пакета является высокий экономический эффект при последующей эксплуатации здания и уменьшение теплотерь. Обратной стороной является то, что эстетический вид дома может остаться в неудовлетворительном состоянии.

Макси-вариант направлен на комплексное повышение качества многоквартирного дома. После выбора этого инвестиционного пакета реновации эстетика и технические характеристики обновленного здания достигают строительных стандартов, которые применяются в новых зданиях. Недостатком является цена квартиры, которая, по оценкам шведских специалистов, становится малодоступной для средней семьи.

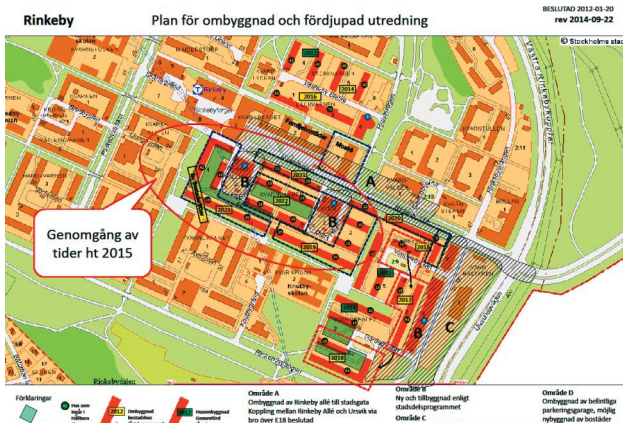


Рис. 3. План реновации района Ринкеби, Стокгольм. Период реновации — 2015–2023 гг. Красным цветом выделена реконструируемая застройка, состоящая из жилых и общественных зданий, разделенная на подрайоны А (общественный центр района), В, С, D. В прямоугольниках указаны периоды и форма реновации зданий: желтый цвет — реконструкция, зеленый — переоборудование



Рис. 4. План реновации района Тенста, Стокгольм. Период реновации — 2014–2023 гг. Красным цветом выделена реконструируемая застройка, состоящая из жилых и общественных зданий. Штриховкой показан подрайон С, где планируется перепланировка улицы и новое жилищное строительство. В прямоугольниках указаны периоды и форма реновации зданий: желтый цвет — реконструкция, зеленый — переоборудование

Подводя итог, можно сказать, что подход «Мини–Миди–Макси» при разработке программ реновации становится эффективным средством против джентрификации и вынужденной миграции малоимущего населения, поскольку это позволяет арендаторам выбрать подходящий уровень реновации, соответствующий допустимому увеличению арендной платы.

Успешные практики реновации районов массового жилья 1960–1970-х гг. в Швеции

В начале 2000-х гг. к проблеме реновации жилья подключились известные строительные компании Швеции Skanska, NCC и Peab, которые в 1960–1970-е гг. с помощью «Миллионной программы»⁹ выросли в крупнейшие производители жилья. Сегодня эти предприятия разработали собственные концепции реновации своих зданий. Так, например, в 2009 г. компания Skanska первой запустила проект «Miljonhemmet» («Миллионер»), который представляет собой банк рекомендаций по реновации жилья, например снижение энергопотребления, создание благоприятной окружающей среды, меры по интеграции пригородов с остальной частью города путем строительства здесь новых небольших квартир для пожилых и престарелых граждан.

В крупнейшей северной зоне Стокгольма, куда входят такие районы, как Акалла, Хьюста, Хюсби, Чиста, Ринкеби и Тенста, с 2007 г. проводится программа реновации «Ярвалифтет»/«Järvalyftet» («Подъем Ярвы»)¹⁰. Это долгосрочная стратегия

по реконструкции социально неблагополучных районов, направленная на улучшение условий жизни, в том числе за счет реновации жилых домов. Планировочные схемы реновации отдельных жилых районов в зоне Ярва, разработанные компанией Свенска Бостюдер/Svenska Bostäder, представлены ниже (рис. 1–4).

Заключение

В целом, как показал анализ реализации программ реновации жилья, в настоящее время в странах Северной Европы сложился ряд устойчивых тенденций. В числе особенностей процесса реновации в североевропейских странах необходимо отметить сохранение и модернизацию существующего жилищного фонда, по возможности без сноса зданий и с минимальным объемом нового строительства. Примеры показывают, что пространственные формы реновации могут быть точечными (здание), локальными (квартал) и территориальными (жилой район).

Одним из направлений реновации жилища является улучшение существующих жилых зданий с целью превращения их в «умные районы». Другими направлениями являются повышение энергоэффективности застройки и повышение экологических качеств жилой среды. Третьим направлением является создание социальной устойчивости и сохранение социально-культурных ценностей жителей района. Для этого используются такие подходы, как партиципация или вовлечение в обсуждение проектов горожан, представителей этнических сообществ и других общественных организаций для снижения социальной напряженности, а также прозрачность принимаемых решений. Для возможности выбора масштабов реновации разработан подход «Мини–Миди–Макси», позволяющий выбрать тот или иной пакет реконструкционных мероприятий, который позволяет сохранить контингент жильцов без радикального повышения арендной платы.

Вместе с тем стоит отметить, что к реновации жилья власти, застройщики и проектировщики часто подходят комплексно, т.е. сочетая цели организации «умного района» совместно с усилением энергоэффективности застройки и экологизации среды и достижением социальной устойчивости.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Киевский Л.В., Киевский И.Л. Теория реновации. М. : Столица, 2023. 528 с.
2. Архитектурная модернизация среды жизнедеятельности: история и теория. Книга 2 / отв. ред.-сост. И.А. Бондаренко. М. ; СПб. : Архи.ру — Коло, 2023. 302 с.
3. 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. : Изд-во АСВ, 2015. 184 с.

⁹ Программа «Миллион жилищ» или «Миллионная программа» (швед. Miljonprogrammet) — это крупномасштабная программа, реализованная в Швеции в целях предоставления каждому гражданину жилья по доступным ценам, и которая по масштабу, индустриальным методам строительства, архитектуре была похожа на подобные программы жилищного строительства социалистических стран в период 1965–1975 гг. Реформа представляла собой ограниченное по времени и целенаправленное вмешательство государства в жилищное строительство, которое до этого в основном продвигалось частными инициативами.

¹⁰ Lind H., Annadotter K., Björk F., Högborg L., Klintberg T. Sustainable renovation strategy in the swedish million homes programme: a case study. Sustainability. 2016. No. 8. P. 388. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/4/388/pdf> (дата обращения: 02.07.2024).

4. *Птичникова Г.А.* Успешные стратегии реновации жилой среды в городах Северной Европы // Современная архитектура мира. 2020. Вып. 2 (15). С. 203–219. DOI: 10.25995/NIITIAG.2020.15.2.012
5. *Fors P., Lennerfors T.T.* Translating Green IT: The case of the Swedish Green IT // Proceedings of the First International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainability, Zürich, Switzerland. 2013. Pp. 208–216.
6. *Hollands R. G.* Will the real smart city please stand up // City. 2008. Vol. 12 (3). Pp. 303–320.
7. *Bouzarovski S., Frankowski J., Herrero S. T.* Low-Carbon gentrification: When Climate change encounters residential displacement // International Journal of Urban and Regional Research. 2018. Vol. 42 (5). Pp. 845–863. DOI: 10.1111/1468-2427.12634
8. *Pearsall H., Anguelovski I.* Contesting and resisting environmental gentrification: Responses to new paradoxes and challenges for urban environmental justice // Sociological Research Online. 2016. Vol. 21 (3). Pp. 121–127. DOI: 10.5153/sro.3979

Об авторе: **Галина Александровна Птичникова** — доктор архитектуры, профессор, академик РААСН; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; Российская Федерация, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; **Филиал Федеральное государственное бюджетное учреждение Министра России Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства (НИИТИАГ)**; Российская Федерация, 111024, г. Москва, ул. Душинская, д. 9; РИНЦ ID: 148486; e-mail: ptichnikova_g@mail.ru.

REFERENCES

1. *Kievsky L. V., Kievsky I. L.* *Theory of renovation*. Moscow, Stolitsa Publ., 2023; 528. (rus).
2. *Architectural modernization of the living environment: history and theory. Book 2.* I. A. Bondarenko (Ed.). M. ; St. Petersburg, Archi.ru — Colo Publ., 2023; 302. (rus).
3. *Ilyichev V. A., Yemelyanov S. G., Kolchunov V. I., Gordon V. A., Bakaeva N. V.* *Principles of transforming a city into a biosphere-compatible and developing human being : scientific monograph*. Moscow, Publishing House of the DIA, 2015; 184. (rus).
4. *Ptichnikova G. A.* Successful strategies of renovation of the residential environment in the cities of Northern Europe. *Modern architecture of the world*. 2020; 2(15):203-219. DOI: 10.25995/NIITIAG.2020.15.2.012 (rus).
5. *Fors P., Lennerfors T. T.* Translating Green IT: The case of the Swedish Green IT. *Proceedings of the First International Conference on Information and Communication Technologies for Sustainability*. Zürich, Switzerland. 2013; 208-216.
6. *Hollands R. G.* Will the real smart city please stand up. *City*. 2008; 12(3):303-320.
7. *Bouzarovski S., Frankowski J., Herrero S. T.* Low-carbon gentrification: Low-Carbon gentrification: When Climate change encounters residential displacement. *International Journal of Urban and Regional Research*. 2018; 42(5):845-863. DOI: 10.1111/1468-2427.12634
8. *Pearsall H., Anguelovski I.* Contesting and resisting environmental gentrification: Responses to new paradoxes and challenges for urban environmental justice. *Sociological Research Online*. 2016; 21(3):121-127. DOI: 10.5153/sro.3979

About the author: **Galina A. Ptichnikova** — Doctor, Professor, Academician of RAABS (Russian Academy of Architecture and Building Sciences); **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavl'skoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; **Research Institute of Theory and History of Architecture and Urban Development (NIITIAG)**; 9 Dushinskaya street, Moscow, 111024, Russian Federation; ID RSCI: 148486; e-mail: ptichnikova_g@mail.ru.

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ И ЗДАНИЙ В ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ РЕК НА ПРИМЕРЕ ВОЛГИ

Инна Владимировна Клименко

Московский архитектурный институт (Государственная академия) (МАРХИ); г. Москва, Российская Федерация

Современные речные прибрежные пространства прошли исторический путь развития от мест первых поселений до торгово-транспортных хабов, промышленных зон и туристических достопримечательностей. В результате этой многообразной хозяйственной деятельности человека прибрежные зоны рек, в частности Волги, оказались в неблагоприятной экологической ситуации, которая характеризуется загрязнением акватории, нарушением миграции рыб и животных, уменьшением покрова или уничтожением некоторых видов растений. При этом стремительный процесс урбанизации определяет необходимость в создании и развитии набережных вдоль рек, что доказывает актуальность рассмотренной темы статьи. Выявление принципов совмещения экологического и архитектурного подхода в проектировании современных общественных зданий и пространств на прибрежных территориях является основной целью данного исследования.

В публикации приводится описание основных исторических этапов эволюции прибрежных зон и влияния, которое они оказывали на культурно-экономическое развитие городов. В XXI веке прибрежные территории прежде всего выполняют важную рекреационную роль, но при этом находятся в негативном экологическом состоянии, что требует принятия мер по восстановлению природных экосистем. Отдельно рассматривается экологическая проблема крупнейшей реки на территории Российской Федерации — Волги. Именно прибрежные пространства Волжского бассейна сейчас наиболее остро нуждаются в архитектурно-градостроительном развитии без ущерба для экологии ввиду высокой плотности населения региона и уникальности водного объекта. Методология исследования основана на рассмотрении успешных, с точки зрения автора, примеров мировой практики развития прибрежных зон и выявлении использованных архитектурных и технологических приемов, отвечающих современной парадигме устойчивого развития.

Таким образом, на основе анализа мирового опыта в области строительства экологичных общественных пространств выведены основные принципы проектирования и застройки прибрежных территорий, которые могут быть применены в проектной практике развития набережных в городах Поволжья.

Ключевые слова: архитектура прибрежных территорий, зеленая архитектура, архитектура общественных пространств

Для цитирования: Клименко И. В. Принципы формирования экологически-ориентированных общественных пространств и зданий в прибрежных зонах рек на примере Волги // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 2. С. 18–25. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.18-25

PRINCIPLES OF DESIGNING SUSTAINABLE PUBLIC SPACES AND BUILDINGS IN COASTAL AREAS OF RIVERS ON THE EXAMPLE OF THE VOLGA

Inna V. Klimenko

Moscow Architectural Institute (State Academy); Moscow, Russian Federation

Modern riverine coastal spaces have passed the historical path of development from the places of the first settlements to trade and transport hubs, industrial zones, and tourist attractions. As a result of this diverse human economic activity, the coastal zones of rivers, in particular the Volga, found themselves in an unfavorable environmental situation, which is characterized by pollution of the water area, disruption of migration of fish and animals, reduction of cover or destruction of certain plant species. At the same time, the rapid process of urbanization determines the need for the creation and development of embankments along rivers, which proves the relevance of the considered topic of the article. The main purpose of this study is to identify the principles of combining an ecological and architectural approach in the design of modern public buildings and spaces in coastal areas.

The publication describes the main historical stages of the evolution of coastal zones and the impact they had on the cultural and economic development of cities. In the 21st century, coastal territories primarily play an important recreational role, but at the same time they are in a negative ecological state, which requires measures to restore natural ecosystems. The ecological problem of the largest river in the territory of the Russian Federation, the Volga, is considered separately. It is the coastal areas of the Volga basin that are in

the most urgent need of architectural and urban development without compromising the environment, due to the high population density of the region and the uniqueness of the water body.

The research methodology is based on the consideration of successful, from the author's point of view, examples of world practice in the development of coastal zones and the identification of used architectural and technological techniques that meet the modern paradigm of sustainable development.

Thus, based on the analysis of world experience in the field of construction of environmentally friendly public spaces, the basic principles of design and development of coastal areas have been derived, which can be applied in the design practice of the development of embankments in the cities of the Volga region.

Keywords: architecture of coastal areas, green architecture, architecture of public spaces

For citation: Klimenko I. V. Principles of designing sustainable public spaces and buildings in coastal areas of rivers on the example of the Volga. *Biosphere Compatibility: Man, Region, Technology*. 2024; 2: 18-25. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.18-25 (rus.).

Введение

На протяжении всего исторического процесса развития человеческой цивилизации прибрежные зоны имели особенное значение. Многие первые города и поселения возникли именно в дельтах рек, поскольку такое расположение обеспечивало простой доступ к источнику пресной воды, а значит определяло возможность рыболовства и ведения сельского хозяйства (плодородные сельскохозяйственные угодья). Далее в средние века прибрежные территории становятся центрами торговли и транспорта. Особое значение прибрежные зоны приобрели в эпоху промышленной революции, когда стали застраиваться объектами портово-промышленной инфраструктуры. В настоящее время прибрежные территории утратили свое индустриальное значение, происходит процесс функциональной трансформации зоны вдоль береговой линии в рекреационные пространства, что отвечает мировым тенденциям, направленным на устойчивое развитие [1]. Вместе с этим функционирующие набережные испытывают значительную нагрузку от туристической посещаемости, поскольку зачастую являются активным городским пространством и туристической достопримечательностью, что также указывает на важное значение, которое продолжают иметь прибрежные территории в XXI веке.

Отдельно необходимо выделить культурное значение набережных. Архитектурно-инженерные решения, направленные на берегоукрепление, определяют уникальный характер городов, формируют панораму, а также представляют собой зачастую одно из основных общественных городских пространств.

Таким образом, развитие прибрежных территорий, и при этом восстановление и сохранение их экологической составляющей, является важной задачей современного города у реки.

Экологическая проблема бассейна реки Волги

Волга является одной из крупнейших рек мира с общей протяженностью около 3530 км. Географическое расположение охватывает 15 субъектов Рос-

сийской Федерации, а площадь бассейна составляет приблизительно 8 % от площади страны. Волжские города отличаются высокая плотность населения. Волгоград, Самара, Нижний Новгород и Казань относятся к крупнейшим городам РФ с численностью более 1 млн человек. Волга имеет особое значение для промышленности, сельского хозяйства и рекреации, поскольку является важнейшей транспортной артерией, источником водоснабжения и электрической энергии.

Экологическая проблема Волги обострилась в XX веке ввиду интенсивного использования акватории (гидроэнергетика, рыбное хозяйство, водный транспорт и городское коммунальное хозяйство) [2]. Вопрос об экологическом состоянии Волжского бассейна впервые поднялся в 1972 г. В результате принятого постановления по охране природы, в соответствии с государственными планами было выделено финансирование на экономическое и социальное развитие страны [3].

Однако по результатам исследования американских ученых, проведенного в 2009 году, устье Волги было отнесено к десяти наиболее загрязненных прибрежных территорий мира [4]. При этом существует тенденция увеличения объема сброса сточных вод, а также поверхностных и грунтовых стоков, содержащих опасные вещества. Речной транспорт также можно отнести к возможным источникам биогенных элементов [5]. Для решения этой проблемы необходимо строительство и модернизация существующих очистных коллекторов, а также формирование принципов бережного отношения к реке у жителей волжских городов.

В настоящее время существует национальный проект «Экология», а именно направление «Оздоровление Волги», целью которого является улучшение экологического состояния Волжской акватории и прилегающих к ней территорий [6]. Помимо очищения самой акватории от загрязнения проект предусматривает активное озеленение прибрежной территории и внедрение альтернативных источников энергии [7].

Важность реализации данного проекта определяет то, что прибрежные зоны пресноводных водо-

емов представляют собой сложную экологическую систему, выполняющую важные функции.

Именно на прибрежных территориях происходит регулирование качества поверхностных и грунтовых вод. Также благодаря большому открытому пространству происходит аэрация городской застройки (речной бриз) [8]. При этом грамотное озеленение может образовывать естественные коридоры, по которым будет осуществляться движение влажного воздуха со стороны Волги. В настоящее время зеленые массивы на прибрежных территориях Поволжья подвергаются вырубке под строительство коттеджных поселков. Это представляет экологическую угрозу, поскольку растения выполняют ряд важных функций. Например, очищают атмосферу, деревья представляют собой естественное препятствие для движения неблагоприятных ветровых масс, помимо этого озеленение является одной из главных составляющих успешного рекреационного пространства [9].

Помимо этого, берега рек служат путями передвижения животных, а также распространения растений, нуждающихся в прямом доступе к воде и содержащимся в ней питательным веществам. Многообразие жизнедеятельности зависит также от отдельных участков реки, которые отличаются между собой скоростью течения воды, температурой, составом и насыщенностью питательными веществами.

Таким образом, в результате продолжительной хозяйственной деятельности человека, функционирования в прибрежных зонах высокоотходной и энергоемкой отраслей промышленности, а также большой плотности населения произошло загрязнение природных водоемов, что в настоящее время превратилось в существенную экологическую проблему Волжского региона [10].

Помимо этого, речные экологи отмечают, что нарушение ландшафта прибрежных зон в результате мощения дорог, проведения строительных работ, осуществления лесозаготовок или промышленной деятельности неизбежно влияет на качество и режим стока речной воды.

Для того чтобы восстановить экологическую целостность, необходимо комплексное решение, в том числе, с помощью средств архитектуры, градостроительства, ландшафтной архитектуры и дизайна среды. Опираясь на отечественный и зарубежный опыт, рассмотрим далее основные принципы архитектурно-экологического развития современных прибрежных зон, направленные на снижение уровня энергопотребления и уменьшение воздействия на ландшафт и окружающую среду с целью сохранения уникального биологического разнообразия Волжского региона.

Примеры из мировой практики устройства экологических прибрежных зон

Известные крупные города по всему миру бережно относятся к своим рекам, озерам, каналам и всем береговым линиям как к наиболее ценным городским территориям, где устраиваются одни из лучших общественных пространств. Людям нравится оказаться в природной среде, при этом находясь в городе, видеть и слышать течение воды, иметь возможность совершить длительную прогулку по набережной и т.д.

Современная тенденция в проектировании прибрежных зон заключается в формировании общественного пространства, которое не только создает необходимую городскую социальную инфраструктуру, но при этом решает экологическую проблему или не представляет угрозы существующей экосистеме [11].

Возрождение городских набережных — одна из ключевых тем в урбанистике конца XX века [12]. Рассмотрим несколько наиболее ярких архитектурно-экологических примеров из мировой практики развития прибрежных территорий.

*Парк дель Форум в Барселоне, Испания.
Арх. FOA, Herzog & de Meuron и др.
Год реализации 2004*

Яркий пример инновационного проекта реконструкции прибрежной зоны Бесос, расположенной в устье реки Камп-де-ла-Бота. Приуроченная к проведению международного культурного форума, новая набережная стала успешным общественным многофункциональным пространством (рис. 1).

Основными принципами реконструкции для архитекторов стали сохранение окружающей среды и устойчивое развитие. Пространство организовано таким образом, чтобы обеспечить проведение мероприятий с соблюдением политики сокращения потребления энергии и образования отходов. Так, здесь установлена крупнейшая городская солнечная конструкция в Европе площадью около 1700 м². Колонны, поддерживающие фотоэлектрические панели, образуют пространство, пригодное для организации любого рода мероприятий. Также здесь расположено крупное общественное здание — Конгресс-центр, спроектированный всемирно известным архитектурным бюро Herzog & de Meuron.

Реновация портовой зоны в Ванкувере, Канада, Арх. LMN Architects, DA Architects + Planners. Год реализации 2009

Яркий пример экологической интеграции антропогенной среды с естественной природой. Достижения



Сохранение природной экосистемы



Энергоэффективность и ресурсосбережение



Многофункциональность



Прямой доступ пешеходов к акватории

Рис. 1. Парк дель Форум в Барселоне, Испания

ется благодаря ряду архитектурных и инженерных решений. Так, комплекс имеет зеленые кровли и светопрозрачные фасадные системы, позволяющие «растворить» его в окружающей природной среде. Причем зеленая кровля является эксплуатируемой, поскольку предназначена для обитания пчел в ульях, а также высадки растений, поэтому уклон кровли рассчитан с учетом естественного дренажа и миграции семян.

Также применены современные инженерные решения, направленные на использование альтернативных источников энергии, основанных на получении энергии из морской воды с помощью тепловых насосов. Помимо этого, реализуется система очистки и повторного использования сточных вод.

Отдельно стоит обратить внимание на подводную часть комплекса. Здесь часть фундамента имитирует геопластику рифа, тем самым формируя новую среду обитания для морской экосистемы (рис. 2).

Парк Бруклин-Бридж в Нью-Йорке, США, арх. OLIN Studio. Год реализации 2019

До реновации порт представлял собой типичную промышленную набережную XIX века, состоящую из 6 пирсов, на которых располагались склады, один из которых находился на намывной территории, а остальные были построены на сваях.

Архитектурное решение представляет собой систему из нескольких ландшафтных зон, которые предлагают традиционные развлечения парка: занятия спортом, пикники, прогулки и игровые площадки. Помимо этого, здесь реализуется важный экологический аспект воссоздания системы водно-болотных угодий и зарослей прибрежных кустарников, тем самым предоставляя новые места обитания для местной фауны [12].

Также применяется технология рециркуляции воды. Конструктивное решение пирсов формирует движение ливневого стока, который собирается и хранится в заглубленных резервуарах и затем постепенно расходуется системой орошения (рис. 3).

Каким образом можно совместить архитектурный и экологический подход к проектированию современных прибрежных общественных зданий и пространств?

Исходя из анализа мирового опыта в области устойчивого развития набережных, можно выделить принципы, которые стоит учитывать при застройке прибрежных зон. В результате применения следующих принципов при проектировании новой или реорганизации существующих прибрежных зон возможно достичь стабилизации экологического состояния реки, при этом создать современное, эко-



Сохранение природной экосистемы



Энергоэффективность и ресурсосбережение



Многофункциональность



Прямой доступ пешеходов к акватории

Рис. 2. Конференц-центр West в Ванкувере, Канада

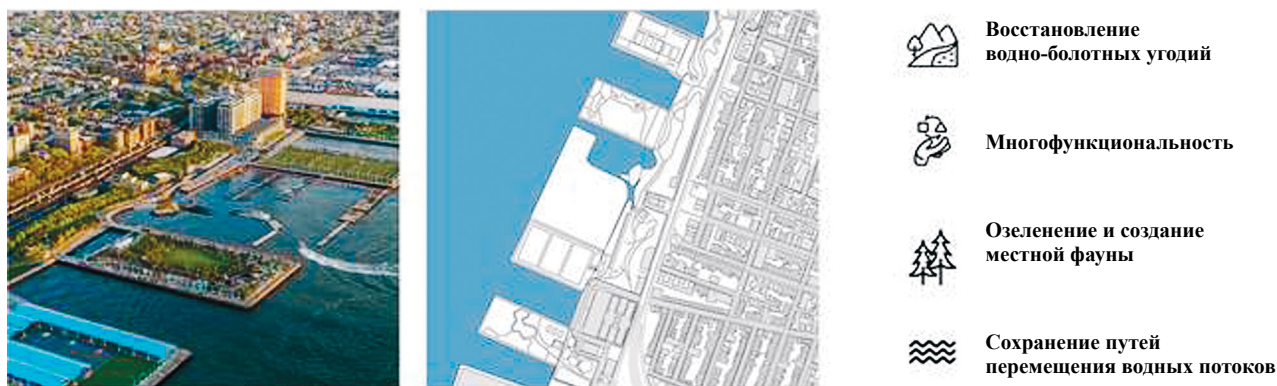


Рис. 3. Парк Бруклин-Бридж в Нью-Йорке, США

номически эффективное и комфортное общественное пространство для жителей [13]:

- принцип зонирования набережной согласно топографическим данным. По местоположению относительно воды прибрежную территорию условно можно разделить на три зоны: пойма, надпойменная терраса и уступ между ними. Проектирование набережных целесообразно производить с учетом экологической значимости и устойчивости этих зон. Так, участки, расположенные на высоких отметках рельефа — надпойменные террасы, относятся к наиболее устойчивым, и при этом сравнительно не обладают экологической значимостью. Здесь экологически оправдано размещать общественные здания. Важно, чтобы уровень надпойменной террасы превышал расчетную отметку возможного паводка. Если рассматривать пойму, то здесь целесообразно размещать открытые общественные пространства набережной;
- принцип сохранения в первозданном виде как можно большей части речного берега для поддержания природной экосистемы [14]. Сохранение естественной растительности и высадка новой, обустройство парковых зон. Повышение процента озеленения территории способствует улучшению не только визуального качества среды, но и служит экологическим целям для снижения загрязнения воздуха;
- принцип связности прибрежных территорий и акваторий. Направлен на обеспечение доступа людей к береговой линии и вместе с этим сохранение естественной экосистемы водоема;
- принцип незаметной интеграции искусственной среды, созданной человеком, в природную экосистему. Достигается с помощью приемов биоморфной архитектуры и геопластики [15]. Проектируемые общественные здания на прибрежных территориях необходимо визуально интегрировать в существующую ландшафтную ситуацию, согласовать с панорамным восприятием со сто-

роны воды, а также обеспечить сохранность особо охраняемых природных территорий и объектов культурного наследия. Формирование искусственного ландшафта с требуемыми функциональными, эстетическими и экологическими свойствами возможно благодаря средствам геопластики. Искусственный рельеф создает основу для комфортной рекреационной среды и биогеосистемного разнообразия в прибрежных зонах [8]. Также при формировании рельефа рекомендуется внедрение переходов и уровней, благодаря чему увеличивается художественная выразительность прибрежного пространства (террасы, пандусы, лестницы, выступы, откосы, стены, тротуары и т.д.).

Важно отметить, что геопластика не только обеспечивает возможность посадки ветрозащитной растительности, но также выполняет гидрозащитную функцию по сдерживанию потоков воды при затоплении, штормах и стихийных бедствиях;

- принцип внедрения энергосберегающих технологий в прибрежную инфраструктуру. Использование альтернативных способов получения энергии: ветро-, гидроэнергетика и другое. Например, установка солнечных коллекторов для функционирования ночного освещения или некоторых инженерных систем, сбор дождевой воды, очистка и повторное использование в целях полива и капельного орошения¹;
- принцип освобождения пространства набережных от автомобильного транспорта. При трассировке транспортно-пешеходной сети исключение прохождения транспортных транзитных магистралей в структуре прибрежных зон. Приоритетность пешеходного движения, а также обеспечение условий использования велотранспорта на набережных как наиболее

1 Грибова Е.В., Чернецкова А.М., Борисова Н.И., Борисов А.В. Мировое и отечественное развитие «зеленых» технологий в современном градостроительстве // Экономика и менеджмент инновационных технологий. 2016. № 3. URL: <http://ekonomika.snauka.ru/2016/03/11216> (дата обращения: 15.09.2023).

экологичного средства передвижения. Подразумевает под собой устройство широких тротуаров, велодорожек, мест парковки велосипедов;

- принцип обеспечения функционального разнообразия рекреационных зон для достижения эффективности использования территории. Формирование архитектурно-ландшафтными средствами зон спортивного и пляжного отдыха [8];
- организация берегозащитных сооружений, которые обеспечивают безопасность берега от размыва и затопления, а также выполняют роль разделяющих конструкций различных функциональных зон набережной;
- принцип экологизации производств, расположенных в прибрежных зонах. Преобразование процесса производства действующих промышленных объектов вдоль рек в экологически чистое. Использование современных методов в очистке сточных вод;
- принцип преобразования заброшенных промышленных зон в городские набережные. Реновация недействующих индустриальных объектов на прибрежных территориях, включение новых функций при реконструкции и приспособлении к современному использованию сооружений промышленного наследия [16];
- принцип, направленный на решение экологических проблем приречных территорий путем градостроительного планирования. Внесение изменений в планировочную систему волжских городов, следуя принципу субурбанизации — процессу развития пригородов больших городов и переселения населения в пригороды для снижения антропогенного и промышленного воздействия на природную среду, в том числе на прибрежные территории крупных городов [17]. При разработке генеральных планов городов Поволжья необходимо учитывать экологически оправданное функциональное зонирование [10].

Выводы

Общественные пространства вдоль рек зачастую играют центральную роль в культурной жизни города. При этом городская река принципиально отличается от рек в их естественном состоянии из-за влияния человеческой деятельности.

С развитием цивилизации антропогенная среда все сильнее утрачивает свою естественную ландшафтную составляющую, вместе с этим нарушая важные природные процессы, что в результате приводит к неспособности окружающей среды к саморегуляции.

Поэтому в настоящее время существует глобальная тенденция экологизации территории вдоль береговой линии, которая направлена на улучшение

биоразнообразия естественной флоры и фауны, а также и других компонентов проектируемого природно-архитектурного комплекса.

Рассмотренные примеры из мирового опыта деиндустриализации городских прибрежных территорий доказывают, что функциональная трансформация и применение экологических подходов к организации набережных не только способствует восстановлению морских и речных экосистем, но и формирует новый центр туристического притяжения. Именно в этом заключается регенеративная сила набережных.

Анализ мировой практики проектирования набережных позволяет выделить основные принципы создания современных экологически-ориентированных прибрежных пространств: принцип зонирования набережной согласно топографическим данным; принцип сохранения естественного озеленения и восполнение утраченного в результате хозяйственной деятельности человека; принцип связности прибрежных территорий и акваторий, принцип интеграции создаваемой искусственной среды в природную экосистему; принцип внедрения энергосберегающих технологий в прибрежную инфраструктуру; принцип освобождения пространства набережных от автомобильного транспорта; принцип обеспечения функционального разнообразия рекреационных зон для достижения эффективности использования территории; принцип экологизации производства, расположенного в прибрежных зонах; принцип преобразования заброшенных промышленных зон в городские набережные; принцип, направленный на решение экологических проблем приречных территорий путем градостроительного планирования.

Таким образом, выведенные на основе анализа мирового опыта развития прибрежных территорий принципы проектирования позволяют составить сценарий развития набережных городов Поволжья, которые в настоящее время испытывают экологические проблемы, исходя из природно-климатических, геологических, природных условий каждого отдельного участка вдоль Волги.

Люди проявили большую изобретательность в укрощении рек и осуществлении контроля над ними за последние столетия. Поэтому на современном этапе развития цивилизации, когда произошло множество технологических достижений и человек обрел новые колоссальные возможности, необходимо найти способы восстановления и экологического сосуществования с речными системами. Связь между городом и его водоемами является вопросом не только эстетики или поддержания экосистемы, но и непосредственного выживания человека.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Веселова Н.А.* Концепция устойчивой архитектуры // Строительство и реконструкция : сб. науч. тр. 3-й Всеросс. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, Курск, 28 мая 2021 года // Редколлегия: С.В. Дубраков (отв. ред.). Курск : Юго-Западный государственный университет, 2021. С. 85–89.
2. *Лошаков П.И., Исмакаева К.А.* Тенденции проектирования прибрежных территорий на примере городов Поволжья // Экономика строительства. 2022. № 7. С. 34–43.
3. *Шешнев А.С.* Город и Волга: экологические аспекты освоения прибрежной зоны Саратова и Вольска // Недра Поволжья и Прикаспия. 2019. № 99. С. 82–88. DOI: 10.24411/1997-8316-2019-19907
4. *Пумбрасов Н.В., Богданова А.А.* Анализ финансовых ресурсов для решения экологических проблем реки Волга // Проблемы экологии Волжского бассейна : тр. 4-й Всеросс. науч. конф., Нижний Новгород, 30–31 октября 2019 года. Нижний Новгород : Волжский государственный университет водного транспорта, 2019. Вып. 2. С. 22.
5. *Шилькрот Г.С., Кудерина Т.М., Кудиков А.В.* Экология Верхней и Средней Волги: пространственный и временной аспект // Проблемы региональной экологии. 2022. № 2. С. 43–48. DOI: 10.24412/1728-323X-2022-2-43-48
6. *Кондратьев Ю.Н.* Национальный проект «Экология» по сохранению чистоты Волги в действии // Гидротехника. 2020. № 4 (61). С. 62–63.
7. *Бариева С.Р., Рыжов Д.С., Мамась Н.Н., Ткаченко В.Т.* Экология речных ландшафтов (на примере бассейна реки Волги) // Экология речных ландшафтов : сб. ст. по мат. VII Междунар. науч. экологич. конф., Краснодар, 16 декабря 2022 года. Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. С. 37–42.
8. *Большаков А.Г.* Принципы организации прибрежных территорий как экологического каркаса города // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. 2011. Т. 4. № 2. С. 5–11.
9. *Литвинов Д.В.* Градозэкологический анализ характера озеленения прибрежных территорий крупных городов Среднего Поволжья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2008. Т. 10. № 2. С. 613–616.
10. *Стурман В.И., Сидоров В.П., Габдуллин В.М.* Проблемы природопользования и перспективы устойчивого развития в Волго-Вятском районе и Поволжье // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о Земле. 2007. № 11. С. 17–36.
11. *Матовников С.А., Казмина А.В.* Зарубежный и отечественный опыт и тенденции в проектировании прибрежных территорий // Центральный научный вестник. 2017. Т. 2. № 24 (41). С. 70–72.
12. *Ермолаева А.С., Казанцев П.А.* Анализ мирового опыта архитектурно-экологической реновации прибрежных промышленно-транспортных зон // Новые идеи нового века : мат. Междунар. науч. конф. ФАД ТОГУ. 2021. Т. 2. С. 118–124.
13. *Церенова М.П.* Принципы и процедуры проведения комплексной геоэкологической оценки урбанизированной территории в приморских зонах. Экологический и экономический аспекты // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2014. № 3 (14). С. 224–229.
14. *Yocom K., Andrews L., Faghin N., Dyson K., Leschine T., Nam J.* Revitalizing urban waterfronts: identifying indicators for human well-being // AIMS Environmental Science. 2016. No. 3 (3). Pp. 456–473. DOI: 10.3934/environsci.2016.3.456
15. *Иванова Н.В., Ганжа О.А., Прокопенко В.В.* Ландшафтно-экологическая организация визуального каркаса городских гибридных пространств в процессе ревитализации постиндустриального ландшафта набережной Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 54 (73). С. 173–186.
16. *Иванова Н.В., Чеснокова О.Г.* Архитектурно-экологическая актуализация прибрежных городских ландшафтов на примере восстановления территории бывшего грузового порта // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2022. № 3 (88). С. 435–442.
17. *Иванова Н.В., Богила В.Г., Иванова О.В.* Совершенствование экологии Волгограда в процессе ревитализации прибрежной зоны (благоустройство территории бывшего грузового порта) // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 5–1. С. 188–192.

Об авторе: **Инна Владимировна Клименко** — аспирант кафедры архитектуры общественных зданий; **Московский архитектурный институт (Государственная академия) (МАРХИ)**; Российская Федерация, 107031, г. Москва, ул. Рождественка, д. 11; РИНЦ ID: 1180072; e-mail: inna.klimenko@email-work.ru.

REFERENCES

1. Veselova N.A. The concept of sustainable architecture. *Construction and reconstruction : collection of scientific papers of the 3rd All-Russian Scientific and practical Conference of young scientists, graduate students, masters and bachelors, Kursk, May 28. 2021*; 85-89. (rus).
2. Loshakov P.I., Ismakaeva K.A. Trends in the design of coastal territories on the example of Volga region cities. *The economics of construction*. 2022; 7:34-43. (rus).
3. Sheshnev A.S. The city and the Volga: ecological aspects of the development of the coastal zone of Saratov and Volsk. *The bowels of the Volga region and the Caspian Sea*. 2019; 99:82-88. DOI: 10.24411/1997-8316-2019-19907 (rus).
4. Pumbrasov N.V., Bogdanova A.A. Analysis of financial resources for solving environmental problems of the Volga River. *Problems of ecology of the Volga basin: Proceedings of the 4th All-Russian Scientific Conference, Nizhny Novgorod, October 30–31, 2019*. Nizhny Novgorod, Volga State University of Water Transport. 2019; 2:22. (rus).
5. Shilkrot G.S., Kuderina T.M., Kudikov A.V. Ecology of the Upper and Middle Volga: spatial and temporal aspects. *Problems of regional ecology*. 2022; 2:43-48. DOI: 10.24412/1728-323X-2022-2-43-48 (rus).
6. Kondratiev Yu.N. National project “Ecology” for the preservation of the purity of the Volga in action. *Gidrotehnika*. 2020; 4(61):62-63. (rus).
7. Barieva S.R., Ryzhov D.S., Mamas N.N., Tkachenko V.T. Ecology of river landscapes (on the example of the Volga River basin). *Ecology of river landscapes : a collection of articles based on the materials of the VII International Scientific Ecological Conference, Krasnodar, December 16, 2022*. Krasnodar, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin. 2023; 37-42. (rus).
8. Bolshakov A.G. Principles of organization of coastal territories as an ecological framework of the city. *Izvestiya Irkutsk State University. Series: Biology. Ecology*. 2011; 4(2):5-11. (rus).
9. Litvinov D.V. Urban-ecological analysis of the nature of greening of coastal territories of large cities of the Middle Volga region. *Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2008; 10(2):613-616. (rus).
10. Sturman V.I., Sidorov V.P., Gabdullin V.M. Problems of environmental management and prospects for sustainable development in the Volga-Vyatka region and the Volga region. *Bulletin of the Udmurt University. Biology series. Earth Sciences*. 2007; 11:17-36. (rus).
11. Matovnikov S.A., Kazmina A.V. Foreign and domestic experience and trends in the design of coastal territories. *Central Scientific Bulletin*. 2017; 2(24):70-72. (rus).
12. Ermolaeva A.S., Kazantsev P.A. Analysis of the world experience in architectural and ecological renovation of coastal industrial and transport zones. *New ideas of the New Century: proceedings of the international scientific conference of the Federal State University of Economics*. 2021; 2:118-124. (rus).
13. Tserenova M.P. Principles and procedures for conducting a comprehensive geoecological assessment of urbanized territory in coastal zones. *Ecological and economic aspects. Information technologies and systems: management, economics, transport, law*. 2014; 3(14):224-229. (rus).
14. Yocom K., Andrew L., Faghin N., Dyson K., Leschine T., Nam J. Revitalizing urban waterfronts: identifying indicators for human well-being. *AIMS Environmental Science*. 2016; 3(3):456-473. DOI: 10.3934/environsci.2016.3.456
15. Ivanova N.V., Ganzha O.A., Prokopenko V.V. Landscape and ecological organization of the visual framework of urban hybrid spaces in the process of revitalization of the post-industrial landscape of the Volgograd embankment. *Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture*. 2018; 54(73):173-186. (rus).
16. Ivanova N.V., Chesnokova O.G. Architectural and ecological actualization of coastal urban landscapes on the example of restoration of the territory of the former cargo port. *Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture*. 2022; 3(88):435-442. (rus).
17. Ivanova N.V., Bogila V.G., Ivanova O.V. Improving the ecology of Volgograd in the process of revitalizing the coastal zone (landscaping the territory of the former cargo port). *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2018; 5-1:188-192. (rus).

About the author: **Inna V. Klimenko** — Postgraduate student at the Department of Architecture of Public Buildings; **Moscow Architectural Institute (State Academy)**; 11 Rozhdestvenka st., Moscow, 107031, Russian Federation; ID RSCI: 1180072; e-mail: inna.klimenko@email-work.ru.

Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 2. С. 26–41

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 711.5:712:631.4

DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.26-41

ГИБРИДНЫЕ МОДЕЛИ ПЕРВОЙ ГРУППЫ И ЗЕЛЕНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА: ПРИЕМЫ УСТОЙЧИВОЙ ИНТЕГРАЦИИ

Елена Юрьевна Зайкова

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ);
г. Москва, Российская Федерация

В настоящее время стратегии экологического строительства, а также цели эффективности градостроительной деятельности и связанные с ними методы оценки принимаемых проектных решений подчеркивают способы и степень, при которых проектируемые города должны смягчать глобальное и локальное истощение ресурсов и деградацию окружающей среды. Для нанесения меньшего ущерба окружающей среде необходимы новые подходы градостроительного прогнозирования в целях устойчивого развития городов, когда можно с этой средой взаимодействовать, используя способность экологических систем к саморегуляции и в качестве основы для проектирования. Развитие зеленой инфраструктуры в рамках программ устойчивого развития делает ее одним из основных направлений регенерации современного города не только по борьбе с экологическими проблемами, но и в части повышения адаптационных возможностей городской среды в условиях глобальной урбанизации и изменения климата. Формирование природно-рекреационного каркаса города связано на современном этапе не только с сохранением озелененных территорий, но и с поиском резервных участков в структуре городской ткани: в историческом центре, середине и на периферии города. Именно в центральной части из-за плотной застройки и нового строительства наблюдается дефицит территории при сохранении актуальности принимаемых градостроительных решений по созданию комфортных условий работы и проживания с «шаговой доступностью» до природных территорий, а также открытому и закрытому хранению автомобилей в историческом центре. Необходима реструктуризация городской территории с изучением типологии зданий для последующей трансформации фасадов под зеленые компоненты, интеграции технологических решений по сбору и отведению дождевой воды в данную конструкцию, а также работа по озеленению на участке в линиях застройки с целью адаптации и связности технологических решений между вертикальными и горизонтальными поверхностями. Поэтому появление «гибридных моделей» на новом этапе развития градостроительной науки и практики не случайно, когда гибридизация происходит между типологией здания и ландшафтом на основе технологий инженерной подготовки с учетом сбора поверхностной дождевой воды. Такие гибридные модели способны активно компактно и/или дисперсно влиять на структуру природного каркаса и функцию территории, меняя социокультурный и экологический сценарии в лучшую для горожан сторону. В авторском подходе к формированию нового природно-инженерного каркаса города выделено 3 группы гибридных моделей в зависимости от типологии здания и ландшафта, а также разработана их интегрированная модель. Так, гибридная модель 1-й группы с интеграцией природных компонентов между типологией здания и технологиями на горизонтальных и вертикальных поверхностях по сбору и аккумуляции дождевой воды, а также с ландшафтом на подходе к зданию получила аббревиатуру BGI-A — голубая и зеленая инфраструктура здания (Blue-Green Infrastructure, A — Architecture). Автор предлагает обзор проектных стратегий с выявлением перехода от экспансии застройки в городском центре к регенерации исторической среды за счет нового «прочтения» зеленой инфраструктуры в типологии здания на примере гибридной модели 1-й группы.

