

И.В. Штыкова*, магистр¹

Н.А. Кузьмина, магистр¹

Ж.Ы. Бейсекова, к.э.н.²

К.Ж. Кадырова, магистр, сеньор-лектор³

Рудненский индустриальный институт,

г. Рудный, Казахстан¹

Международный транспортно-гуманитарный

университет, г. Алматы, Казахстан²

Университет «Туран», г. Алматы, Казахстан³

* – основной автор (автор для корреспонденции)

e-mail: Iren_2409@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ АТМОСФЕРНЫМИ ВОДАМИ В ГОРОДАХ КАЗАХСТАНА

В данной статье анализируются особенности взаимодействия городов с окружающей природной средой. Отмечено, что городская среда отличается высокой концентрацией материалов, энергии и человеческих ресурсов, а также большим объемом промышленных отходов. Показано, что эти факторы могут оказать влияние на здоровье и благополучие населения, а также на аспекты экологической безопасности и производительности труда. На основе анализа опыта, связанного с использованием зеленой инфраструктуры в отечественной и зарубежной практике, определены основные этапы и компоненты институционализации концепции управления атмосферными водами (или водными ресурсами). Обоснованы преимущества институционализации концепции управления водными ресурсами в атмосфере Казахстана. Исследование построено на основе применения системного подхода к управлению процессами урбанизации. Для разработки рекомендаций, применимых в Казахстане, был использован релевантный зарубежный опыт управления процессами в управлении урбанизацией.

Практическая значимость предлагаемых мер будет способствовать разработке системных мер и механизмов управления водными ресурсами для обеспечения их эффективно и устойчивого использования. В статье делается вывод о том, что институционализация концепции управления атмосферными водами должна быть долгосрочным и устойчивым процессом, направленным на обеспечение устойчивого использования водных ресурсов и содействие экологическому, социально-экономическому развитию страны с учетом потребностей будущих поколений.

Ключевые слова: экосистема, атмосфера, урбоэкосистема, природные ресурсы, инфраструктура, градостроительная сфера, урбанизация, биодренаж, институционализация, концепция устойчивого развития.

Кілт сөздер: экожүйе, атмосфера, урбоэкожүйе, табиғи ресурстар, инфрақұрылым, қала құрылысы саласы, урбанизация, биодренаж, институционализация, тұрақты даму тұжырымдамасы.

Keywords: ecosystem, atmosphere, urban ecosystem, natural resources, infrastructure, urban planning, urbanization, biodrenage, institutionalization, the concept of sustainable development.

JEL classification: L J11; N90; O15; R23

Введение. За последние пять десятилетий мир столкнулся с быстрыми темпами роста численности населения на Земле, достигшим в 2010 году уровня в 7 миллиардов человек. Этот рост привел к увеличению потребностей человечества в пище и природных ресурсах, а также спровоцировал ускоренное развитие научных и технических достижений. В результате этого процесса возникли совершенно новые виды взаимодействия между человеком и природой.

В настоящее время становится очевидным, что ресурсы нашей биосферы ограничены. Множество экспертов считают, что современное состояние окружающей природной среды характеризуется глобальным кризисом. При этом становится очевидным, что более 60% населения нашей планеты проживает в городских урбоэкосистемах, которые были созданы человеком и зависят от него для поддержания равновесия. В начале XX века было обнаружено, что взаимодействие городов с природной средой обладает своими характерными чертами. Городская окружающая среда характеризуется значительным образом большим объемом промышленных отходов в областях, где имеется высокая концентрация материалов, энергии и человеческих ресурсов. Это может негативно повлиять на здоровье и благополучие населения, а также на экологическую безопасность и производительность труда [1].

Города не могут существовать в изоляции от окружающей природы. Природа оказывает значительное влияние на деятельность человека, что может привести к потере способности природных элементов, таких как воздух, вода и почва, к самоочищению. Это также может повлиять на геологический состав земной коры и гидрогеологические процессы. Городская среда вынуждена компенсировать эти расходы за счет соседних регионов, иначе есть риск ухудшения.