Ключевые слова: гибридные модели, гибридизация пространства, природный каркас, зеленая инфраструктура, инженерная подготовка, глобальная урбанизация, изменение климата

Для цитирования: Зайкова Е. Ю. Гибридные модели первой группы и зеленая инфраструктура: приемы устойчивой интеграции // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 2. С. 26–41. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.26-41

HYBRID MODELS OF THE FIRST GROUP AND GREEN INFRASTRUCTURE: METHOD FOR SUSTAINABLE INTEGRATION

Elena Yu. Zaykova

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU); Moscow, Russian Federation

Currently, green building strategies, as well as urban planning efficiency goals and related methods for evaluating design decisions, emphasize the ways and extent to which projected cities should mitigate global and local resource depletion and environmental degradation. In order to cause less damage to the environment, new approaches of urban planning forecasting are needed for sustainable urban development, when it is possible to interact with this environment using the ability of ecological systems to self-regulate and as a basis for design. The development of green infrastructure within the framework of sustainable development programs makes it one of the main directions of regeneration of a modern city, not only to combat environmental problems, but also to increase the adaptive

capabilities of the urban environment in the context of global urbanization and climate change. The formation of the natural and recreational framework of the city is connected at the present stage not only with the preservation of green areas, but also with the search for reserve sites in the structure of the urban fabric: in the historical center, in the middle and on the periphery of the city. It is in the central part that, due to dense development and new construction, there is a shortage of territory while maintaining the relevance of urban planning decisions to create comfortable working and living conditions with "walking distance" to natural areas, as well as open and closed car storage in the historical center. It is necessary to restructure the urban area with the study of the typology of buildings for the subsequent transformation of facades into green components, integration of technological solutions for collecting and diverting rainwater into this structure, as well as landscaping work on the site in the building lines in order to adapt and connect technological solutions between vertical and horizontal surfaces. Therefore, the appearance of "hybrid models" at a new stage in the development of urban planning science and practice is not accidental, when hybridization occurs between the typology of a building and the landscape based on engineering training technologies, taking into account the collection of surface rainwater. Such hybrid models are capable of actively compactly and/or dispersively influencing the structure of the natural framework and the function of the territory, changing socio-cultural and environmental scenarios for the better for the citizens. In the author's approach to the formation of a new natural engineering framework of the city, 3 groups of hybrid models have been identified, depending on the typology of the building and landscape, and their integrated model has been developed. Thus, the hybrid model of group 1 with the integration of natural components between the typology of the building and technologies on horizontal and vertical surfaces for collecting and accumulating rainwater, as well as with the landscape on the approach to the building, received the abbreviation BGI-A — Blue and green building infrastructure (Blue-Green Infrastructure, A — Architecture). The author offers an overview of design strategies with the identification of the transition from the expansion of development in the urban center to the regeneration of the historical environment due to a new "reading" of the green infrastructure in the typology of the building using the example of the hybrid model of group 1.

Keywords: hybrid models, space hybridization, natural framework, green infrastructure, engineering training, global urbanization, climate change

For citation: Zaykova E. Yu. Hybrid models of the first group and green infrastructure: method for sustainable integration. *Biosphere Compatibility: Man, Region, Technology*. 2024; 2: 26-41. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.26-41 (rus.).

Введение

Вопросы гибридизации пространства или здания с ландшафтом в городской ткани не изучены в России. За последние 5–7 лет были сделаны некоторые попытки отечественных ученых описать термин «гибридность» в тех или иных градостроительных, архитектурных и ландшафтных направлениях, а также в научно-творческом поиске, как, например, в монографии Э.Э. Красильниковой при детализации подхода в ландшафтном урбанизме [1]. Однако термины «гибридное пространство», «гибридная модель» [1] или «гибридный квартал» все также вызывают живой интерес и дискуссию в профессиональном сообществе в вопросах актуальности и возможности адаптации научного подхода к нашим российским реалиям. В этой связи появление отечественных гибридных объектов, таких как линейная модель природно-рекреационного пространства между территориями Красного Октября и заказником «Воробьевы Горы», сформированная вдоль правого берега Москвы-реки, и парк Зарядье [2] в историческом центре города, обострило вопросы поиска принципов их формирования и типологического моделирования в зависимости от выбранных экологических технологий и природных компонентов ландшафта. Вопросы градостроительного и нормативного регулирования остаются также актуальными в части инженерной подготовки территории с использованием поверхностной дождевой воды как ценного ресурса, а также нового строительства в историческом центре на границе или периферии объектов ОКН (объектов культурного наследия)

в целях комплексного территориально-пространственного и устойчивого развития города.

Однако в мировой практике можно выделить этапы формирования гибридных объектов, интегрирующих новые технологии в конструкцию здания и типологию ландшафта^{1, 2} [3–5]. В начале XXI в. развитие технологий по сбору, перераспределению и аккумулированию дождевой воды на разных градостроительных уровнях касается не просто сохранения природных и озелененных территорий, но и процессов имитации естественных природных сообществ [6–8]. Расцвет технологий по сбору дождевой воды не как «обузы», но ценного ресурса с интеграцией компонентов природы на вертикальные и горизонтальные поверхности (искусственные и естественные) охватил страны с разными климатическими, социальными и экономическими условиями — от Азии и Америки до Европы и Скандинавии [3–5]. Глобальные проблемы урбанизации направляют профессиональный поиск в сторону решения вопросов экологической стабильности, 5–7-минутной доступности озелененных территорий в структуре города, затрагивают проблемы продовольствия, вопросы снижения рисков от наводнений, пожаров и засух в целях поддерживаемого и комфортного проживания в мегаполисах [9]. Особое место в этом процессе занимает реструктуризация городской территории с определением внеархитектурных участков под строительство в центральной исторической

¹ Information on Fukuoka Prefectural International Hall. URL: <http://www.greenroofs.com/projects/acros-fukuoka-prefectural-international-hall> (2018).

² Information on Bosco Verticale/Boeri Studio. URL: <https://www.archdaily.com/777498/bosco-verticale-stefano-boeri-architetti>

части города. Вернуть городу признаки экологической, социальной и экономической устойчивости в XXI веке — вопрос актуальный и для российских городов. Этот процесс потребует профессиональной гибкости при анализе особенностей формирования гибридных моделей и гибридных пространств, многофункциональных объектов в их структуре, а также выработки новых стратегий градостроительного прогнозирования в соответствии с климатом, политикой и традициями каждой конкретной страны.

Методы и модели исследования

Как уже отмечалось выше, в авторском подходе при формировании нового природно-инженерного каркаса города выделено 3 группы гибридных моделей в зависимости от типологии здания и типологии ландшафта, а также разработана их интегрированная модель. Так, гибридная модель 1-й группы с интеграцией природных компонентов между типологией здания и технологиями на горизонтальных и вертикальных поверхностях по сбору и аккумулированию дождевой воды, а также с ландшафтом на подходе к зданию получила аббревиатуру BGI-A — голубая и зеленая инфраструктура здания (Blue-Green Infrastructure, A — Architecture).

Как уже отмечалось автором выше, в первом приближении мировые и отечественные градостроительные реализованные проекты с гибридными свойствами в типологии здания можно разделить на 3 группы. Первая группа связана с технологическими решениями в части здания с интеграцией компонентов зеленой инфраструктуры. Ко второй группе можно отнести многофункциональные объекты сложной формы, где в типологии присутствуют элементы каркасных конструкций и зеленой инфраструктуры. В третьей группе озеленение разных типов интегрировано в фасадное пространство. Градостроительные решения по компенсации природных компонентов связаны с сохранением, поддержанием и устойчивым развитием растительности разных форм на городских территориях^{3, 4}.

В данном исследовании автор связывает типологические особенности архитектуры с возможностями интеграции технологических решений либо в фасадное пространство, либо в каркасные конструкции в структуре фасадов, а также на участке вокруг здания, на основе которых могут быть сформированы новые типы гибридных моделей с локальным или дисперсным влиянием на устойчивость природно-инженерного каркаса города. Такая

гибридная модель может стать либо его частью, либо самостоятельной единицей с определенными типологическими характеристиками, особенно в историческом центре, где в условиях плотной застройки наблюдается дефицит городской территории. В любом случае специалисты будут иметь дело с гибридными вариантами и группами типологических решений в зависимости от расположения гибридной модели: в центре, середине или на периферии города.

В мировой практике по первой группе архитектурных многофункциональных объектов автором было проанализировано более 22 реализованных архитектурных проектов с гибридными свойствами и разной типологией зданий, участком на подходе к ним и расположением в городской ткани, среди них: Green Heart – Marina One Singapore (Ingenhoven Architects)⁵ Second Stage of Hangzhou Cloud Town Exhibition Center (Ханчжоу, Китай), Victims of Nanjing Massacre Memorial Hall (Architectural Design & Research Institute of South China University of Technology), ACROS Fukuoka Prefectural International Hall (Фукуока, Япония), Shanghai Greenland Center (Шанхай, Китай), The Greenest Apartment Building, спроектированное архитектурным бюро Стефано Боэри в Бельгии, Titan Integrity Campus (Бангалор, Индия)⁵, Punggol Neighbourhood and Polyclinic, Kampung Admiralty (Сингапур), ГЭС-2 (Москва, Россия) и много других (табл. 1).

В результате анализа представленных выше гибридных многофункциональных объектов можно выделить основные типологические характеристики с авторским видением приемов гибридации свойств между трансформацией оболочки здания с зелеными технологиями на вертикальных и горизонтальных поверхностях по сбору дождевой воды, такие как трансформация в части здания, каркасы на фасаде и во внутреннем контуре здания, а также здание-лес как внешняя зелень (табл. 2).

Так, для первой группы характерны изменения конструкций крыш и фасадов с созданием эффекта «перетекающих» поверхностей (флоу-поверхности — Е. 3.) и изменением угла наклона от горизонтального до постепенного перехода на нулевой уровень. В первой группе гибридных объектов наблюдается интенсивное изменение в типологии зданий с активной интеграцией компонентов природы до уровня нескольких этажей. В этом отношении показателен пример офисного и жилого комплекса Marina One в Сингапуре (Singapore), открывшийся в начале 2018 г. (табл. 1). Комплекс имеет огромную площадь, высокую плотность застройки и уникальное общественное пространство, получившее название «зеленое сердце» [6].

³ Information on Stadthaus M1. URL: tadthaus-m1-barkow-leibinger

⁴ Information on Vinge Masterplan Proposal / EFFEKT + Henning Larsen Architects. URL: <https://www.archdaily.com/376167/vinge-masterplan-proposal-effekt-henning-larson-architects>

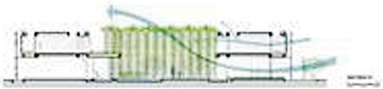
⁵ Архдейли. URL: www.archdaily.com (дата доступа: 03.02.2024).

Табл. 1. Анализ мировых проектов с интеграцией компонентов зеленой инфраструктуры в оболочку здания

Наименование проекта	Признаки	1-я группа	Примечание
Офисный и жилой комплекс Marina One в Сингапуре (Singapore) открыт в начале 2018 года⁵  Ingenhoven Architects, Düsseldorf, Germany / Ingenhoven LLP, Singapore	Комплекс с высокой плотностью застройки и разнообразным назначением. Площадь более 400 000 кв. м с четырьмя высотными зданиями образует «Зеленое сердце» — общественное пространство. Этот трехмерный зеленый оазис отражает разнообразие тропической флоры. Основная концепция «Marina One» — в «Зеленом сердце», которое было спроектировано ingenhoven architects в тесном сотрудничестве с ландшафтными дизайнерами	BGI+A	Заказчик: M+S Pte Ltd. Singapore, a company owned by Khazanah Nasional Berhad, Kuala Lumpur, Malaysia and Temasek Holdings, Singapore. Архитекторы: Густафсон Портер и Боумен
Second Stage of Hangzhou Town Exhibition Center⁵  Архитекторы: подход к проектированию (ZUP) Площадь: 66 680 м² Год: 2018	Вокруг здания расположено множество пологих травянистых склонов, и таким образом вся крыша кажется продолжением горизонта, открыто приглашая людей подняться на крышу. По сравнению с возведением здания и возвращением нижнего уровня для общественности на первом этапе, на втором этапе проект возвращает общественности всю землю, занимаемую зданием, в более интригующей и экологически чистой манере «3D-парка»	BGI+A	Здание выставочного и спортивного комплекса; огромная бионическая форма крыши; крыша покрыта газоном; низкий профиль крыши для рекреации привлекает людей
Victims of Nanjing Massacre Memorial Hall / Architectural Design & Research Institute of South China University of Technology⁵  Area: 28,307.39 м² Project Year: 2015 Construction area: 54,636.3 м²	Пространственная последовательность включала в себя «Сломанный нож», Мемориальную площадь, Камеру смерти, двор для жертвоприношений и Парк мира, которые открывают полную главу повествования о мемориале у ворот Цзяндун. Это важная городская достопримечательность Нанкина. Фасад нового павильона по-прежнему остается серым, с этими почти голыми бетонными колоннами на фоне городского пространства, которые подчеркивают мемориальные черты нового павильона	BGI+A	Укрытая землей архитектура снижает давление на окружающую городскую архитектуру и пространство, а криволинейная архитектурная форма мягко гармонирует с зелеными деревьями и травой

ACROS Fukuoka Foundation (Фукуока, Япония)¹  Северная сторона: элегантный городской фасад с официальным входом. Южная сторона холла расширяет существующий парк за счет серии террасных садов	Новаторский архитектор-эколог Эмилио Амбаш (Emilio Ambasz) перенес парк площадью почти 100 000 кв. м в центре города на 15 ступенчатых террас Международного зала ACROS префектуры Фукуока. Дизайн ACROS Fukuoka предлагает новое мощное решение общей городской проблемы: совместить стремление застройщика к выгодному использованию участка с потребностью населения в открытых зеленых пространствах	BGI+A	План для Фукуоки удовлетворяет потребности в рамках одной структуры, создавая инновационную агро-городскую модель. Зеленые террасы поднимаются на всю высоту здания, завершаясь великолепным бельведером с видом на городскую гавань
Shanghai Greenland Center⁵  Architects Nikken Sekkei Location 562 Dong An Lu, Xuhui Qu, Shanghai Shi, China Area: 304,910.0 m² Project Year: 2017	ГОРОДСКАЯ ФЕРМА, где лучший город встречается с природой, — основная идея проекта. Зеленый комплекс urban valley с «уличным ландшафтным парком» в качестве изюминки архитектурного пространства расположен прямо над одной из самых посещаемых станций метро в Шанхае. Комплекс Green valley площадью 20 000 м², спроектированный в соответствии с концепцией ГОРОДСКОЙ ФЕРМЫ	BGI+A	ГОРОДСКАЯ ФЕРМА объединяет природу и человеческое пространство, органично вписывается в повседневную жизнь городских жителей благодаря продуманной геометрии крыши. «Крыша» разделена на разные уровни и соединена на разной высоте
Fly Box (Вьетнам)⁵  Architects ARO studio Location tt. Vôi, Lạng Giang, Bắc Giang, Vietnam Area: 140.0 m² Project Year: 2018	Посадка растений на искусственных основаниях — актуальная тема для подземной урбанистики; искусственные основания «на высоте» — отметки на «плюс», когда на высоте меняются ветровые и температурные характеристики, а в дополнение — изоляция от городского шума (важная составляющая при реконструкции бывших железнодорожных объектов)	BGI+A	Интересная идея конструктивного решения для внедрения зеленой инфраструктуры на высоте (повышение отметок и использование городского пространства на высоте в устойчивых целях)
Palazzo Verde⁵  Архитектурное бюро Stefano Boeri Architetti Место: Антверпен, Бельгия Жилье: район Nieuw Zuid	Stefano Boeri Architetti создал новый проект устойчивого жилья для Антверпена, Бельгия. Палаццо Верде: проект образован полуобщественным садом на первом этаже и тремя большими террасами садов на крыше, включает посадку 86 деревьев, 2200 кустарников и многолетников. Всего 428,88 кв. м зеленой поверхности. Как первый проект фирмы в стране, жилье станет частью района Nieuw Zuid как часть новой городской достопримечательности	BGI+A	Palazzo Verde был создан для борьбы с загрязнением воздуха и поглощения 5,5 тонн CO₂ в год. Важно иметь в центре района Новый Зюйд новую зеленую зону, которая, будь то во дворе или в садах на крыше, вмещает соответствующее количество деревьев и кустарников и возвращает кислород городу

Titan Integrity Campus / Mindspace⁵  Architects Mindspace Location Electronics City, Bangalore, Karnataka, India Lead Architects Sanjay Mohe, Swetha A., Joseph K. T., Er. Mahesh. S. Area: 390,000.0 m² Project Year: 2017	Корпоративное офисное здание площадью 0,325 га, с восточной стороны — озеро, а с северной — дорога. Дизайн здания имеет особую связь с участком и прилегающим озером. Идея — использовать все возможные виды на берег озера и сделать любого пользователя зрителем этого пейзажа. В восточной части участка — биоозеро. Вокруг него предлагается построить офисное здание со всеми вспомогательными помещениями	BGI+A	Здание ориентировано длинными сторонами с севера на юг для естественного освещения без бликов. За счет пористости планировки и формы — непрерывное движение воздуха, без кондиционеров. На каждом уровне трехэтажного здания — сад с террасами
Punggol Neighbourhood and Polyclinic, Сингапур⁵  Architects Multiply Architects, Serie Architects Location Singapore Design Architect Serie Architects Area: 27,000.0 m² Project Year: 2018	Oasis Terrace — общественные центры нового поколения, разработанные Сингапурским советом по жилищному строительству и развитию для обслуживания жилых кварталов. Комплекс включает в себя коммунальные объекты, магазины, бытовую технику и государственную поликлинику. В проекте Serie Architects используется ряд пышных садовых террас, спускающихся к воде как один из ключевых элементов для организации общественных мероприятий. Эти пышные сады — места общего пользования, детские игровые площадки с естественным амфитеатром	BGI+A	Крыша благоустроена клумбами для городского земледелия. Сады играют в сообществе не только эстетическую роль; это коллективный садоводческий проект. Объединяя жителей для посадки, ухода и наслаждения ими, сады способствуют укреплению общественных и социальных связей
MVRDV's Tirana Tower forms, Тирана, Албания⁵  Design: MVRDV Copyright: MVRDV 2018 Client: Kastrati Construction Investor: Kastrati Group Structure: LEAL & Arup	Башня привносит ощущение вертикальной деревни в оживленный центр города, индивидуальное жилье, где поощряется общение с соседями. Возможно, это можно даже рассматривать как вертикальную страну. Каждый дом или офис — часть города, вместе образующая эту карту Албании. Здание будет видно с близлежащей площади Скандербега в самом центре города	BGI+A	Проект: застройщик Kastrati Construction (компания KastratiGroup); завершение строительства в 2024 году. MVRDV разработала схему в сотрудничестве с Arup (руководителем структурных подразделений и MEP)

High-Rise for Copenhagen, Копенгаген⁵  Заказчик: SOLSTRA Development Bellakvarter A/S Программа: Жилищное строительство и коммерческая деятельность Местонахождение: Беллаквартер, Эрестад, Копенгаген Площадь: Жилая: 21 000 м² Коммерческое здание: общая площадь застройки: 30 000 м² Высота: Bolt tower: 75 м Коммерческое здание: 32–40 м Команда: THIRD NATURE + Lendager Group	Датские архитектурные фирмы Lendager Group и TREDJE NATUR спроектировали CPN Common House как новое жилое и коммерческое здание в районе Эрестад в Копенгагене. В высотном здании будут использованы переработанная плитка и бетон с трещинами, кирпичи, панели, изготовленные из переработанных оконных рам, и восстановленные деревянные полы. Для строительства Общего дома потребуется 17 577 тонн переработанных отходов. Проект был задуман как «первое в мире высотное здание, построенное на основе вторичного использования» материалов, бывших ранее в употреблении	BGI+A	Внимание к экологическим аспектам распространяется и на выбор материалов, и на выбор формы самого здания, которое сочетает в себе элементы внутреннего двора и высотного здания, постепенно разделяя 75-метровую угловую башню на пару крыльев с террасами, которые создают как центральный внутренний двор, так и обширные открытые балконы и пространство на крыше для жителей
Информационный Центр Ботанического сада Бруклина⁵  Brooklyn, New York, USA HMWhite, New York City Client: Brooklyn Botanic Garden	Информационный Центр представляет творческую концептуальную границу между городом и садом. Объединяя современные технологии с социально-адаптированным ландшафтом и садовым дизайном, Центр вносит свой вклад в защиту окружающей среды. Зеленая крыша как органичное продолжение сада сочетает ландшафт и архитектуру, обеспечивая связь между посетителем и садом. Сейчас зеленая крыша служит настоящим продолжением сада	BGI+A	Архитектор представил инженерный подход, что предопределило появление зеленой крыши, болотистых низин, фильтрационных резервуаров и дождевых садов. Для каждой из ландшафтных систем было отобрано более 100 видов растений. На зеленой крыше представлено более 40 000 растений с учетом максимальной допустимой нагрузки на крышу
Naman Retreat Pure Spa / Дизайн-студия MIA⁵  Дизайн-студия Architects MIA Местоположение: Дананг, Вьетнам Категория: Спа-центр Главный архитектор: Нгуен Хоанг Минь (Nguyen Hoang Minh) Площадь: 1600,0 м² Год реализации проекта: 2015	Спа-центр Naman Retreat Pure — оазис спокойствия, который дополняет пятизвездочный отель Naman Retreat в Дананге. Пятнадцать процедурных кабинетов с пышными садами расположены под открытым небом. Медитации и занятия йогой, которые проводятся в саду open lounge garden по еще прохладным утрам. На первом этаже расположены открытые пространства с площадками для отдыха, окруженные прудами с лотосами и висячими садами	BGI+A	 Различные участки плавно перетекают друг в друга, а красивый ландшафт создает удивительное путешествие в сказку. Различные растения тщательно распределены и становятся частью архитектурных композиций

Green Cloud / ZHUBO-ААО КАРКАСЫ⁵  Архитекторы: ZHUBO DESIGN Директор проекта: Цяо Чжун Ведущие архитекторы: Джон Сиу Площадь: 90,0 м² Год реализации проекта: 2018 Консультант по ландшафтному дизайну: Цзе Лю Заказчики: Организация по охране природы Владелец здания и обслуживание объектов на местном уровне	Архитекторы предлагают предварительную идею Green Cloud, направленную на улучшение управления дождевой водой, а также создание зеленого и комфортного общего пространства для жителей, благодаря чему можно было бы улучшить текущие условия жизни жителей. «Зеленое облако» — малотехнологичный метод реконструкции, который можно легко скопировать. Чтобы использовать большое количество крыш в поселке городского типа, архитекторы строят на крыше городскую горю-ферму из каркасов	BGI+A	Зеленое облако  Архитекторы установили Urban Mountain на крышах жилых домов, чтобы компенсировать использование такого рода «Зеленых облаков» в качестве демонстрации. В Урбан-виллидж одна за другой возводятся городские горы, и появляется новый ландшафт, полный веселья, радости и озеленения, который мы планировали
САД ТАРРАДЕЛЛАС — новый подход к созданию зеленых стен в Барселоне⁵  Компания: Capella Garcia Arquitectura: проектирование и строительство Jardí Tarradellas Заказчик: Городской Совет ASESCUVE: Испанская Ассоциация зеленых крыш	Jardí Tarradellas — Сад Тарраделлас или Зеленая боковая стена — массивный модульный вертикальный сад, который превратил глухую часть стены в настоящую живую стену. Отдельно стоящий зеленый фасад теперь покрывает одну сторону жилой башни в районе Les Corts, по соседству с которым еще до начала XX в. находились римские виллы. Среди растений — аромат выходящего Трахелоспермума жасминовидного (<i>Trachelospermum jasminoides</i>), со свисающими каскадами белых звездообразных цветков и расположенных с ним по соседству фиолетовых пасленов жасминовидных (<i>Solanum jasminoides</i>)	BGI+A	Возвышающийся фасад демонстрирует изящное сочетание вечнозеленых, нетребовательных к уходу растений, которые меняют цвет и аромат в зависимости от сезона года, — настоящая зеленая стена, которая активно живет, развивается, преобразовывается и восстанавливает себя в процессе роста. Эксперименты с посадками седума и выбор лучших его форм для роста в вертикальном положении. Восхождение сада на постепенно сужающуюся стену, высота которой составляет 21 м

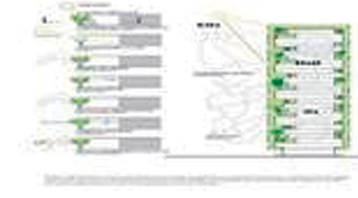
Железнодорожный вокзал M1 — Stadthaus M1 / Barkow Leibinger⁵  Архитекторы: Барков – Лейбингер Местонахождение: Фрайбург, Германия Ответственный архитектор: Франк Барков, Регина Лейбингер Команда дизайнеров: Лукас Вебер, Джонатан Кляйнхампл, Хироки Накамура, Ульрих фон Тюркхайм, Вунги Чо Площадь: 6668,0 м² Год реализации проекта: 2013	Автомагистраль Stadthaus M1 является воротами в квартал Вобан во Фрайбурге — «зеленый город», частично свободный от автомобильного движения, с акцентом на альтернативный и экологичный образ жизни и архитектуру — многоквартирный дом, дополненный гостиницей и магазинами на первом этаже. Конструкция из дерева и бетона построена по образцу стандарта «пассивного дома»	BGI+A	Проект, получивший 1-ю премию на конкурсе, представляет собой отдельный отель и многоквартирный дом, объединенные непрерывным рельефом крыши и фасада. Пространственный разрыв между двумя зданиями образует зеленый «карманный парк», который открывается и расширяется к югу, обеспечивая проход между зданиями и связь с общественным движением и зелеными зонами, расположенными перед зданиями
SEMAPHORE: экологическая утопия, предложенная Винсентом Каллебо⁵  В проектом предложении для новой штаб-квартиры компании Soprema в Страсбурге, Франция, Vincent Callebaut Architectures представляет экологическую утопию площадью 8225 м². Semaphore — «офис green flex для сотрудников-кочевников» и городского сельского хозяйства	Помимо «озеленения» поверхности здания, Semaphore использует множество инноваций, чтобы компенсировать потребление энергии и производство углекислого газа. Дизайн Semaphore включает в себя 10 000 растений, кустарников и деревьев, произрастающих в регионе Страсбурга, которые будут поглощать углерод, производя кислород. Густая растительность также поможет бороться с эффектом городского теплового острова, собирая дождевую воду и перерабатывая сточные воды	BGI+A	Благодаря амбициозному и оптимистичному взгляду в будущее, проект использует здание как инструмент для демонстрации продукции Soprema, удаления загрязнений из воздуха и дождевой воды и обучения сотрудников городскому сельскому хозяйству. Semaphore уделяет приоритетное внимание человеческому опыту без ущерба для окружающей среды

По совокупности архитектурных и ландшафтных характеристик гибридный кластер интегрирует в своей структуре жилые, офисные, рекреационные и общественные функции с компонентами второй природы на разных уровнях. Представленные технологии могут быть адаптированы к нашим климатическим условиям при изменении фасадного пространства в целях интеграции контейнерной природы или вертикального озеленения на уровень третьего или четвертого этажа здания.

Вторая группа гибридных объектов включает вариативность конструкций каркасов на крышах и во внутреннем контуре здания для организации общественных функций по социализации ландшафта, точечной интеграции компонентов природы, вовлечения населения в процессы популяризации садоводства и огородничества в городской среде и в целях рекреации в городе (табл. 1)⁵.

На примере китайского проекта Green Cloud показана грамотная интеграция модульных кон-

Табл. 2. Типологические характеристики разных видов гибридных архитектурно-ландшафтных объектов в зависимости от способа интеграции природных компонентов

Тип гибридизации	Примеры	Схемы	Направления развития
В части здания	Hangzhou Cloud Town Exhibition Center (Китай) 	Перетекание зеленой крыши на нулевой уровень 	Изменение конструкции зеленых крыш, создание озеленения на разных уровнях для разделения уровней объекта на разные функциональные зоны
Каркасы на фасаде и во внутреннем контуре здания	Green Cloud — городская ферма (Китай) 	Каркасы по форме крыши и городская ферма 	Возможность организации с помощью каркасов разных функциональных зон и компенсационного озеленения
Здание: лес как внешняя зелень	Bosco Verticale (Милан, Италия) 	Компоненты природы в фасадном пространстве здания 	Жилье и рекреация в природном окружении с пересмотром конструкций фасадов и оболочки зданий

струкций с озеленением в целях реконструкции и реставрации объектов исторического и культурного наследия для обеспечения «жизни» старых объектов в новых социально-экономических и экологических условиях. Создание зеленых и объемных конструкций становится особенно актуальным в случае реконструкции и реставрации объектов исторического и культурного наследия. Эти технологии являются крайне важными при реновации участков в центральной исторической части городов, например для Москвы, а также дают шанс нового облика поверхностей фасадов индустриальной архитектуры (рис. 1).

Одной из самых интересных с точки зрения нового проектирования является третья группа гибридных объектов, воплощающая современное наполнение жилого кластера экологическими и рекреационными функциями, создающая эффект «здания-леса» с внешней зеленой составляющей.

Подобные решения будут актуальны как для средней полосы, так и для юга России, где за последние несколько лет наблюдается неуклонный рост туристического потока. Поэтому поиск внеархитектурного пространства заставляет специалистов по-новому рассматривать варианты точечной застройки в плотной городской ткани и в центральной части города в целях изменения качества среды проживания с использованием новых приемов по интеграции компонентов природы в фасадное пространство. Одним из подобных примеров служит реконструкция квартала в Милане (Италия) с компенсационным озеленением во внешнем контуре, объединяющим здание со средой и актуальным для стран с суровым климатом решением по контейнерной посадке средней и высокой растительности, к которым относится и Россия.

Здание — вертикальный лес «Bosco Verticale» в Милане увеличивает биоразнообразие места (табл. 2)⁵.

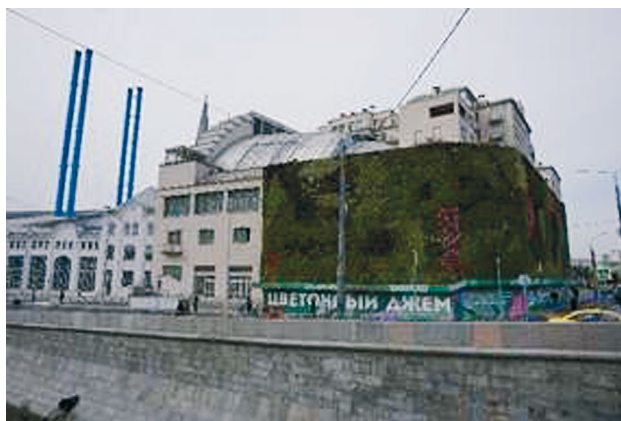


Рис. 1. ГЭС-2 после реконструкции и зеленая стена (сезонная из однолетников) в декоре кинотеатра «Ударник» (в процессе реставрации), Москва, Россия. Фото автора

Это способствует формированию городской экосистемы с помощью новой конструкции здания, где различные типы конструктивных блоков и поверхностей создают отдельную вертикальную окружающую среду с устойчивыми зелеными компонентами. Дефицит городской территории в центре обращает внимание специалистов на проектирование в ограниченных условиях, когда компенсировать процент озеленения возможно только через вертикальные и горизонтальные поверхности архитектуры. В миланском проекте к свойствам гибридного объекта относятся показатели жилого кластера с рекреационными и экологическими функциями. Для российских городов с низкими температурами в зимний период подойдет вариант внешнего остекления для создания зимних садов и повышения психоэмоционального комфорта на гибридных объектах нового поколения. Перечисленные технологии добавляют эстетические показатели урбанизированной среде с плотной застройкой, позволяя центральной части города функционировать как «устойчивому организму» в структуре городской ткани, обеспечивая локально эстетическую и экологическую стабильность в конкретном месте [10]. В условиях климата России использование зеленых технологий на вертикальных и горизонтальных поверхностях экономически выгодно как с точки зрения улучшения визуально-экологических показателей, так и поглощения шума, пыли и удержания части дождевой воды для поддержания зеленой инфраструктуры в целях формирования природного каркаса города [11].

Преобразование городского ландшафта с точки зрения формирования единого природно-технологического каркаса (ПТК) с акцентом на зеленые и голубые технологии может рассматриваться как системный процесс по улучшению экологических и микроклиматических характеристик в целях устойчивого развития городской территории не только в середине и на периферии города за счет пустырей, контура транспортных и железнодорожных коммуникаций, бывших и действующих промышлен-

ных зон, портов, доков, складов со сложившейся за годы отсутствия эксплуатации спонтанной природой, но и в его центре. Прогнозирование не только параметров, но и типологической структуры ПТК в зависимости от расположения в городской ткани возможно на основе комплексного подхода к анализу и сохранению природных участков, а также реструктуризации пространства в центре города с интеграцией локально и/или дисперсно-гибридных моделей 1-й группы.

В зависимости от расположения участка в центральной, срединной или периферийной части города использование гибридного метода по интеграции разрозненных территорий происходит с разной степенью насыщения разными гибридными моделями (BGI+A) соответственно. Однако прежде чем перейти к пространственному моделированию процессов ПТК в единую систему природных территорий с разной типологической структурой и технологическим наполнением следует рассмотреть архитектурно-градостроительные возможности гибридных моделей 1-й группы с каркасным заполнением для поддержания компонентов вертикального озеленения и визуального разнообразия городской среды в историческом центре. Поставленные в статье задачи освещают большую экологическую миссию каркасных конструкций — создание самоподдерживаемых и самовосстанавливающихся за счет технологических решений биотопов, интегрирующих вертикальные поверхности фасадов с контактным пространством здания в единое архитектурно-ландшафтное пространство города. При этом технологии интеграции «искусственных» растительных форм на опорах в природный ландшафт места на принципах экологического проектирования тесно связаны с мировыми градостроительными процессами по инженерной подготовке территории и благоустройству [12, 13] (табл. 1).

В этой связи на основе анализа международного опыта, текущей ситуации в российских городах



Рис. 2. Слева: фальш-каркас офисного здания, Цюрих, Швейцария; справа: зеленая стена музея наивного искусства на набережной Бранли, Париж, Франция. Фото автора

и авторского научного поиска в этой области, а также назревшей необходимости изменения экологических и эстетических показателей в центральной части могут быть предложены следующие принципы, которые касаются типологии каркасных форм как поддерживающей части природно-инженерного каркаса города:

- принцип **целостности и единства** композиционной и функциональной структуры поверхности здания и прилегающего ландшафта, создающего образ «объекта в среде» в центральной исторической части города;
- принцип **трансформации фасадов** с монтажом фальш-каркасов и зеленых стен для увеличения поверхностей с зелеными компонентами и их связности с другими элементами водно-зеленого каркаса и зеленой инфраструктуры города (табл. 3) (рис. 2);
- принцип **«флюу»-поверхностей («перетекающих»)**, заключающийся в системном подходе к материалам и технологическим решениям, которые обеспечивают выбор таких направлений и технологических возможностей зеленой инфраструктуры, когда обеспечивается связь как на внешних уровнях архитектурного объекта, так

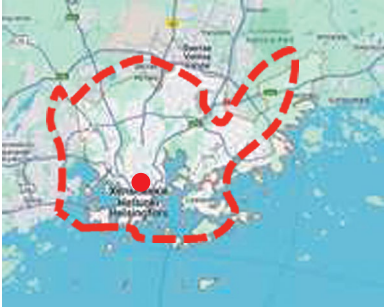
и интерьера с экстерьером здания средствами озелененных поверхностей;

- принцип **местной природной идентичности**, обеспечивающий приоритет местных видов растительности при выборе ассортимента зеленых насаждений, что особенно актуально для стран с суровым климатом (рис. 3);
- принцип **социальной направленности и реабилитации** на объектах зеленой инфраструктуры в целях рекреации населения, заключающийся в обеспечении комфорта, безопасности поверхностей и пространств средствами зеленых компонентов;
- принцип **локализации растительного материала** в структуре гибридных объектов для оптимизации размещения растительности на ограниченных пространствах и искусственных поверхностях в условиях средней полосы России;
- принцип **компактного вертикального биотопа** (имитация «леса») в структуре архитектурного объекта с дисперсным размещением в структуре городской ткани, предполагающий биопозитивный подход в приоритете выбора природных компонентов и типологической структуры фор-



Рис. 3. Использование разных видов седумов как устойчивых растений местной флоры для озеленения крыши в торговом центре SihlCity в Цюрихе, Швейцария. Фото автора

Табл. 3. Каркасы как средство благоустройства (типология и фото автора)

МАФ (малые архитектурные формы)			
	Повторение формы поверхности	Геометризованный элемент	Импровизация формы
Типология каркасов – простые формы			
	Карта Финляндии ● — Хельсинки	● — Центральный парк Хельсинки	Карта Швейцарии
			
	Плоская форма каркаса на фасаде. Школа Дизайна в Хельсинки	Вертикальный элемент как имитация забора	Границы города. Цюрих, Швейцария
			
		Заполнение каркасных форм однолетними цветочными культурами. Благоустройство Филармонии в Хельсинки	Металлический каркас с дизайном формы в дворовом пространстве на крыше паркинга
			
			Вьющиеся растения на каркасе как макрокультура и центр композиции двора

МАФ (малые архитектурные формы)			
	Повторение формы поверхности	Геометризованный элемент	Импровизация формы
Типология каркасов – простые формы	 Цветные деревянные каркасы. Арибия	 Сезонные конструкции	 Карта Парижа
	 Цветные металлические каркасы во входной группе ЖК Арибиан- ранта	 Карта города. Люцерн, Швейцария	 Jardin Atlantique. Сад Атлантики на крыше вокзала Монпарнас, Париж
	 Вертикальное озеленение на фасаде высотой в 5 этажей	 Конструкции с заполнением — сезонные вертикальные элементы	 Форма металлической перголы передает тему «Волны»
Россия  Гибридная градостроительная модель развития цент- ральной пешеходной части Москвы. Реконструкция ГЭС-2		 Зеленая стена (сезонная из однолетников) в декоре кинотеатра «Ударник» (в процессе реставрации)	

мируемого контактного пространства на подходе к зданию как средства ландшафтной «связи» его вертикальных и горизонтальных слоев;

- принцип **экономической целесообразности и привлекательности** подразумевает увеличение зеленых поверхностей в структуре здания в целях окупаемости объектов, повышения его эстетической привлекательности для психологической реабилитации населения в осенний, зимний и ранний весенний периоды;
- принцип **сезонной декоративности** предполагает такую работу с вертикальным озеленением и/или зеленой стеной, при которой сезонное цветение является камуфлирующим элементом в центральной части города и служит целям эстетического воздействия при реконструкции и реставрации в исторической среде (табл. 3).

Все вышеизложенное: и фотоматериалы автора, и типология каркасов как в части здания, так и на ограниченном участке в центре наглядно демонстрируют возможности технологической гибридности макроформ каркасов по возвращению естественной природы в города за счет объема этих форм как в типологии здания (фальш-каркасы для вертикального озеленения) и в границах участка (с использованием многоуровневых каркасных конструкций и по вертикали и по горизонтали), так и в проектах подземной урбанистики в качестве элементов для компенсационного озеленения с минимальным объемом грунта для посадки растительности. Современная практика использования макрокаркасов на уровне благоустройства территории [14] в центре города позволяет уйти от сложных моментов градостроительного и ландшафтного проектирования, связанного с эксплуатируемыми кровлями, а также от монотонности участка и демонстрирует возможности технологий производства вертикальных элементов в типологии здания из природных и искусственных материалов с эстетическими и зонированными

функциями на ограниченном участке и в северных климатических условиях [15, 16].

Выводы

1. Изменение конструкции здания с использованием вертикальных и горизонтальных поверхностей для интеграции разных типов компонентов природы и сбора дождевой воды на основе экологических технологий приводит к пониманию новой типологической черты голубой и зеленой инфраструктуры — типологии голубой и зеленой инфраструктуры здания (GBI-A, где А — Архитектура). Это гибридные объекты 1-й группы, представленные как дополнение в части общего определения BGI, основанного прежде всего на компонентах природной голубой и зеленой инфраструктуры, характеристиках по воде и ландшафту конкретного места, а также искусственной среды, воссозданной как компоненты «второй природы» средствами современных зеленых технологий.

2. Анализ современной мировой практики градостроительного проектирования позволяет сделать выводы о том, что происходит «некая» гибридизация функций и социальных сценариев развития в новых градостроительных проектах, смещение в сторону проектирования устойчивых архитектурных, архитектурно-ландшафтных и ландшафтных объектов, оказывающих компактное или дисперсное активное влияние на изменение качественных характеристик социальной среды с экологическими приоритетами. Интерес для всестороннего изучения и детализации данного приема представляет новая теория и эволюция механизма гибридизации с использованием компонентов природы разного вида с голубыми и зелеными технологиями сначала на уровне архитектурного объекта, затем — ландшафта по изменениям экологических характеристик и эстетических качеств среды в центре города, где наблюдается дефицит вне-архитектурного пространства.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Красильникова Э. Э. Ландшафтный урбанизм. Теория-практика : научная монография. Волгоград : ООО ИАА «Областные вести». 2015, 156 с.
2. Зарядье. МКА, 2017. 87 с.
3. Kongjian Yu. Designed ecologies: The Landscape Architecture of Kongjian Yu. Saunders. Birkhaeuser, Bassel. 2012. 255 p.
4. Making Cities Liveable. Green-Blue Infrastructure and its Impact on Society. 2016. P. 18. URL: www.ramboll.com
5. Dreiselt H. Biophilia for healthy cities // The International Review of Landscape Architecture and Design. 2019. Vol. 106. Pp. 24–31.
6. Лысков А. Б. Вертикальное озеленение : Дизайнерские решения. Выбор растений. М. : ЗАО Фитон+, 2012. 136 с.
7. Vertical Landscape / ed. G. Cleary. Design Media Publishing Limited. Hong Kong, 2014. 255 p.

8. Зайкова Е. Ю. Природно-инженерный каркас города и ландшафта (исторические предпосылки и принципы формирования) : монография. М. : Изд-во Курс, 2023. 128 с.
9. Speech: Ландшафт / landscape. 2017. No. 20. P. 272.
10. Bingham-Hall P. WOHA Architects. Garden city mega city: rethinking cities for the age of global warming. OCN 946097747, 2016. 309 p.
11. Green Surprise Dressed in Black. Topos 103 Trees, 2018. Pp. 74–78.
12. Неведов В. Городской ландшафтный дизайн. СПб. : Любавич, 2012. 317 с.
13. Nefedov V. How to return the city back to people. Moscow : Iskusstvo – XXI век, 2015. 160 p.
14. The Contemporary Garden. Phaidon Press Limited, 2009. 111 p.
15. Райнер Т., Вест К. Посадки в постприродном мире. Дизайн растительных сообществ для создания жизнестойких ландшафтов. Харьков : Читариум, 2019. 272 с.
16. Логвинов В. Н. Природа и Архитектура: путь интеграции. Памяти И. З. Чернявского. М., 2019. 218 с.

Об авторе: Елена Юрьевна Зайкова — кандидат архитектуры, доцент кафедры градостроительства; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; Российская Федерация, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; РИНЦ ID: 503400; e-mail: lena_landscape21@mail.ru.

REFERENCES

1. Krasilnikova E.E. *Landscape urbanism. Theory and practice : a scientific monograph*. Volgograd, IAA Regional News LLC, 2015; 156. (rus).
2. *Charging*. МКА, 2017; 87. (rus).
3. Kongjian Yu. Designed ecologies: The Landscape Architecture of Kongjian Yu. *Saunders*. Birkhaeuser, Bassel. 2012; 255.
4. Making Cities Liveable. *Green-Blue Infrastructure and its Impact on Society*. 2016; 18. URL: www.ramboll.com
5. Dreiselt Herbert. Biophilia for Healthy Cities. *The International Review of Landscape Architecture and Design*. 2019; 106:24-31.
6. Lysikov A.B. Vertical landscaping: Design solutions. *Plant selection*. Moscow, CJSC Phyton+, 2012; 136. (rus).
7. Cleary G. *Vertical Landscape*. Design Media Publishing Limited. 2014; 255.
8. Zaikova E. Yu. *Natural engineering framework of the city and landscape (historical background and principles of formation) : monograph*. Moscow, Kurs Publishing House, 2023; 128. (rus).
9. *Speech: Landscape / landscape*. 2017; 20:272.
10. Bingham-Hall P. WOHA Architects. *Garden city mega city: rethinking cities for the age of global warming*. OCN 946097747. 2016; 309.
11. *Green Surprise Dressed in Black*. 2018; 103:74-78.
12. Nefedov V. *Urban landscape design*. St. Petersburg, Lyubavich, 2012; 317. (rus).
13. Nefedov V. *How to return the city back to people*. Moscow, Iskusstvo – XXI century, 2015; 160. (rus).
14. *The Contemporary Garden*. Phaidon Press Limited, 2009; 111.
15. Rainer T. West K. Planting in the post-natural world. *Design of plant communities to create resilient landscapes*. Kharkiv, Chitarium, 2019; 272.
16. Logvinov V.N. *Nature and Architecture: the path of integration*. In memory of I.Z. Chernyavsky. Moscow, 2019; 218.

About the author: **Elena Yu. Zaykova** — Candidate Architect, Associate Professor of the Department of Urban Planning; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RSCI: 503400; e-mail: lena_landscape21@mail.ru.

ВЛИЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ КОМИ И МЕРЫ АДАПТАЦИИ К НИМ

Анна Евгеньевна Коробейникова, Алина Евгеньевна Макарова,
Кристина Павловна Конакова

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ);
г. Москва, Российская Федерация

Актуальность. Актуальность статьи обусловлена глобальным изменением климата в Российской Федерации и в Арктической зоне РФ (АЗРФ), в частности. Авторы рассматривают влияние различных естественных процессов, которые могут иметь серьезные последствия для окружающей среды и населения региона Крайнего севера, а также и Республики Коми. Исследование и понимание влияния климатических изменений на этот регион имеет большое значение для обеспечения устойчивого развития и благополучия его жителей. А разработка стратегий адаптации и смягчения последствий климатических изменений представляет собой глобальную значимость.

Цель. Выявление естественных процессов, влияющих на изменение климата в Российской Федерации на примере Республики Коми, определение мероприятий, нацеленных на адаптацию территорий к изменению климата и смягчение его последствий.

Задачи. Анализ влияния естественных процессов на глобальное изменение климата в Республике Коми. Предложения и рекомендации по снижению влияния на глобальное потепление и адаптации городов к последствиям.

Методология. При анализе влияния естественных процессов на изменение климата предложен алгоритм выявления основных источников выбросов загрязняющих веществ (CO_2 , CH_4 , NO_2). Основные методы исследования: аналитический метод, статистический анализ данных и ГИС-моделирование. Проведен проектный эксперимент на примере Республики Коми, часть территории которой относится к АЗРФ.

Результаты. Методика, приведенная в исследовании, позволяет выявить естественные процессы, влияющие на изменение климата в Российской Федерации на примере Республики Коми. Методика позволяет определить дальнейшие мероприятия по адаптации территорий к изменению климата.

Выводы. Потребность в реализации мер по снижению негативного влияния естественных факторов на климатическую ситуацию в Республике Коми путем разработки комплексного плана международных научных исследований в сфере наблюдения за состоянием арктических экосистем, глобальными климатическими изменениями и изучением Арктики. Развитие единой системы государственного экологического мониторинга с применением современных информационно-коммуникационных технологий и систем связи.

Ключевые слова: изменение климата, АЗРФ, жизнестойкий город, адаптация городов, естественные процессы, природные факторы, Республика Коми

Для цитирования: Коробейникова А.Е., Макарова А.Е., Конакова К.П. Влияние естественных процессов на изменение климата урбанизированных территорий Республики Коми и меры адаптации к ним // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 2. С. 42–58. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.42-58

THE INFLUENCE OF NATURAL PROCESSES ON CLIMATE CHANGE IN URBANIZED TERRITORIES OF THE KOMI REPUBLIC AND MEASURES OF ADAPTATION TO THEM

Anna E. Korobeinikova, Alina E. Makarova, Kristina P. Konakova

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU); Moscow, Russian Federation

Relevance. The relevance of the article is due to global climate change in the Russian Federation and in the Arctic zone of the Russian Federation in particular. The authors consider the impact of various natural processes that can have serious consequences for the environment and the population of the far north region and the Komi Republic in particular. The study and understanding of the impact of climate change on this region is of great importance to ensure sustainable development and well-being of its inhabitants. And the development of adaptation and mitigation strategies for climate change are of global significance.

Purpose. Identification of natural processes affecting climate change in the Russian Federation on the example of the Komi Republic, identification of measures aimed at adaptation of territories to climate change and mitigation of its consequences.

Objectives. Analyzing the impact of natural processes on global climate change in the Komi Republic. Proposals and recommendations to reduce the impact on global warming and adaptation of cities to the consequences.

Methodology. When analyzing the impact of natural processes on climate change, an algorithm for identifying the main sources of pollutant emissions (CO_2 , CH_4 , NO_2) is proposed. The main research methods: analytical method, statistical data analysis and GIS-modeling. The project experiment was carried out on the example of the Komi Republic, part of the territory of which belongs to the AZRF. **Results.** The methodology presented in the study allows to identify natural processes affecting climate change in the Russian Federation on the example of the Komi Republic. The methodology allows us to identify further measures to adapt territories to climate change. **Conclusions.** The need to implement measures to reduce the negative impact of natural factors on the climatic situation in the Komi Republic, by developing a comprehensive plan of international scientific research in the field of observation of the state of Arctic ecosystems, global climate change and the study of the Arctic. Development of a unified system of state environmental monitoring with the use of modern information and communication technologies and communication systems.

Keywords: climate change, AZRF, resilient city, urban adaptation, natural processes, natural factors

For citation: Korobeinikova A.E., Makarova A.E., Konakova K.P. The influence of natural processes on climate change in urbanized territories of the Komi Republic and measures of adaptation to them. *Biosphere Compatibility: Man, Region, Technology*. 2024; 2: 42-58. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.42-58 (rus.).

Введение

Факт изменения климата в последние десятилетия не вызывает сомнения, он подтвержден многочисленными исследованиями отечественных и зарубежных ученых^{1,2,3,4} [1–3]. В настоящее время одной из приоритетных задач стратегического развития РФ согласно Указу Президента РФ⁵ является решение проблемы влияния глобального потепления на зону АЗРФ. Для формирования комфортной среды жизнедеятельности людей необходимо уделить особое внимание вопросам глобального потепления и разработке мероприятий по снижению последствий изменения климата и адаптации территорий [4].

Современное глобальное потепление отчетливо выражено на территории России. Потепление климата в Арктике происходит в 2–2,5 раза быстрее, чем в целом на планете. Скорость роста температуры значительно увеличивается в последние 30 лет. Температура воздуха с середины 1980-х гг. по 2020 г. повысилась зимой более чем на 4 °C, а летом — почти на 2,5 °C (рис. 1). Рост среднегодовой температуры повышается на 0,179 °C каждое десятилетие.

Одна из основных причин климатических изменений в Арктической зоне — влияние природных факторов.

Основные природные факторы, оказывающие влияние на изменение климата, включают в себя:

- естественные выбросы парниковых газов: естественные процессы, такие как лесные пожары, гниение органического вещества и таяние вечной мерзлоты, могут приводить к выбросу парниковых газов;
- циркуляцию атмосферы и океана. Этот фактор оказывает значительное влияние на климат России, так как определяет распределение тепла и влаги по всей планете;
- усиление поглощения солнечной энергии из-за уменьшения отражательной способности поверхности после изменения толщины снежного покрова и значительной потери сухопутных и морских льдов;
- рост повторяемости, интенсивности и продолжительности экстремальных осадков, наводнений.

Для характеристики климатических изменений необходимо рассмотреть ряд климатических переменных, таких как температура приземного воздуха, атмосферные осадки, высота снежного покрова, протяженность морского льда и другое за достаточно длительный период времени.

Основными драйверами современного потепления являются продолжающийся рост концентраций углекислого газа (CO_2), метана (CH_4) и оксида азота (NO_2). Темпы роста содержания парниковых газов в атмосфере стали стремительно увеличиваться еще с 1926 г., когда промышленность страны восстановила объемы производства после военного времени, и достигли максимума к 1990 годам, после которых резко сократились наполовину, что непосредственно связано с политическими изменениями в стране.

Данные фоновых станций РФ показывают, что темпы роста концентрации CO_2 вновь стали увеличиваться в начале 2000 годов⁶. По данным бюллетеня Всемирной метеорологической организации (ВМО),

¹ Глобальная климатическая угроза и экономика России: в поисках особого пути // Центр энергетики Московской школы управления СКОЛКОВО. 2020. 69 с. URL: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_Climate_Primer_RU.pdf (дата обращения: 13.10.2023).

² Глазовский А.Ф., Лаврентьев И.И., Муравьев А.Я., Никитин С.А., Носенко Г.А. и др. Каталог ледников России. URL: <https://www.glacru.ru/> (дата обращения: 23.12.2023).

³ Kristina Kiest. Despite pandemic shutdowns, carbon dioxide and methane surged in 2020 // NOAA Research. URL: <https://research.noaa.gov/2021/04/07/despite-pandemic-shutdowns-carbon-dioxide-and-methane-surged-in-2020/> (дата обращения: 23.10.2023).

⁴ Ilissa B. Ocko. Acting rapidly to deploy readily available methane mitigation measures by sector can immediately slow global warming. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abf9c8/pdf> (дата обращения: 23.10.2023).

⁵ Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года: Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 № 645.

⁶ Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет): доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2022 год. URL: <https://meteoinfo.ru/images/media/climate/rus-clim-annual-report.pdf> (дата обращения: 23.12.2023).

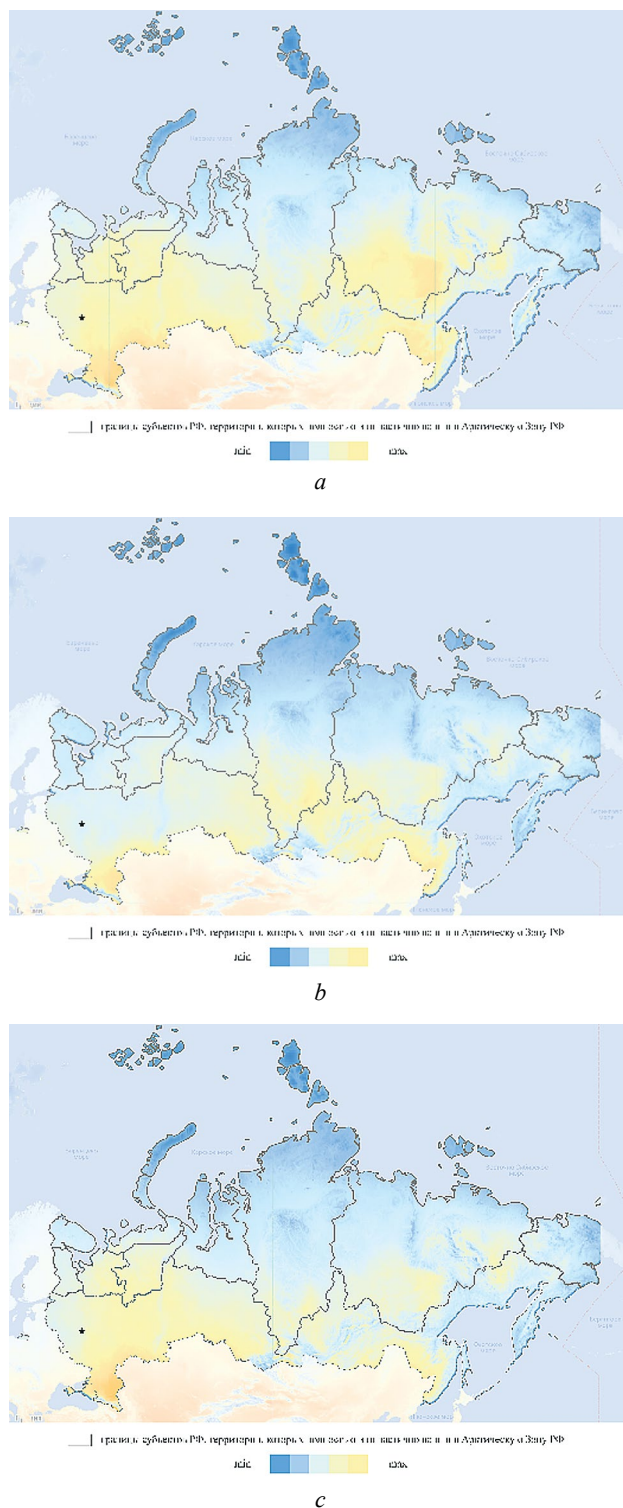


Рис. 1. *a* — температура приземного воздуха на территории РФ в 1976 г. Source: Earth-engine data catalog + Adobe Illustrator; *b* — температура приземного воздуха на территории РФ в 2000 г. Source: Earth-engine data catalog + Adobe Illustrator; *c* — температура приземного воздуха на территории РФ в 2022 г. Source: Earth-engine data catalog + Adobe Illustrator

по сравнению с 2020 и 2021 гг. уровень концентрации CO_2 за 2022 г. увеличился на 3,4-3,5 млн, что значительно превышает мировую скорость роста за предыдущие 10 лет и 2021 г., составлявшую 2,5 млн/год.

Per capita greenhouse gas emissions

Greenhouse gas emissions include carbon dioxide, methane and nitrous oxide from all sources, including land-use change. They are measured in tonnes of carbon dioxide-equivalents over a 100-year timescale.



Рис. 2. Выбросы CO_2 (Россия). URL: ourworldindata.org

В 2022 г. концентрация CO_2 достигла максимума за это столетие. Среднегодовое значение на фоновых станциях РФ превысило 422 млн (рис. 2).

Растительность играет важную роль в регулировании углекислого газа, обеспечивая углеродный баланс и снижая его концентрацию в атмосфере (рис. 3). Леса занимают более 70 % территории (преобладают леса с хвойными породами: ель, пихта, сосна), болота — около 15 %. Охрана и улучшение лесных и других экосистем, богатых растительностью, могут помочь снизить выбросы углекислого газа и улучшить климатические изменения.

В Арктической зоне, в толще земли накоплено значительное количество органического углерода. По причине глобального потепления и таяния ледников эти почвы становятся суше, что увеличивает вероятность возникновения крупных пожаров в Арктической зоне (рис. 4). В результате воздействия огня на мерзлую почву происходит высвобождение углекислого газа (CO_2) и метана (CH_4), что в свою очередь еще больше усиливает процесс глобального потепления. Кроме того, дым и сажа, образующиеся в результате пожаров, также оказывают влияние на климатические процессы. В 2021 г. лесные пожары в России затронули площадь более 17 млн га, что привело к рекордным выбросам парниковых газов и серьезным климатическим последствиям [5].

Парниковые газы, такие как метан, препятствуют выходу тепла из атмосферы, позволяя солнечному свету проходить через нее (рис. 5). При анализе данных по изменению среднегодовой концентрации метана на российских арктических станциях за период с 2020 по 2022 г. было выявлено сильное увеличение количества метана на всей территории Российской Федерации, особенно в регионах Арктической зоны.

Исследования показывают, что сокращение выбросов метана может замедлить скорость глобального потепления на 30 %.

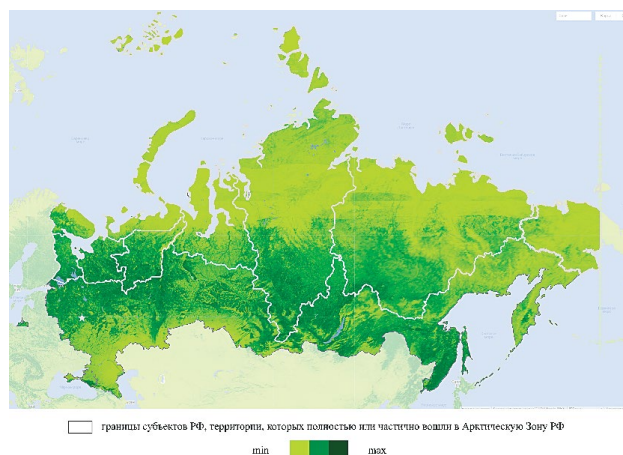


Рис. 3. Карта растительности Российской Федерации. Source: Earth-engine data catalog Adobe Illustrator

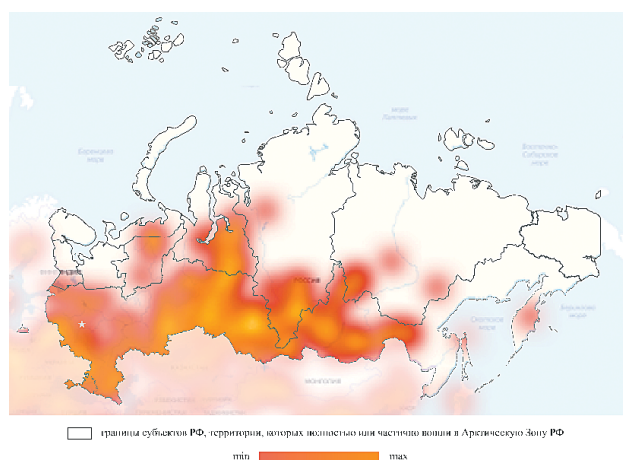


Рис. 4. Карта пожаров Российской Федерации. Source: pro.fires.ru + Adobe Illustrator

Также на значительном пространстве территории России наблюдается **сокращение продолжительности залегания снежного покрова**, однако одновременно отмечается увеличение максимальной высоты снежного покрова зимой. В среднем по России зимой 2018–2022 гг. продолжительность залегания снежного покрова оказалась ниже климатической нормы (рис. 6, 7). В северных районах страны и центральных районах Восточной Сибири наблюдались значительные отрицательные отклонения продолжительности залегания снежного покрова, которые входят в десятку наибольших с 1967 г. Максимальная высота снежного покрова в среднем по России оказалась значительно выше климатической нормы.

С ростом концентрации парниковых газов в атмосфере увеличивается темп роста среднегодовой глобальной приповерхностной температуры и изменение количества атмосферных осадков.

На основе данных российских статистических ежегодников Федеральной службы государственной

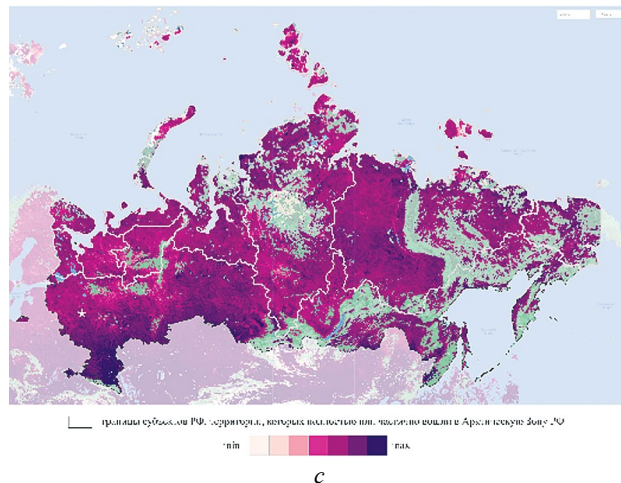
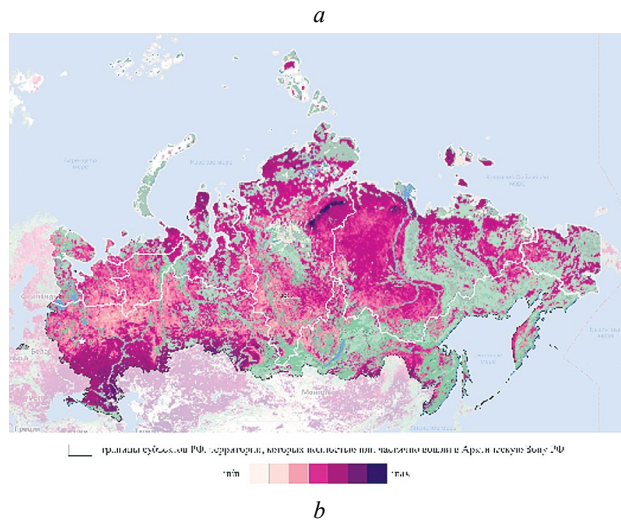
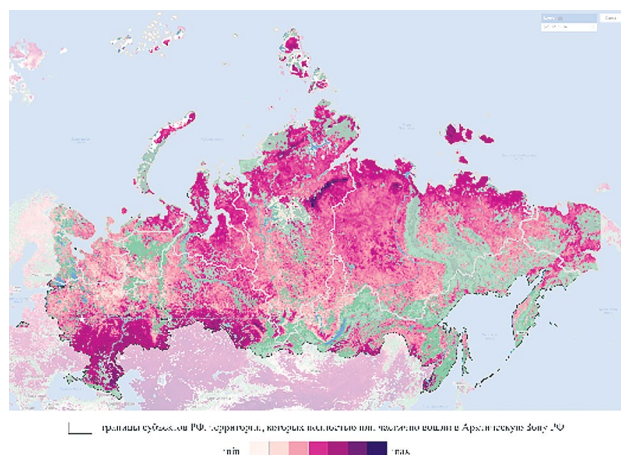


Рис. 5. Залежи метана (CH_4) Российской Федерации 2019–2023 гг.: *a* — 2019 г.; *b* — 2020 г.; *c* — 2022 г. Source: Earth-engine data catalog + Adobe Illustrator

статистики^{7, 8} был проведен анализ среднемесячной температуры воздуха и количество осадков по реги-

⁷ Федеральная служба государственной статистики Российской статистический ежегодник. 2003 г. URL: torage/mediabank/Ejegodnik_2020.pdf (дата обращения: 23.12.2023).

⁸ Федеральная служба государственной статистики Российской статистический ежегодник. 2022 г. URL: torage/mediabank/Ejegodnik_2022.pdf (дата обращения: 23.12.2023).

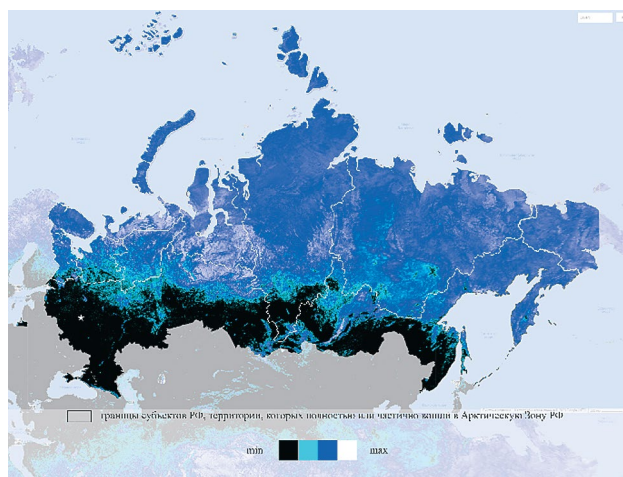


Рис. 6. Снежный покров Российской Федерации 2018 г.
Source: Earth-engine data catalog

онам Арктической зоны Российской Федерации (рис. 8).

По результатам анализа можно сделать вывод, что в 2020 г. выявлено повышение температурного режима на всей территории арктических регионов страны.

Глобальное потепление влияет на скорость таяния ледников, которая в последние десятилетия неуклонно растет. По сравнению с 90-ми годами прошлого уже века она увеличилась более чем в половину. Из-за этого с начала 2000-х гг. уровень моря поднялся более чем на два метра. Потеря «ледяных шапок» на полюсах в свою очередь вызывает увеличение температуры в этих регионах до десяти градусов Цельсия (рис. 9, 10). Среди изученных регионов мировой Арктической зоны наибольшие потери льда именно в Арктической зоне Российской Федерации.

Научные исследования показывают, что Арктическая зона Российской Федерации играет значительную роль в глобальном изменении климата⁹ [6–9]. Этот регион стал одним из наиболее уязвимых и чувствительных к последствиям глобального потепления. Арктика также является «кухней мирового климата»:

- Арктика является тепловым насосом, перераспределяющим тепло между экваториальными и полярными регионами. Это происходит из-за разницы в температуре между экватором и полюсами. Теплообмен между Арктикой и экватором создает ветры и океанские течения, которые влияют на климат во всем мире;
- Арктика содержит огромные запасы метана в морском дне и в местах перманентного мороза. При потеплении эти запасы метана могут выделяться в атмосферу, что приведет к дополнитель-

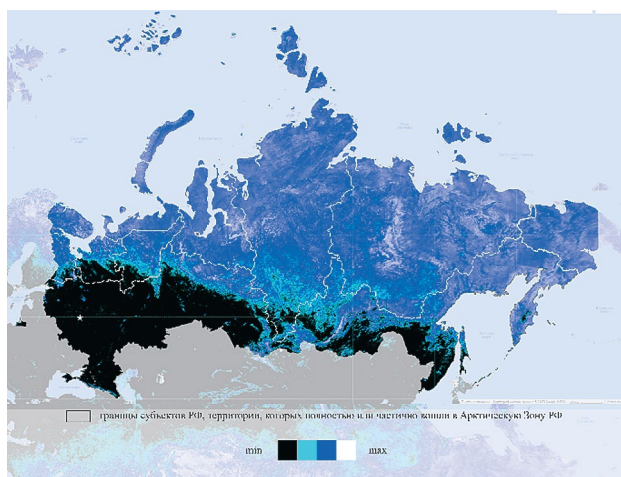


Рис. 7. Снежный покров Российской Федерации 2023 г.
Source: Earth-engine data catalog

ному усилению парникового эффекта и изменению климата;

- изменения в Арктике могут влиять на погоду в других частях мира. Например, теплые воздушные массы, поднимающиеся над тающими льдами, могут вызывать изменения в атмосферной циркуляции и приводить к экстремальным погодным условиям в других регионах.

Арктическая зона России охватывает 9 регионов, из которых полностью принадлежат ей четыре: Мурманская область, Ненецкий, Чукотский и Ямало-Ненецкий автономные округа. Пять регионов: Республика Коми, Республика Карелия, Республика Саха (Якутия), Архангельская область и Красноярский край относятся к Арктической зоне частично. В этих приарктических регионах расположены Ханты-Мансийский автономный округ — Югра, Камчатский край и Магаданская область. Общая площадь арктических территорий составляет 4,8 млн кв. км, что составляет 28 % от всей территории страны. В этих территориях проживает 2,6 млн человек, что составляет более половины населения мировой Арктики (рис. 11).

Методология исследования

В данном исследовании рассматривается влияние естественных процессов (выделение парниковых газов вследствие пожаров, вырубки лесов, таяния ледников и других естественных явлений) на изменение климата в Республике Коми (рис. 12). Методы исследования: аналитический метод, статистический анализ данных и ГИС-моделирование.

Для анализа степени влияния естественных процессов на изменение климата на урбанизированных территориях АЗРФ был разработан алгоритм исследования, состоящий из четырех этапов:

1. Сбор основной информации об изменении климата в регионе за последние несколько десятков лет.

⁹ АМАП 2021. Изменение климата в Арктике: основные тенденции и воздействия. URL: <https://www.amap.no/documents/download/6887/inline> (дата обращения: 23.12.2023).

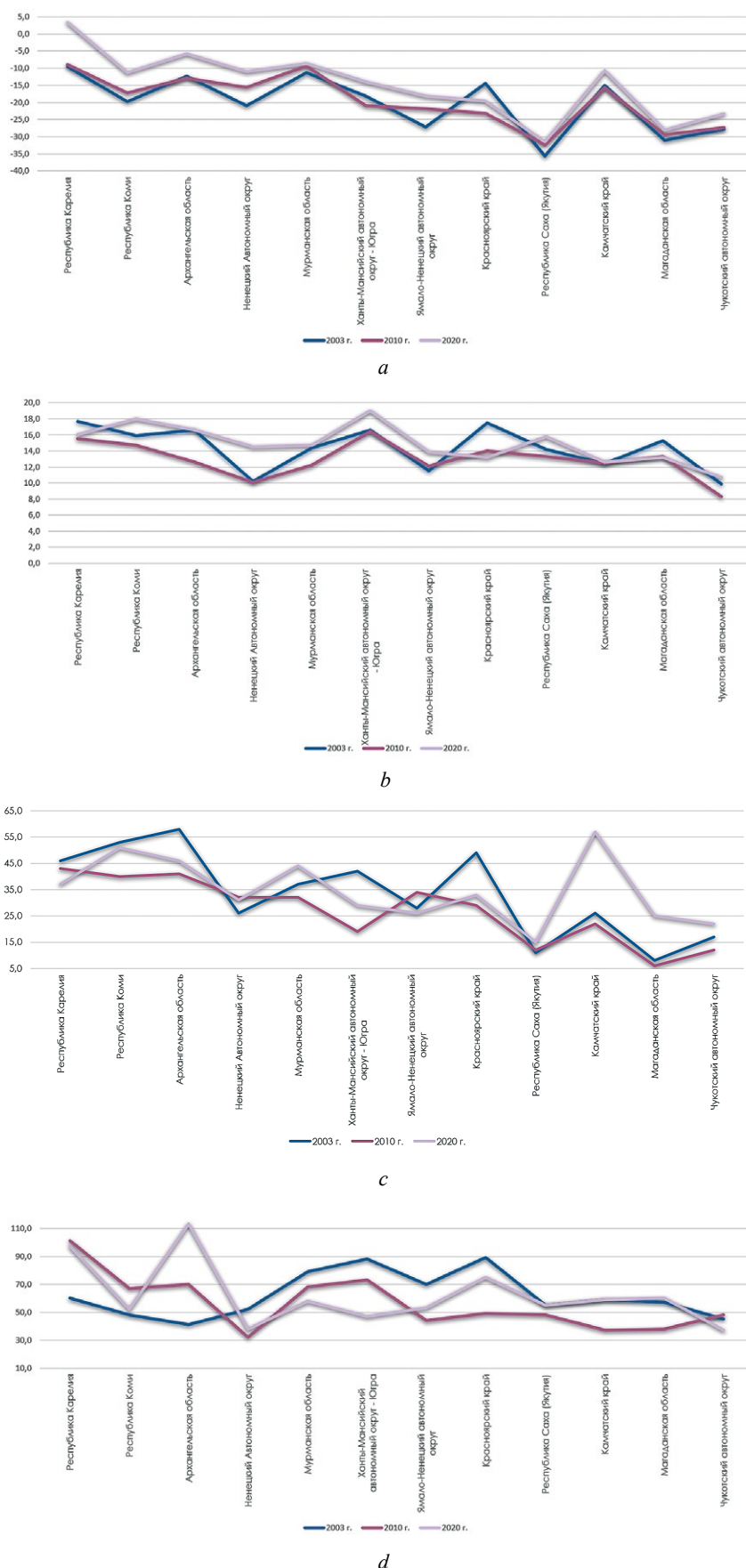


Рис. 8. Среднемесячные показатели по регионам АЗРФ: *a* — средняя месячная температура воздуха (январь); *b* — средняя месячная температура воздуха (июль); *c* — среднемесячное количество осадков (январь); *d* — среднемесячное количество осадков (июль). Source: материалы российских статистических ежегодников Федеральной службы государственной статистики



Рис. 9. Ледники АЗРФ. Source: Felt.com



Рис. 11. Арктическая зона Российской Федерации. Source: QGIS

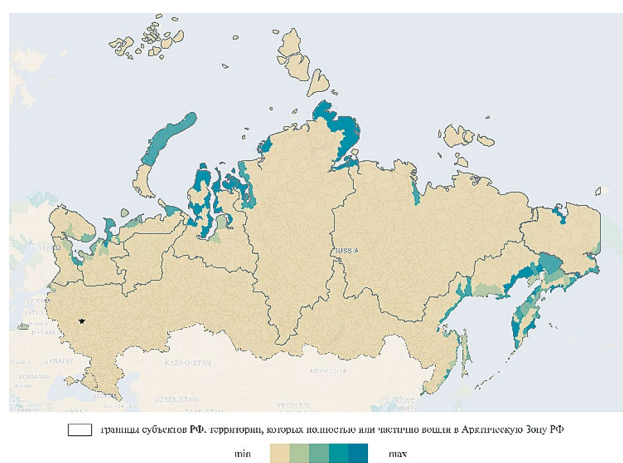


Рис. 10. Риск затопления прибрежных районов. Source: Felt.com

2. Сбор основной информации о выбросах загрязняющих веществ и проведение их оценки методом геоинформационного анализа (ГИС-систем):

- определение основных источников загрязнения, относящихся к природным факторам, влияющих на изменение климата в регионе;
- определение количества загрязняющих веществ по основным парниковым газам: CO_2 , CH_4 , NO_2 , и их суммарное количество;
- ввод данных в систему в виде атрибутов:
 - 1) ввод наименования АДТ-расположение;
 - 2) название источника загрязнения;
 - 3) суммарное количество выбросов основных крупных источников загрязняющих веществ;
 - 4) пространственный анализ данных;

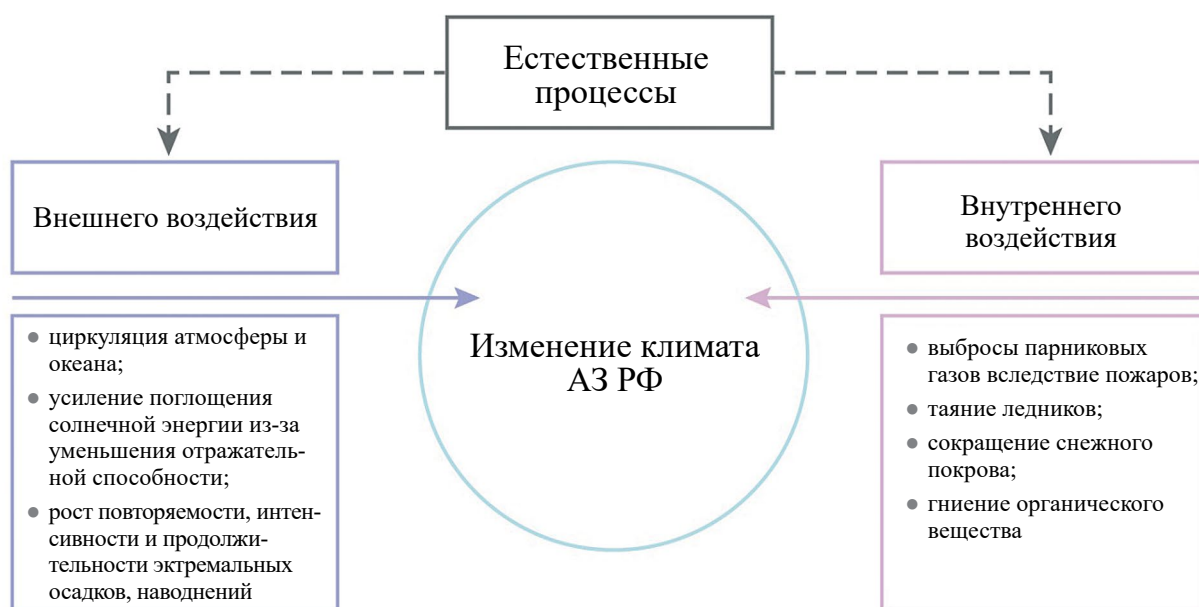


Рис. 12. Модель влияния естественных процессов на изменение климата АЗРФ

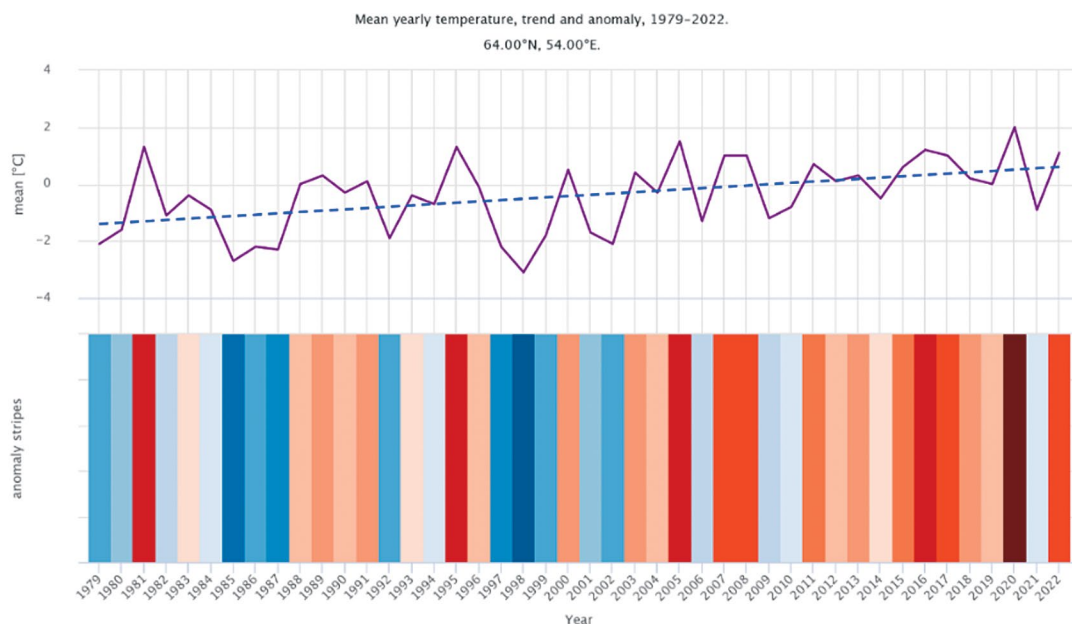


Рис. 13. Годовое изменение температуры Коми. Source: meteoblue.com

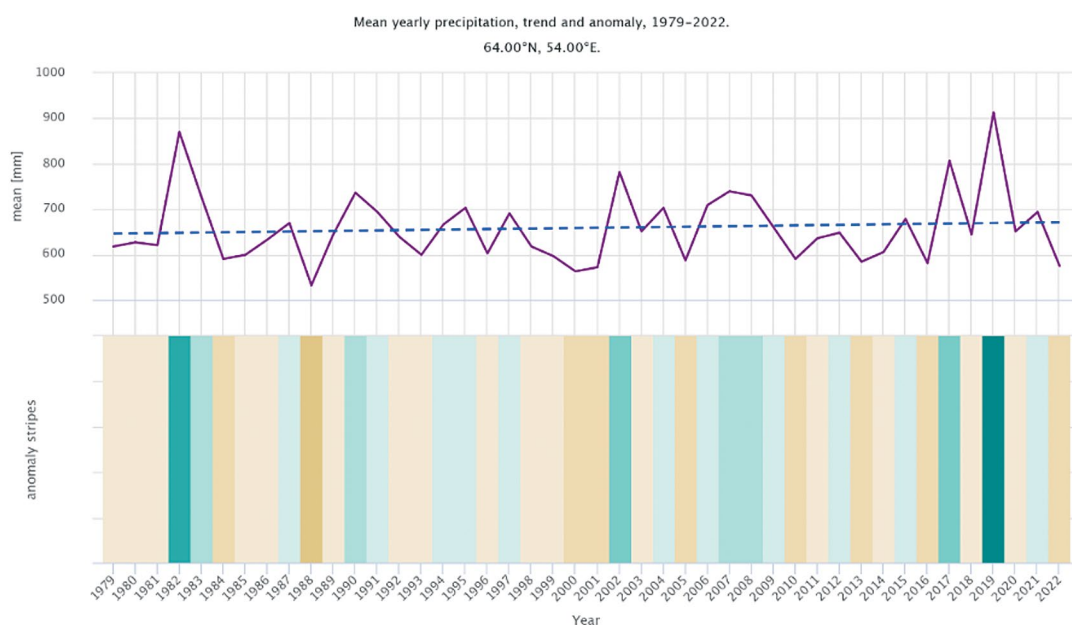


Рис. 14. Изменение количества осадков за год. Source: meteoblue.com

3. Оценка состояния и выявление основных источников выбросов парниковых газов

Этап включает в себя построение схемы с районами, наиболее подверженными изменению климата под влиянием естественных процессов. Этот этап был проведен при помощи программного обеспечения QGIS с использованием открытой базы данных ClimateTrace. Данные обработаны методом кластеризации в рамках границ муниципальных образований.

4. Предложения по адаптации территории к изменению климата

Предложения по мероприятиям, направленным на адаптацию территорий, формируются с помощью анализа отечественных и зарубежных научных источников.

Материалами исследования являются статистические данные (данные с открытых баз данных ClimateTrace, Earth-engine data catalog, Felt.com).

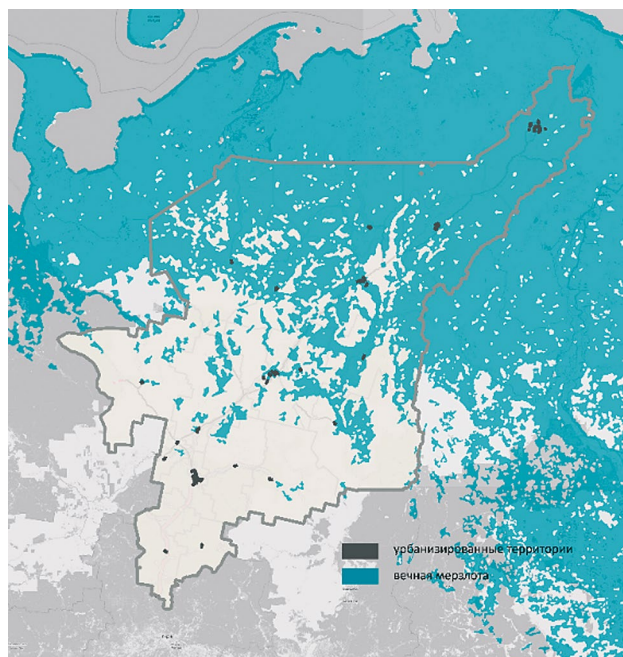


Рис. 15. Вечная мерзлота. Source: QGIS + Adobe Illustrator

Результаты исследования

В качестве объекта исследования выбрана Республика Коми. Численность населения 820,2 тыс. чел. (2019; 901,2 тыс. чел. в 2010, 1018,7 тыс. чел. в 2002, 1261,0 тыс. чел. в 1989, 964,8 тыс. чел. в 1970, 815,8 тыс. чел. в 1959). Столица — город Сыктывкар. Расположен в 1515 км к северо-востоку от Москвы, на левом берегу р. Сысола (порт). Население 229,6 тыс. чел. Выявление естественных процессов, влияющих на изменение климата в Российской Федерации на примере Республики Коми, актуально тем, что часть территорий субъекта относится к АЗРФ, а значит подвержена наибольшему влиянию глобального изменения климата.

Республика Коми является одним из ведущих лесных регионов России, с большим потенциалом развития, связанным с лесными ресурсами. Леса Республики Коми имеют огромное значение для экологии, сырьевой базы, экономики и социальной сферы региона. По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, площадь лесного фонда на 1 января 2022 г. составляла 36,3 млн га, что составляет 87 % территории республики. Общий объем древесины в лесах республики оценивается в 2,8 млрд куб. м. преимущественно хвойных пород (83 %) и лиственных (17 %). Определение основных источников естественных процессов позволит выявить проблемы и возможности для адаптации к изменению климата и смягчения его последствий в регионе.

Первый этап исследования заключается в сборе основной информации об изменении климата в регионе. На диаграммах (рис. 13, 14) можно увидеть,

как изменение климата повлияло на регион Коми за последние 40 лет. В качестве источника данных используется ERA5, атмосферный реанализ глобального климата пятого поколения ECMWF, охватывающий временной диапазон с 1979 по 2022 г. с пространственным разрешением 30 км.

В настоящий период наиболее неблагоприятные последствия изменений климата для Республики Коми обуславливает деградация многолетне-мерзлых пород (рис. 15).

В последние 30 лет их температура увеличилась на 0,8–1,5 °С, возникли несвязанные талики мощностью до 10 м, мощность ранее существовавших таликов увеличилась на 6–7 м, термокарстовые провалы земной поверхности достигают 0,6–0,7 м, граница мерзлоты, залегающей с поверхности, отступила к северу на 30–50 км (рис. 16)¹⁰.

Второй этап: сбор информации об основных выбросах загрязняющих веществ и проведение их оценки методом геоинформационного анализа (ГИС-систем) (табл.).

Увеличение среднегодовой концентрации метана на территории Республики Коми за период с 2020 по 2023 г., связанный с лесными пожарами, таянием вечной мерзлоты и сокращением снежного покрова (рис. 17, 18).

Третий этап: оценка состояния и выявление основных источников выбросов парниковых газов (естественные процессы).