Строительство долгое время было важным фактором формирования окружающей среды. В процессе эволюции человечество активно развивает регионы, создавая города, которые становятся мегаполисами, расширяя промышленные зоны, что часто приводит к изменению ландшафта и разрушению экосистем. Сегодня перед возведением каждого нового объекта, стоит задача минимизировать ущерб, который может быть нанесен природе в процессе строительства. Важно не только уменьшить этот ущерб, но и активно способствовать развитию природных процессов и комплексов при глобальном и ответственном подходе.

Для достижения Целей устойчивого развития необходимо обеспечить максимальную согласованность между разделением и его воздействием на окружающую среду. Принимая во внимание взаимодействие между устойчивым развитием и строительством, и принимая во внимание различные подходы к этому вопросу, мы можем углубить понимание экологического кризиса и подчеркнуть острую необходимость повышения устойчивости строительных проектов, особенно в контексте деконструкции и реконструкции городской среды. Поэтому при разработке стратегии строительной политики для городов необходимо постепенно понимать, что все новые здания должны быть максимально совместимы с природной средой и природным или устойчивым вторичным ландшафтом.

Применение искусственных экосистем для управления атмосферными водами в городах становится все более актуальной темой в современных городских планировках и строительстве. Эти искусственные экосистемы включают в себя зеленые крыши, дождевые сады, влагоудерживающие дренажные системы и другие методы, направленные на улучшение управления атмосферными водами в городах.

Целью исследования в данной статье является определение основных этапов и компонентов институционализации концепции управления атмосферными водами (или водными ресурсами) на основе анализа опыта, связанного с использованием зеленой инфраструктуры в отечественной и зарубежной практике.

В работе был применён системный подход к управлению процессами урбанизации. Для выработки рекомендаций для Казахстана был использован релевантный зарубежный опыт в управлении урбанизации.

Обзор литературы. Взаимосвязь экосистемных услуг с городским планированием находится в центре внимания многочисленных публикаций, направленных на поиск практических решений устойчивого развития.

Идея устойчивого развития в современном мире широко принимается и заключается в эффективном использовании ресурсов, внедрении энергосберегающих технологий и альтернативных источников энергии, повторной обработке отходов, уменьшении выбросов вредных веществ в атмосферу и в охране окружающей среды [2]. Она также включает в себя создание благоприятных экологических и социально-психологических условий для жизни населения и поддержание комфортного микроклимата на застроенных территориях [3].

В последние несколько лет распространение концепции устойчивого развития привело к пересмотру основных представлений о методах управления природопользованием и охраной окружающей среды на территориальном уровне, что отразилось во многих научных исследованиях [4, 5, 6]. Это связано с тем, что экосистемный подход стал широко применяться в управлении биологическими и физическими системами. Все более актуальными становятся вопросы применения искусственных экосистем для управления атмосферными водами в городах [7]. Это отражает смену парадигмы в городском планировании и развитии, где уделяется большее внимание устойчивости, экологической уравновешенности и способности городов адаптироваться к изменениям климата. Эти тенденции подчеркивают важность интеграции искусственных экосистем в планирование и дизайн городов, с целью улучшения управления атмосферными водами, уменьшения негативных воздействий климатических изменений и создания более устойчивых и здоровых городов.

Вместе с тем, во многих исследованиях в данной области существуют ограничения относительно управления различными видами искусственных экосистем в городской инфраструктуре. В условиях изменения климата необходимо также исследовать, как искусственные экосистемы могут быть

адаптированы и усовершенствованы, чтобы эффективно управлять водными ресурсами в условиях изменяющихся климатических условий.

Таким образом, дальнейшие исследования в области применения искусственных экосистем для управления атмосферными водами в городах имеют важное значение. Они могут включать в себя глубокие анализы местных контекстов, исследования влияния на общество и экономику, разработку инновационных методов и технологий, и обеспечение более эффективного управления экосистемами в городской среде.