Как видим из таблицы, основное количество выбросов загрязняющих веществ производят следующие источники: пожары, водно-болотные угодья, древесно-кустарниковые растения, лесные угодья. На основе трех основных загрязняющих веществ: углекислого газа (CO₂), оксидов азота (NO₂) и метана (CH₄) с учетом степени их влияния на здоровье человека и окружающую среду проанализирован уровень загрязнения воздуха, были выявлены основные крупные источники выбросов и составлена схема районов, наиболее подверженных изменению климата под воздействием естественных выбросов загрязняющих веществ для 20 районов Республики Коми. Схема позволяет наглядно увидеть наиболее загрязненные парниковыми газами районы республики: Княжпогостский район, Удорский муниципальный район, Усть-Куломский, Троицко-Печорский районы, Усть-Цилемский район, Городской округ Ухта. В данных районах наиболее активно происходит воздействие на окружающую среду (рис. 19).

Общая площадь земель лесного фонда (рис. 20) Республики Коми на 1 января 2019 г. составляет 36 271,8 тыс. га или 87,0 % территории республики.

¹⁰ Изменения климата Коми. URL: https://www.meteoblue.com/ru/climate-change/Коми_Россия_545854?month=12 (дата обращения: 23.12.2023).

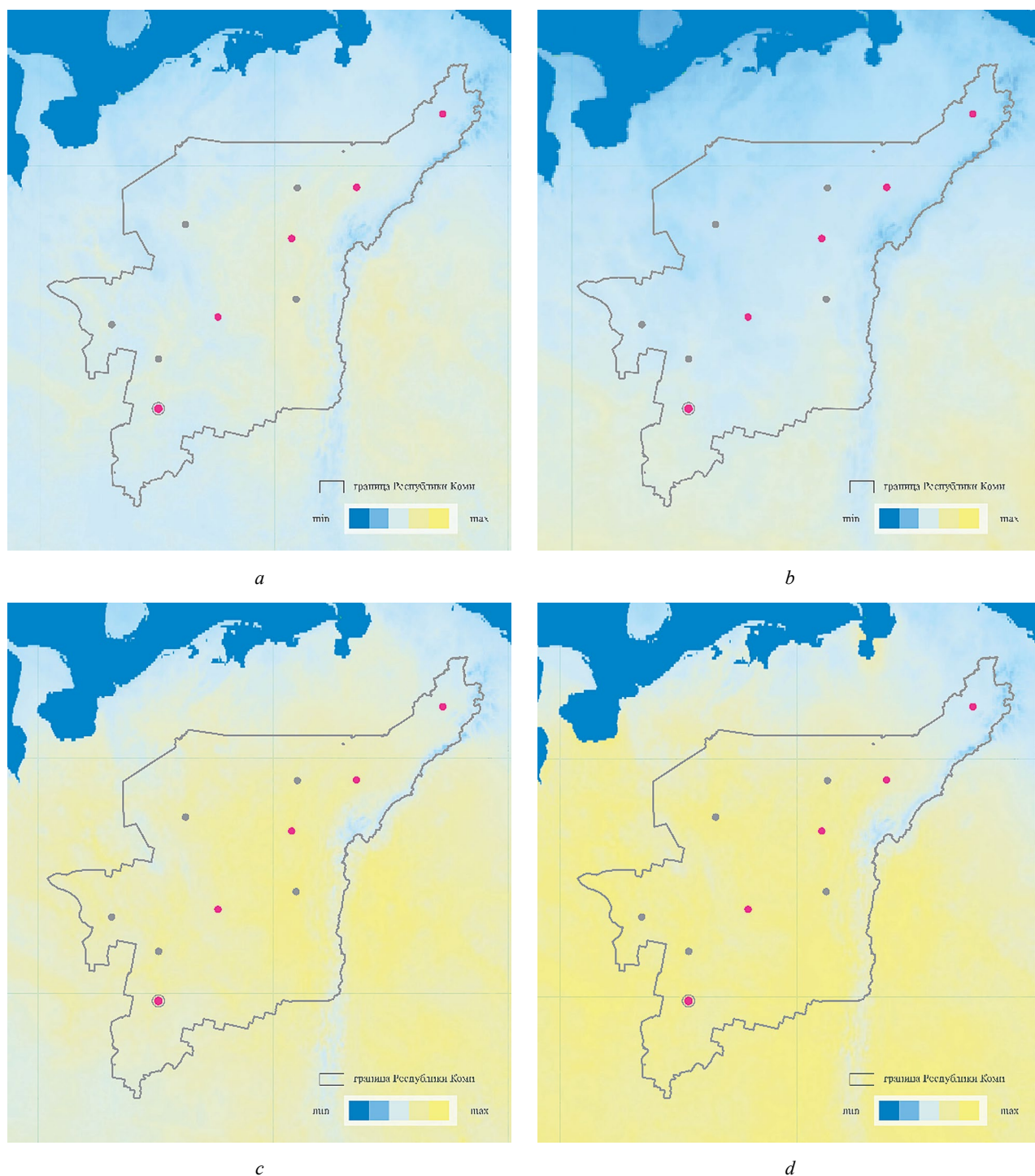


Рис. 16. Изменение температуры приземного воздуха, ретроспектива. Source: Earth-engine data catalog + Adobe Illustrator: *a* — 1976 г.; *b* — 1991 г.; *c* — 2015 г.; *d* — 2022 г.

Кроме того, 2656,7 тыс. га занимают леса, не входящие в лесной фонд:

- земли обороны и безопасности — 4,1 тыс. га;
- земли населенных пунктов, на которых расположены городские леса, — 6,4 тыс. га;
- земли особо охраняемых природных территорий (рис. 21) — 2613 тыс. га, в том числе национальный парк «Югыд ва» — 1891,7 тыс. га, Печоро-Илычский государственный заповедник — 721,3 тыс. га;

- земли иных категорий — 33,5 тыс. га.

В 2018 г. площадь лесов, расположенных на землях населенных пунктов, увеличилась в связи с созданием Прилузского муниципального лесопарка, в соответствии с приказом Федерального агентства лесного хозяйства от 1 октября 2018 г. № 801. Величина лесистости в отдельных районах республики различна и зависит от физико-географических, климатических и почвенных условий. Средняя лесистость по респу-

Количество выбросов основных крупных источников по муниципальным районам

Наименование АДТ	Источник загрязнения	Загрязняющие вещества, т			
		CO ₂	CH ₄	NO ₂	CO ₂ е
Городской округ Сыктывкар	Пожары	455,25	0,81	0,02	456,08
	Водно-болотные угодья	3283,42	—	—	3283,42
	Древесно-кустарниковые растения	3820,79	—	—	3820,79
	Лесные угодья	587 336	—	—	587 336
	Пастбища крупного рогатого скота	—	35,41	—	35,41
	Выпас крупного рогатого скота	—	0,61	1,15	1,76
	Поле для посева	—	—	0,23	0,23
	Итого:	594 895,46	36,83	1,4	594 933,69
Сыктывдинский район	Пожары	2364,89	4,21	0,11	2369,21
	Водно-болотные угодья	7043,57	—	—	7043,57
	Древесно-кустарниковые растения	14 445,1	—	—	14 445,1
	Лесные угодья	2 397 780	—	—	2 397 780
	Пастбища крупного рогатого скота	—	187,17	—	187,17
	Выпас крупного рогатого скота	—	3,23	6,06	9,29
	Поле для посева	—	—	2,04	2,04
	Итого:	2 421 633,6	194,61	8,21	2 421 836,4
Городской округ Воркута	Водно-болотные угодья	48 820,8	—	—	48 820,8
	Древесно-кустарниковые растения	984 459	—	—	984 459
	Лесные угодья	–251 494	—	—	–251 494
	Итого:	781 785,8	0	0	781 785,8
Городской округ Ухта	Водно-болотные угодья	116 597	—	—	116 597
	Древесно-кустарниковые растения	26 720,1	—	—	26 720,1
	Лесные угодья	5 272 160	—	—	5 272 160
	Итого:	5 415 477,1	0	0	5 415 477,1
Городской округ Инта	Водно-болотные угодья	–84 125,10	—	—	–84 125,100
	Древесно-кустарниковые растения	352 258,00	—	—	352 258
	Лесные угодья	—	—	—	3 072 290
	Итого:	3 340 422,9	0	0	3 340 422,9
Городской округ Усинск	Водно-болотные угодья	250 400	—	—	250 400,000
	Древесно-кустарниковые растения	200 033	—	—	200 033
	Лесные угодья	2 071 790	—	—	2 071 790
	Итого:	2 522 223	0	0	2 522 223
Городской округ Вуктыл	Водно-болотные угодья	106 397	—	—	106 397,000
	Древесно-кустарниковые растения	346 161	—	—	346 161
	Лесные угодья	4 092 720	—	—	4 092 720
	Итого:	4 545 278	0	0	4 545 278
МР Сосногорск	Водно-болотные угодья	245 973	—	—	245 973,000
	Древесно-кустарниковые растения	12 656,4	—	—	12 656,4
	Лесные угодья	3 195 890	—	—	3 195 890
	Итого:	3 454 519,4	0	0	3 454 519,4

Наименование АДТ	Источник загрязнения	Загрязняющие вещества, т			
		CO ₂	CH ₄	NO ₂	CO ₂ е
Княжпогостский район	Водно-болотные угодья	335 259	–	–	335 259,000
	Древесно-кустарниковые растения	73 882,4	–	–	73 882,4
	Лесные угодья	11 377 400	–	–	11 377 400
	Поле для посева	–	–	0,01	0,01
	Итого:	11 786 541	0	0,01	11 786 541
МР Печора	Водно-болотные угодья	176 236	–	–	176 236,000
	Древесно-кустарниковые растения	43 850,4	–	–	43 850,4
	Лесные угодья	2 198 470	–	–	2 198 470
	Итого:	2 418 556,4	0	0	2 418 556,4
Усть-Цилемский район	Водно-болотные угодья	1 999 570	–	–	1 999 570
	Древесно-кустарниковые растения	251 076	–	–	251 076
	Лесные угодья	5 142 420	–	–	5 142 420
	Итого:	7 393 066	0	0	7 393 066
Ижемский район	Водно-болотные угодья	279 085	–	–	279 085
	Древесно-кустарниковые растения	25 784,8	–	–	25 784,8
	Лесные угодья	1 537 050	–	–	1 537 050
	Итого:	1 841 919,8	0	0	1 841 919,8
Удорский МР	Водно-болотные угодья	119 437	–	–	119 437,000
	Древесно-кустарниковые растения	70 925,5	–	–	70 925,5
	Лесные угодья	13 469 600	–	–	13 469 600
	Поле для посева	–	–	0,01	0,01
	Итого:	13 659 963	0	0,01	13 659 963
Сысольский район	Пожары	2185,63	3,9	0,1	2189,630
	Водно-болотные угодья	–609,77	–	–	–609,77
	Древесно-кустарниковые растения	–13910	–	–	–13 910
	Лесные угодья	1 102 620	–	–	1 102 620
	Пастбища крупного рогатого скота	–	83,81	–	83,81
	Выпас крупного рогатого скота	–	1,45	2,71	4,16
	Поле для посева	–	–	1,89	1,89
	Итого:	1 090 285,9	89,16	4,7	1 090 379,7
Троицко-Печорский район	Пожары	82,73	0,15	–	82,880
	Водно-болотные угодья	91 094,5	–	–	91 094,5
	Древесно-кустарниковые растения	308 277	–	–	308 277
	Лесные угодья	7 484 260	–	–	7 484 260
	Пастбища крупного рогатого скота	–	11,64	–	11,64
	Выпас крупного рогатого скота	–	0,2	0,38	0,58
	Поле для посева	–	–	0,01	0,01
	Итого:	7 883 714,2	11,99	0,39	7 883 726,6

Наименование АДТ	Источник загрязнения	Загрязняющие вещества, т			
		CO ₂	CH ₄	NO ₂	CO ₂ е
Корткеросский район	Пожары	1533,45	2,73	0,07	1536,250
	Водно-болотные угодья	–220 389	–	–	–220 389
	Древесно-кустарниковые растения	–65 266,9	–	–	–65 266,9
	Лесные угодья	–5 135 060	–	–	–5 135 060
	Пастбища крупного рогатого скота	–	137,92	–	137,92
	Выпас крупного рогатого скота	–	2,38	4,46	6,84
	Поле для посева	–	–	0,95	0,95
	Итого:	–5 419 182	143,03	5,48	–5 419 033,9
Усть-Вымский район	Пожары	376,05	0,67	0,02	376,740
	Водно-болотные угодья	4526,5	–	–	4526,5
	Древесно-кустарниковые растения	17 387,8	–	–	17 387,8
	Лесные угодья	1 894 030	–	–	1 894 030
	Пастбища крупного рогатого скота	–	48,14	–	48,14
	Выпас крупного рогатого скота	–	0,83	1,56	2,39
	Поле для посева	–	–	0,36	0,36
	Итого:	1 916 320,4	49,64	1,94	1 916 371,9
Усть-Куломский район	Пожары	4261,06	7,59	0,2	4268,850
	Водно-болотные угодья	101 451	–	–	101 451
	Древесно-кустарниковые растения	12 324	–	–	12 324
	Лесные угодья	7 595 980	–	–	7 595 980
	Пастбища крупного рогатого скота	–	205,16	–	205,16
	Выпас крупного рогатого скота	–	3,54	6,64	10,18
	Поле для посева	–	–	1,55	1,55
	Итого:	7 714 016,1	216,29	8,39	7 714 240,7
Прилузский район	Пожары	4744,38	8,46	0,22	4753,060
	Водно-болотные угодья	–124,03	–	–	–124,03
	Древесно-кустарниковые растения	–26 906,2	–	–	–26 906,2
	Лесные угодья	–1 427 500	–	–	–1 427 500
	Пастбища крупного рогатого скота	–	295,66	–	295,66
	Выпас крупного рогатого скота	–	5,1	9,57	14,67
	Поле для посева	–	–	5,4	5,40
	Итого:	–1 449 786	309,22	15,19	–1 449 461,4
Койгородский район	Пожары	1570,08	2,8	0,07	1572,950
	Водно-болотные угодья	–491,74	–	–	–491,74
	Древесно-кустарниковые растения	–2336,35	–	–	–2336,35
	Лесные угодья	–284 878	–	–	–284 878
	Пастбища крупного рогатого скота	–	31,55	–	31,55
	Выпас крупного рогатого скота	–	0,54	1,02	1,56
	Поле для посева	–	–	0,83	0,83
	Итого:	–286 136	34,89	1,92	–286 099,2
Итого суммарное по региону:		71 625 514	1085,66	47,64	71 626 647

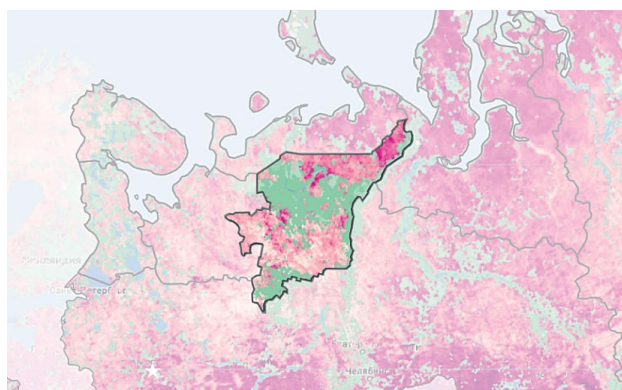


Рис. 17. Залежи метана (CH_4). Республика Коми 2019 г.
Source: Earth-engine data catalog

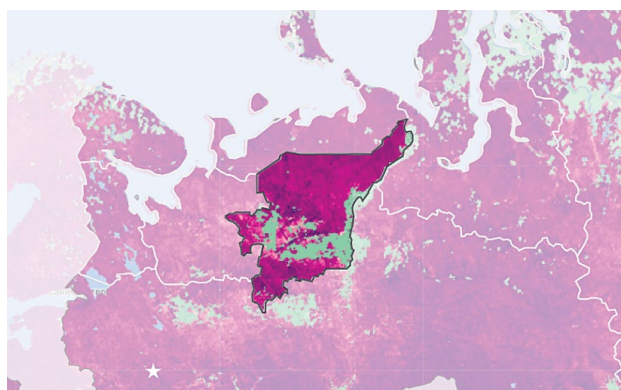


Рис. 18. Залежи метана (CH_4). Республика Коми 2023 г.
Source: Earth-engine data catalog

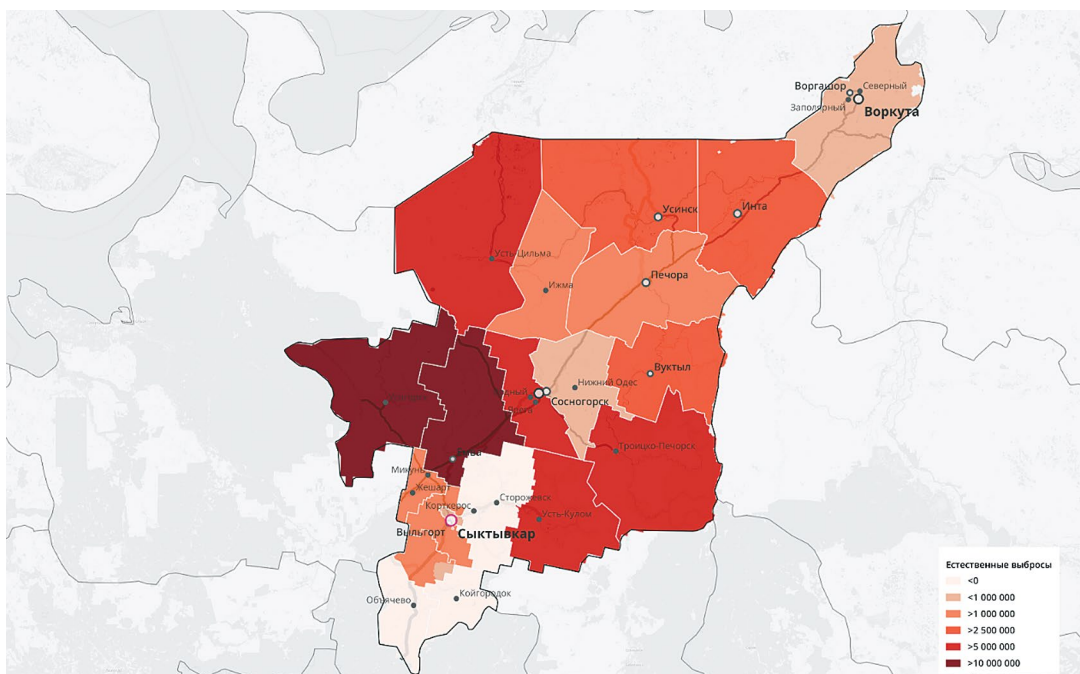


Рис. 19. Районы, наиболее подверженные изменению климата под воздействием естественных выбросов загрязняющих веществ

блике составляет 79,1 %. Ученые обнаружили, что восстанавливающиеся после вырубок леса выделяют больше углерода, чем поглощают (рис. 22).

Таким образом, можно утверждать, что основные естественные процессы, влияющие на изменение климата в Республике Коми, включают в себя:

1. Крупные пожары, на которые приходится 7 % глобальных годовых выбросов углерода. Пожары в Арктике преимущественно происходят на богатых углеродом торфяниках и вечномёрзлых почвах. В результате сгорания органики и таяния мерзлоты в атмосферу выбрасывается колоссальное количество накопившегося за тысячелетия углерода.

2. Изменение использования земли, включая уменьшение лесных площадей и разрушение растительности, что приводит к снижению способности природы поглощать углекислый газ. Нарушение экологического равновесия происходит из-за уничтоже-

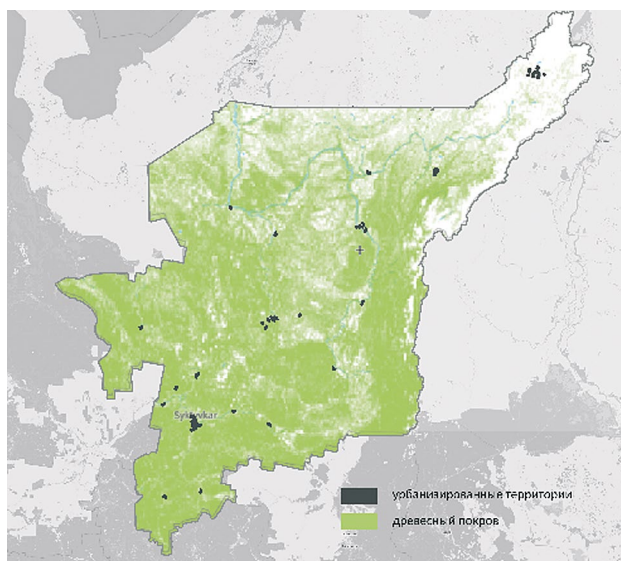


Рис. 20. Деревесный покров. Source: globalforestwatch

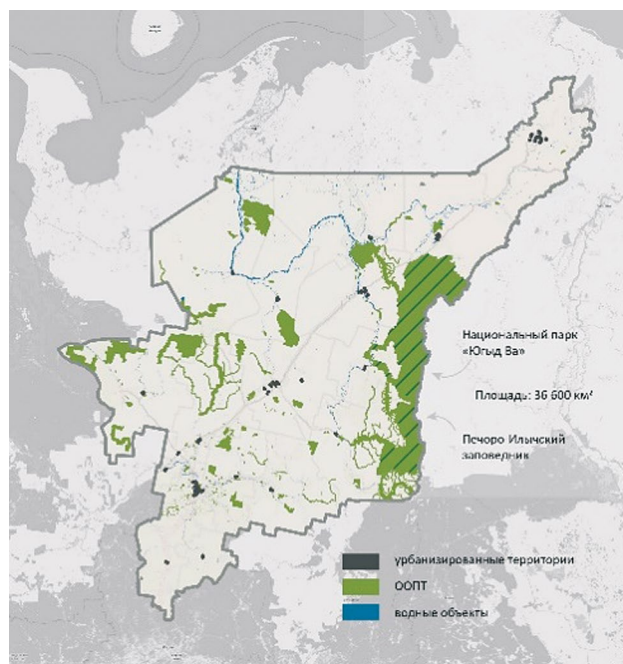


Рис. 21. ООПТ Республики Коми. Source: QGIS

ния деревьев в биогеоценозе, что приводит к увеличению диоксида углерода и глобальному потеплению.

3. Почвенная эрозия и образование пустынь, а также заболачивание в местах с высоким уровнем грунтовых вод.

4. Уменьшение глубины промерзания и сокращение снежного покрова.

Данные факторы значительно влияют на изменение климата, увеличивая концентрацию парниковых газов и приводя к изменению климатических условий. Ограничение антропогенной нагрузки и снижение выбросов парниковых газов являются важными мерами в борьбе с глобальным изменением климата.

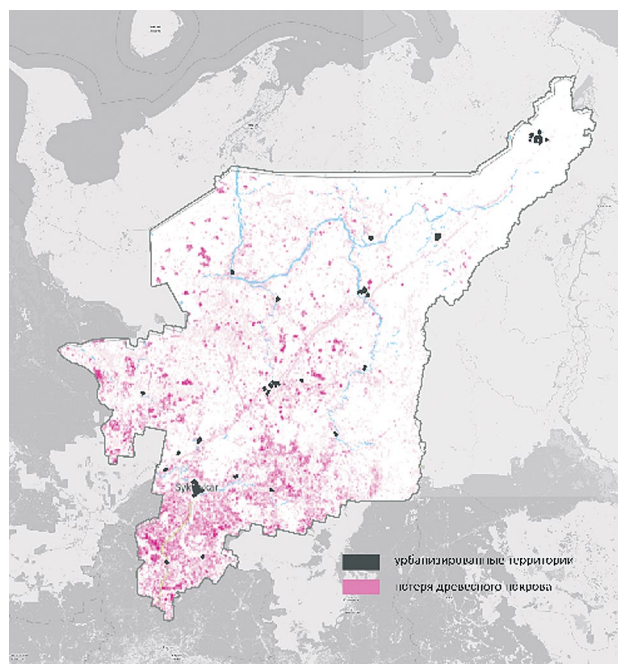


Рис. 22. Потеря древесного покрова. Source: globalforestwatch

Четвертый этап: предложения по мероприятиям, направленным на адаптацию урбанизированных арктических территорий.

Глобальные изменения климата представляют серьезный вызов для лесов и лесного хозяйства в России, включая Республику Коми, в ближайшей и среднесрочной перспективе. Для преодоления этих вызовов, связанных с изменением климата, необходимо разработать и применять адаптационные меры и стратегии в сфере лесного хозяйства. Это может включать управление лесами, учитывающее изменяющиеся условия, выбор лесных пород, адаптированных к новым условиям, а также принятие мер по предот-



Рис. 23. Предложения по мероприятиям, направленным на адаптацию урбанизированных арктических территорий

вращению и управлению лесными пожарами (рис. 23). Проведение мониторинга и исследований также необходимо для более полного понимания влияния изменения климата на леса и разработки эффективных стратегий адаптации¹¹ [10].

Выводы

Климатические изменения, происходящие в настоящее время на планете, могут вызвать негативные последствия: увеличение частоты и интенсивности экстремальных погодных явлений, включая штормы и ураганы, а также повышение уровня мирового океана и связанные с этим проблемы. Арктическая зона оказывает значительное влияние на климат из-за своего географического положения и способности отражать или поглощать солнечное излучение. Таяние ледников и морского льда в Арктике влияет на уровень мирового океана, а также на циркуляцию воздушных масс и осадков. Выбросы парниковых газов в этой

зоне играют важную роль в климатических изменениях. Углекислый газ и метан задерживают тепло в атмосфере, что приводит к глобальному потеплению и изменению климата.

По результатам исследования очевидно, что на данный момент существует потребность в реализации мер по снижению негативного влияния естественных факторов на климатическую ситуацию в Республике Коми и в АЗРФ в целом. Ситуация может быть улучшена путем разработки комплексного плана международных научных исследований в сфере наблюдения за состоянием арктических экосистем, глобальными климатическими изменениями и изучением Арктики. Развитие единой системы государственного экологического мониторинга с применением современных информационно-коммуникационных технологий и систем связи может помочь предотвратить последствия климатических изменений, позволит прогнозировать экологические катастрофы, влияющие на климат, а также сохранить природные ресурсы, которые играют важную роль в регулировании климатических условий. Повышение уровня экологической осведомленности также стимулирует общество принимать меры по борьбе с климатическими изменениями.

¹¹ Доклад о научно-методических основах для разработки стратегий адаптации к изменениям климата в Российской Федерации (в области компетенции Росгидромета). Санкт-Петербург; Саратов : Амирит, 2020. 120 с. URL: <http://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2020/dokladRGM.pdf> (дата обращения: 01.10.2020).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бондаренко Л.В., Маслова О.В., Белкина А.В., Сухарева К.В. Глобальное изменение климата и его последствия // Вестник Российского экономического университета им. ГВ Плеханова. 2018. № 2 (98). С. 84–93.
2. Песчанов Г.Г., Нифонтов Ю.А. Влияние изменения климата на Российскую Арктику // Неделя науки Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. 2020. Т. 2. № 4. С. 69–69.
3. Бедрицкий А.И. Устойчивое развитие Арктической зоны Российской Федерации и климатические аспекты экологической и гидрометеорологической безопасности // Энергетическая политика. 2018. № 4. С. 3–10.
4. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб. : Наукоемкие технологии, 2022. 124 с.
5. Шихов А.Н., Зарипов А.С. Многолетняя динамика потерь лесов от пожаров и ветровалов на северо-востоке Европейской России по спутниковым данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 7. С. 114–128. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-7-114-128
6. Хохлова Л.П., Мандрыка О.Н. Влияние долговременных климатических изменений на состояние арктической экосистемы // Современные проблемы гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды на пространстве СНГ : сб. тезисов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию Российского государственного гидрометеорологического университета. 2020. С. 556–557.
7. Yumashev D., Hope C., Schaefer K., Riemann-Campe K. Climate policy implications of nonlinear decline of Arctic land permafrost and other cryosphere elements // Nature communications. 2019. Vol. 10. No. 1. Pp. 1–11. DOI: 10.1038/s41467-019-09863-x
8. Vavrus S.J. The influence of Arctic amplification on mid-latitude weather and climate // Current Climate Change Reports. 2018. Vol. 4. Pp. 238–249. DOI: 10.1007/s40641-018-0105-2
9. Yamanouchi T., Takata K. Rapid change of the Arctic climate system and its global influences-Overview of GRENE Arctic climate change research project (2011–2016) // Polar Science. 2020. Vol. 25. P. 100548. DOI: 10.1016/j.polar.2020.100548
10. Влад И.В., Шароватов А.А. Вопросы предотвращения последствий глобального изменения климата в Арктике // Инновации и инвестиции. 2023. № 1. С. 52–57.

Об авторах: Анна Евгеньевна Коробейникова — кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры градостроительства; Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

(НИУ МГСУ); Российская Федерация, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; ORCID: 0000-0002-4357-1757, ResearcherID: AAC-8979-2022; e-mail: anna-chega@mail.ru;

Алина Евгеньевна Макарова — магистр; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; Российская Федерация, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; ORCID: 0009-0007-8587-3837; e-mail: makarova.al1999@gmail.com;

Кристина Павловна Конакова — магистр; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; Российская Федерация, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; ORCID: 0009-0008-8747-2970; e-mail: conakova.kristina@yandex.ru.

REFERENCES

1. Bondarenko L.V., Maslova O.V., Belkina A.V., Sukhareva K.V. Global climate changing and its after-effects. *Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*. 2018; 2(98):84-93. (rus).
2. Peschanov G.G., Nifontov Y.A. Climate change impact on the Russian Arctic. *Week of Science of St. Petersburg State Marine Technical University*. 2020; 2(4):69-69. (rus).
3. Bedritsky A.I. Sustainable development of the Russian Arctic zone and climatic aspects of environmental and hydrometeorological security. *Energy Policy*. 2018; 4:3-10. (rus).
4. *The third assessment report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation. General summary*. St. Petersburg, High-tech technologies, 2022; 124. (rus).
5. Shikhov Shikhov A.N., Zaripov A.S. Long-term dynamics of fire- and wind-related forest losses in northeast European Russia from satellite data. *Modern problems of remote sensing of the Earth from space*. 2018; 15(7):114-128. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-7-114-128
6. Khokhlova L.P., Mandryka O.N. The influence of long-term climatic changes on the state of the Arctic ecosystem. *Modern problems of hydrometeorology and environmental monitoring in the CIS space : collection of abstracts of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of the Russian State Hydrometeorological University*. 2020; 556-557. (rus).
7. Yumashev D., Hope C., Schaefer K., Riemann-Campe K. Climate policy implications of nonlinear decline of Arctic land permafrost and other cryosphere elements. *Nature communications*. 2019; 10(1):1-11. DOI: 10.1038/s41467-019-09863-x
8. Vavrus S.J. The influence of Arctic amplification on mid-latitude weather and climate. *Current Climate Change Reports*. 2018; 4:238-249. DOI: 10.1007/s40641-018-0105-2
9. Yamanouchi T., Takata K. Rapid change of the Arctic climate system and its global influences-Overview of GRENE Arctic climate change research project (2011–2016). *Polar Science*. 2020; 25:100548. DOI: 10.1016/j.polar.2020.100548
10. Vlad I.V., Sharovarov A.A. Issues of preventing the consequences of global climate change in the Arctic. *Innovations and Investments*. 2023; 1:52-57. (rus).

About the authors: **Anna E. Korobeinikova** — Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Urban Planning; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-4357-1757, Researcher ID: AAC-8979-2022; e-mail: anna-chega@mail.ru;

Alina E. Makarova — Master's Degree; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ORCID: 0009-0007-8587-3837; e-mail: makarova.al1999@gmail.com;

Kristina P. Konakova — Master's Degree; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ORCID: 0009-0008-8747-2970; e-mail: conakova.kristina@yandex.ru.

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ: ПРИЕМЫ И МЕТОДЫ В АРХИТЕКТУРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Асмик Рубеновна Ключко

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ);
г. Москва, Российская Федерация

Принципы устойчивой архитектуры все чаще признаются в качестве методологического подхода к созданию современной архитектуры, в том числе зданий образовательных учреждений. Целью написания статьи является определение основных архитектурных методов и приемов для повышения характеристик устойчивости образовательных учреждений. Для объективного описания приемов и методов устойчивости были проанализированы архитектурные решения зарубежных и отечественных объектов, построенных не раньше 2015 года, концепция которых была основана на стремлении к принципам устойчивого развития. Изучение научных трудов по теме, анализ проектных материалов позволили выявить ряд методов, приемов и рекомендаций, позволяющих развивать устойчивость архитектуры подобных зданий. Данная статья будет полезна студентам архитектурных ВУЗов или практикующим архитекторам при проектировании образовательных учреждений. Подобные исследования призваны стимулировать создание таких пространств, которые вдохновляют, чтобы анализировать, исследовать, творить, общаться, сотрудничать, размышлять.

Ключевые слова: устойчивая архитектура образовательных учреждений, устойчивая архитектура школ, устойчивая архитектура детских садов, устойчивая архитектура университетов

Для цитирования: Ключко А.Р. Устойчивое развитие современных образовательных учреждений: приемы и методы в архитектурном проектировании // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 2. С. 59–75. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.59-75

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF MODERN EDUCATIONAL INSTITUTIONS: TECHNIQUES AND METHODS IN ARCHITECTURAL DESIGN

Asmik R. Klochko

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU); Moscow, Russian Federation

The principles of sustainable architecture are increasingly recognized as a methodological approach to the creation of modern architecture, including buildings of educational institutions. The purpose of writing this article is to identify the main architectural methods and techniques to improve the sustainability characteristics of educational institutions. In order to objective description of techniques and methods of sustainability, we analyzed architectural solutions of foreign and domestic objects built not earlier than 2015, the concept of which was based on the pursuit of the principles of sustainable development. The study of scientific works on the topic, the analysis of design materials allowed us to identify a number of methods, techniques and recommendations that allow us to develop the sustainability of the architecture of such buildings. This article will be useful for students of architectural universities or practicing architects when designing educational institutions. Such research is intended to stimulate the creation of spaces that inspire to analyze, explore, create, communicate, collaborate, reflect.

Keywords: sustainable architecture of educational institutions, sustainable architecture of schools, sustainable architecture of kindergartens, sustainable architecture of universities

For citation: Klochko A.R. Sustainable development of modern educational institutions: techniques and methods in architectural design. Biosphere Compatibility: Man, Region, Technology. 2024; 2:59-75. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.59-75 (rus.).

«Все цели устойчивого развития сводятся к образованию»
Юсуфзай Малала (Yousafzai Malala)

Введение

Решения, касающиеся проектирования, возведения и эксплуатации зданий и городов, оказывают значительное влияние на наше здоровье и здоровье нашей

планеты. Что касается зданий образовательных учреждений, то примерно треть граждан РФ ежедневно взаимодействуют с образовательной средой — это дошкольники, ученики, студенты, воспитатели, учи-

теля, преподаватели, администраторы, обслуживающий персонал и другие. То есть образовательная среда оказывает значительное и продолжительное влияние на здоровье и самочувствие большого количества наших соотечественников. Создание здоровой среды обучения является очень важной задачей для современных архитекторов, вдохновляет их на внедрение более экологических практик, безопасных материалов, методов снижения эксплуатационных расходов и т.п. как при новом строительстве, так и при реконструкции и адаптации существующего здания к новому пользованию. Все эти шаги можно отнести к концепции устойчивого развития, в направлении к которой движется человечество.

Концепция устойчивого развития появилась как симбиоз экономической, социальной и экологической точек зрения и включает в себя 17 взаимосвязанных целей, разработанных в 2015 г. Генеральной ассамблеей ООН в качестве «плана достижения лучшего и более устойчивого будущего для всех»¹. В соответствии с глобальными целями устойчивого развития общества, устойчивость архитектурных решений заключается в реализации ряда мероприятий. Среди них — снижение энергопотребления зданий, повышение гибкости и эффективности использования ресурсов, уменьшение загрязнения окружающей среды при строительстве и эксплуатации здания и другое.² [1–3]. Устойчивая архитектура образовательных учреждений стремится строить здоровые, эффективные и экологически чистые учебные заведения, функционирование которых оказывает положительное или нейтральное влияние как на пользователей, так и на планету в целом. На практике это достигается за счет целого ряда методов, которые и будут рассмотрены в данном исследовании.

Целью написания статьи является определение основных методов и приемов для повышения характеристик устойчивости образовательных учреждений. Это поможет совершенствовать принимаемые архитектурные решения практикующими архитекторами. Также материалы статьи будут полезны в образовательном процессе при обучении студентов архитектурных вузов как рекомендации по проектированию общеобразовательных учреждений

по дисциплине «Архитектурное проектирование общественных зданий».

Методы и модели исследования

Материалы и методы данного исследования предусматривают методы обзора, сравнительного анализа и синтеза по зарубежным и отечественным научным, литературным источникам² [1–8] и проектным материалам, связанным с устойчивой архитектурой современных образовательных учреждений.

Рассматривались проекты образовательных учреждений в мировой практике, концепция которых была основана на принципах устойчивого развития, представленные на открытой архитектурной платформе archdaily.com.

Поиск научной литературы проводился в научной электронной библиотеке Elibrary, в электронных базах данных, включая Scopus, Web of Science, с использованием соответствующих ключевых слов, включая «устойчивая архитектура школ», «устойчивая архитектура университетов», «устойчивая архитектура детских садов», «устойчивая архитектура образовательной среды».

Поиск ограничивался статьями, опубликованными на русском языке с 2015 г.

Также применяется междисциплинарный подход, учитывающий влияние медицинских, социологических, психологических, педагогических аспектов на архитектурное проектирование зданий образовательных учреждений, представленных в научных статьях смежных направлений³ [7–13].

Анализ проектных решений образовательных учреждений, относящихся к концепции устойчивости, а также рекомендации по архитектурному проектированию устойчивых образовательных учреждений представлены в разделе «результаты исследования».

Среди проанализированных проектов оказались здания образовательных учреждений, представленные ниже.

Умный центр, Дебет, Армения (архитектор Пол Калустян), 2018 г.

Умный центр сочетает современный архитектурный дизайн и аутентичность сельского региона. Одноэтажное здание с лентообразной формой вписывается в ландшафт акцентируя внимание не на архитектуру, а на сам ландшафт. В каждом кампусе используется устойчивый и экологичный дизайн, автономные компоненты и возобновляемая энергия. В здании большая часть помещений спрое-

¹ United Nations. Resolution adopted by the General Assembly on 6 July 2017, Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development. 2017. URL: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_71_313.pdf (дата обращения: 18 апреля 2024 г.).

² Клочко А.Р., Коровина Е.И. Развитие архитектуры школьных зданий в России и в мире // Архитектура зданий и сооружений. 2017. № 2 (39). С. 98–113. URL: https://www.marhi.ru/AMIT/2017/2kvart17/PDF/08_AMIT_39_KLOCHKO_KOROVINA_PDF.pdf

³ Energy Savings Plus Health: Indoor Air Quality Guidelines for School Building Upgrades. URL: [ites/default/files/2014-10/documents/energy_savings_plus_health_guideline.pdf](https://www.energy.gov/default/files/2014-10/documents/energy_savings_plus_health_guideline.pdf)



a



b

Рис. 1. Умный центр, Дебет, Армения (архитектор Пол Калустян), 2018 г. (archdaily.com): a — экстерьер; b — часть фасада (URL: [mart-center-studio-paul-kaloustian?ad_source=search&ad_medium=projects_tab](https://archdaily.com/mart-center-studio-paul-kaloustian?ad_source=search&ad_medium=projects_tab))

ектированы с доступом на свежий воздух таким образом, что природа также становится элементом обучения (рис. 1).

Центр просвещения Luminary, Дагестан, РФ (архитекторы Archiproba Studios), 2018 г.

Центр просвещения Luminary расположен в саду на территории около 2500 квадратных метров. Здесь можно увидеть мозаики разных стилей и эпох, где традиционная дагестанская

архитектура сочетается с ультрасовременными элементами архитектуры модернизма из черного металла и стекла. Здесь были возведены лекторий с панорамным остеклением, летний амфитеатр для занятий на открытом воздухе и обсерватория. Недостроенные здания, стоявшие на территории с 2000 года, превратились в модернизированный главный учебный корпус, а саля — в резиденцию для посетителей (рис. 2).



a



b

Рис. 2. Центр просвещения Luminary, Дагестан, РФ (архитекторы Archiproba Studios), 2018 г. (archdaily.com): *a* — экстерьер; *b* — вид с высоты птичьего полета (URL: <https://www.archdaily.com/939768/luminary-inspiration-center-archiproba>)

Школа Thaden (Таден), Бентонвилл, США (архитекторы Marlon Blackwell), 2021 г.

Школа Тадена, Бентонвилл, США использует возобновляемые источники энергии, применяет методы естественного озеленения, выращивает большую часть собственных продуктов питания и перерабатывает органические отходы в замкнутую систему, чтобы помочь снизить общее воздействие на окружающую среду (рис. 3).

Средняя школа Sidwell Fiends School в Вашингтоне, США (Kieran Timberlake Architects)

Здание, получившее Платиновую сертификацию LEED (Leadership in Energy and Environmental Design — Лидерство в области энергетики и экологического дизайна), оснащено системой естественной вентиляции, использующей пассивную энергию солнца для создания естественной тяги, эффективной системой использования воды и элект-



a



b

Рис. 3. Школа Thaden (Таден), Бентонвилл, США (архитекторы Marlon Blackwell), 2021 г. (archdaily.com): a — часть фасада; b — экстерьер (URL: <https://www.archdaily.com/987700/thaden-school-marlon-blackwell-architect>)

троэнергии (90 % сокращение использования воды и на 60 % меньше энергии), фотоэлектрическими солнечными батареями и специальной системой рециркуляции сточных вод, которая фильтрует 3000 галлонов воды в день для повторного ее использования, а также системой оптимального использования дневного света. Школу также оборудовали зеленой крышей и террасированным садом, поливаемым дождевой водой. Наблюдая за работой и регулировкой всех этих экологических

систем, учащиеся постигают важность «сотрудничества» с природой. Растения, выращенные учениками на зеленой крыше, поставляются в столовую (рис. 4).

Копенгагенская международная школа, Дания (архитектор К.Ф. Моллер), 2017 г.

Фасад копенгагенской международной школы, крупнейшей школы Дании, облицован 12 тысячами солнечных панелей (по 10 солнечных панелей на уче-



a

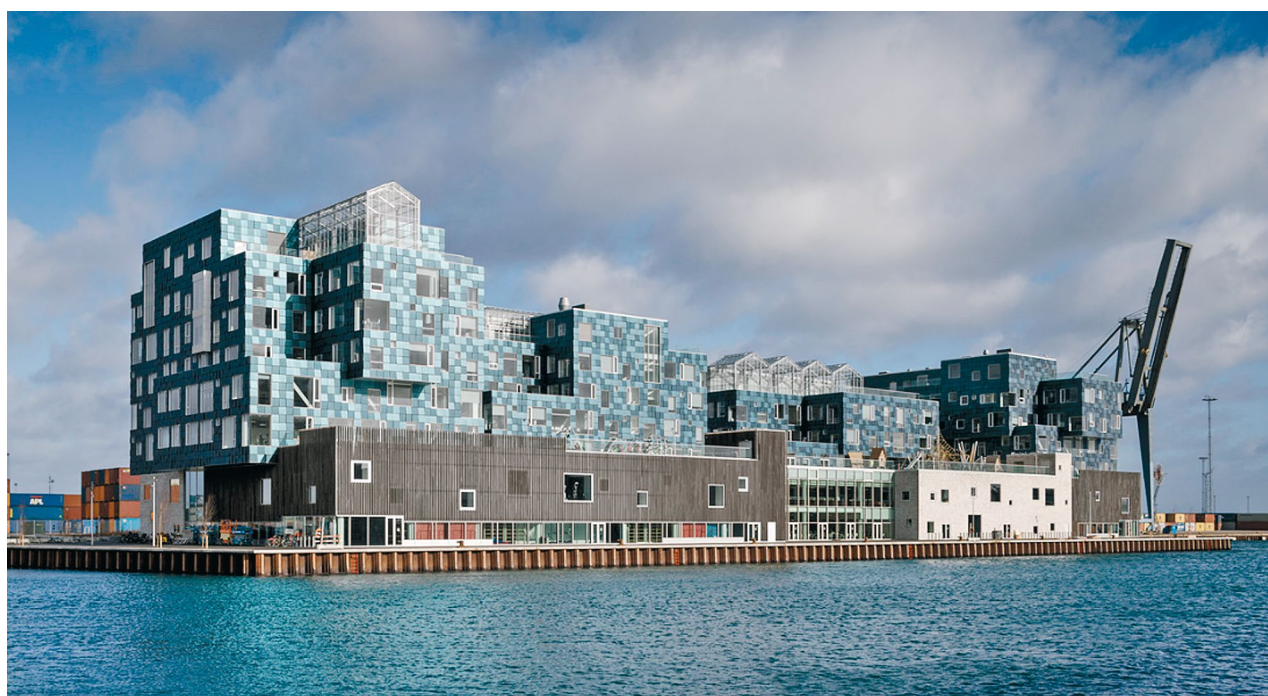


b

Рис. 4. Средняя школа Sidwell Fiends School в Вашингтоне, США (Kieran Timberlake Architects) (building.am): *a* — вид на внутренний дворик; *b* — террасированный сад (URL: idwell-friends-school-washington-dc-usa/)



a



b

Рис. 5. Копенгагенская международная школа, Дания (архитектор К. Ф. Моллер), 2017 г. (archdaily.com): *a* — фасад с солнечными панелями; *b* — архитектурный облик (URL: <https://www.archdaily.com/879152/copenhagen-international-school-nordhavn-cf-moller>)

ника, вырабатывающих более 200 МВт·ч/год). Это один из крупнейших в стране блоков фотогальванических элементов, установленных на одном здании. Расположение панелей под разными углами создает интересный архитектурный образ, но главное то,

что фасад покрывает более половины потребностей школы в электроэнергии. Батареи также служат наглядным пособием для школьников, изучающих их работу и использующих полученные данные на уроках математики и физики (рис. 5).



a



b

Рис. 6. Исследовательский центр института Маккуори, Австралия (архитектурная студия Architectus), 2017 г. (archdaily.com): *a* — архитектурный облик; *b* — интерьер (URL: <https://www.archdaily.com/916189/macquarie-university-incubator-architectus>)

Исследовательский центр института Маккуори, Австралия (архитектурная студия Architectus), 2017 г.

Здание Инкубатора (исследовательского центра) Университета Маккуори для начинающих предпринимателей в Сиднее является демонстрацией адаптивного пространства и высококачественного экологичного дизайна (рис. 6). В функциональной основе здания несколько павильонов, которые можно объединять или дифференцировать в зависимости от задач.

Детский сад Хана, Инчхон, Южная Корея (архитекторы ISON Architects), 2021 г.

Это здание органично вплетено в окружающий холмистый ландшафт. Озеленение крыши занимает все пространство первого и второго этажей, некоторые ее части иногда служат местом для беготни и игр детей. В местах, куда затруднен доступ естественного света, размещены выступающие световые люки, которые снаружи выглядят как скальные выступы на холме (рис. 7).



a



b

Рис. 7. Детский сад Хана, Инчхон, Южная Корея (архитекторы ISON Architects), 2021 г. (archdaily.com): *a* — вид с высоты птичьего полета; *b* — вид на внутренний дворик (URL: <https://www.archdaily.com/1009232/hana-daycare-center-ison-architects>)



a



b

Рис. 8. Начальная и средняя школа, Энсино, США (архитекторы NBBJ, 2023 (archdaily.com): *a* — вид с высоты птичьего полета; *b* — вид на внутренний дворик (URL: https://www.archdaily.com/1014933/lower-school-campus-of-westmark-school-nbbj?ad_source=search&ad_medium=projects_tab)

Начальная и средняя школа, Энсино, США (архитекторы NBBJ), 2023 г.

Это инклюзивная гостеприимная и насыщенная природными компонентами среда, построенная с использованием древесины и других натуральных материалов. Классы адаптированы для обучения особенных детей с дислексией, дисграфией и дискалькулией. Вся концепция здания обеспечивает гибкость планировочных решений, здоровый дневной свет, высокое качество воздуха, необходимую шумоизоляцию, возможности обучения на свежем воздухе в затененном открытом пространстве (рис. 8).

Результаты и обсуждение

Рассмотренные современные здания образовательных учреждений имеют много общих характеристик.

Стремление к энергоэффективности и снижению общего негативного воздействия на окружающую среду на всем жизненном цикле являются наиболее очевидными целями устойчивой архитектуры рассмотренных образовательных учреждений. Оптимальное комбинирование планировочных и конструктивных решений, грамотный выбор строительных материалов, учет климатических и природных особенностей территории — все это дало максимальный эффект при решении этих задач.

Рассмотренные образовательные учреждения, внедрившие стратегию устойчивой архитектуры, работают гораздо эффективнее, и, как следствие, производят гораздо меньше выбросов парниковых газов, уменьшают эксплуатационные расходы примерно на треть по сравнению с теми, которые спроектированы в соответствии с традиционными строительными стандартами. Часть из них предприняли шаги по сокращению водопотребления, помогая экономить воду и эффективно уменьшать избыточный ливневодосток.

Известно, что форма здания влияет на эффективность использования энергетических ресурсов, на сбережение энергии, поступающей от инженерных сетей, на использование благоприятных и нейтрализацию неблагоприятных воздействий окружающей среды [7, 8]. Вытянутая, сглаженная и компактная форма большинства из рассмотренных зданий без обилия членений и изрезанностей объема представляет собой самое удачное решение с точки зрения энергоэффективности. Ведь для повышения характеристик энергоэффективности необходимо уменьшать показатель удельного периметра наружных стен, м/м^2 (отношение периметра наружных ограждающих конструкций к площади этажа) [9]. Продуманный подход к ориентации зданий дает возможность в теплый период года уменьшить негативное влияние солнечной радиации и снизить затраты

на охлаждение здания, а в холодный период экономить средства на отопление.

Использование систем, преобразующих энергию, тоже дает значительный эффект. Их можно разделить на активные (использующие различные устройства и приборы, которые аккумулируют в себе энергию и передают ее потребителю в виде тепла или электричества) или пассивные (элементы системы помогают накапливать и равномерно распределять по зданию тепло).

С точки зрения экономичности, пассивные системы для образовательных учреждений оптимальны, так как учитывают преимущества расположения объекта, влияние принятых архитектурных решений на энергоэффективность, включают в систему здания источники возобновляемой энергии и при необходимости дают возможность использовать ресурсы ископаемого топлива. Здания с пассивными системами отопления основываются на использовании прямого солнечного отопления, нагрева изолированного объема, использовании гелиотеплиц, пассивного охлаждения через ограждающие конструкции и другого. Пассивные системы вентиляции работают благодаря разнице давлений внутри и вне здания, создаваемой из-за суточных перепадов атмосферного давления, ветра, перепадов температуры и другого. Для работы пассивных (или естественных) систем вентиляции требуется иметь технологические отверстия (обычно, это окна, двери, а также особые архитектурные решения (перфорированные стены) и инженерные решения (стенной приточный клапан, оконные вентиляционные клапаны)), через которые происходит обмен воздуха. Этот процесс снижает потребность в механической вентиляции и энергопотребление.

Уменьшение влияния солнечного света на поверхность здания образовательного учреждения может заметно снизить нагрузку на систему охлаждения. Здесь большинство рассмотренных примеров весьма продуманно используют методы благоустройства территории с посадкой деревьев, установки вертикальных озелененных решеток вдоль южной и западной сторон, откуда исходит максимальный поток солнечного света. Помещения, ориентированные на юг, защищаются от перегрева с использованием жалюзи, свесов кровель и другого.

Одна из первостепенных целей устойчивого развития общества звучит как «Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте»¹. Поэтому обеспечение здоровой среды образовательных учреждений является приоритетной задачей архитекторов. Непродуманный и халатный подход к архитектурной организации образовательной среды очень часто приводит к тому, что люди в помещениях подвергаются систематиче-

скому воздействию загрязненного воздуха, химических паров, волокон асбеста, плесени, экскрементов вредителей, токсинов и другого.

Исследования, связывающие плохую экологическую обстановку образовательных учреждений с проблемами здоровья детей и снижением успеваемости, показывают, что внутренняя среда школы, детского сада и прочего играет решающую роль в успеваемости учащихся. Примерами симптомов, вызванных недостаточным качеством образовательной среды, являются раздражение дыхательных путей, боль в горле, приступы астмы, сонливость, головные боли и неспособность сосредоточиться. Все это непосредственно влияет на способность к обучению и может оказывать пролонгированное неблагоприятное воздействие даже во взрослом возрасте³. О росте распространенности аллергических заболеваний и бронхиальной астмы в школьном возрасте свидетельствуют и результаты эпидемиологических исследований [10]. Причем распространенность симптомов у школьников России примерно сопоставима со среднемировыми и европейскими данными и колеблется в зависимости от регионов от 5 до 11 % среди детей 7–8 лет, от 5 до 13 % среди детей 13–14 лет, что в несколько раз превышает данные официальной статистики. А увеличение распространенности аллергических и астматических проявлений ученые медики связывают в основном с экологическими факторами. Поэтому в стратегию ранней профилактики этого заболевания входит также максимальная экологизация среды образовательных учреждений.

В данной ситуации приветствуется использование экологически чистых натуральных материалов в наружной облицовке и внутренней отделке здания, выбор материалов с низким содержанием летучих органических соединений или без них, увеличение циркуляции воздуха в помещении, применение технологии «зеленого строительства» [14, 15]. Необходимо избегать применения низкокачественных полимерных материалов, пенополистирола, асбеста, пенополиуретана, полиуретана, винила, пластика, низкокачественных красок и дешевых обоев с синтетическими пропитками материалов, в составе которых есть формальдегиды, толуол, ксилол и другое.

Связь человека с природой усиливается наличием в архитектурных решениях природных форм, материалов, фактур. Древесина, неоштукатуренный кирпич, природный камень и другие естественные материалы, проявляющие в отделке свою фактуру, могут создать уникальную архитектуру.

Тенденция устойчивого развития рассмотренных зданий образовательных учреждений отличается стремлением к единству с природным окружением, гармонизацией объема с окружающим пространством, «раскрытием» здания изнутри на природу,

включением элементов природы в интерьер, доступом к естественному дневному свету, к свежему воздуху, к зеленым насаждениям, к открытым водным пространствам и многим другим. Это улучшает состояние дыхательных путей, снижает усталость и чувство стресса, восстанавливает способность к вниманию, смягчает некоторые негативные последствия искусственной среды на здоровье.

Взаимосвязь и взаимозависимость внешнего и внутреннего пространства, которых архитекторы добиваются путем организации зеленых игровых дворов-патио, аккумулируют энергетику обучения и игр, выплескивая детскую активность во двор. Помещения, требующие спокойной сосредоточенной деятельности, изолируются от шума, например, по внешнему контуру здания. Карнизы часто выносятся вперед, позволяя создавать переходное пространство, перекликающееся с идеями античной классики, когда обучение велось на свежем воздухе в тени портика. Такое решение позволяет защитить от прямых солнечных лучей и практически при любой погоде находиться на свежем воздухе.

Постоянные непрекращающиеся реформы образовательных систем требуют архитектурный отклик, заключающийся в функциональной гибкости (трансформируемости) архитектурных решений. Это подразумевает возможность изменения функционального назначения помещений и зон, возможность реорганизовать пространство, быстро переформировать его под новый образовательный уклад, добавлять изначально не предусмотренные функции и даже менять профиль учреждения без значительных экономических, экологических и временных затрат на реконструкцию и реорганизацию пространства. Чем больше функциональных возможностей дает данное пространство при минимальной площади, тем более функционально емким и эффективным оно является. Здания с ограниченной функциональностью в контексте устойчивого развития можно считать неэффективными. Современное развитие общества диктует требование к архитекторам проектировать в четырех измерениях с учетом не только пространственных характеристик, но и временных. Максимально возможная вариативность функционального содержания помещений и зон для проведения различных сценариев их использования повышает устойчивость здания образовательного учреждения, увеличивает срок морального износа здания. Рассмотренные примеры образовательных учреждений спроектированы и подготовлены для адаптивного повторного использования, учитывают неопределенность будущих событий и, вероятно, прослужат очень долго.

Трансформируемость и открытость образовательной среды реализуется с помощью концепции открытости и связанности разных пространств, что

способствует интенсивному взаимодействию обучающихся. В рассмотренных архитектурных проектах практически нет привычных вытянутых коридоров, их заменяют холлы, галереи, атриумы, общие пространства для обучения, общения и отдыха, с множеством индивидуальных уединенных зон. В некоторых учреждениях дошкольного и начального образования кабинетная система вовсе заменена на образовательные зоны с мягкой, подвижной мебелью. Необходимость соответствия российским нормам с отгороженными групповыми ячейками, неизбежно приводящая к организации коридорной планировочной схемы, усложняет реализацию этой тенденции, но является интересным вызовом для отечественных архитекторов.

Ощущение открытости образовательного пространства, дающее чувство свободы, создается также максимально допустимым по региональным нормам остеклением, что, в свою очередь, является методом повышения энергоэффективности пространства.

Способствовать достижению цели устойчивого развития общества, касающейся благополучия всех в любом возрасте, архитекторы рассмотренных учреждений добиваются также благодаря достижению эмоциональной выразительности, согласованному сочетанию архитектурных средств (ритм, фактура, светотеневые и цветовые соотношения и другое). Все это влияет на сенсорный аппарат людей, а значит на их поведение и мировосприятие, является инструментом интенсификации образовательных процессов и успеваемости обучающихся. Наука о воздействии архитектурной среды на здоровье относительно нова и требует новых исследований, но предполагается, что медиаторы нервной системы реагируют на стимулы окружающей среды, следовательно, на средовые характеристики. Индивидуальный архитектурный образ зданий образовательных учреждений является предметом гордости учащихся и учителей, а также важной частью проектирования, именно поэтому в передовых странах их проектированием занимаются архитекторы с мировым именем, ставящие перед собой серьезную задачу — сделать сам объект инструментом образования.

Методы устойчивой архитектуры образовательных учреждений предполагают указание социальной значимости здания, транслируют открытый и гибкий характер, необходимость удовлетворения образовательных потребностей каждого, равенство доступа к образованию, право на самоопределение учащегося и другое. То есть образ устойчивого здания декларирует единство развития образования и общества [13]. Бытует мнение, что эта тенденция относится в основном к проектированию образовательных учреждений передовых западных

стран (США, Германии, Франции, Англии, Швеции и других), а в РФ они проектируются за редким исключением по типовым закостенелым проектам. Но нужно осознать и не забывать, что формирование западной образовательной системы во многом базировалось и развивалось на достижениях СССР в области всеобщего и равного образования, на чем впоследствии и была основана концепция устойчивости.

В концепции «благополучия для всех» нельзя забывать и о тех, кому со здоровьем изначально повезло меньше — о маломобильных группах [16–20].

По данным ВОЗ, десятая часть детей рождается с отклонениями, из которых 2,5 % составляют дети с поражением опорно-двигательного аппарата, 5 % — дети с поражением зрения, 11 % — дети с поражением слуха, 3,5 % — дети с нарушениями речи, остальные — дети с психическими отклонениями.

При этом уже доказано многими исследованиями [20], что наилучшие результаты в воспитании и лечении маломобильных групп населения с легкими формами заболеваний достигаются при их интеграции в коллектив ровесников.

Принципы инклюзивности, повышающие характеристики устойчивости в архитектурных решениях, включают в себя:

- организацию в образовательной среде четкой системы *визуальных* (знаки, указатели, цветовая дифференциация функциональных зон, выделение спусков-подъемов, дверных проемов, границ лестничного марша и другого), *звуковых* (сигналы в опасных местах, звуковые маяки для направления движений), *функциональных* (выделение подъемов и спусков, правостороннее открывание дверей и другое) ориентиров;
- короткие и простые коммуникационные связи между помещениями;
- оснащение вдоль основных маршрутов передвижения опорными приспособлениями стен, мебели для поддержки при ходьбе и стоянии обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата;
- сокращение возможных препятствий для передвижения (выступов, порогов и другого);
- гибкость интерьерного решения учебных классов, предусматривающая возможность оборудовать места для учащихся-инвалидов по каждому виду нарушений;
- устройство специализированных лифтов для маломобильных групп населения и их сопровождающих;
- увеличение коэффициента естественного освещения или организация особого искусственного освещения рабочих поверхностей в учебных классах для слабовидящих;

- обеспечение допустимого уровня шума в классных комнатах не более 40 дБа для обучающихся с нарушением слуха;
- организация полузамкнутых уединенных пространств, помогающих регулировать психологическую дистанцию с окружающими для учащихся с легким нарушением психического развития, с сердечно-сосудистой недостаточностью.

Нельзя также не затронуть печальную тенденцию увеличения числа стрельбы в образовательных учреждениях. Это явление уже получило название скулшутинга, потому что именно в школах оно проявляется чаще чем в других учреждениях. Это непосредственно затрагивает концепцию устойчивости, так как образовательная среда должна обеспечивать безопасность, благополучие и здоровье граждан. Наряду с социальными, психологическими, организационными, управленческими методами борьбы с этим негативным явлением, современными архитекторами стали предлагаться и архитектурные методы, позволяющие повысить характеристики безопасности образовательной среды. Среди этих мер можно указать:

- понятную простую ориентацию внутри здания без сложных коммуникационных связей между функциональными зонами, позволяющую быстро ориентироваться и находить выход;
- организацию дополнительных выходов на улицу из больших помещений;
- разделение здания на сегменты, оснащенные огнеупорными дверьми, которые запираются дистанционно и могут ограничить перемещение нападающего;
- закругление коридоров, урезающее обзор нападающего;
- оснащение открытых помещений бетонными барьерами, за которыми можно прятаться;
- оснащение классных помещений механизмами запирания изнутри;
- установка пуленепробиваемых стекол, где это возможно и другое.

Заключение

В практике архитектурного проектирования образовательных учреждений рекомендуется учитывать следующие приемы для оптимизации характеристик устойчивости здания:

- ориентацию зданий по сторонам света с учетом оптимальной инсоляции помещений;
- сглаженную и компактную форму здания без обилия членений и изрезанностей;
- влияние природных факторов (ветер, рельеф, водоемы) на планировку, а также учет особенностей природного ландшафта, природных элемен-

тов и растительности, характерных для данной территории;

- стремление к единству с природным окружением, гармонизацию объема здания с окружающим пространством;
- активное применение технологий озеленения крыш, вертикального озеленения и другого;
- максимально допустимую по местным нормам светопрозрачность наружных конструкций, позволяющую увеличить уровень дневного освещения, снизить расходы на электроэнергию, улучшить комфорт образовательной среды;
- увеличение коэффициента затенения с помощью озеленения, свесов кровель, установки жалюзи и другого для уменьшения влияния солнечного света на поверхность здания, тем самым снижения нагрузки на систему охлаждения;
- интеграцию средств альтернативной энергетики в структуру здания (например, солнечных панелей);
- наличие специализированных инженерных сооружений на участке строительства для накопления и фильтрации воды, для утилизации отходов жизнедеятельности и другого; наличие технологических отверстий для пассивной системы вентиляции;
- тепловое зонирование здания;
- отделку внутренних конструкций здания темными материалами для аккумуляции тепла; наличие помещений для аккумуляции тепла;
- использование большого разнообразия согласованных и экологических, натуральных материалов, фактур, текстур, цветовых и светотеневых соотношений для получения безвредных сенсорных, моторных и когнитивных раздражителей, стимулирующих развитие;
- обеспечение гибкости проектных решений, сокращение количества узкоспециализированных помещений в пользу универсальных с помощью применения раздвижных перегородок, трансформируемой модульной мебели и другого. Увеличение площади складских помещений, обеспечивающих возможность трансформации и функциональной гибкости. Открытая планировка общественных зон с возможностью хорошей циркуляции воздуха;
- организацию современной системы освещения (использование светодиодных светильников и автоматическое управление светом по датчикам присутствия для экономии расхода электричества). Разноуровневое небанальное освещение помещений способствует совершенствованию пространственных ощущений;
- использование интерьерного оборудования, соответствующего возрасту, состоянию здоровья

и запросам, позволяющее изучать физические возможности своего тела;

- внедрение принципов инклюзивности в архитектурные решения;
- внедрение антишутинговых принципов в архитектурные решения здания и другое.

Образовательная среда — это система архитектурно-планировочных, педагогических, социальных, психологических, организационных и многих других компонентов. Принципы устойчивой архитектуры нацелены на увеличение срока службы зданий, его безвредность для окружающей среды и здоровья граждан, минимизацию эксплуатационных расходов, возможность адаптации архитектурно-планировочной структуры к требованиям времени и другое. Становление энергоэффективности и экологичности как парадигмы проектирования, симбиоз объемно-пространственных решений и природной среды в пользу экологической составляющей ведут за собой сокращение ресурсопотребления, энергонезависимость

зданий, положительные экономические показатели. К тому же ориентация на средовой подход в архитектуре позволяет качественно улучшить художественно-эстетический облик среды.

Уровень изученности научных проблем, касающихся устойчивой архитектуры образовательных учреждений, высокий и разносторонний. Их исследование, а также анализ проектных решений современных образовательных учреждений, реализующих концепцию устойчивости, позволило сформировать статью, выявляющую современные методы и приемы повышения устойчивости архитектуры образовательных учреждений. Данная статья будет полезна студентам архитектурных вузов или практикующим архитекторам при проектировании образовательных учреждений. Подобные исследования призваны стимулировать создание таких пространств, которые вдохновляют, чтобы анализировать, исследовать, творить, общаться, сотрудничать, размышлять.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ильвицкая С.В., Михайлова И.В. Устойчивая архитектура как вектор развития в проектировании дошкольных образовательных организаций // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 6. С. 61–69. DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-6-61-69
2. Гельфонд А., Попов А., Дуцев М., Данилина Н. Место и время в архитектуре кампусов вузов // Проект Байкал. 2023. Т. 20. № 77. С. 104–111. DOI: 10.51461/issn.2309-3072/77.2200
3. Попов А.В., Потапова П.А. Проектирование кампусов вузов в аспекте устойчивого развития // Экология урбанизированных территорий. 2020. № 4. С. 146–156. DOI: 10.24412/1816-1863-2020-4-146-156
4. Гвоздиков Т.А. Современные тенденции в образовании и архитектура современной школы // Вестник современных исследований. 2018. № 12.15 (27). С. 79–82.
5. Тица Л. Архитектура школ — устремленность в будущее // Архитектура и строительство России. 2019. № 2 (230). С. 86–91.
6. Issa M.H., Attalla M., Rankin J.H., Christian A.J. Energy consumption in conventional, energy-retrofitted and green LEED Toronto schools // Construction Management and Economics. 2011. No. 29 (4). Pp. 383–395. DOI: 10.1080/01446193.2011.552511
7. Rashdi W.S.S.W.M., Embi M.R. Analysing optimum building form in relation to lower cooling load // Procedia — Social and Behavioral Sciences. 2016. No. 222. Pp. 782–790. DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.05.161
8. Anand P., Deb C., Alur R. A simplified tool for building layout design based on thermal comfort simulations // Frontiers of Architectural Research. 2017. No. 6. Pp. 218–230. DOI: 10.1016/j.foar.2017.03.001
9. Рубцова М.В., Семенова Э.Е. Учет влияния формы здания на его энергоэффективность // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2021. № 2 (36). С. 10–15. DOI: 10.52684/2312-3702-2021-36-2-10-15
10. Шахова Н.В., Кашиная Т.С., Камалтынова Е.М. Распространенность бронхиальной астмы и аллергических заболеваний среди детей // Аллергология и иммунология в педиатрии. 2022. № 2. С. 5–12. DOI: 10.53529/2500-1175-2022-2-5-12
11. Самарин О.Д., Ключко А.К. Решение задач нестационарной теплопередачи, энергосбережения и управления климатическими системами. М. : Изд-во МИСИ-МГСУ, 2022. 93 с.
12. Самарин О.Д., Ключко А.К. Численные и приближенные методы в задачах строительной теплофизики и климатологии. М. : НИУ МГСУ, 2021. 96 с.
13. Рокотьянская Л.О., Ярая Т.А., Бородин А.В. Социально-педагогическое сопровождение образовательного процесса обучающихся с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья // Специальное образование : мат. XIII Междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2017. С. 227–230.
14. Булатова П.А., Ключко А.Р. Влияние «здоровой» архитектуры на детское развитие // Устойчивое развитие территорий : сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 16 мая 2018 года. М. : НИУ МГСУ, 2018. С. 153–154.

15. Семенова Е.И., Ключко А.Р. «Зеленая» архитектура современных школ // Устойчивое развитие территорий : сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 16 мая 2018 года. М. : НИУ МГСУ, 2018. С. 177–178.
16. Блиндер Ю.В., Головеров В.Т. Принципы проектирования пространственной структуры школьных зданий // Творчество и современность. 2018. № 3 (7). С. 22–32.
17. Гнездилова С.А., Митрошина Д.Н. Формирование здоровьесберегающей среды в профессиональном инклюзивном образовании // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО. 2017. Т. 6. С. 52–55.
18. Иршидат Мажди Сами. Формирование системы зданий общеобразовательных школ в Иордании с учетом обучения детей с физическими недостатками : дис. ... канд. арх. М., 2004. 172 с.
19. Ключко А.Р., Топова П.А. Современные тенденции в архитектурном проектировании инклюзивных школ // Строительство: наука и образование. 2021. Т. 11. № 3. С. 23–40. DOI: 10.22227/2305-5502.2021.3.2
20. Горюнова Л.В., Хамзах С.Х. Общие факторы, влияющие на процессы формирования и реализации инклюзивного образования : монография // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 69–74. С. 66–70.

Об авторе: **Асмик Рубеновна Ключко** — кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; Российская Федерация, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; ПИНЦ ID: 705985, ORCID: 0000-0002-1348-7335, Scopus: 57200113610; e-mail: KlochkoAR@mgsu.ru.

REFERENCES

1. Ilvitskaya S.V., Mikhailova I.V. Sustainable architecture as a vector of development in the design of preschool educational organizations. *Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering*. 2020; 22(6): 61-69. DOI: 10.31675/1607-1859-2020-22-6-61-69 (rus).
2. Gelfond A., Popov A., Dutsev M., Danilina N. Place and time in the architecture of university campuses. *Project Baikal*. 2023; 20(77):104-111. DOI: 10.51461/issn.2309-3072/77.2200 (rus).
3. Popov A.V., Potapova P.A. Designing university campuses in the aspect of sustainable development. *Ecology of Urbanized Territories*. 2020; 4:146-156. DOI: 10.24412/1816-1863-2020-4-146-156 (rus).
4. Gvozdikova T.A. Modern trends in education and architecture of a modern school. *Bulletin of Modern Research*. 2018; 12.15(27):79-82. (rus).
5. Tica L. Architecture of schools — striving for the future. *Architecture and Construction of Russia*. 2019; 2(230): 86-91. (rus).
6. Issa M.H., Attalla M., Rankin J.H., Christian A.J. Energy consumption in conventional, energy-retrofitted and green LEED Toronto schools. *Construction Management and Economics*. 2011; 29(4):383-395. DOI: 10.1080/01446193.2011.552511
7. Rashdi W.S.S.W.M., Embi M.R. Analysing optimum building form in relation to lower cooling load. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*. 2016; 222:782-790. DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.05.161
8. Anand P., Deb C., Alur R. A simplified tool for building layout design based on thermal comfort simulations. *Frontiers of Architectural Research*. 2017; 6:218-230. DOI: 10.1016/j.foar.2017.03.001
9. Rubtsova M.V., Semenova E.E. Consideration of the influence of the shape of the building on its energy efficiency. *Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Sea*. 2021; 2(36):10-15. DOI: 10.52684/2312-3702-2021-36-2-10-15 (rus).
10. Shakhova N.V., Kashinskaya T.S., Kamaltynova E.M. Prevalence of bronchial asthma and allergic diseases among children. *Allergology and Immunology in Pediatrics*. 2022; 2:5-12. DOI: 10.53529/2500-1175-2022-2-5-12(rus).
11. Samarin O.D., Klochko A.K. Solving problems of non-stationary heat transfer, energy saving and climate control systems. *Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Department of Heat and Gas Supply and Ventilation*. Moscow, Publishing House MISI-MGSU, 2022; 93. (rus).
12. Samarin O.D., Klochko A.K. *Numerical and approximate methods in problems of building thermophysics and climatology*. Moscow, National Research Moscow State University of Civil Engineering, 2021; 96. (rus).
13. Rokotyanskaya L.O., Yaraya T.A., Borodina A.V. Socio-pedagogical support of the educational process of students with disabilities and disabilities. *Special Education : Material XIII International Scientific and Practical Conference*. St. Petersburg, 2017; 227-230. (rus).
14. Bulatova P.A., Klochko A.R. The influence of “healthy” architecture on children’s development. *Sustainable Development of Territories : collection of reports of the International Scientific and Practical Conference, Moscow*. Moscow, National Research Moscow State University of Civil Engineering, 2018; 153-154. (rus).

15. Semenova E.I., Klochko A.R. “Green” architecture of modern schools. *Sustainable Development of Territories : collection of Reports of the International Scientific and Practical Conference. Moscow, May 16, 2018*. Moscow, National Research Moscow State University of Civil Engineering, 2018; 177-178. (rus).
16. Blinder Yu.V., Goloverov V.T. Principles of designing the spatial structure of school buildings. *Creativity and Modernity*. 2018; 3(7):22-32. (rus).
17. Gnezdilova S.A., Mitroshina D.N. Formation of a health-saving environment in professional inclusive education. *Almanac of Scientific Works of Young Scientists of ITMO University*. 2017; 6:52-5. (rus).
18. Irshidat Majdi Sami. *Formation of the System of Buildings of Secondary Schools in Jordan, Taking Into Account the Education of Children with Physical Disabilities : diss. ... Candidate of Architecture*. Moscow, 2004; 172. (rus).
19. Klochko A.R., Topaeva P.A. Modern trends in architectural design of inclusive schools. *Construction: Science and Education*. 2021; 11(3):23-40. DOI: 10.22227/2305-5502.2021.3.2.20 (rus).
20. Goryunova L.V., Khamzakh S.H. General factors influencing the processes of formation and implementation of inclusive education : monograph. *Problems of Modern Pedagogical Education*. 2020; 69-4:66-70. (rus).

About the author: **Asmik R. Klochko** — Ph.D. in architecture, Associate Professor of the Department of Architecture; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RSCI: 705985, ORCID: 0000-0002-1348-7335, Scopus: 57200113610; e-mail: KlochkoAR@mgsu.ru.

МОБИЛЬНАЯ МОДУЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ТРУДНОДОСТУПНЫХ РЕГИОНОВ

Ольга Владимировна Воличенко^{1,2}, Сергей Николаевич Огородников², Иван Халиль²

¹ Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); г. Москва, Российская Федерация;

² Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы (РУДН); г. Москва, Российская Федерация

Освоение территорий Крайнего Севера в настоящее время является одной из приоритетных задач внутренней политики нашего государства. Мобильное и адаптивное жилище, быстро собираемое и возводимое из модульных конструкций может использоваться как в производственных поселках для проживания, так и в туристических целях. Туризм в арктических зонах Крайнего Севера становится быстроразвивающимся сегментом рынка. Поэтому нуждается в комфортных и удобных отелях-кемпингах, используемых в условиях низких температур. Разработка мобильной модульной системы опирается на проведенное исследование, в результате которого были выявлены принципы, влияющие на проектирование модульных жилых единиц в труднодоступных регионах Крайнего Севера. Опыт работ, раскрывающий проблемы освоения Крайнего Севера, использовался для решения вопросов логистики, обеспечения энергоэффективности и урегулирования экологических аспектов строительства. Транспортировка и сборка модульных блоков — одна из важнейших задач, стоящая перед проектировщиком, в качестве основного средства доставки модульной единицы рассматриваются достоинства и недостатки контейнерных перевозок. Акцентируется, что сборка и установка модуля производится без привлечения крупной строительной техники, данный показатель позволяет использовать модульные системы в труднодоступной местности.

На основе полученных данных разработана экспериментальная ячейка модульной системы с вариантами ее использования. В статье описываются методы транспортировки и сборки, а также конструктивные особенности предложенной модели. Особое внимание уделено автономности модуля и экологическим аспектам строительства и эксплуатации. Для проектирования конструктивных элементов и пирогов ограждающих конструкций использовались реализованные аналоги и данные расчетов компьютерных программ.

Ключевые слова: модульность, жилое строительство, арктические зоны, мобильная архитектура, экологические принципы, художественные принципы

Для цитирования: Воличенко О.В., Огородников С.Н., Халиль И. Мобильная модульная система для труднодоступных регионов // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 2. С. 76–86. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.76-86

MOBILE MODULAR SYSTEM FOR INACCESSIBLE REGION

Olga V. Volichenko^{1,2}, Sergey N. Ogorodnikov², Ivan Khalil²

¹ Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU); Moscow, Russian Federation;

² P. Lumumba Peoples' Friendship University of Russia (RUDN); Moscow, Russian Federation

The development of the territories of the Far North is currently one of the priority tasks of the domestic policy of our country. Mobile and adaptive housing, quickly assembled and erected from modular structures can be used both in industrial settlements and for tourism purposes. Tourism in the Arctic zones of the Far North is becoming a rapidly developing market segment. Therefore, it needs comfortable and convenient hotels-campings suitable for low temperatures. The development of a mobile modular system is based on the research conducted, which revealed the principles that affect the design of modular residential units in hard-to-reach regions of the Far North. The experience of work, revealing the problems of developing the Far North, was used to solve logistics issues, ensure energy efficiency and regulate environmental aspects of construction. Transportation and assembly of modular units is one of the most important tasks facing the designer; the advantages and disadvantages of container transportation are considered as the main means of delivery of a modular unit. It is emphasized that the assembly and installation of the module is carried out without the involvement of large construction equipment, this indicator allows the use of modular systems in hard-to-reach areas.

Based on the data obtained, an experimental cell of the modular system with options for its use was developed. The article describes the methods of transportation and assembly, as well as the design features of the proposed model. Particular attention is paid to the autonomy of the module and the environmental aspect of construction and operation. Implemented analogs and computer program calculation data were used to design structural elements and enclosing structure pies.

Keywords: modularity, residential construction, arctic zones, mobile architecture, environmental principles, artistic principles

For citation: Volichenko O.V., Ogorodnikov S.N., Khalil I. Mobile modular system for inaccessible region. Biosphere Compatibility: Man, Region, Technology. 2024; 2:76-86. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.76-86 (rus.).

Введение

Растущая востребованность качеств адаптивности, трансформируемости и мобильности в совокупности с высокими стандартами XXI в., предъявляемые к жилым зданиям: уровню комфорта, энергоэффективности, типов строительных материалов и т.п., стимулируют развитие жилой архитектуры модульного типа. Функциональный компактный модуль, предлагая лаконичное и выразительное объемно-пространственное решение, одновременно сводит к минимуму воздействие на окружающую среду. Небольшие габариты и площадь требуют меньшего количества ресурсов для его изготовления, транспортировки и обслуживания, одновременно поощряя устойчивый образ жизни.

Территория Крайнего Севера занимает примерно 70 % всей площади Российской Федерации. К ней относятся «районы республик Алтай, Бурятия, Карелия, Коми, Тыва, Забайкальского, Красноярского, Хабаровского, Пермского, Приморского краев, Амурской, Архангельской, Иркутской, Сахалинской, Томской, Тюменской областей, Ханты-Мансийского автономного округа — Югры, а также вся территория Республики Саха (Якутия), Магаданской, Мурманской областей, Ненецкого, Чукотского, Ямало-Ненецкого автономных округов и весь Камчатский край»¹. Более того, здесь «сконцентри-

рованы практически все направления национальной безопасности нашей страны: экологическое, ресурсное, военное, политическое, технологическое» [1]. В соответствии с текущей Стратегией², основными направлениями становятся сохранение человеческого капитала, улучшение качества жизни жителей Арктической зоны через развитие социальной сферы, изменение городского окружения и модернизацию инфраструктуры (рис. 1).

Как известно, ценность Крайнего Севера в первую очередь связана с практически неисчерпаемыми запасами полезных ископаемых и сырья, однако в последние годы не меньший интерес представляет собой транспортно-логистический потенциал региона и сфера экстремального и этнического туризма. В последние годы все активнее идет развитие Северного морского пути, чрезвычайно перспективного торгового маршрута, формирующего новые пути из Азии в Европу. Кроме того, на фоне роста энергопотребления в масштабах страны стала экономически оправдана добыча газа и нефти арктического шельфа. В совокупности приведенные факторы формируют острую необходимость в стимулировании развития городов и инфраструктуры Русского Севера с целью создания основы для дальнейшего развития российской экономики и ее диверсификации [2–4]. Особое положение Северных регионов

¹ Об утверждении перечня районов Крайнего Севера и местностей, приравненных к районам Крайнего Севера, в целях предоставления государственных гарантий и компенсаций для лиц, работающих и проживающих в этих районах и местностях, признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации и признании не действующими на территории Российской Федерации некоторых актов Совета Министров СССР : Постановление Правительства Российской Феде-

рации от 16 ноября 2021 г. № 1946. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_400590/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/ (датаобращения: 24.03.2024).

² Стратегия социально-экономического развития Арктической зоны Республики Саха (Якутия) на период до 2035 года, утвержденная указом главы Республики Саха от 14 августа 2020 г. №1377. URL: <https://www.sakha.gov.ru/news/front/view/id/3204989> (дата обращения: 24.03.2024).



Рис. 1. Карта сухопутных территорий Арктического и Субарктического пояса

РФ отражено и в документах по стратегии освоения Арктической зоны³. Основные принципы данной стратегии — это постоянное пребывание человека и повышение уровня жизни на этих территориях. В дополнение к вышеперечисленному признается необходимость более гуманистического подхода в вопросе формирования городской среды.

Несмотря на перспективы активного развития, в недавнем прошлом районы Крайнего Севера характеризовались стагнацией экономики, энергетическим и социальным кризисом. Данные риски должны быть учтены при освоении региона и требуют создания гибкой и адаптивной модели освоения, способной оперативно приспосабливаться к текущим задачам и нуждам. Изменение подхода к освоению территорий Арктической зоны РФ может способствовать регенерации региона и его развитию в рамках новой социальной и экономической парадигмы. Это также позволяет снизить нагрузку на федеральный бюджет и улучшить экологическую ситуацию, задавая новый уровень жизни на столь отдаленных территориях. В советское время основополагающей моделью освоения северных районов было интенсивное строительство крупных промышленных центров на арктических территориях с единовременным формированием архитектурно-градостроительной среды. Однако начиная с последнего десятилетия XX в. происходит смена приоритетных установок: больше внимания стало уделяться внешним поставкам, что привело к утрате комплексности в развитии поселений и сказалось на качестве социальной инфраструктуры и жизни горожан. Методы освоения Арктики в условиях рыночной экономики приобретают первостепенное значение. «Вахтовый» метод освоения, не требующий больших финансовых вложений в развитие инфраструктуры населенных мест, становится приоритетным. Тем не менее метод комплексного развития социально-экономического планирования города, направленный на повышение комфортности городской среды, вновь актуализируется из-за необходимости геополитического закрепления РФ в Арктике. Таким образом, самым оптимальным методом освоения Крайнего Севера в настоящий момент является система, выстроенная на балансе вахтового и комплексного освоения территории [5]. Наиболее рациональным типом жилья для вахтового метода освоения территорий является мобильная модульная система, что также повышает актуальность данного исследования для территорий Крайнего Севера.

³ О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года (с изменениями и дополнениями) : Указ Президента РФ от 26 октября 2020 г. № 645. URL: <https://base.garant.ru/74810556/> (дата обращения: 24.03.2024).

Методология исследования

В северных условиях жилье дома, разработанные по модульной технологии, обладают достаточно высоким уровнем комфорта при минимальных затратах на строительство. Вахтовое освоение районов Крайнего Севера прочно утвердилось начиная с 70-х гг. XX в., когда рабочие, проживая длительное время в арктическом центре, выезжают в короткие командировки в поселки вахтового типа. Поэтому возникает необходимость во внедрении в городскую структуру быстровозводимых жилых зданий, обеспечивающих удобство проживания, позволяя арктическим городам быстро реагировать на приток и отток населения. Методы освоения территорий Крайнего Севера подробно, а также и принципы реновации арктических субцентров предлагает профессор МАРХИ Е.В. Барчугова, член авторского коллектива экспериментального проектирования [6]. На основе углубленного анализа сложившихся проблем и особенностей развития Русской Арктики была выдвинута модель адаптированной градостроительной системы, учитывающая климатические особенности, социальную инфраструктуру и динамику изменения численности населения северных городов. Предлагаемый жилой блок имел следующую структуру:

- ветрозащитные здания (особые типы зданий до 9 этажей для защиты от ветра);
- стандарт (жилой дом средней этажности — основной тип жилья в арктическом городе);
- мобильное жилье (легкие сборные жилые модули для эффективного регулирования плотности населения в городе).

Гибкость данной системы в первую очередь достигается именно за счет блока с модульным домостроением, что подчеркивает актуальность поставленной задачи. «Только гибкая, адаптивная система способна на сегодняшний день отвечать постоянно меняющимся условиям региона и обеспечить максимально возможный уровень комфорта для его жителей» [6].

Одним из многообещающих рычагов будущего экономического развития территорий Арктического региона может стать туризм. Растущий интерес к северным областям, которые «населяют более 40 коренных народов, обладающих уникальной культурой, адаптированной к суровым климатическим условиям» [7]. Таким образом, в Арктике на процесс формирования и развития туризма оказывают природная и этнокультурная составляющие⁴. Туризм является движущей силой не только для развития социальной инфраструктуры городов, формиро-

⁴ Логунцова И.В. Особенности развития туризма в Арктической зоне России // Государственное управление. Электронный вестник. 2021. Т. 87. С. 39–47. URL: pa/article/view/148 (дата обращения: 24.03.2024).

вания комфортной среды, диверсификации экономической модели компаний, но и для всех слоев населения (рис. 2). Поэтому такому динамично развивающемуся региону как Арктика необходимы новые архитектурные проекты, способные поддерживать развитие региона, особенно в таких перспективных и развивающихся сферах, как туризм.

Появляется потребность и необходимость в разработке мобильных модульных жилых домов для туристов. Если раньше Север и Арктику посещали в основном иностранцы, то сейчас и российские путешественники начали открывать для себя эти регионы. Россия достаточно сильно отставала в северном и арктическом туризме по сравнению с другими странами. Например, по данным на 2014 г., количество туристов, посетивших Русский Север, составило 32 тысячи, в то время как в Гренландии — более 200 тысяч [8]. Несмотря на это, с каждым годом Россия неуклонно повышает востребованность северного туризма, так, в 2023 г. рост туристического потока составил уже 41 %.

Один из исследователей мобильности и модульного освоения пространства Арктики В.Н. Давыдов

в качестве простейшего готового модуля, обладающего качествами мобильности, рассматривал контейнер [9]. Он отмечает, что мобильность контейнера соответствует необходимости перемещения людей, выполняя функцию, схожую с мобильным жилищем кочевников. Трансформируемость контейнера выражается в способности использования и адаптации его пространства под различные назначения (жилое, хозяйственное, административное и т.п.). Модули контейнеров, состыковываясь друг с другом, могут динамически развиваться как по горизонтали, так и по вертикали. Таким образом, контейнер — это «незавершенный проект», который преобразовывается и модифицируется в зависимости от потребностей [9]. Модульные дома для туристов, в отличие от контейнеров, имеют заводское изготовление и не требуют последующей доработки (установки перегородок, прорезания дверных и оконных проемов и т.п.).

Разработка проекта модульной единицы (ячейки) для туристов по сравнению с модулем для вахтенных рабочих имеет целый ряд преимуществ. Во-первых, простота ввода в эксплуатацию — запу-



Рис. 2. Схема организации поселений на Крайнем Севере [9]: 1 — жилое ядро; 2 — мобильное жилье; 3 — научно-образовательный и общественный центр; 4 — административный центр; 5 — объекты энергоснабжения; 6 — городской парк; 7 — пассажирский причал; 8 — грузовой причал; 9 — судоремонтные цеха; 10 — портовая складская зона

стить тестовые модели модульных домов для туристов значительно проще ввиду меньших объемов в сравнении с вахтовым поселком и большого интереса со стороны инвесторов, так как бюрократические процедуры крупных компаний, занимающихся освоением севера, значительно затягивают процесс. Во-вторых, туристы заинтересованы в архитектуре, отражающей культурный код местности, более того, туристические модули требуют большей проработки и комфорта в сравнении с модулями для вахтовых поселков. При адаптации модуля намного проще оптимизировать модель с повышенным уровнем комфорта нежели наоборот. Модуль (и ландшафт, где он расположен) не стоит воспринимать как статичную и замороженную во времени вещь. Его отличает особая темпоральность, связанная с более длительным пребыванием в конкретной точке пространства, а также концентрацией данного модуля в интенсивно используемых местах [9].

На основе этих факторов можно говорить о грядущем коренном переустройстве урбанизированных территорий Севера, которые, несомненно, нуждаются в системном подходе, учитывающем текущие задачи, потенциальные запросы, объективные ограничения и накопленный опыт формирования и развития городов и населенных пунктов Крайнего Севера, а также «комплексного освоения территорий в целях адаптации российских городов к вызовам современности и повышения их привлекательности для притока человеческого капитала» [10]. Таким образом, оптимальный жилой дом для севера должен быть:

- максимально рациональным и простым, решая проблемы расширения (при повышении температур) и сжатия (при понижении) конструкций; адаптация к циклам расширения или сжатия — одна из главных проблем строительства в условиях Крайнего Севера;
- автономным и энергоэффективным, предполагая внедрение энергосберегающих технологий и приборов для минимизации потребления энергии. Создание сверхэнергоэффективных домов благодаря превосходной изоляции, герметичной конструкции и контролируемой вентиляции;
- построен в соответствии с экологичной концепцией, которая способствует снижению нагрузки на окружающую среду, содействует устойчивому образу жизни и создает более здоровую и комфортную среду в жилых помещениях.

Результаты

На основании анализа особенностей строительства в условиях Крайнего Севера была разработана система модульного мобильного жилого дома. Основная задача, решаемая при создании жилой единицы, опираясь на опыт мировой и отечествен-

ной практики, — актуализировать данный объем для климатических условий северных регионов страны, формируя уникальную и узнаваемую идентичку края.

Возможность полной сборки в заводских условиях является одной из значимых характеристик модульного объекта. Заводская сборка гарантирует:

- высокий уровень качества всех составляющих компонентов;
- стабильность и долговечность службы всех конструктивных узлов в процессе эксплуатации;
- оптимизацию процессов изготовления и сроков реализации проектов;
- повышение энергоэффективности, экономичности и сокращения времени строительства.

Транспортировка модульной конструкции на место установки — существенный фактор, стоящий перед проектировщиком. Во многих случаях модульные системы доставляются при помощи тяжелой техники, что делает невозможным их установку в труднодоступных местах; либо перевозятся по частям, что также усложняет процесс сборки и нередко снижает ее качество. Поэтому в данном исследовании фактор транспортировки является отправной точкой проектирования.

Транспортировка. Доставку модульной системы на площадку, находящуюся на удаленном участке Крайнего Севера, можно осуществить с помощью грузового контейнера. Транспортировка в грузовых контейнерах — это эффективный и стандартизированный метод, завоевавший широкую популярность в мировой логистике по нескольким весомым причинам. Во-первых, использование грузовых контейнеров является распространенной мировой практикой, которая обеспечивает эффективность, стандарт и надежность грузоперевозок по всему миру. Грузовые контейнеры имеют общие стандартные размеры и структуру, которая позволяет им легко перемещаться между разными видами транспорта, такими как суда, поезда, грузовые автомобили и вертолеты, значительно упрощая и ускоряя процесс перевозок. Во-вторых, грузовые контейнеры предоставляют надежную защиту груза от внешних воздействий, таких как погодные условия, повреждения, кражи и воздействие климатических факторов. Прочный материал изготовления — металл — обеспечивает сохранность груза в течение всего транспортного пути. Помимо этого, контейнеры обычно оснащены системами безопасности и трекинга, что позволяет отслеживать и контролировать местоположение груза в режиме реального времени, что повышает безопасность и контролируемость транспортировки [11].

Одним из недостатков контейнерных перевозок являются габаритные ограничения, оказывающие прямое влияние на параметры модульной системы.

Грузовые контейнеры в соответствии со стандартами, установленными Международной организацией по стандартизации (ISO), имеют длину 20 и 40 футов (табл.). Эта стандартизация обеспечивает совместимость между различными видами транспорта и упрощает глобальные перевозки.

Габариты грузовых контейнеров

Тип	Длина, м	Ширина, м	Высота, м
20-футовый контейнер	6,06	2,44	2,59
40-футовый контейнер	12,19	2,44	2,59

Проектируемая модульная система основывается на габаритах грузовых контейнеров, используя их стандартные размеры как строительный модуль для сборки различных типов модульных единиц (ячеек) жилого дома. Для проработки деталей здания была построена 3D-модель грузового контейнера и модульного блока в реальную величину, на основе которой подбирались наиболее оптимальные варианты упаковки модулей в контейнер и их размеры. В результате эмпирических исследований, удовлетворяющих все заданные условия, был отобран вариант с вертикальным размещением сложенных модулей со стороны одного блока, равной 2,5 м. По такой системе можно разместить 6 разобранных модулей в один контейнер, что соответствует более чем 30 кв. м жилой площади. Для оптимизации строительства также был предложен укрупненный модуль с габаритными размерами 2,5 × 5 м, что в 2 раза больше стандартного. Укрупненный модуль дает большую гибкость и разнообразие планировочных решений. В грузовой контейнер помещается три укрупненных модуля со всеми необходимыми деталями и элементами мебели.

Особенности сборки. Проектируемая строительная система, как уже отмечалось выше, дает возможность осуществлять сборку без привлечения крупной строительной техники, что особенно важно для труднодоступных локаций. Благодаря этой простоте и удобству использования обученный основам сборки рабочий-монтажник без овладения сложных специализированных навыков сможет эффективно собрать полноценный жилой модуль (рис. 3).

Первым этапом сборки является установка основания, на данном этапе возможен целый ряд архитектурных решений, позволяющих сделать данную модульную систему индивидуальной, отвечающей потребностям, вызовам и культурному коду каждой локации, в которой она может быть размещена. Для дальнейшего рассмотрения остановимся на основании в виде треугольной металлической опоры, в которой можно увидеть семантический образ

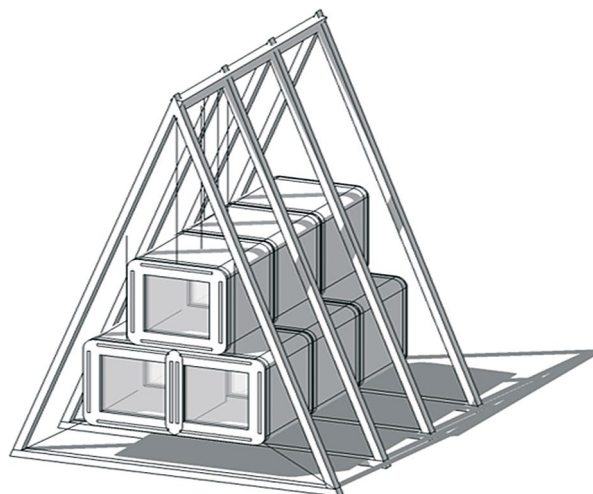


Рис. 3. Проектное предложение модульной системы

чума, шалаша, вигвама и т.д. Более того, для участков с сильными ветровыми нагрузками расширяющееся книзу основание треугольника добавит структуре устойчивости, а подвесная система крепления поможет снизить сопротивление ветру [12, 13]. Помимо сопротивления ветровым нагрузкам решение с подвесными модулями аргументировано необходимостью обеспечения продуваемости грунтов, находящихся в зоне вечной мерзлоты.

После установления опор начинается процесс сборки модульных жилых единиц в желаемой конфигурации, что позволяет создавать разнообразные очертания планов зданий. Модули могут быть соединены между собой как по горизонтали, так и вертикали, обеспечивая прочность и устойчивость конструкции. Дополнительные элементы, такие как стены, кровля, оконные и дверные проемы, могут быть интегрированы для создания полноценных помещений. Процесс сборки начинается с раскрытия конструктивной основы модуля, которая представляет собой скрепленные в углах шарнирным соединением панели, формирующие ограждающие конструкции модуля: стены, пол и потолок (рис. 4).

После этого для заполнения угловых стыков и дополнительной фиксации конструктивной рамы в пазы панелей вставляются замковые уголки. В случае если объект строительства состоит из нескольких модулей, то на следующем этапе начинают состыковываться дополнительные секции в желаемой конфигурации. На данном этапе большая часть работы сводится к соединению модулей между собой. По результатам экспериментального исследования в программах 3D-моделирования данное решение является оптимальным по соотношению «прочность конструкции – простота сборки», более того, установка деталей и пазовый метод крепления сводит к минимуму использование дополнительных креплений.

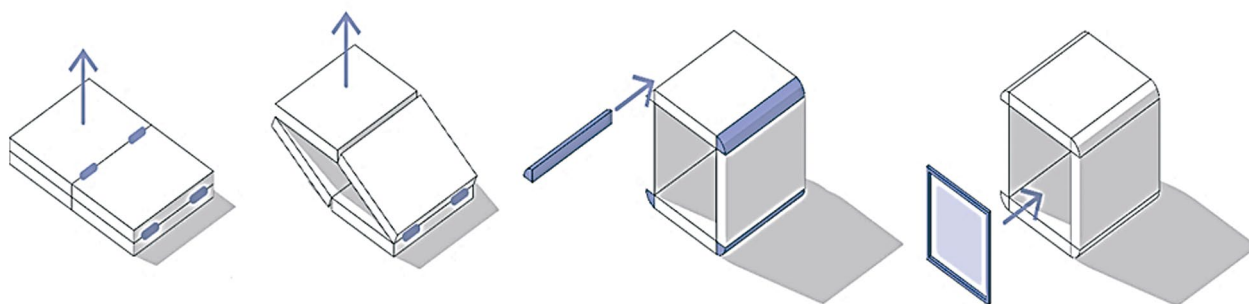


Рис. 4. Этапы сборки модуля

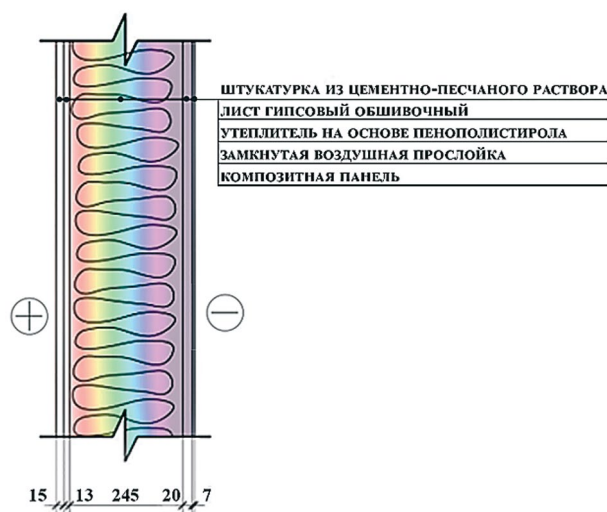


Рис. 5. «Пирог» наружной стены с изотермами

Толщина стены модуля принималась равной 320 мм, где 220 мм — это внутренний утеплитель на основе пенополистирола с коэффициентом теплопроводности 0,028 Вт/мк. Данные показатели были получены в результате теплорасчета для города Норильска в программе AnTherm (рис. 5).

Соединение модулей проводится по горизонтали и вертикали с использованием предварительно предусмотренных точек крепления и отверстий в местах стыков, что обеспечивает стабильность и прочность конструкции. Когда желаемая конфигурация собрана, необходимо установить дополнительные крупные планировочные элементы, такие как лестницы, переходы, внутренние дверные проемы и крупную мебель. После окончания предыдущего этапа вставляются торцевые секции с остеклением и входными проемами, в дальнейшем остаются лишь минимальные интерьерные работы (рис. 6).

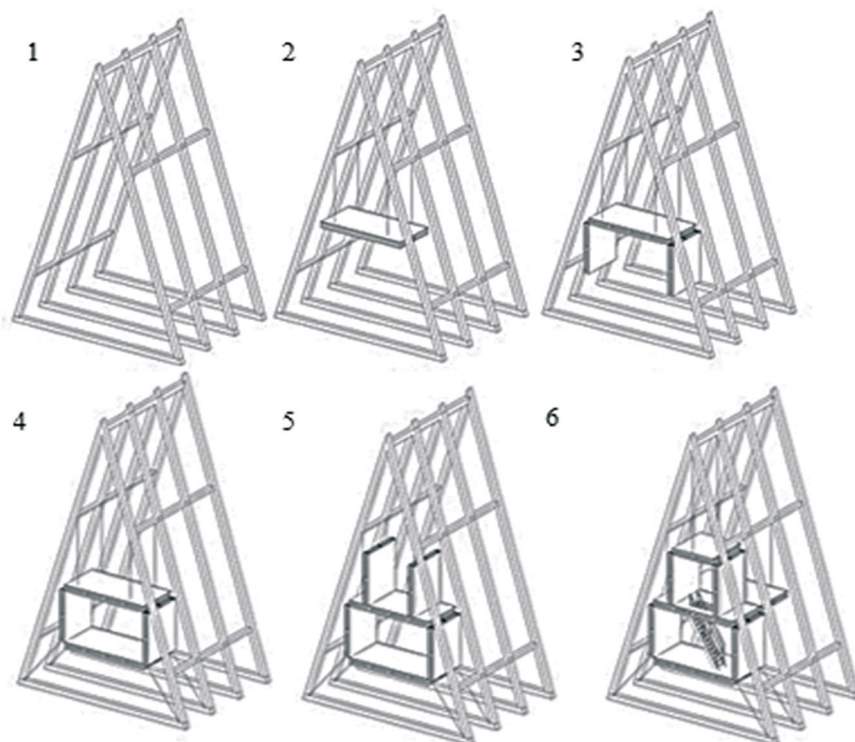


Рис. 6. Этапы установки модулей



Рис. 7. Планировочные варианты стыковки

Предлагаемый метод сборки позволяет избежать необходимости привлечения крупной строительной техники для поднятия и размещения модулей. Он особенно полезен в случаях, когда доступ к строительной площадке ограничен или когда требуется быстрый и экономичный монтаж. Простота сборки делает эту модульную строительную систему доступной для различных пользователей, что может быть особенно полезно в ситуациях, где сборку осуществляют непрофессионалы или в условиях, когда трудно обеспечить доступ к тяжелой строительной технике. Таким образом, модульная система, основанная на габаритах грузовых контейнеров, представляет собой устойчивый подход к современному строительству, сочетающий в себе функциональность, стандартизацию и эстетику. Главное преимущество такой системы заключается в простоте ее транспортировки и сборки. Стандартизированные размеры обеспечивают универсальность и совместимость между различными модулями. Все составные элементы с легкостью поместятся в грузовой контейнер. Более того, упрощая логистику, можно значительно

удешевить строительный процесс. Динамические методы строительства модульных единиц зданий, выполненных в заводских условиях из современных строительных материалов, поступающие на строительную площадку уже законченными, обеспечивают сочетание современных технологий с экологическими соображениями [14].

Адаптивность. Предложенная модульная конструкция обладает высокой гибкостью, позволяя создавать различные типы в зависимости от назначения зданий. По-разному комбинируя модульные блоки, можно варьировать количество проживающих, функциональное наполнение, площадь и объем (рис. 7).

Как уже отмечалось ранее, для данной системы могут быть применимы различные типы опор в зависимости от грунтов и внешних факторов участка. Гибкость в выборе опор и оснований позволяет создавать уникальные архитектурные облики для различных объектов. Возможность установки на разные опоры предоставляет широкий диапазон вариантов для адаптации к разным условиям, функ-

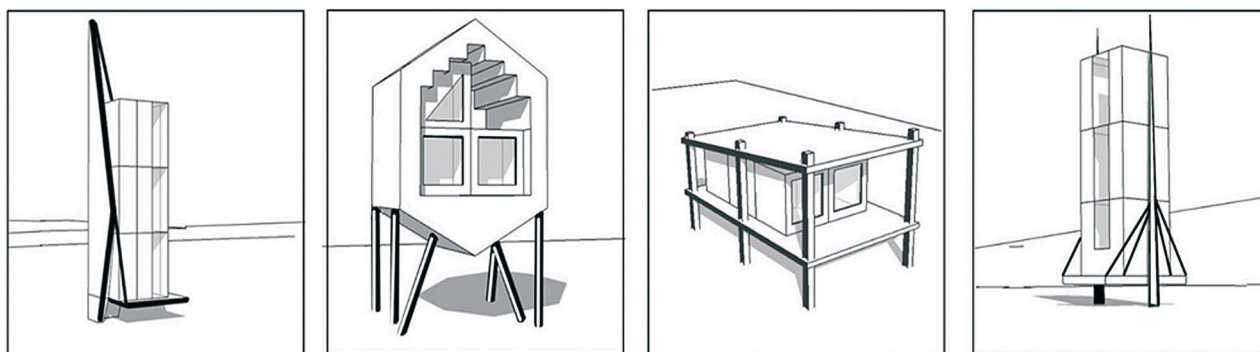


Рис. 8. Виды опор

циональным требованиям и эстетическим предпочтениям (рис. 8).

Модульная система может быть установлена на такие типы опор, как:

- вантовые системы. Модули легко могут быть подвешены или установлены на основания, зафиксированные на вантах, что создает приподнятые или «парящие» конструкции, обеспечивая пространство под строением, являющееся необходимым условием для проветривания грунтов в условиях вечной мерзлоты, а также формирует узнаваемый визуальный образ;
- свайные опоры. Жилые секции, размещенные на свайных опорах, являются эффективным способом адаптации к перепадам рельефа или могут создавать интересные архитектурные объемы и образы;
- плавающие платформы. Возможность установки на плавающие платформы делает эту систему подходящей для использования на заболоченных участках;
- каркасные конструкции. Модули могут служить составным элементом каркасных конструкций, что позволяет создавать разнообразные формы и объемы, основанные на требованиях дизайна.

Наклонные и угловые опоры: установка на наклонные или угловые опоры добавляет динамичность и оригинальность в архитектурное оформление, придавая зданию современный и смелый облик.

Такая гибкость в выборе опор дает архитекторам и дизайнерам возможность экспериментировать с формами и структурами, что в конечном итоге приводит к созданию уникальных и инновационных объектов с сильным архитектурным характером.

Выводы

1. Предлагаемая модульная строительная система основана на габаритах грузовых контейнеров, ее можно устанавливать на различные опоры, что представляет собой новый подход к созданию архитектурных объектов. Она не только дает возможность для широкой вариации формообразования и пространственных решений, но учитывает целый ряд факторов:

- климат. Подвесная конструкция модулей обеспечивает продувание грунтов, что позволяет предотвратить таяние вечной мерзлоты и расползания фундаментов. Треугольные опоры увеличивают устойчивость конструкции к ветровым нагрузкам;
- логистика. Конструктивные элементы выполнены с учетом размеров грузового контейнера,

что значительно упрощает организацию транспортно-логистических перевозок;

- экология. Небольшие размеры строительных элементов позволяют возводить модули без применения строительной техники, снижая не только экономические расходы, но и уровень негативного воздействия на экологию, так как природа и почвенный покров северных регионов легко поддаются повреждению и долго восстанавливаются;
- энергоэффективность. Толщина стен модуля принята с учетом 300 мм слоя утеплителя, что повышает энергоэффективность объекта и снижает теплопотери.

2. Возможность сборки модульной единицы в заводских условиях гарантирует высокий уровень качества всех сборных элементов конструкции, а также обеспечивает стабильность их работы и долговечность. Заводское изготовление позволяет оптимизировать процесс монтажа на строительной площадке, сокращая сроки, повышая эффективность и качество строительства.

3. Возможность использования различных опор для установки модульной системы расширяет область ее применения, адаптируясь к разным условиям местности и функциональным потребностям. В то же время обеспечивается гибкость планировочной организации внутреннего пространства, дизайна интерьера и внешнего облика здания, что важно для архитектурных проектов, ориентированных на индивидуальные потребности заказчика.

4. Предлагаемая модульная система жилого дома была протестирована в программах 3D-моделирования и теплорасчета, подтвердивших эффективность данной системы в транспортировке и установке. Она полностью соответствует градостроительным и архитектурным критериям, разработанным для освоения Крайнего Севера. В ходе дальнейших исследований предполагается более подробно изучить шарнирные крепления с целью увеличения максимальной несущей способности модуля для образцов с подвесным типом крепления.

5. Применение модульной системы в туризме предполагает приведение ее в соответствие с высокими стандартами отельного бизнеса, и как следствие, делает возможным применение модели в других сферах, таких как временное вахтовое жилье в рабочих поселках или временное жилье для пострадавших во время чрезвычайных происшествий и прочих жилищных кризисов. Объединение этих условий повышает конкурентоспособность модульной системы в сфере современного строительного производства.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Богданов В.Н., Воронков А.С., Медведев Е.В. и др. Российская Арктика: возможности XXI века. М. : Издательские технологии, 2018. 452 с.
2. Гальцева Н.В., Фавстрицкая О.С., Шарыпов А.О. Моноструктурное развитие арктических территорий: российский и зарубежный опыт // Вестник северо-восточного научного центра ДВО РАН. 2015. № 3. С. 109–118.
3. Коданева С.И. Устойчивое развитие российской Арктики: основные направления, проблемы и перспективы // ЭСПР. 2022. № 2 (50). С. 80–100. DOI: 10.31249/espr/2022.02.04
4. Прокопова С.М., Кравчук С.Г., Гарин Н.П. Городская среда Арктики: оптимизация и цифровизация // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2021. № 3 (50). С. 40–44. DOI: 10.25628/UNIIP.2021.50.3.007
5. Холодилова К.А. Качество жизни населения в условиях вахтового труда на Крайнем Севере (на примере Ямало-Ненецкого автономного округа) // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2008. № 5. С. 96–102.
6. Барчугова Е.В., Габитов С.Т. Принципы реновации арктического субцентра на примере г. Дудинка // Архитектура и современные информационные технологии. 2022. № 2 (59). С. 111–128. DOI: 10.24412/1998-4839-2022-2-111-128
7. Ноева Е.Е. Арктический туризм: международный и национальный аспекты, проблемы и особенности развития // Арктика XXI век. Гуманитарные науки. 2022. № 3 (29). С. 35–59. DOI: 10.25587/SVFU.2022.68.59.003
8. Попова Л.Г. Туризм как ресурс развития территории // Успехи современного естествознания. 2007. № 12. С. 298–300.
9. Давыдов В.Н. Контейнеризация Арктики: мобильные модули освоения пространства на Крайнем Севере // Кунсткамера. 2020. № 3 (9). С. 121–129. DOI: 10.31250/2618-8619-2020-3(9)-121-129
10. Воличенко О.В., Байчубекова Б.Т. Принципы создания среды «умного города» // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2019. Т. 19. № 12. С. 119–126.
11. Маликов О.Б. Складская и транспортная логистика в цепях поставок : учебное пособие. СПб. : Издательский дом «Питер», 2021. 400 с.
12. Савицкий Г.А. Ветровая нагрузка на сооружения. М. : Стройиздат, 1972. 111 с.
13. Симиу Э., Сканлан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения / пер. с англ. Б.Е. Маслова, А.В. Шведовой; под ред. Б.Е. Маслова. М. : Стройиздат, 1984. 358 с.
14. Воличенко О.В. Влияние мейнстримов западного авангарда в архитектуре Центральной Азии // Архитектон: известия вузов. 2013. № 1 (41). С. 3.

Об авторах: **Ольга Владимировна Воличенко** — доктор архитектуры, профессор кафедры основ архитектуры и художественных коммуникаций; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; Российская Федерация, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; кафедра архитектуры, реставрации и дизайна; **Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы (РУДН)**; Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: wolitschenko@mail.ru;

Сергей Николаевич Огородников — аспирант кафедры архитектуры, реставрации и дизайна; **Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы (РУДН)**; Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: 1142220042@pfur.ru;

Иван Халиль — кандидат архитектуры, старший преподаватель кафедры архитектуры, реставрации и дизайна; **Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы (РУДН)**; Российская Федерация, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; e-mail: khalil-i@rudn.ru.

REFERENCES

1. Bogdanov V.N., Voronkov A.S., Medvedev E.V. et al. *The Russian Arctic: opportunities of the XXI century*. Moscow, Publishing Technologies, 2018; 452. (rus).
2. Galtseva N.V., Faustritskaya O.S., Sharypov A.O. Monostructural development of Arctic territories: Russian and foreign experience. *Bulletin of the North-Eastern Scientific Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2015; 3:109-118. (rus).
3. Kodanewa S.I. Sustainable development of the Russian Arctic: main directions, problems and prospects. *ESPR*. 2022; 2(50):80-100. DOI: 10.31249/espr/2022.02.04 (rus).
4. Prokopova S.M., Kravchuk S.G., Garin N.P. Urban environment of the Arctic: optimization and digitalization. *Academic Bulletin of UralNIIProekt RAASN*. 2021; 3(50):40-44. DOI: 10.25628/UNIIP.2021.50.3.007 (rus).

5. Kholodilova K.A. The quality of life of the population in conditions of shift work in the Far North (on the example of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug). *Bulletin of the Nizhny Novgorod University named after N.I. Lobachevsky*. 2008; 5:96-102. (rus).
6. Barchugova E.V., Gabitov S.T. Principles of renovation of the Arctic subcenter on the example of Dudinka. *Architecture and modern information technologies*. 2022; 2(59):111-128. DOI: 10.24412/1998-4839-2022-2-111-128 (rus).
7. Noeva E.E. Arctic tourism: international and national aspects, problems and features of development. Arctic XXI century. *Humanities*. 2022; 3(29):35-59. DOI: 10.25587/SVFU.2022.68.59.003 (rus.)
8. Popova L.G. Tourism as a resource for the development of the territory. *Successes of modern natural science*. 2007; 12:298-300. (rus).
9. Davydov V.N. Containerization of the Arctic: mobile modules of space exploration in the Far North. *Kunstkamera*. 2020; 3(9):121-129. DOI: 10.31250/2618-8619-2020-3(9)-121-129 (rus).
10. Volichenko O.V., Baichubekova B.T. Principles of creating a “smart city” environment. *Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic University*. 2019; 19(12):119-126. (rus).
11. Malikov O.B. *Warehouse and transport logistics in supply chains : a textbook*. St. Petersburg, Publishing house “Peter”, 2021; 400. (rus).
12. Savitsky G.A. *Wind load on structures*. Moscow, Stroyizdat, 1972; 111. (rus).
13. Simiu E., Scanlan R. *The effect of wind on buildings and structures* / translated from the English by B.E. Maslov, A.V. Shvetsova; edited by B.E. Maslov. Moscow, Stroyizdat, 1984; 358.
14. Volichenko O.V. The influence of the Western avant-garde mainstream in the architecture of Central Asia. *Architecton: izvestiya vuzov*. 2013; 1(41):3. (rus).

About the authors: **Olga V. Volichenko** — Doctor of Architecture, Professor of the Department of Fundamentals of Architecture and Artistic Communications; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; Department of Architecture Restoration and Design; **P. Lumumba Peoples' Friendship University of Russia (RUDN)**; 6 Miklouho-Maclay street, Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: wolitschenko@mail.ru;

Sergey N. Ogorodnikov — Postgraduate student of the Department of Architecture, Restoration and Design; **P. Lumumba Peoples' Friendship University of Russia (RUDN)**; 6 Miklouho-Maclay street, Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: 1142220042@pfur.ru;

Ivan Khalil — Candidate of Architecture, Senior Lecturer of the Department of Architecture, Restoration and Design; **P. Lumumba Peoples' Friendship University of Russia (RUDN)**; 6 Miklouho-Maclay street, Moscow, 117198, Russian Federation; e-mail: khalil-i@rudn.ru.

ТУРИСТСКО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ ЦЕНТРЫ: ПОДХОДЫ К ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И РАЗМЕЩЕНИЮ НА ТЕРРИТОРИИ КРУПНЕЙШЕГО ГОРОДА, НА ПРИМЕРЕ МОСКВЫ

Юлия Геннадьевна Страшнова^{1,2}, Надежда Викторовна Боровикова³

¹ Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ);
г. Москва, Российская Федерация;

² Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры
и строительных наук (НИИСФ РААСН); г. Москва, Российская Федерация;

³ ООО «СтарТест»; г. Москва, Российская Федерация

Статья посвящена актуальной задаче совершенствования сервиса туристов в условиях высоко урбанизированной среды крупнейшего города. Авторами раскрывается научная гипотеза совершенствования инфраструктуры туристического сервиса посредством разработки и использования градостроительных подходов к формированию системы туристско-информационных центров (ТИЦ). Подходы учитывают социально-экономические условия, планировочные особенности территории, антропогенные и природные факторы, связанные с размещением объектов показа, природно-рекреационными территориями города. Предлагается определение ТИЦ как многофункционального общественного комплекса, ориентированного на предоставление набора сервисных услуг (информационных, культурно-познавательных, бытовых, общественного питания, кратковременного отдыха, экскурсионных и других) внешним и внутренним туристам.

В исследовании использован опыт научной и практической деятельности авторов в сфере градостроительного проектирования и организации гостиничного сервиса. Предложенные подходы опираются на статистические данные, нормативную документацию, а также результаты анализа научных источников в части экономических, организационных, планировочных аспектов развития и размещения ТИЦ.

Эффективность применения градостроительных подходов к функционально-планировочной организации системы ТИЦ заключается в обоснованном выявлении мест размещения элементов системы ТИЦ с учетом действующей сети учреждений туристического показа и сервиса. Разработанные подходы позволяют реализовать базовые принципы биосферосовместимого города: бережное отношение к невозполнимому ресурсу города-территории, создание благоприятных условий для повышения уровня человеческого потенциала.

Ключевые слова: внешний и внутренний туризм, система многофункциональных общественных комплексов, биосферная совместимость, культурный потенциал городской среды, человеческий капитал, социальная инфраструктура, общественный центр

Для цитирования: Страшнова Ю.Г., Боровикова Н.В. Туристско-информационные центры: подходы к функционально-планировочной организации и размещению на территории крупнейшего города, на примере Москвы // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 2. С. 87–97. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.87-97

TOURIST INFORMATION CENTERS: APPROACHES TO FUNCTIONAL PLANNING ORGANIZATION AND LOCATION ON THE TERRITORY OF A LARGEST CITY, ON THE EXAMPLE OF MOSCOW

Yulia G. Strashnova^{1,2}, Nadezhda V. Borovikova³

¹ Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU);
Moscow, Russian Federation;

² Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences
(NIISF RAASN); Moscow, Russian Federation;

³ LLC “StarTest”; Moscow, Russian Federation

The article is devoted to the urgent task of improving tourist service in the highly urbanized environment of the largest city. The authors reveal the scientific hypothesis of improving tourist service infrastructure through the development and use of urban planning

approaches to the formation of a system of tourist information centers (hereinafter TIC). The approaches take into account socio-economic conditions, planning features of the territory, anthropogenic and natural factors related to the location of the objects of show, natural and recreational areas of the city. The definition of a TIC as a multifunctional public complex focused on providing a set of services (informational, cultural and cognitive, domestic, catering, short-term recreation, excursions, etc.) to external and internal tourists is proposed.

The study uses the experience of scientific and practical activity of the authors in the field of urban planning design and organization of hotel service. The proposed approaches are based on statistical data, regulatory documentation, as well as the results of the analysis of scientific sources in terms of economic, organizational, planning aspects of development and location of TICs.

The effectiveness of the application of urban planning approaches to the functional-planning organization of the TIC system lies in the justified identification of locations for the TIC system elements, taking into account the existing network of tourist attractions and services. The developed approaches make it possible to implement the basic principles of a biosphere-compatible city: careful treatment of the city's irreplaceable resource — territory, creation of favorable conditions for increasing the level of human potential.

Keywords: external and internal tourism, system of multifunctional public complexes, biosphere compatibility, cultural potential of urban environment, human capital, social infrastructure, community center

For citation: Strashnova Yu.G., Borovikova N.V. Tourist information centers: approaches to functional planning organization and location on the territory of a largest city, on the example of Moscow. *Biosphere Compatibility: Man, Region, Technology*. 2024; 2:87-97. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.87-97 (rus.)

Введение

Развитие внешнего туризма обеспечивает расширение информации об истории и культуре города, укрепление его авторитета на мировой арене, увеличение доходной части бюджета. Внутренний туризм направлен на углубление знаний о своем Отечестве, воспитание патриотизма, повышение образовательного уровня населения, рост человеческого капитала [1–3]. Актуальным условием современности выступает человекоориентированный подход, обеспечивающий учет запросов пользователей туристическим сервисом. Принимаются к вниманию предпочтения национально-этнических, социальных, возрастных групп, а также профессиональных сообществ. Базовым условием градостроительной деятельности в части развития туризма является соответствие планируемых мероприятий принципам биосферосовместимого города, в первую очередь, сохранению невосполнимых ресурсов Земли, территории [4, 5].

ТИЦ законодательно определяется как организация, осуществляющая деятельность по информированию физических и юридических лиц о ресурсах и объектах туристской индустрии, продвижению туристских продуктов на внутреннем и мировом рынках.

История ТИЦ начинается с их появления в составе транспортных объектов с высокой пропускной способностью, таких как аэропорты, железнодорожные и автовокзалы. Минималистичное архитектурное решение в виде стойки с администратором, информирующим посетителей о туристическом потенциале территории и решающим экстренные организационные вопросы. Стойки, размещенные на заправочных станциях, в почтовых отделениях, на вокзалах, в гостиницах выполняли функцию распространения информации, в том числе бесплатных рекламных информационных материалов. Примером может послужить сеть ТИЦ

Подмосковья, осуществляющих свою деятельность на территории музеев.

Развитие информационных технологий изменили образ ТИЦ. Современные электронные ТИЦ — это информационные стойки, где турист может самостоятельно ознакомиться с достопримечательностями и составить свой индивидуальный маршрут поездки. Информация о всех ТИЦ РФ размещена на сайте¹. Однако виртуальные центры не могут стать полной заменой ТИЦ, выступающим в роли гостиницы города, где турист может не только получить информацию и скорректировать маршрут, но и отдохнуть, зарядить телефон, подключиться к интернету, отогреться в мороз, позаниматься в коворкинге, принять участие в мастер-классе и другое.

В качестве положительного примера необходимо отметить ТИЦ в г. Таруса: кафе, сувенирная лавка, галерея, магазин сельскохозяйственной продукции и народно-художественных промыслов. В ТИЦ древней столицы Японии, городе Нара, турист может получить все вышеперечисленные услуги и пройти мастер-класс по каллиграфии или оригами, обсудить с администратором, какие достопримечательности посмотреть, какие мероприятия посетить, подобрать гида. Таким образом, основной целью ТИЦ является не только информирование туристов, но и формирование позитивного имиджа территории, предоставление неспецифических услуг: места для молитвы, для кормления грудного ребенка.

ТИЦ содействует сбору статистических данных, определению запросов туристов и пожеланий местного населения. С точки зрения градостроительных мероприятий ТИЦ выполняет функцию распределения туристских потоков и регулирования посещаемости территории с учетом ее максимальной посетительской нагрузки.

¹ URL: <https://www.nbcrs.org/tic>

Научные исследования вопросов развития и размещения ТИЦ раскрывают организационно-управленческие и экономические аспекты данной проблемы. Среди них работа с рекламно-информационным продвижением России как туристского ресурса на мировом рынке с помощью участия государственных финансов и структур [6]. Е.В. Шарфутдинова рассматривает ТИЦ как важный структурный элемент, как основу формирования туристского информационного пространства [7]. Разработаны практические рекомендации по созданию структурных моделей организации и функционирования сети региональных ТИЦ [8]. Выявлены тенденции и узловые проблемы деятельности российских туристских информационных центров [9]. Определена роль ТИЦ в процессе повышения конкурентоспособности туристских кластеров [10].

Российский и зарубежный научный и практический опыт объединены в национальном стандарте ГОСТ Р 56197–2014 (ИСО 14785:2014)².

Минэкономразвития Российской Федерации разработаны Методические рекомендации по организации в субъектах Российской Федерации деятельности в сфере развития туризма³, описывающие обустройство туристского центра, навигацию и бренд города.

Одной из стратегических задач города Москвы является создание благоприятных условий для возрастающего числа туристов из стран ближнего и дальнего зарубежья, регионов РФ. По данным комитета по туризму, планируемое число туристов в Москве к 2025 г. составит 32,8 млн человек. Структура туристов сформирована гостями из дальнего зарубежья (30 %), ближнего зарубежья (15 %), россиянами (38 %), москвичами (17 %) (рис. 1).

Результаты опроса туристов по итогам посещения г. Москвы (рис. 1) свидетельствуют о ряде проблем, решение которых в значительной степени зависит от организации логистики процесса ознакомления посетителей с историко-культурными, современными ценностями города. Стратегическую роль в создании логистики могут иметь туристско-информационные центры, предоставляющие комплекс сервисных услуг: в первую очередь, справочно-информационных, а также кратковременного отдыха, досугово-познавательных, быстрого питания и бытового обслуживания, банковских

и других. Однако в настоящее время их потенциал используется минимально.

К настоящему времени сеть туристских информационных объектов в городе насчитывает чуть более 30 объектов, типологически представлена мини-инфопоинтами (стойки «живое общение» в вестибюлях метрополитена) и одним информационным павильоном. Задачи инфопоинтов: справки, продажа печатной и сувенирной продукции (карт, брошюр-путеводителей). Большой спектр услуг предоставляет туристско-информационный павильон: кроме продажи печатной продукции, сувениров, готовых напитков и перекуса, предоставляются банковские услуги, услуги мобильного офиса, англоязычный персонал помогает в покупке билетов, бронировании гостиниц, экскурсий, вызове такси и другом (рис. 2). Однако востребованность данного элемента информационно-сервисной структуры сводится к нулю фактом его «одионочества». Эффективность подобного учреждения может быть обеспечена лишь при условии организации системы подобных учреждений как развитой планировочной структуры, отражающей потенциальную посетительскую нагрузку и ее национально-этнический, социально-демографический состав в различных планировочных ситуациях г. Москвы.

Научная проблема настоящего исследования заключается в несоответствии выработанных научных подходов, используемых нормативных инструментов современным градостроительным задачам развития информационного туристического сервиса. Авторами сформулирована научная гипотеза исследования, предполагающая, что формирование системы ТИЦ, учитывающей различные планировочные особенности территории и ее социально-демографические характеристики, позволит повысить спрос на туристические услуги и посещаемость г. Москвы.

Объектом исследования выступает система ТИЦ, предоставляющая внешним и внутренним туристам комплекс информационно-сервисных услуг, обеспечивающая децентрализацию туристических потоков по территории города. С архитектурно-планировочной точки зрения ТИЦ рассматривается как многофункциональный общественный комплекс [12–14]. Предмет исследования — градостроительные подходы к организации системы ТИЦ, обусловленные социально-экономическими условиями, экологическими и планировочными особенностями территории.

Материалы и методы

Целью исследования является разработка градостроительных подходов к функционально-планировочной организации системы туристско-рекреацион-

² ГОСТ Р 56197–2014. ИСО 14785:2014. Туристский информационный центр. Туристская информация и услуги приема. Требования к качеству услуг, предоставляемых государственными и частными туристскими информационными компаниями.

³ Об утверждении Методических рекомендаций по организации в субъектах Российской Федерации деятельности в сфере развития туризма : Приказ Министерства экономического развития РФ от 22 января 2024 г. № 27. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408380083/>

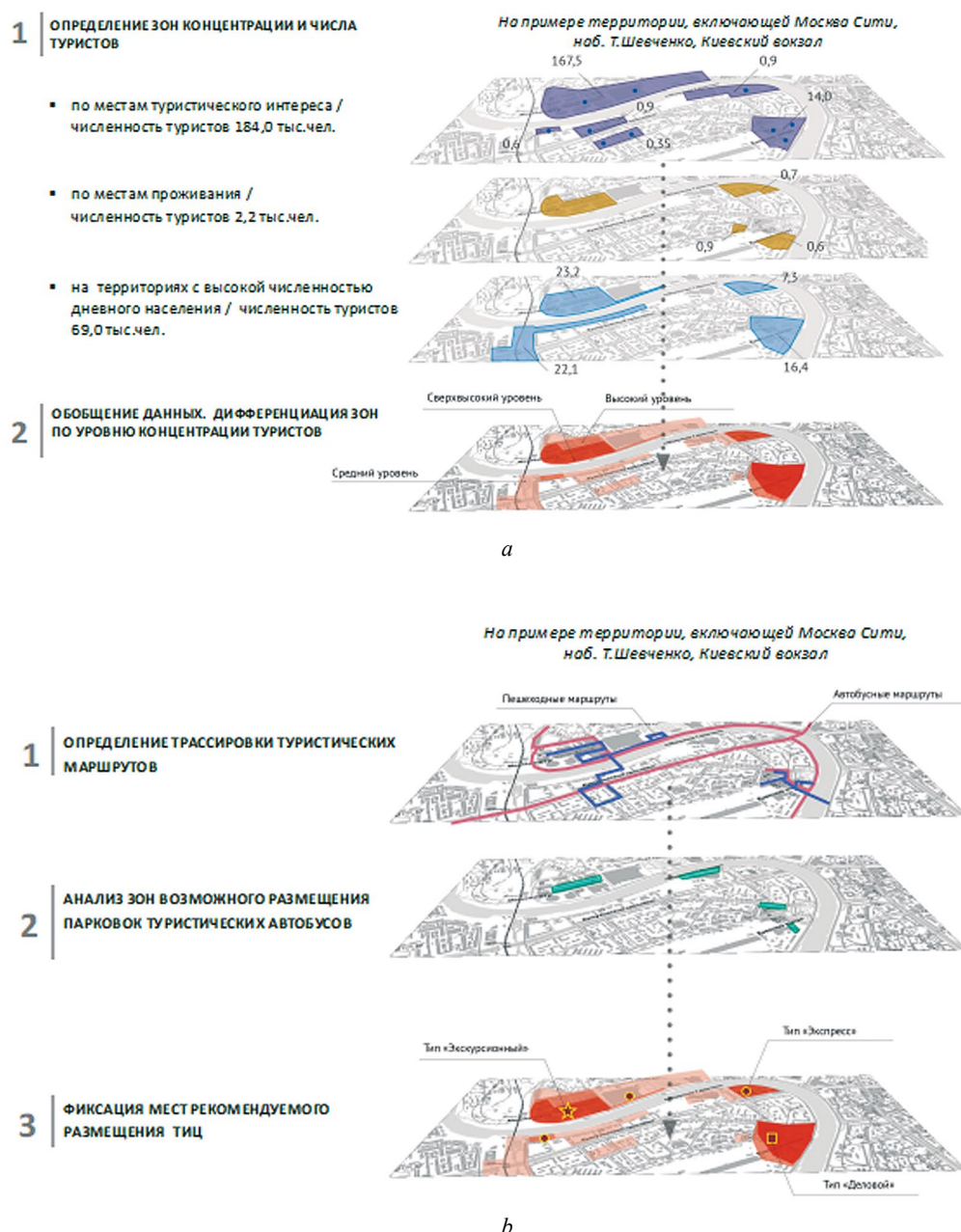


Рис. 1. а — алгоритм определения зон концентрации туристов и расчета их численности; б — алгоритм определения мест размещения ТИЦ (рис. авторов)

ных центров на территории г. Москвы. Поставлены следующие задачи: выявить актуальность проблематики; обобщить научный и проектный опыт создания ТИЦ; предложить архитектурно-планировочную типологию ТИЦ; разработать градостроительные подходы к формированию системы ТИЦ; предложить алгоритм расчета потребности в развитии ТИЦ и определения мест их размещения.

В ходе исследования использованы статистические данные из официальных муниципальных и региональных источников, результаты системного, типологического, функционально-структурного анализа.

Результаты

Подходы к функционально-планировочной организации и размещению ТИЦ на территории крупнейшего города разработаны на примере г. Москвы как территории с наиболее выраженными урбанизированными процессами и сопровождаемыми их проблемами.

Исходным утверждением, раскрытым во введении, является принадлежность ТИЦ к многофункциональным общественным комплексам, объединяющим как «живые», так и онлайн-услуги. Сочетание видов услуг и их полноты зависит от потенциального

Архитектурное решение	Набор услуг	Пропускная способность, человек в час на 1 сотрудника
I Мини-инфопоинты для печатной продукции в составе гостиниц, многофункциональных комплексов 	- англоговорящий персонал, - печатная информационная продукция	12
II Информационные стойки в составе объектов транспорта (аэропортов, вокзалов, транспортно-пересадочных узлов) 	- англоговорящий персонал, - печатная информационная продукция - продажа сувениров, - зона для самостоятельного получения инфо, - зарядка гаджетов	8
III Отдельно стоящий павильон 	- англоговорящий персонал, - печатная информационная продукция - продажа сувениров, - зона для самостоятельного получения инфо, - зарядка гаджетов - пункт обмена валюты, банкомат, - комната отдыха, интерактивный экран, - санитарно-бытовое помещение	4

Рис. 2. Существующая типология туристских информационных центров (рис. авторов)

спроса (числа туристов в данном ареале территории), существующей плотности застройки и территориальных резервов, сложившейся инфраструктуры сервиса. Ареалы приоритетного размещения ТИЦ совпадают с зонами общественного центра города — коммуникативными территориями с максимальной плотностью размещения общественных функций, включающими жизненно важные узлы поселения, образующие его каркас. Следовательно, ТИЦ как вариант многофункционального общественного комплекса (МОК) является структурной частью системы общественных центров города. Данное исследование опирается на научные труды по направлениям организации общественных территорий, системы обслуживания населения, проблем развития многофункциональных комплексов, созданные А.Э. Гутновым, Г.А. Градовым, Г.А. Малояном, К.К. Карташевой, И.А. Жаворонковой, М.А. Вланиной, О.В. Смирновой, В.Я. Хромовым, Л.Ф. Страшновой, В.В. Танаковым, А.В. Боковым, И.Т. Приваловым, Н.В. Дубыниным, Л.В. Гайковой и другими.

В рамках разработки подходов к организации ТИЦ сформирована архитектурно-планировочная типология, основанная на характере использования объекта: Экспресс, Деловой, Экскурсионный (рис. 3). Определяющим критерием является характер и длительность потребления услуги. Исходными параметрами является уровень concentra-

ции туристов в 300-метровой зоне размещения ТИЦ (Экспресс — 300–1000 чел/сут, Деловой — от 1000 до 2000 чел/сут, Экскурсионный — более 2000 чел/сут) и вариант архитектурного решения: информационная стойка, специализированное помещение с возможностью интеграции в общественный комплекс или в виде отдельно стоящего здания ориентировочной общей площади для вышеперечисленных типов соответственно: 10–15, более 50, более 100 кв. м общей площади.

Архитектурно-планировочная типология обуславливает функциональный состав ТИЦ (рис. 4). Для типа 1, «Экспресс», рекомендованы 4 вида услуг: информационные, продажа сувениров, банковские и помощь консьержа в бронировании транспортных, экскурсионных билетов, отелей. Тип 2, «Деловой», предполагает расширение набора услуг до 7 позиций: появляются услуги мобильного офиса (рабочий кабинет), кратковременного отдыха, быстрого питания (вендинговые аппараты). Тип 3, «Экскурсионный», предоставляет наибольший спектр услуг — 10 наименований. Добавляется возможность ознакомления с достопримечательными местами, экскурсионными маршрутами (мини-пространство для просмотра роликов), хранения багажа, пешеходный или транспортный трансфер до места начала экскурсии. В случае размещения в отдельно стоящем павильоне предусматривается наличие туалетных комнат.

Тип	Уровень концентрации туристов в зоне размещения ТИЦ	Вариант архитектурного решения	Ориентировочная площадь, кв.м.
I ЭКСПРЕСС	СРЕДНИЙ 300-999 чел./сут.	ИНТЕГРИРОВАННЫЙ В ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДАНИЕ	ИНФОРМАЦИОННАЯ СТОЙКА 10-15м²
II ДЕЛОВОЙ	ВЫСОКИЙ 1000-1999 чел./сут.	ОТДЕЛЬНО СТОЯЩЕЕ СООРУЖЕНИЕ / ИНТЕГРИРОВАННЫЙ В ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДАНИЕ	СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПОМЕЩЕНИЕ > 50м²
III ЭККУРСИОННЫЙ	СВЕРХВЫСОКИЙ > 2000 чел./сут.		СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПОМЕЩЕНИЕ > 100м²

Рис. 3. Архитектурно-планировочная типология туристских информационных центров (рис. авторов)

Подходы предусматривают 2 этапа. На первом этапе определяются зоны концентрации дневного населения, число туристов и выполняется дифференциация выявленных ареалов территории по уровню концентрации (численности туристов) (рис. 5, а). В ходе определения зон высокой посещаемости аккумулируются три слоя данных: по размещению объектов туристического показа

(памятники истории и культуры, современные общественные учреждения, природно-парковые территории и другое), гостиничной сети, территорий системы общегородского центра, обладающих высокой транспортной обеспеченностью. Для примера взята территория Москва-Сити, набережной Тараса Шевченко, комплекс зданий Киевского вокзала.

Тип ТИЦ	Информация	Печатная сувенирная продукция	Банковские почтовые услуги	Заказ гостиниц/билеты/экскурсии/такси	Рабочий кабинет с ПК	Отдых	Кофе-брейк	Обзор экскурсий	Хранение багажа	Автобусная/пешеходная экскурсия с экскурсоводом шаг 5-7 мин до места начала
I ЭКСПРЕСС*	●	●	○	○						
II ДЕЛОВОЙ**	●	●	●	●	○	○	○			
III ЭККУРСИОННЫЙ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Виды услуг:

● существующие ○ предлагаемые

* соответствует мини-информпиту, информационной стойке

** соответствует павильону

Рис. 4. Функциональная типология (по набору услуг) туристских информационных центров (рис. авторов)

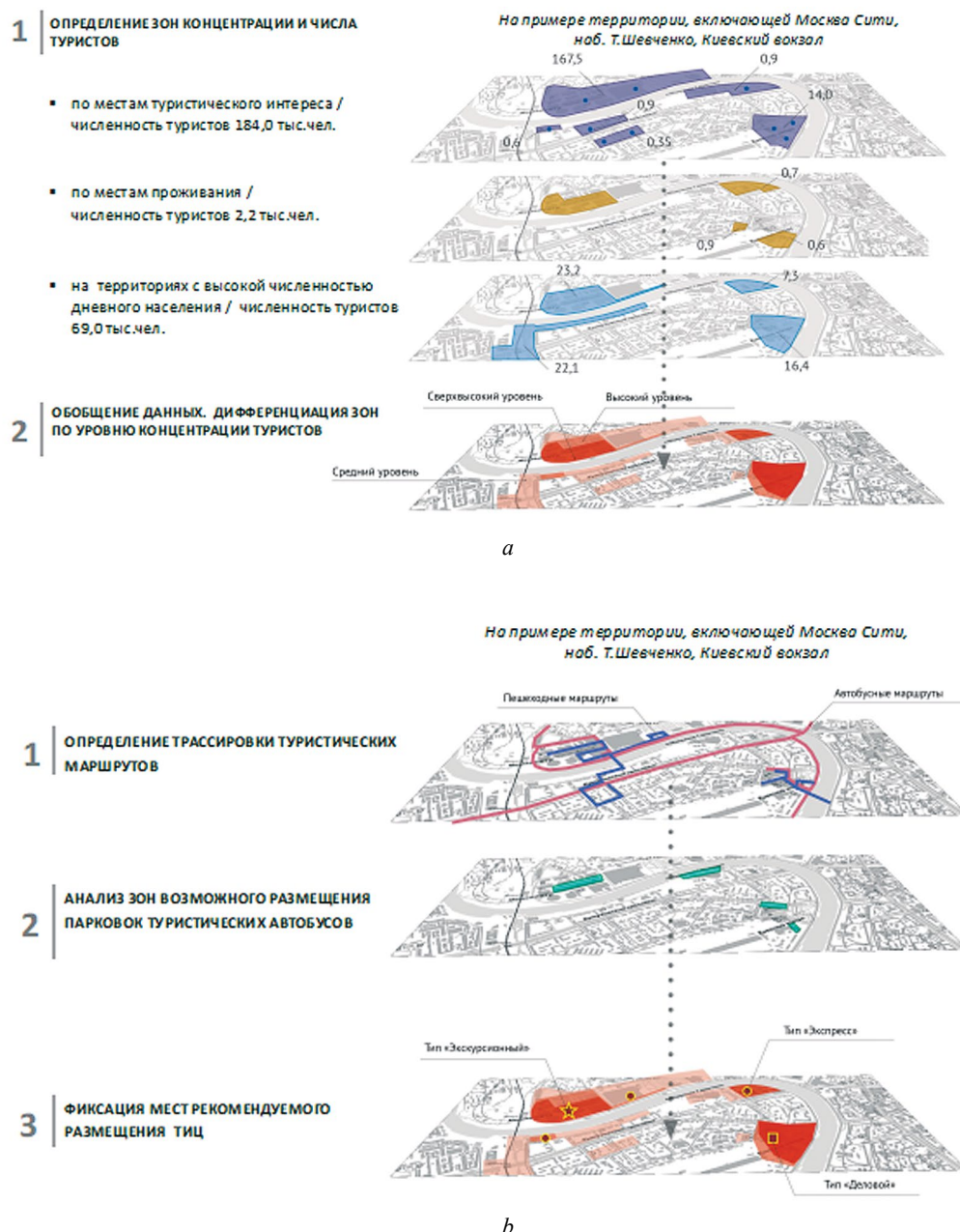


Рис. 5. а — алгоритм определения зон концентрации туристов и расчета их численности; б — алгоритм определения мест размещения ТИЦ (рис. авторов)

На втором этапе выявляется трассировка туристических маршрутов, анализируются территории для остановок и кратковременного паркинга туристических автобусов, фиксируются места возможного размещения ТИЦ (рис. 5, б). Выявление маршрутов предполагает учет действующих и планируемых экскурсионных путей (пешеходных и автобусных) или их фрагментов. Анализ территориальных резервов для парковки туристического транспорта ориентирован на выявление локальных пространств для кратковременных остановок ограниченного числа транспортных единиц. Выявление мест возможного размещения ТИЦ опирается на ареалы высокой концентрации туристов, обусловленные наличием круп-

ных общественных комплексов, остановочных пунктов метрополитена и других видов общественного транспорта. В ходе поиска вариантов размещения ТИЦ рассматривается возможность их интеграции в состав общественных комплексов с учетом архитектурно-планировочных параметров комплекса, разнообразия его функциональной структуры [14, 15].

Тип «Экспресс» может быть интегрирован в общественные здания, вестибюльные зоны сооружений метрополитена, МЦК. Тип «Деловой» рекомендован к размещению на общественных и природно-рекреационных территориях города в составе общественных зданий (МОК). Тип «Экскурсион-

ный» возможен к реализации как в составе МОК, так и в виде отдельно стоящего павильона.

Составлена матрица типов ТИЦ по архитектурно-планировочному решению (рис. 6). Матрица позволяет определить возможные варианты применения трех типов ТИЦ с учетом архитектурно-планировочного решения:

- В — в составе общественного здания или транспортного сооружения (М — станция метро, МЦК; К — МФК; А — автовокзал; Ж — ж/д вокзал; Э — аэропорт);
- О — отдельно стоящий павильон/комплекс (О — на общественных территориях; П — на природно-рекреационных территориях; Т — на территориях, прилегающих к ТПУ).

Как следует из гипотезы исследования, ТИЦ могут стать активно востребованными при условии формирования развитой сети, обеспечивающей удобный доступ для большого числа туристов. Авторами предложен алгоритм расчета потребности в консультантах и количестве ТИЦ.

Потребность в консультантах определяется по формуле:

$$K = \frac{T_{\text{сут}} \cdot K_{\text{тиц}}}{B_{\text{тиц}}} \cdot BO_1, \backslash$$

где K — количество консультантов, работающих;

$T_{\text{сут}}$ — среднесуточное значение объема туристического потока, чел.;

$K_{\text{тиц}}$ — коэффициент востребованности в услугах ТИЦ;

$B_{\text{тиц}}$ — продолжительность работы ТИЦ, ч;

BO_1 — среднее время обслуживания одного посетителя, ч.

Потребность в ТИЦах определяется для каждого вида объектов по нижеприведенным формулам:

- мини-инфопоинты:

$$OB_{\text{ми}} = \frac{T_{\text{сут}} \cdot K_{\text{тиц}}}{\Pi_{\text{ми}} \cdot B_{\text{тиц}} \cdot K_{\text{лми}}};$$

- информационные стойки:

$$OB_{\text{ис}} = \frac{T_{\text{сут}} \cdot K_{\text{тиц}}}{\Pi_{\text{ис}} \cdot B_{\text{тиц}} \cdot K_{\text{лис}}};$$

- отдельно стоящие павильоны:

$$OB_{\text{п}} = \frac{T_{\text{сут}} \cdot K_{\text{тиц}}}{\Pi_{\text{п}} \cdot B_{\text{тиц}} \cdot K_{\text{лп}}},$$

где $OB_{\text{ми}}$ — расчетное число мини-инфопоинтов (объектов);

$OB_{\text{ис}}$ — расчетное число информационных стоек (объектов);

$OB_{\text{п}}$ — расчетное число павильонов (объектов);

$T_{\text{сут}}$ — среднесуточное значение объема туристического потока на территории в радиусе 300 м (человек);

$K_{\text{тиц}}$ — коэффициент востребованности услуг ТИЦ;

ТИП	ВИД туристско-информационного центра							
	в составе общественных сооружений / В					отдельностоящий комплекс / О		
	станция метро, МЦК М	МФК, музей, театр К	автовокзал А	ж/д вокзал Ж	аэропорт Э	на общественных территориях О	на природно-рекреационных территориях П	на территориях прилегающих к ТПУ Т
I ЭКСПРЕСС	● I в м	○ I в к	○ I в а	○ I в ж	○ I в э	—	—	—
II ДЕЛОВОЙ	—	○ II в к	—	—	—	● II в о	○ II в п	—
III ЭКСКУРСИОННЫЙ	—	○ III в к	○ III в а	○ III в ж	—	○ III в о	○ III в п	○ III в т

Вид ТИЦ:

● существующий ○ предлагаемый

Рис. 6. Матрица типов ТИЦ по архитектурно-планировочному решению

$P_{ми/ис/п}$ — пропускная способность ТИЦ (человек в час/работающего);

$V_{тиц}$ — продолжительность работы ТИЦ (часов);

$K_{1п}$ — число консультантов в одном ТИЦ.

Подходы к функционально-планировочной организации сети туристско-информационных центров предусматривают обоснование и выявление зон наибольшей концентрации посетителей города, включая потенциальных туристов (внутригородских мигрантов с культурно-бытовыми целями), определение тематики туристического интереса на выявленных территориях, анализ резервов территории и застройки для интеграции услуг туристического сервиса (транспортных, информационных, культурных, бытовых и других), расчет потребности, выявление мест размещения сети ТИЦ.

Дискуссия

Градостроительные подходы к формированию планировочной системы ТИЦ (типы ТИЦ: Экспресс, Деловой, Экскурсионный) обеспечивают совершенствование инфраструктуры сервиса туристов в условиях сложившейся городской ткани за счет интеграции дополнительных функций в существующие многофункциональные комплексы, замещения функционального назначения существующих неэффективно эксплуатируемых объектов, устройства мобильных элементов.

Введенный авторами коэффициент востребованности ТИЦ является уникальным. На последующих стадиях исследования потребуются верификация диапазона его значений с учетом дополнительных социологических данных о потребительских предпочтениях туристов в части спонтанности или запланированности выбора и построения сценария посещения и осмотра нового места.

Заключение

Градостроительные подходы к формированию сети ТИЦ опираются на:

- результаты научных исследований социально-экономических, организационных аспектов развития туризма, информационного обеспечения;
- изучение градостроительных проблем развития и размещения системы общественных комплексов;
- итоги социологических опросов потребительского спроса туристов;
- анализ системы территорий общегородского центра в составе обосновывающих материалов генерального плана города Москвы.

Эффективность создания и функционирования сети ТИЦ обеспечивается ее пространственно-планировочной развитостью, обоснованным расположением ее элементов в зонах высокой концентрации дневного населения, в том числе и туристов. Спрос на данный вид услуг будет возрастать по мере адаптации и привыкания пользователей к данному сервису. Важно подчеркнуть ориентированность ТИЦ как на внешних, так и на внутренних туристов.

Реализация предложенных подходов обеспечивает значительный социальный эффект, позволяя адаптировать сложившуюся городскую среду под базовые запросы гостей крупнейшего города на удобную навигацию, гостеприимство (возможность кратковременного отдыха, получения бытовых услуг, быстрого питания и другого). Экономический эффект обусловлен возможностью широкого выбора экскурсионных маршрутов или создания собственных вариантов с учетом индивидуальных интересов человека. Планировочный эффект выражается в децентрализации туристического потока, включения в активный показ достопримечательных мест на территориях срединной и периферийной поясов города.

Перспективным и результирующим является антропоэкологический эффект, выражающийся в культурном обогащении личности человека, бережном и внимательном отношении к историческому наследию, природным ценностям, пониманию своей ответственности за их сохранение.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Реймерс Н.Ф. Надежды на выживание человечества: Концептуальная Экология. М. : ИЦ «Россия Молодая». Экология, 1992. 367 с.
2. Глазачев В.Л. Культурный потенциал городской среды : дис. ... д-ра Искусствоведения. М., 1991.
3. Валдайцева М.В. Влияние крупного города на развитие человеческого капитала // Экономика и экологический менеджмент. 2013. № 2.
4. 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. : Изд-во АСВ, 2015. 184 с.
5. Алексеев Ю.В. Основы планирования, проектирования поселений региона и организации и координации профессиональной деятельности : монография. М. : Изд-во АСВ, 2022. 296 с.
6. Барзыкин Ю.А. Туризм в системе социально-экономических отношений: основы, функции, пути развития : дис. ... канд. экон. наук. М., 2007. 146 с.

7. Шарафутдинова Е.В. Пути совершенствования информационного обеспечения в туристском бизнесе : дис. ... канд. экон. наук. Сочи, 2010. 171 с.
8. Панова Д.Н. Организационно-экономический механизм формирования комплексной системы информационного обеспечения туристской индустрии в регионе (на примере Северо-Западного федерального округа) : дис. ... канд. экон. наук. СПб., 2008. 138 с.
9. Кормишова А.В. Тенденции и проблемы туристских информационных центров, их опыт развития и деятельности // *Economics. European science*. 2017. № 8. URL: <https://scientific-publication.com/images/PDF/2017/24/tendencies-and-problems.pdf>
10. Карпова Г.А., Песоцкая Е.В., Ткачев В.А. Туристско-информационные центры и их роль в повышении конкурентоспособности туристских кластеров // *Service Plus*. ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный экономический университет. 2017. Т. 11. № 3. С. 11–20. DOI: 10.22412/1993-7768-11-3-2
11. Гайкова Л.В. Архитектурное проектирование многофункциональных общественных комплексов : уч. пос. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. 140 с.
12. Лазарева М.В. Многофункциональные пространства крупных общественных комплексов : дис. ... канд. арх. М., 2007. 285 с.
13. Колесников С.А. Архитектурная типология высокоурбанизированных многофункциональных узлов городской структуры крупнейшего города (на примере г. Самара) : дис. ... канд. арх. Самара, 2006. 180 с.
14. Qin Y., Yao M., Shen L., Wang Q. Comprehensive evaluation of functional diversity of urban commercial complexes 454 based on dissipative structure theory and synergy theory: A case of SM city plaza in xiamen, China // *Sustainability*. 2021. No. 14 (1). P. 67. DOI: 10.3390/su14010067

Об авторах: **Юлия Геннадьевна Страшнова** — кандидат технических наук, доцент кафедры «Градостроительство»; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; Российская Федерация, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; старший научный сотрудник; **Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН)**; Российская Федерация, 127238, г. Москва, Локомотивный проезд, д. 21;

Надежда Викторовна Боровикова — магистр градостроительства, эксперт по классификации гостиниц; **ООО «Стар-Тест»**; Российская Федерация, 129164, г. Москва, ул. Константинова, д. 11А.

REFERENCES

1. Reimers N.F. *Hopes for the survival of humanity: Conceptual Ecology*. Moscow, IC “Young Russia”. Ecology, 1992; 367. (rus).
2. Glazychev V.L. *Cultural potential of the urban environment : dissertation for the degree of Doctor of Art History*. Moscow, 1991. (rus).
3. Valdaytseva M.V. The influence of a large city on the development of human capital. *Economics and environmental management*. 2013; 2. (rus).
4. Ilyichev V.A., Emelyanov S.G., Kolchunov V.I., Gordon V.A., Bakaeva N.V. *Principles of transforming a city into a biosphere-compatible and developing human : scientific monograph*. Moscow, ASV Publishing House, 2015; 184. (rus).
5. Alekseev Yu.V. *Fundamentals of planning, design of regional settlements and organization and coordination of professional activities : monograph*. Moscow, ASV Publishing House, 2022; 296. (rus).
6. Barzykin Yu.A. Tourism in the system of socio-economic relations: fundamentals, functions, development paths : dissertation for the degree of Candidate of Economic Sciences. *Institute of Economics RAS*. Moscow, 2007; 146. (rus).
7. Sharafutdinova E.V. *Ways to improve information support in the tourism business : dissertation for the degree of Candidate of Economic Sciences*. Sochi, 2010; 171. (rus).
8. Panova D.N. *Organizational and economic mechanism for the formation of an integrated system of information support for the tourism industry in the region (on the example of the northwestern federal district) : dissertation for the degree of Candidate of Economic Sciences*. St. Petersburg, 2008; 138. (rus).
9. Kormishova A.V. Trends and problems of tourist information centers, their experience of development and activities. *Economics. European science*. 2017; 8. URL: <https://scientific-publication.com/images/PDF/2017/24/tendencies-and-problems.pdf> (rus).
10. Karpova G.A., Pesotskaya E.V., Tkachev V.A. Tourist information centers and their role in increasing the competitiveness of tourism clusters. *Service Plus*. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education St. Petersburg State Economic University, 2017; 11(3):11-20. DOI: 10.22412/1993-7768-11-3-2 (rus).
11. Gaikova L.V. *Architectural design of multifunctional public complexes : training manual*. Krasnoyarsk, Siberian Federal University, 2019; 140. (rus).
12. Lazareva M.V. *Multifunctional spaces of large public complexes : dissertation for the degree of Candidate of Architecture*. Moscow, 2007; 285. (rus).

13. Kolesnikov S.A. *Architectural typology of highly urbanized multifunctional nodes of the urban structure of the largest city (using the example of Samara) : dissertation for the degree of Candidate of Architecture*. Samara, 2006; 180. (rus).
14. Qin Y., Yao M., Shen L., Wang Q. Comprehensive evaluation of functional diversity of urban commercial complexes 454 based on dissipative structure theory and synergy theory: A case of SM city plaza in Xiamen, China. *Sustainability*. 2021; 14(1):67. DOI: 10.3390/su14010067

About the authors: **Yulia G. Strashnova** — Ph.D., associate professor of department of Urban planning; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; Senior Researcher; **Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (NIISF RAASN)**; 21 Lokomotivny passage, Moscow, 127238, Russian Federation;

Nadezhda V. Borovikova — Master of Urban planning, hotel classification expert; **LLC “StarTest”**; 11A Konstantinov st., Moscow, 129164, Russian Federation.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ДЕФОСФОТАЦИИ СТОЧНЫХ ВОД

Елена Сергеевна Гогина^{1,2}, Елена Васильевна Спасибо^{2,3}, Игорь Алексеевич Гульшин³,
Анна Валерьевна Решетова^{2,3}, Татьяна Анатольевна Рафальская⁴,
Алексей Юрьевич Сколубович⁴

¹ Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ);
г. Москва, Российская Федерация;

² Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры
и строительных наук (НИИСФ РААСН); г. Москва, Российская Федерация;

³ Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ);
г. Москва, Российская Федерация;

⁴ Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин); г. Новосибирск,
Российская Федерация

Превышение предельно допустимых концентраций биогенных соединений при сбросе сточных вод в водные объекты приводит к экологическим изменениям, ухудшениям, а в конечном итоге — к риску возникновения процесса эвтрофикации. С целью снижения эвтрофирования водных объектов России необходимо повышение качества очистки сточных вод с учетом требования предельно допустимых концентраций (ПДК). Ограничивающим фактором развития цветения водоемов является количественное содержание растворимого фосфора. Существует несколько основных методов удаления соединений фосфора — фосфатов из сточных вод: химический, биологический и биолого-химический. В статье рассмотрены особенности применения различных типов коагулянтов и их влияние на процесс дефосфотации сточных вод при реагентном и комбинированном методе очистки. А также способы интенсификации процесса биологической дефосфотации при применении этого метода очистки.

Ключевые слова: очистка сточных вод, дефосфотация, коагуляция, преферментация, легкоокисляемое органическое вещество

Для цитирования: Гогина Е.С., Спасибо Е.В., Гульшин И.А., Решетова А.В., Рафальская Т.А., Сколубович А.Ю. Способы повышения эффективности процесса дефосфотации сточных вод // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2024. № 2. С. 114–126. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.114-126

METHODS FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF A SEWAGE DEFROSTING PROCESS

Elena S. Gogina^{1,2}, Elena V. Spasibo^{2,3}, Igor A. Gulshin³, Anna V. Reshetova^{2,3},
Tatyana A. Rafalskaya⁴, Alexey Yu. Skolubovich⁴

¹ Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Exploration University (MGRI); Moscow, Russian Federation;

² Scientific Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences
(NIISF RAASN); Moscow, Russian Federation;

³ Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU); Moscow, Russian Federation;

⁴ Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin); Novosibirsk, Russian Federation

Exceeding the maximum permissible concentrations of nutrients during the discharge of wastewater into water bodies leads to environmental changes, deterioration, which ultimately leads to the risk of the eutrophication process. In order to reduce eutrophication of water bodies in Russia, it is necessary to improve the quality of wastewater treatment, taking into account the requirements of the MPC. The limiting factor in the development of blooming of water bodies is the quantitative content of soluble phosphorus. There are several main methods for removing phosphorus phosphate compounds from wastewater — chemical, biological and biological-chemical. The article discusses the features of the use of various types of coagulants and their effect on the process of dephosphotation of wastewater in the reagent and combined methods of wastewater treatment. As well as ways to intensify the process of biological dephosphotation when using the biological method of treatment.

Keywords: wastewater treatment, dephosphotation, coagulation, prefermentation, easilyoxidizable organic matter

For citation: Gogina E.S., Spasibo E.V., Gulshin I.A., Reshetova A.V., Rafalskay T.A., Skolubovich A.Yu. Methods for increasing the efficiency of a sewage defrosting process. *Biosphere Compatibility: Man, Region, Technology*. 2024; 2: 114-123. DOI: 10.22227/2311-1518.2024.2.114-123 (rus.).

Введение

Поступление биогенных элементов со сточными водами в водные объекты приводит к увеличению содержания биогенных и органических соединений, уменьшению содержания кислорода, появлению анаэробных зон, увеличению мутности воды, изменению цвета, загрязнению микроорганизмами, в том числе патогенными.

Растворимый фосфор является основным лимитирующим элементом для развития водорослевого цветения водоема, в большей степени воздействующим на процесс. Поэтому для снижения интенсивности процесса эвтрофикации водных объектов необходимо эффективное удаление фосфора с учетом требований предельно допустимых концентраций (ПДК) [1, 2].

Существуют несколько основных методов удаления фосфора из сточных вод: химическое (с использованием реагентов), биолого-химическое и биологическое удаление.

Для химического удаления фосфора из сточных вод, как правило, используются в качестве реагентов соли алюминия и железа. Использование извести приводит к тому, что pH обработанной воды выходит за допустимые пределы, поэтому применяется значительно меньше. Дозирование реагентов варьируется от точки перед первичным отстаиванием (предосаждение) на стадии биологической очистки до точки перед сооружениями по доочистке (постосаждение), а также в возвратные потоки от сооружений по обработке осадков [3, 4].

Процесс удаления фосфора из сточных вод непрерывно связан с деятельностью фосфат-аккумулирующих организмов (ФАО). В анаэробных условиях эти бактерии активно потребляют ацетат и пропионат, запасая их в виде полимерных насыщенных оксикислот (ПНО). Одновременно с этим происходит образование ортофосфатов, так как процесс накопления запасных веществ происходит благодаря энергии, выделяющейся при разложении полифосфатов. В аэробных условиях фосфат-аккумулирующие организмы, используя энергию в виде ПНО, растут, потребляя фосфат. В результате накопленный в клетках полифосфат выводится с избыточным активным илом из сооружений [5].

Таким образом, можно заметить, что для реализации биологического удаления фосфора необходимо чередование аэробных и анаэробных зон (последнюю часто называют зоной удаления фосфора, хотя сама суть процесса заключается в выделении в воду фосфатов), а также достаточное содержание легкоокисляемой органики в количестве примерно 15гБПК(20гХПК)/гР удаляемого. В связи с этим технологические схемы с биологическим удалением фосфора отличаются разнообразием.

Биолого-химические методы удаления фосфора из сточных вод соединяют в себе технологические решения, присущие биологическому методу, и дозирование реагента в случае поступления на сооружения низкоконтентрированных по органике сточных вод. Такое решение позволяет повысить качество очистки сточных вод и обеспечить стабильность процесса.

Поэтому целью данного исследования являлось изучение влияния реагентного метода удаления фосфора на процесс биологической очистки в биореакторе, а также сравнение технологических параметров химического и комбинированного методов.

Предварительно были собраны и проанализированы данные производственного лабораторного контроля действующих канализационных очистных сооружений за три года. Суть первого этапа исследования сводилась к оценке эффективности очистки сточных вод от соединений фосфора посредством дозирования реагента в биологически очищенную сточную воду на реально существующих сооружениях с использованием различных типов коагулянтов. Был проведен опыт на контакт в мерных цилиндрах (рис. 1) с различной дозой коагулянта и водой, отобранной из сборного лотка вторичных отстойников с целью определения наиболее оптимальной дозы. Пробное коагулирование проводилось в лабораторных условиях на трех различных пробах в разное время. Результаты представлены в табл. 1.

По результатам наблюдений можно сделать вывод, что алюминийсодержащие реагенты являются наиболее эффективными по сравнению с железосодержащими, так как позволяют достичь нормативных показателей уже при дозе коагулянта 40 мг/л по активному веществу.

На втором этапе исследования при дозировании различного типа коагулянта непосредственно

Табл. 1. Концентрация фосфора фосфатов в зависимости от 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 $P-PO_4$ в поступающей 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

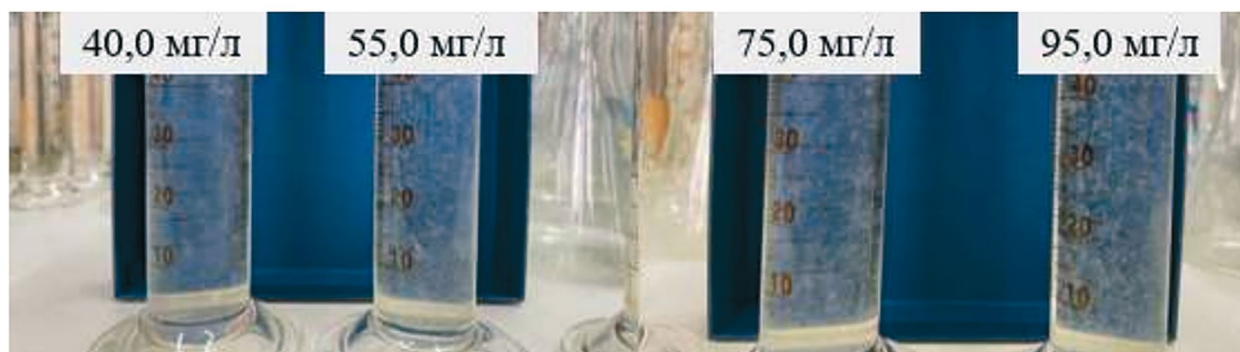


Рис. 1. Процесс коагулирования

в экспериментальную модель биореактора проводилась оценка эффективности комбинированного метода удаления фосфора фосфатов из сточных вод с учетом требований ПДК. Испытание проходило на искусственно составленной сточной жидкости. Подача коагулянта в установку осуществлялась насосом-дозатором.

Первоначально работа установки предполагала наращивание необходимой дозы ила в аноксидной и аэробной зонах реактора. Для снижения необходимого на этот процесс времени биореактор был инокулирован активным илом с действующих канализационных очистных сооружений.

Экспериментальная установка (рис. 2) включала в себя две зоны и вторичный отстойник. Первая зона работала в аноксидном режиме с гидравлическим временем пребывания воды около 7 ч. Вторая зона функционировала в аэробном режиме с продолжительностью очистки около 14 ч. Также из вторичного отстойника был реализован нитратный рецикл в первую зону биореактора с целью обеспечения процесса удаления азота.

Третий этап затрагивал вопрос влияния реагентной очистки на биологический процесс дефосфатации и осуществлялся посредством наблюдения за состоянием биомассы.

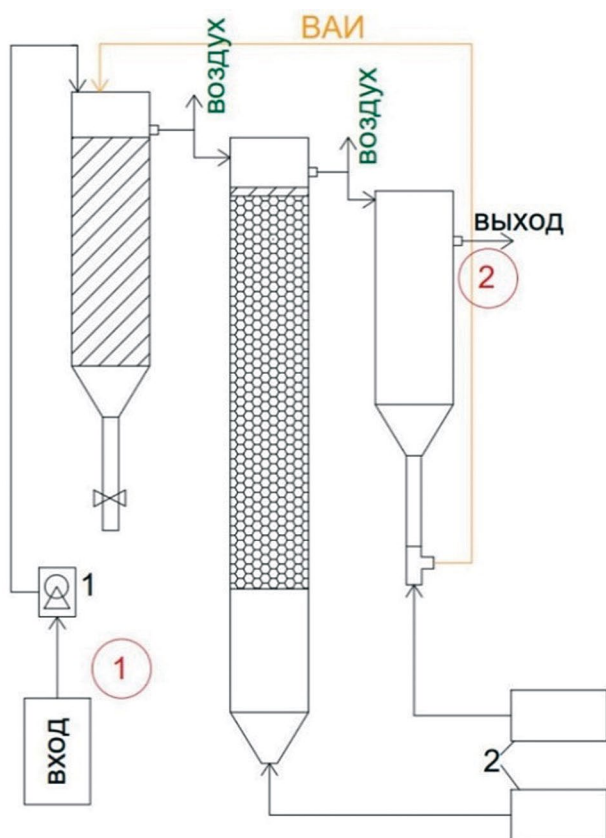


Рис. 2. Модель экспериментальной лабораторной установки биореактора. Точки отбора проб отмечены красным цветом: 1 — насос-дозатор для подачи сточной воды; 2 — компрессоры аэрации



Рис. 3. Формирование хлопьев активного ила после дозирования коагулянта

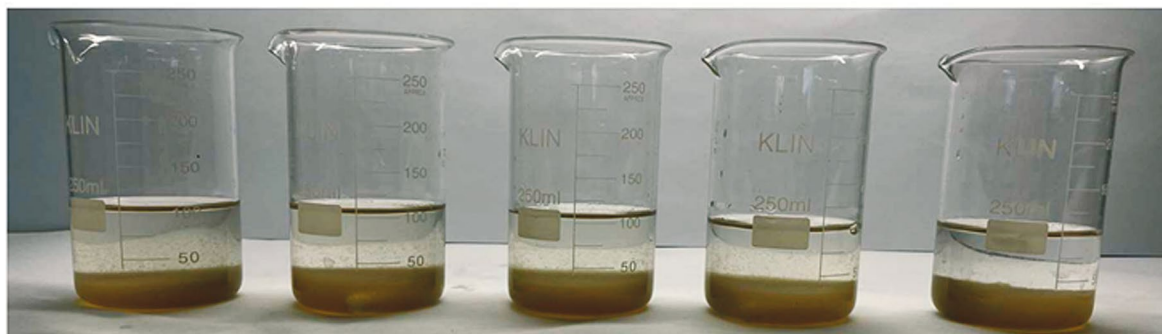


Рис. 4. Процесс осаждения скоагулированного осадка

Наиболее распространенным алюминийсодержащим коагулянтом является Аква-Аурат-30. Поэтому была реализована его подача в место поступления сточной воды биореактора с различными дозами по Al_2O_3 — 15, 30, 75 и 105 мг/л. Приготовление растворов происходило из одного с концентрацией 15 г/л по Al_2O_3 . С целью эффективного перемешивания смеси активного ила из экспериментальной установки и коагулянта использовались магнитные мешалки. Суть данного этапа эксперимента сводилась к следующему: в АИ поочередно дозируется коагулянт, первые 30 с осуществлялось интенсивное перемешивание посредством магнитной площадки

с мешалками, затем в течение следующих 10 мин стеклянными палочками проводилось спокойное перемешивание. Влияние повышения дозы коагулянта на хлопья активного ила можно наблюдать на рис. 3.

Затем в течение 7 мин происходило осаждение образовавшегося в результате процесса коагуляции осадка (рис. 4).

После осаждения пробы фильтровались и осуществлялся ряд количественных анализов по следующим показателям, представленным в табл. 2.

Также была проведена оценка влияния дозирования коагулянта на состояние биомассы активного

Табл. 2. Влияние дозы коагулянта на контролируемые показатели

Показатель	Доза коагулянта, мг/л					
	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/л	29,1	10,8	0,508	0,082	0,072	0,02
Фосфор фосфатов, мг/л	9,50	3,52	0,166	0,027	0,023	0,007
Доза ила, г/л	2,1	2,7	3,2	3,7	3,9	4,1

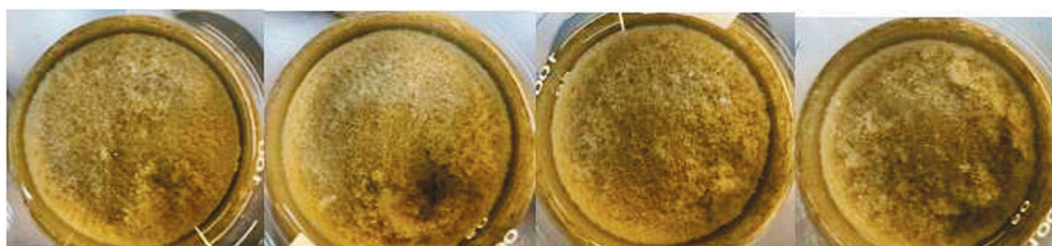


Рис. 5. Состояние активного ила в результате процесса коагуляции

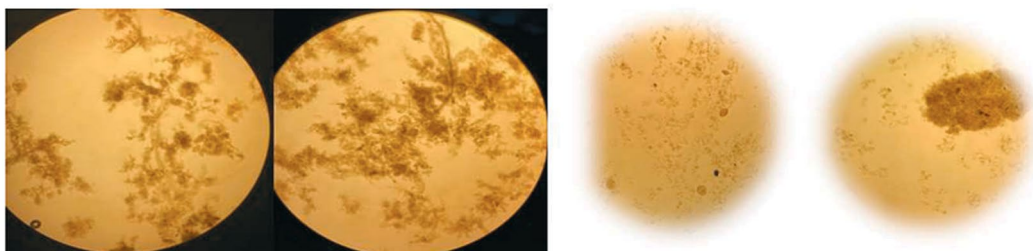


Рис. 6. Наблюдение скоагулированного активного ила под микроскопом

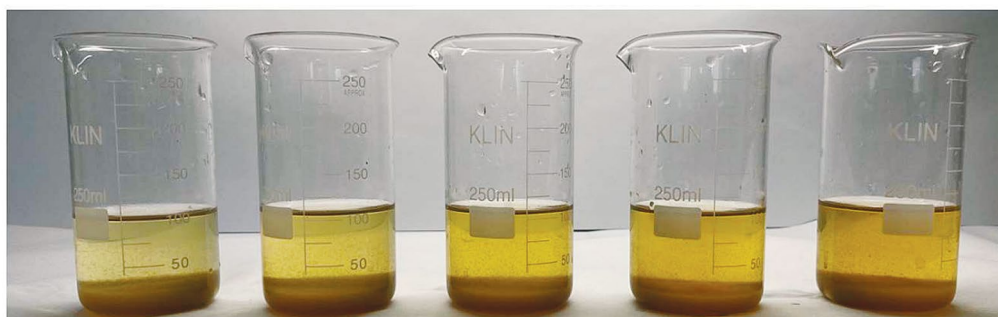


Рис. 7. Процесс осаждения в результате коагулирования (сульфат железа)

ила, как результат — увеличение дозы АИ в среднем на 1,1 г/л (рис. 5, 6).

Увеличение дозы ила влечет за собой повышение количества образующегося избыточного активного ила, что, как следствие, приводит к росту эксплуатационных затрат и возникновению дополнительного негативного воздействия.

Далее были проведены аналогичные опыты уже с коагулянт, содержащим соли железа — сульфатом железа и хлоридом железа (III).

Первоначально был проведен опыт с дозированием коагулянта, аналогичный опыту выше с использованием раствора сульфата железа FeSO_4

с концентрацией 10 г/л по Fe. Формирование хлопьев представлено на рис. 7.

Состояние биомассы под наблюдением в микроскоп можно увидеть на рис. 8.

Качественные показатели очищенной сточной воды в результате применения солей железа приведены в табл. 3.

Далее был приготовлен раствор хлорного железа (III) FeCl_3 с концентрацией 10 г/л по Fe. Действия в ходе проведения эксперимента были аналогичны описанным выше. Результат процесса коагуляции в виде образования хлопьев представлен на рис. 9.

Состояние биомассы активного ила под микроскопом представлено на рис. 10.

Качественные показатели очищенной сточной воды в результате коагулирования с применением хлорного железа (III) представлены в табл. 4.

Результаты проведенного эксперимента представлены в виде графических зависимостей на рис. 11.

По результатам наблюдения наиболее оптимальным коагулянт является алюминийсодержащий полиоксихлорид алюминия. Было установлено, что концентрация ионов водорода наименьшим образом снижается при его дозировании по сравнению

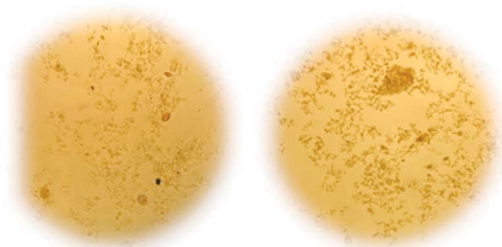


Рис. 8. Состояние активного ила до и после коагулирования (сульфат железа)

Табл. 3. Влияние дозирования коагулянта — сульфата железа на контролируемые показатели

Концентрация фосфора фосфатов в поступающей сточной воды, мг/л	9,5			
Доза коагулянта по Fe, мг/л	30	60	90	120
Концентрация фосфора фосфатов в результате коагулирования, мг/л	0,80	0,26	2,41	2,45
Доза ила, г/л	3,4	3,8	4,3	4,9

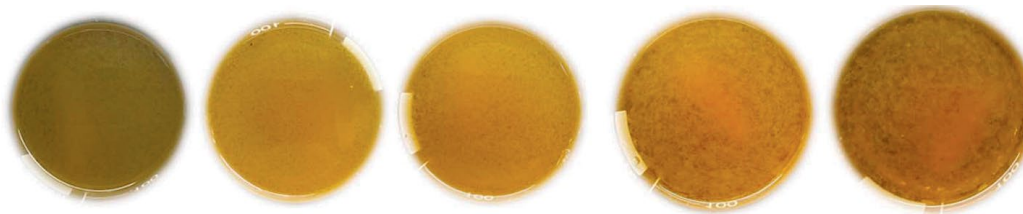


Рис. 9. Формирование хлопьев активного ила после дозирования коагулянта (хлорное железо)

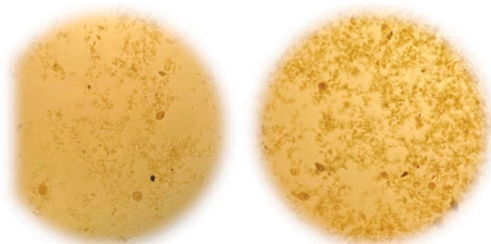


Рис. 10. Состояние активного ила до и после коагулирования (хлорное железо)

с другими реагентами. Одновременно с этим также наблюдалось более раннее вспухание активного ила во времени относительно других исследуемых образцов. Подобрана оптимальная доза при применении комбинированного метода дефосфатации сточных вод — 30 мг/л, происходит повышение дозы ила на 1,1 г/л.

Помимо этого, были проведены расчеты сооружений для биологической очистки от соединений азота и химическим удалением соединений фосфора и очистки с биологическим удалением азота, и биолого-химическим удалением фосфора, результат представлен в табл. 5.

Основной задачей исследования являлось изучение влияния технологических параметров процесса первой стадии анаэробного сбраживания исследуемого осадка на количество образовавшихся летучих жирных кислот (ЛЖК).

Результаты исследования представлены в виде графических зависимостей на рис. 12–21.

Достигнув предела процесса кислого (водородного) брожения, осадок плавно переходит в щелочное (метановое) брожение, концентрация летучих жирных кислот снижается и достигает исходных значений.

Табл. 4. Влияние дозирования коагулянта — хлорного железа (III) на контролируемые показатели

Концентрация фосфора фосфатов в поступающей сточной воды, мг/л	9,5			
Доза коагулянта по Fe, мг/л	30	50	70	100
Концентрация фосфора фосфатов в результате коагулирования, мг/л	0,053	0,237	0,596	2,4
Доза ила, г/л	3,2	3,4	3,7	3,1

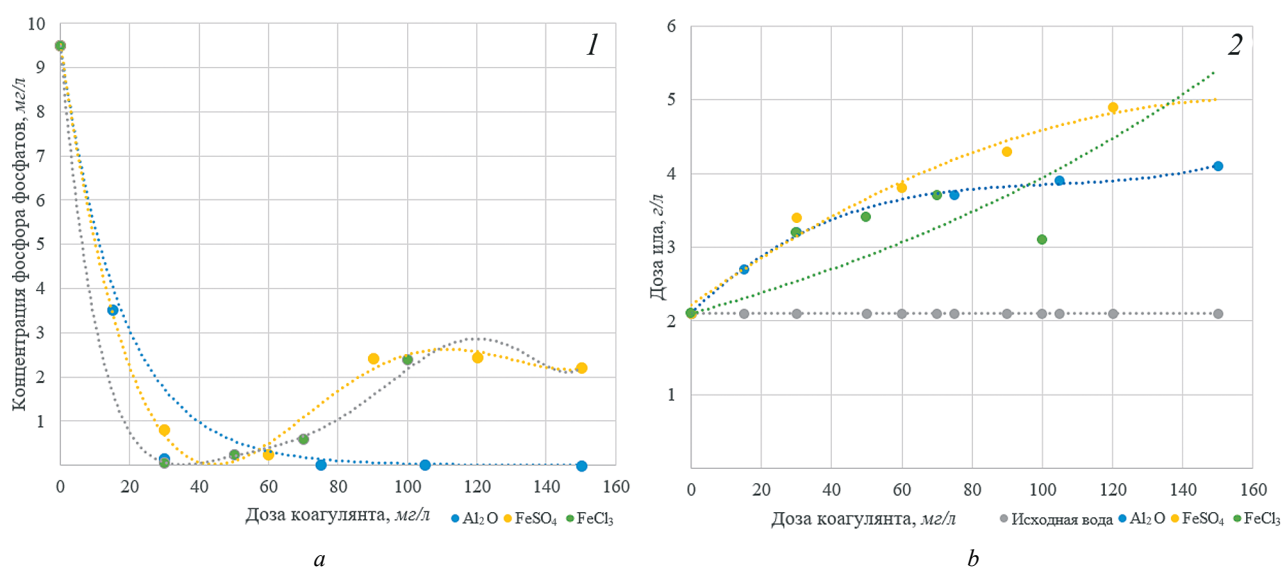


Рис. 11. Влияние дозы коагулянта, мг/л, на: 1 — концентрацию фосфора фосфатов, мг/л; 2 — дозу ила, г/л

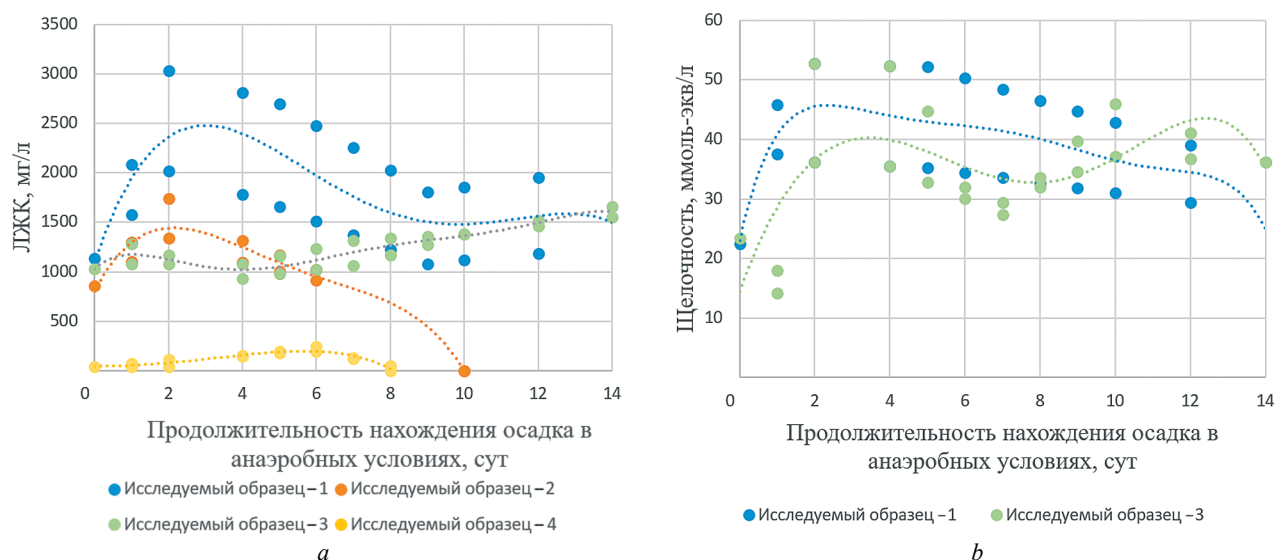


Рис. 12. Влияние продолжительности нахождения сырого осадка в анаэробных условиях при $t = 14\text{ }^{\circ}\text{C}$: *a* — на концентрацию образовавшихся ЛЖК, мг/л; *b* — на величину щелочности, ммоль-экв/л

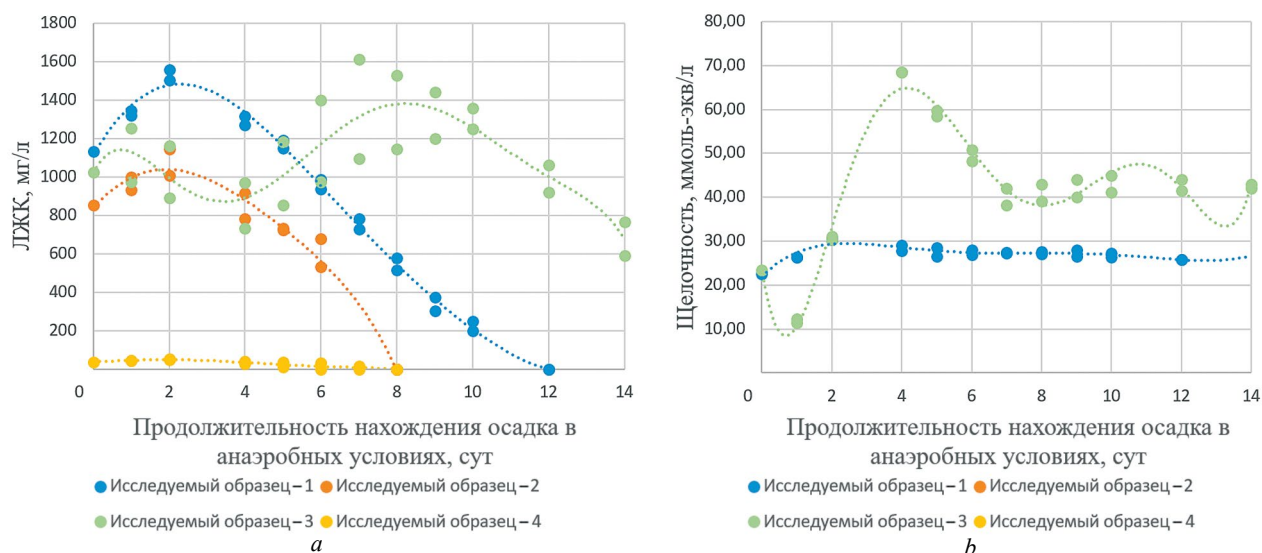


Рис. 13. Влияние продолжительности нахождения сырого осадка в анаэробных условиях при $t = \text{комнатная, }^{\circ}\text{C}$: *a* — на концентрацию образовавшихся ЛЖК, мг/л; *b* — на величину щелочности, ммоль-экв/л

В результате анаэробного сбраживания концентрация карбонатов постепенно снижается, достигая в определенный момент минимального значения. Минимум концентрации HCO_3^- следует из того, что в осадке присутствуют только сложные органические вещества — в этот период происходит интенсивное образование летучих жирных кислот. Увеличение содержания HCO_3^- происходит из-за преобразования уксусной кислоты в энергию организмами, осуществляющими процесс метанового брожения — облигатными анаэробами. Некоторые исследуемые образцы в условиях анаэробного сбраживания не показали какого-либо заметного изменения щелочности. Это связано с несколько меньшими концентрациями образовавшегося легкодоступного органического вещества в этих исследу-

емых образцах по сравнению с другими образцами, для которых характер изменения щелочности выражен более явно.

Максимальное увеличение концентрации ЛЖК, в 16 раз превышающей поступающую, наблюдается при температуре $t = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ с 39 до 625 мг/л на 586 мг/л. Также значительно увеличились концентрации летучих жирных кислот при температуре $t = 14\text{ }^{\circ}\text{C}$ с 39 до 245 мг/л на 206 мг/л (6,2 раза) и с 1134 до 3030 мг/л на 1896 мг/л (2,67 раза).

Это свидетельствует о том, что не всегда получение максимального количества легкодоступной органики связано с повышением температуры сбраживаемого осадка, а зависит также от ацидофикационного потенциала поступающей сточной воды и сырого осадка очистных сооружений [11].

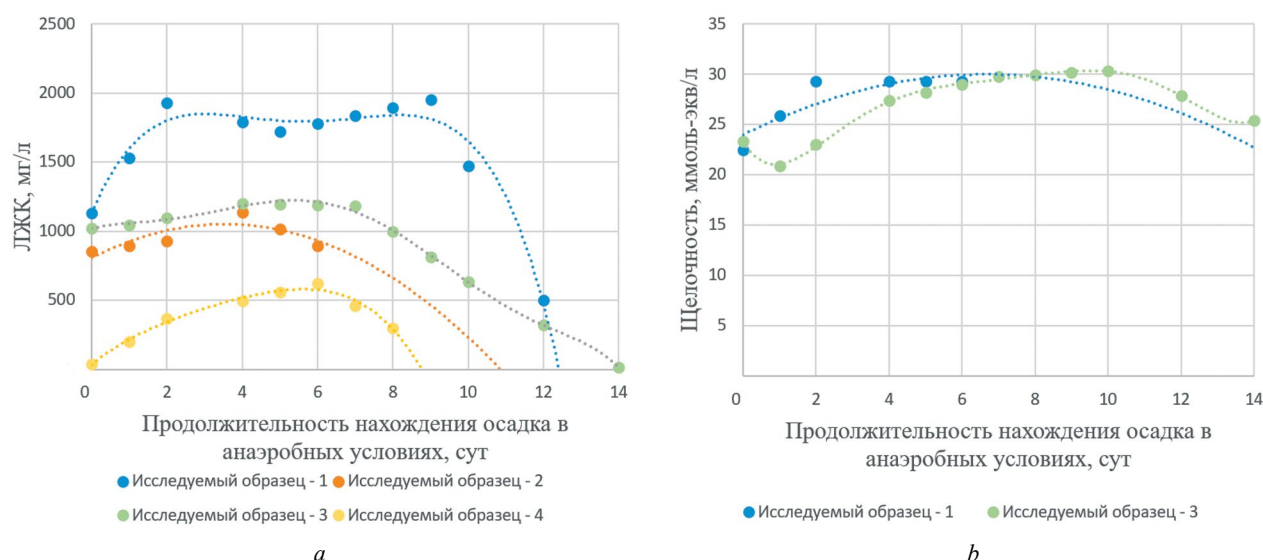


Рис. 14. Влияние продолжительности нахождения сырого осадка в анаэробных условиях при $t = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$: *a* — на концентрацию образовавшихся ЛЖК, мг/л; *b* — на величину щелочности, ммоль-экв/л

Концентрация ионов водорода имеет существенное значение для жизнедеятельности микроорганизмов, осуществляющих процесс брожения. К тому же резкое изменение реакции среды оказывает непосредственное влияние на скорость биохимических процессов. Исходное значение pH напрямую зависит от характера поступающих сточных вод. Оптимальное значение активности ионов водорода pH составляет от 5,5 до 7 единиц. Изменение уровня pH в процессе нахождения осадка в анаэробных условиях показано на рис. 3.

Снижение уровня pH возможно объяснить образованием летучих жирных кислот, т.е. преобладанием ионов H^+ .

Как показывает наблюдение, в процессе исследования создается низкий фон увеличения фосфатами в процессе анаэробного сбраживания на 5 суток, их концентрация в среднем увеличивается на в среднем 1,3–2 раза по сравнению с первоначальными значениями. Значительно большее количество фосфатов выделяется впоследствии при большей продолжительности нахождения осадка в анаэробных условиях.

Табл. 5. Основные технологические параметры для сооружений биологической очистки и обработки осадка

Наименование сооружений	Биологическая очистка с удалением азота и химическим удалением фосфора (БНДХФ)	Очистка с биологическим удалением азота и биолого-химическим удалением фосфора (БНДБХФ)
Аэротенк, W , м^3	16 330	16 330
Вторичные отстойники, W , м^3	2041	2268
Биореактор дефосфатации, W , м^3	500	—
Объем избыточного активного ила, W , м^3	427,5	635,0
Аэробный стабилизатор, W , м^3	2137,0	3175,0
Цех механического обезвоживания	КШОО-300 — 2 шт.	КШОО-300 — 3 шт.
Аварийные иловые площадки, $S_{\text{общ.карт}}$, м^2	10 402,5	15 451,7
Фугат _{воз.потг} Q , $\text{м}^3/\text{сут}$	418,95	622,30
Вид реагента	Количество реагента, Q , кг/сут	
Коагулянт Al_2O_3	4336,5	3206,3
Флокулянт Праестол 2540	3,42	5,08
Наименование сооружений	Количество воздуха, Q , $\text{м}^3/\text{ч}$	
Аэротенк	6634,0	
Биореактор дефосфатации	235,1	—
Аэробный стабилизатор	2564,7	3810,0

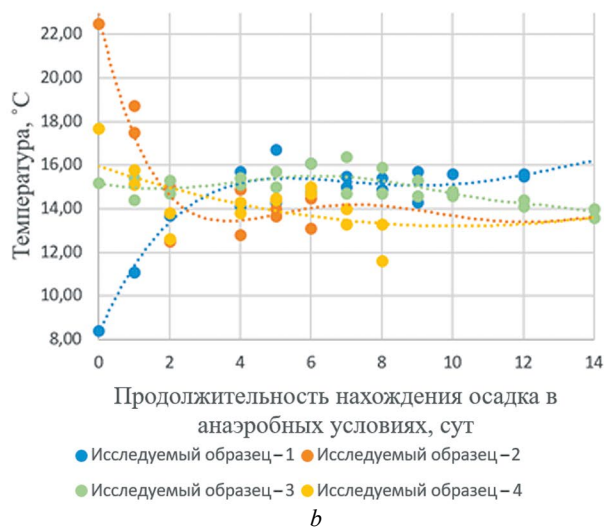
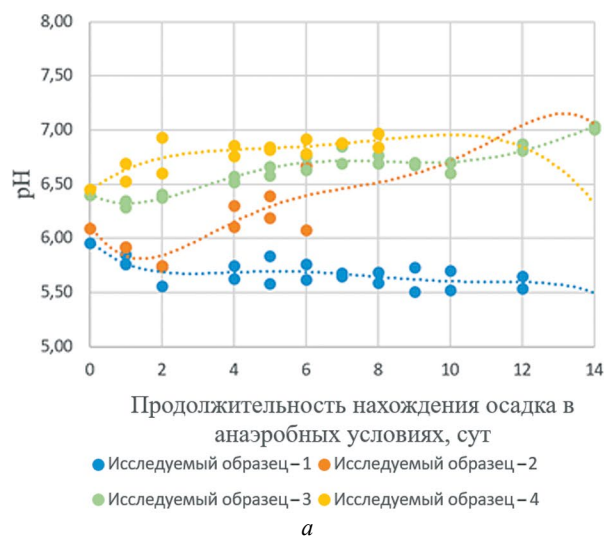


Рис. 15. Влияние продолжительности нахождения сырого осадка в анаэробных условиях при $t = 14\text{ }^{\circ}\text{C}$: *a* — на величину pH; *b* — на величину температуры, $^{\circ}\text{C}$

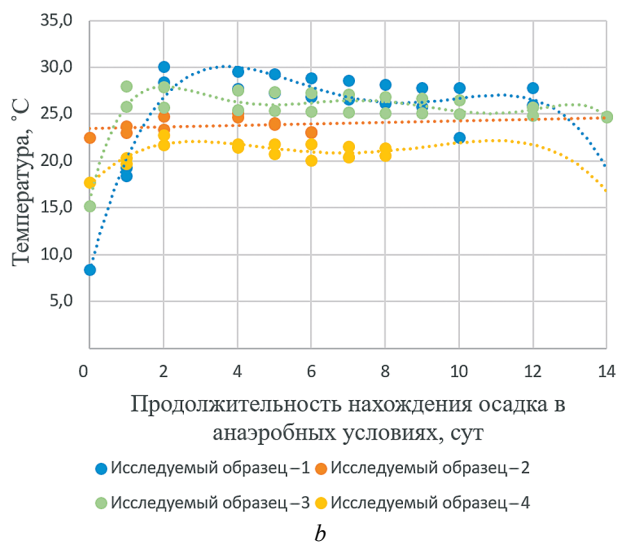
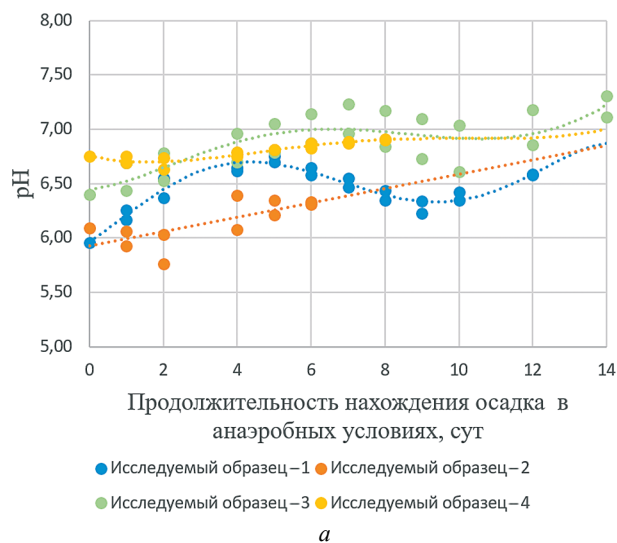


Рис. 16. Влияние продолжительности нахождения сырого осадка в анаэробных условиях при $t = \text{комнатная, }^{\circ}\text{C}$: *a* — на величину pH; *b* — на величину температуры, $^{\circ}\text{C}$

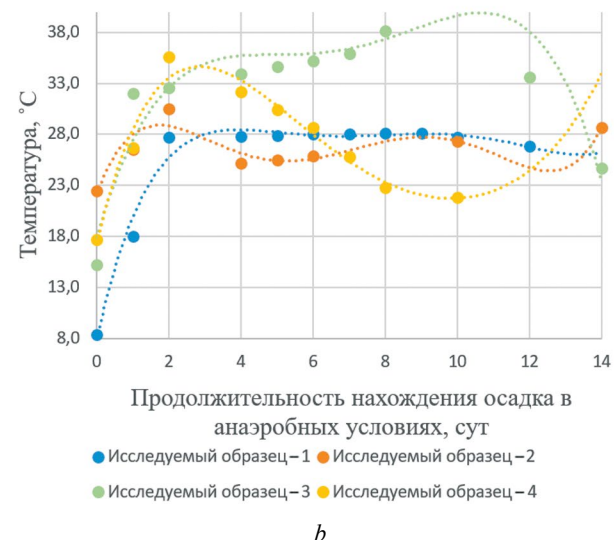
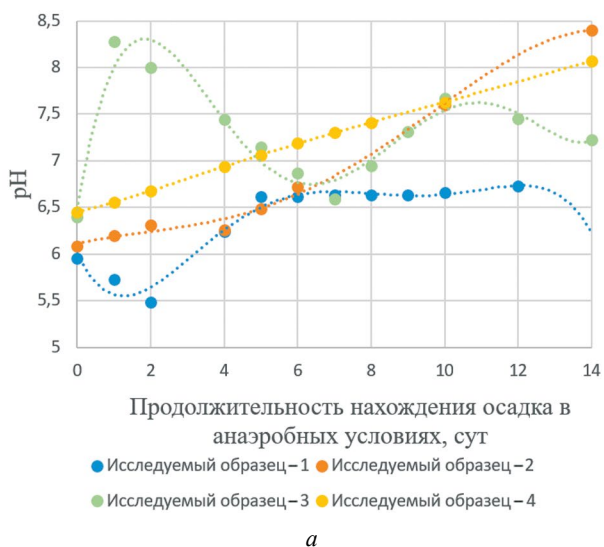


Рис. 17. Влияние продолжительности нахождения сырого осадка в анаэробных условиях при $t = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$: *a* — на величину pH; *b* — на величину температуры, $^{\circ}\text{C}$

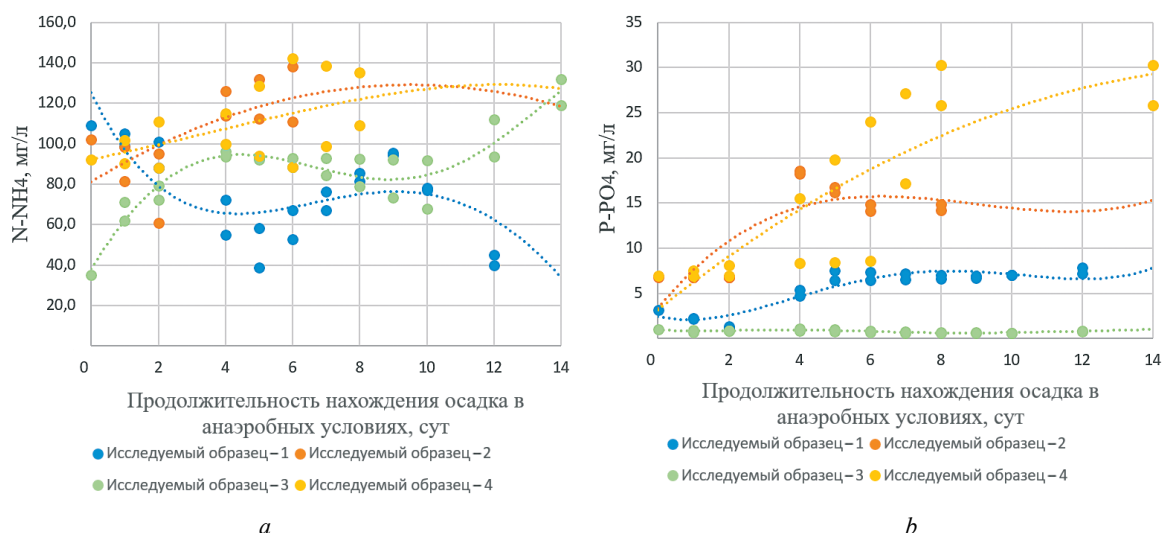


Рис. 18. Влияние продолжительности нахождения сырого осадка в анаэробных условиях при $t = 14$ °C: a — на величину азот аммонийного; b — на величину фосфора фосфатов

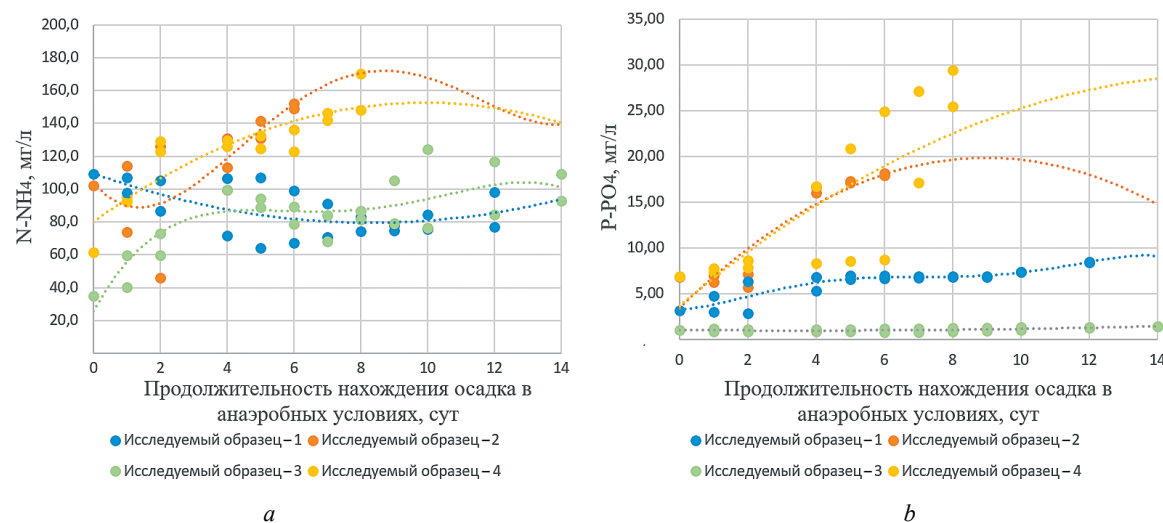


Рис. 19. Влияние продолжительности нахождения сырого осадка в анаэробных условиях при $t =$ комнатная, °C: a — на величину азот аммонийного; b — на величину фосфора фосфатов

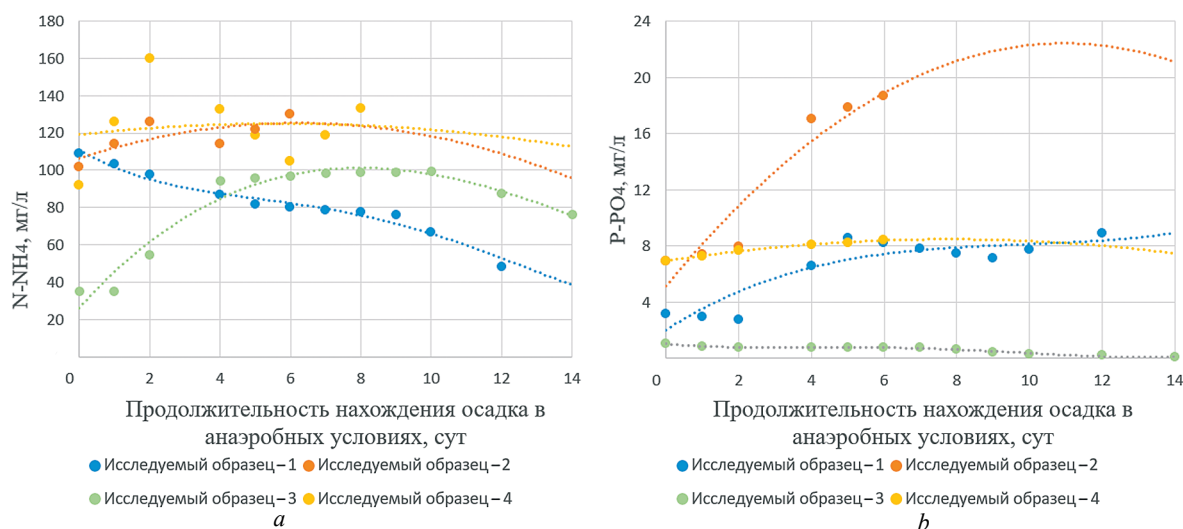


Рис. 20. Влияние продолжительности нахождения сырого осадка в анаэробных условиях при: $t = 30$ °C: a — на величину азот аммонийного; b — на величину фосфора фосфатов

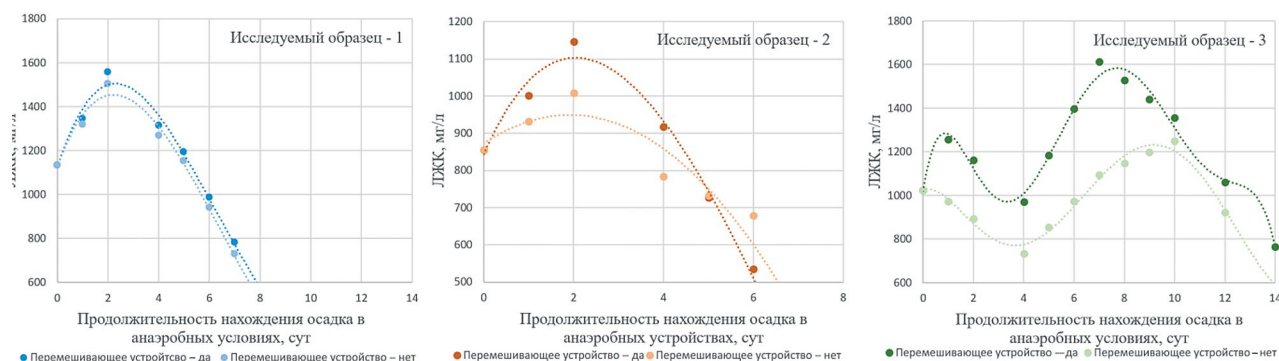


Рис. 21. Влияние перемешивания на концентрацию образовавшихся летучих жирных кислот при прочих равных условиях

Что касается изменения концентрации азотаммонийных солей при ферментации осадка, то она возрастает в среднем в 1,5–2 раза по сравнению с исходными значениями.

Еще одним фактором, влияющим на концентрацию образования летучих жирных кислот, является перемешивание. Поддержание стабильного процесса сбраживания возможно лишь при постоянном перемешивании смеси сырого осадка и сточных вод, так как это позволяет равномерно распределить их по всему объему ацидофикатора, создать однородность среды и предотвратить создание корки в верхней части броуильной массы, что обеспечивает наилучшие условия для развития бактерий. Для достижения этой цели возможно применение механических и градиентных мешалок, либо осуществление рециркуляции сбраживаемого осадка.

Выводы по результатам исследования

Применение как реагентного, так и комбинированного метода удаления фосфора фосфатов позволяет достичь нормативного требования к сбросу сточных вод в водные объекты:

- оптимальным коагулянтом для применения с целью повышения эффективности очистки хозяйственно-бытовых сточных вод является алюминийсодержащий реагент — полиоксихлорид алюминия. Целесообразной дозой коагулянта при дозировании его на стадии биологической очистки является 30 мг/л. Особенностью применения является значительное повышение дозы ила и изменение его характера — как

результат ил представляет собой смесь активного ила и фосфатсодержащего осадка;

- рекомендуемая доза реагента при применении его после стадии биологической очистки составляет 40 мг/л. Особенностью применения является возникающая необходимость в строительстве дополнительных сооружений;
- применение коагулирования на стадии биологической очистки сточных вод приводит к возрастающему объему осадка и как следствие к увеличению объемов сооружений, это можно наблюдать исходя из расчета основных сооружений биологической очистки и обработки осадка сточных вод;
- в результате исследования процесса ферментации был показан характер изменения в процессе сбраживания смеси сырого осадка и сточных вод различных очистных канализационных сооружений таких основных характеристик процесса, как концентрация летучих жирных кислот, азота, фосфора, pH, щелочности, а также влияние на них таких технологических параметров, как продолжительность пребывания осадка в анаэробных условиях, температура процесса, перемешивание, целенаправленное изменение которых позволит повысить эффективность процесса сбраживания и как следствие улучшить качество очистки сточных вод от биогенных элементов;
- как результат исследования наблюдается положительное влияние на количество образовавшихся летучих жирных кислот наличия перемешивания, температуры и продолжительности нахождения осадка в анаэробных условиях.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Хенце М. Очистка сточных вод : пер. с англ. М. : Мир, 2006. 480 с.
2. Zuo Jun, Xiao Peng, Heino Jani, Tan Fengjiao, Soininen Janne, Chen Huihuang et al. Eutrophication increases the similarity of cyanobacterial community features in lakes and reservoirs // Water Research. 2024. No. 250. P. 120977. DOI: 10.1016/j.watres.2023.120977

3. Соловьева Е.А. Реагентное химико-биологическое удаление фосфора из городских сточных вод // Вестник гражданских инженеров. 2009. № 1 (18). С. 78–79.
4. Гогина Е.С. Удаление биогенных элементов из сточных вод : монография. М. : МГСУ, 2010. 120 с.
5. Степанов С.В. Технологический расчет аэротенков и мембранных биореакторов : уч. пособ. М. : Изд-во АБС, 2020. 224 с.
6. Азарёв А.М., Кевбрина М.В., Гаврилов Д.В., Белов Н.А., Жарков А.В. Технологические решения для повышения эффективности очистки сточных вод с низким содержанием органических веществ // Водоснабжение и санитарная техника. 2023. № 7. С. 12–22. DOI: 10.35776/VST.2023.07.02
7. Кевбрина М.В., Гаврилин А.М., Козлов И.М. Новая форма организации процесса преферментации (ацидофикации) для увеличения эффективности удаления биогенных элементов из сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника. 2014. № 5. С. 73–80.
8. Козлов М.Н., Стрельцов С.А., Кевбрина М.В., Гаврилин А.М., Газизова Н.Г. Ацидофикация (преферментация) как метод стабилизации сырого осадка при очистке сточных вод от биогенных элементов // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 5. С. 13–20.
9. Пахомов А.Н., Стрельцов С.А., Козлов М.Н., Харькина О.В., Хамидов М.Г., Еришов Б.А. и др. Опыт эксплуатации сооружений биологической очистки сточных вод от соединений азота и фосфора // Водоснабжение и санитарная техника. 2010. № 10. С. 35–41.
10. Бойко Т.А. Интенсификация процессов дефосфотизации сточных вод с использованием летучих жирных кислот : дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2006. 163 с.
11. Кевбрина М.В., Гаврилин А.М., Белов Н.А., Асеева В.Г., Газизова Н.Г. Ацидофикационный потенциал поступающей сточной воды и сырого осадка московских очистных сооружений // Водоснабжение и санитарная техника. 2012. № 10. С. 68–70.

Об авторах: Елена Сергеевна Гогина — кандидат технических наук, доцент, главный научный сотрудник; **Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ)**; Российская Федерация, 117485, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23; **Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН)**; Российская Федерация, 127238, г. Москва, Локомотивный пр., д. 21; Gogina-es@yandex.ru;

Елена Васильевна Спасибо — ведущий инженер; **Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН)**; Российская Федерация, 127238, г. Москва, Локомотивный проезд, д. 21; spasibo.elena@mail.ru;

Игорь Алексеевич Гульшин — кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения и водоотведения; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; Российская Федерация, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; gulshinia@mgsu.ru;

Анна Валерьевна Решетова — инженер; **Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН)**; Российская Федерация, 127238, г. Москва, Локомотивный проезд, д. 21; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; Российская Федерация, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; reshetova.anny@yandex.ru;

Татьяна Анатольевна Рафальская — доктор технических наук, профессор; **Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)**; Российская Федерация, 630008, г. Новосибирск, ул. Тургенева, д. 159; rector@sibstrin.ru;

Алексей Юрьевич Сколубович — кандидат технических наук, доцент; **Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)**; Российская Федерация, 630008, г. Новосибирск, ул. Тургенева, д. 159; rector@sibstrin.ru.

REFERENCES

1. Mogens Henze. Wastewater Treatment: Biological and Chemical Processes. *Mogens Henze*. 1995; 383.
2. Zuo Jun, Xiao Peng, Heino Jani, Tan Fengjiao, Soininen Janne, Chen Huihuang et al. Eutrophication increases the similarity of cyanobacterial community features in lakes and reservoirs. *Water Research*. 2024; 250:120977. DOI: 10.1016/j.watres.2023.120977
3. Solovyova EA. Reagent chemical and biological removal of phosphorus from urban wastewater. *Bulletin of Civil Engineers*. 2009; 1(18):78-79. (rus).
4. Gogina E.S. *Removal of biogenic elements from wastewater : monograph*. Moscow, MGSU, 2010; 120. (rus).
5. Stepanov S.V. *Process calculations of aeration tanks and membrane bioreactors : study guide*. Moscow, ASV Publ. 2020; 224. (rus).

6. Agarev A.M., Kevbrina M.V., Gavrilov D.V., Belov N.A., Zharkov A.V. Process solutions to increase the efficiency of wastewater treatment with a low concentration of organic matter. *Water supply and sanitary equipment*. 2023; 7: 12-22. DOI: 10.35776/VST.2023.07.02.(rus).
7. Kevbrina M.V., Gavrilin A.M., Kozlov I.M. The new form of pre-fermentation (acidification) process arrangement for improving the efficiency of removing nutrients from wastewater. *Water supply and sanitary equipment*. 2014; 5:73-80. (rus).
8. Kozlov M.N., Strel'tsov S. A., Kevbrina M.V., Gavrilin A.M., Gazizova N.G. Acidification (prefermentation) as a method of raw sludge stabilization in the process of nutrients removal from wastewater. *Water supply and sanitary equipment*. 2013; 5:13-20. (rus).
9. Pakhomov A.N., Strel'tsov S. A., Kozlov M.N., Khar'kina O. V., Khamidov M.G., Ershov B.A. Experience of operating the facilities removal of nitrogen and phosphorus compounds from wastewater. *Water supply and sanitary equipment*. 2010; 10:35-41. (rus).
10. Boyko T.A. *Intensification of dephosphatization processes wastewater with the use of volatile fatty acids : dissertation of the Candidate of technical Sciences*. 2006; 169. (rus).
11. Kevbrina M.V., Gavrilin A.M., Belov N.A., Gazizova N.G., Aseeva V.G. Acidification potential of the incoming wastewater and raw sludge at the Moscow wastewater treatment facilities. *Water supply and sanitary equipment*. 2013; 5:13-20. (rus).

About the authors: **Elena S. Gogina** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher; **Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Exploration University (MGRI)**; 23 Miklouho-Maklaya st., Moscow, 117485, Russian Federation; **Scientific Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences (NIISF RAASN)**; 21 Lokomotivny passage, Moscow, 127238, Russian Federation; Gogina-es@yandex.ru;

Elena V. Spasibo — Chief engineer; **Scientific Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences (NIISF RAASN)**; 21 Lokomotivny passage, Moscow, 127238, Russian Federation; spasibo.elena@mail.ru;

Igor A. Gulshin — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Department of Water Supply and Water-Removal; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; gulshinia@mgsu.ru;

Anna V. Reshetova — Engineer; **Scientific Research Institute of Building Physics of the Russian Academy of Architecture and Building Sciences (NIISF RAASN)**; 21 Lokomotivny passage, Moscow, 127238, Russian Federation; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; reshetova.anny@yandex.ru;

Tatyana A. Rafalskay — Doctor of Technical Sciences, Professor; **Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin)**; 159 Turgeneva st., Novosibirsk, 630008, Russian Federation; rector@sibstrin.ru;

Alexey Yu. Skolubovich — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; **Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin)**; 159 Turgeneva st., Novosibirsk, 630008, Russian Federation; rector@sibstrin.ru.

Общие требования

- Представляемый материал должен быть **оригинальным, не опубликованным ранее** в других печатных изданиях.
- Статья предоставляется в **1 экземпляре** на бумажном носителе или 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 — 0,75 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 пт; крупный индекс 7 пт, мелкий индекс — 5 пт; крупный символ — 18 пт; мелкий символ — 12 пт. 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. Пристатейные библиографические списки оформляются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008. «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Ссылки на работы, находящи-

еся 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;
- 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 менее 15 источников, самоцитирование — до 20%.
- **сведения об авторах** (на русском и английском языке), включающие ученую степень, ученое звание авторов, место и должность работы, электронную почту. 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: 241037, Россия, г.Брянск, проспект Станке Димитрова, 3. БГИТУ.
Тел. (4832) 64-96-51.
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>

Тип статьи
УДК
DOI:

ЗАГОЛОВОК СТАТЬИ

Имя Отчество Фамилия¹, Имя Отчество Фамилия²...

¹ Место работы первого автора полное и сокращенное; город, страна

² Место работы первого автора полное и сокращенное; город, страна

Аннотация (от 200 до 250 слов). Текст текст текст.
Ключевые слова: (5–10 слов) текст, текст, текст, текст, текст
Благодарности (если нужно).
Автор, ответственный за переписку: Имя Отчество Фамилия, адрес электронной почты для связи.

ЗАГОЛОВОК СТАТЬИ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

Имя О. Фамилия¹, Имя О. Фамилия²... на английском языке

¹ Место работы первого автора полное и сокращенное; город, страна — на английском языке

² Место работы первого автора полное и сокращенное; город, страна — на английском языке

Abstract (200–250 слов). Text.
Keywords: (5–10 слов) text, text, text.
Acknowledgements: text, text, text.
Corresponding author: Имя О. Фамилия, адрес электронной почты для связи — на английском языке

Основной текст [1, 2].
Текст (табл. 1).

Табл. 1. Пример таблицы в статье

Наименование показателя	Единица измерения	Концентрация	Допустимая концентрация	Уровни требующие вмешательства
Кадмий	мг/кг	0,02 – 0,1	0,8	12
Никель		1,0 – 5,5	35	210
Медь		0,7 – 2,6	36	190

Текст (рис. 1).



Рис. 1. Пример рисунка в статье

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Самарин О.Д. О расчете охлаждения наружных стен в аварийных режимах теплоснабжения // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 2. С. 46–50. URL: <http://izvuzstr.sibstrin.ru/uploads/publication/fulltext/2-2007.pdf> (дата обращения: 04.12.18).
2. Мусорина Т.А., Петриченко М.Р. Математическая модель тепломассопереноса в пористом теле // Строительство: наука и образование. 2018. Т. 8. № 3. С. 35–53. DOI: 10.22227/2305-5502.2018.3.3

Об авторах: **Имя, Отчество, Фамилия** (полностью) — ученая степень, ученое звание, должность, подразделение; **название организации** (обязательно приводить в полной и краткой официально установленной форме, в именительном падеже), в которой работает (учится) автор; почтовый адрес организации; адрес электронной почты;

Имя, Отчество, Фамилия (полностью) — ученая степень, ученое звание, должность, подразделение, **название организации** (обязательно приводить в полной и краткой официально установленной форме, в именительном падеже), в которой работает (учится) автор, почтовый адрес организации, адрес электронной почты.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Samarin O.D. On calculation of external walls coling in emergency condition of heat supply. Proceedings of Higher Educational Institutions. Construction. 2007; 2:46-50. URL: <http://izvuzstr.sibstrin.ru/uploads/publication/fulltext/2-2007.pdf> (Accessed 19th June 2015). (rus.).
2. Musorina T.A., Petrichenko M.R. Mathematical model of heat and mass transfer in porous body. Construction: science and education. 2018; 8(3):35-53. DOI: 10.22227/2305-5502.2018.3.3(rus.).

About the author (сведения об авторах на английском языке приводятся в полном виде, без сокращений слов): **Имя, Отчество, Фамилия** (полностью) — ученая степень, ученое звание, должность, подразделение; **название организации** (обязательно приводить в полной и краткой официально установленной форме), в которой работает (учится) автор; почтовый адрес организации (в последовательности: офис, дом, улица, город, индекс, страна); адрес электронной почты;

Имя, Отчество, Фамилия (полностью) — ученая степень, ученое звание, должность, подразделение; **название организации** (обязательно приводить в полной и краткой официально установленной форме), в которой работает (учится) автор; почтовый адрес организации (в последовательности: офис, дом, улица, город, индекс, страна); адрес электронной почты.

Contribution of the authors: all authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare no conflict of interest.

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» (НИУ 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
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет».
Издательство МИСИ – МГСУ
129337, Москва, Ярославское ш., д. 26.
Сайт: www.mgsu.ru
E-mail: journals@mgsu.ru

Право использования произведений предоставлено авторами на основании
п. 2 ст. 1286 Четвертой части Гражданского Кодекса Российской Федерации

Выпускающий редактор: Анна Александровна Дядичева
Редактор: Людмила Борисовна Корзухина
Корректор: Оксана Валерьевна Ермихина
Дизайн и верстка: Юлия Зиновьевна Алейникова

Подписано в печать 28.06.24
Формат 60×84 1/8. Печ.л. 13,40
Тираж 1000 экз.
Заказ № 245.

Отпечатано с готового оригинал-макета