Основная часть. Примером многих изменений и искажений в естественном порядке, географическом режиме, экосистеме и ландшафте на поверхности планеты является территория стран Центральной Азии, сопровождающаяся экологическими катастрофами, изменениями в природной среде, в условиях которых экономическая и социальная жизнь человека протекает особенно интенсивно. Различные антропогенные воздействия аналогичны геологическим воздействиям, вызванным стихийными бедствиями [8]. Из-за ухудшения состояния природных ресурсов, как с точки зрения их качества, так и количества, что приводит к экологическим катастрофам в различных частях мира, более двух десятилетий назад на Всемирном экологическом форуме в Рио-де-Жанейро был принят набор документов, известный как «Повестка дня двадцатого века». Эти документы подписали представители 179 стран, которые сформировали стратегию развития человеческой цивилизации на ближайшие годы. Эта стратегия, известная как «концепция устойчивого развития», направлена на достижение разрыва между удовлетворением потребностей растущего населения и способностью биосферы автоматически перерабатывать отходы производства и потребления. Она также старается не подрывать возможности будущих поколений [8]. В XX веке они не только сохранили свою актуальность, но и приобрели еще большую важность, поскольку природные ресурсы стали еще более критическими для устойчивого развития человечества. Это означает развитие, которое не ущемляет основные условия для продолжения человеческой жизни - социальные, экономические и экологические, и которое способно поддерживаться без ухудшения своей основы.

Концепция устойчивого развития не предполагает полного восстановления биосферы Земли в ее первоначальном состоянии, а стремится создать условия для восстановления утраченных возможностей самообновления, ассимиляции и восстановления возобновляемых ресурсов. В рамках концепции устойчивого развития определены 17 Целей. Не все они одинаково важны для разных регионов мира, но их реализация позволит улучшить качество жизни сегодняшних и будущих поколений (рисунок 1).



Рисунок 1. Цели в области устойчивого развития*

* Составлен авторами на основе источника [8]

Казахстан привержен целям устойчивого развития и активно работает над их достижением. Это видно из ряда действий и стратегий, которые страна принимает для улучшения экономической, экологической и социальной устойчивости. Подписан ряд международных соглашений и протоколов, связанных с устойчивым развитием, включая Соглашение Парижской конференции по изменению климата и Цели устойчивого развития (ЦУР-2030). В стране внедряются меры по снижению выбросов парниковых газов, охране биоразнообразия и сокращению загрязнения воздуха

и воды. Казахстан разрабатывает зеленые инфраструктуры для улучшения устойчивости городов и борьбы с проблемами, такими как наводнения и загрязнение окружающей среды.

В целом, города могут рассматриваться как экосистемы, которые накапливают вредные вещества и изменяют окружающую среду. Отходы от промышленных процессов, сточные воды, сбросы от автомобилей и другие источники загрязняют водные ресурсы городов, включая реки, озера и подземные воды. Это может привести к ухудшению качества воды и угрожать экосистемам водных бассейнов.

В 2022 году в Казахстане объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников составил 2314,7 тысяч тонн, что представляет собой уменьшение на 3,8% по сравнению с предыдущим годом (рисунок 2).

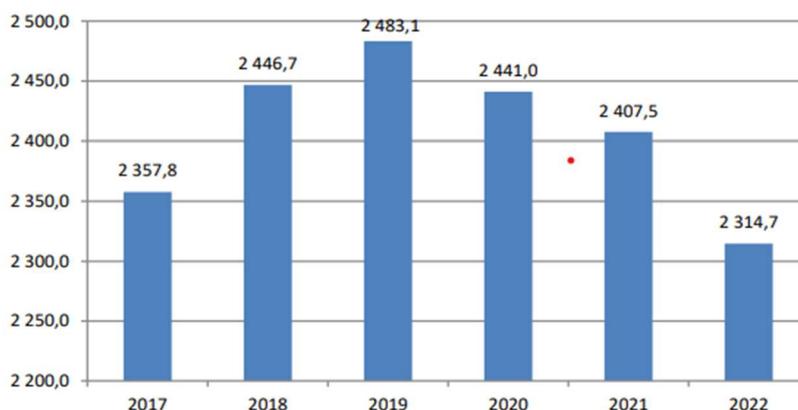


Рисунок 2. Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ*

* Составлен авторами на основе источника [9]

В связи с введением нового Экологического кодекса, был изменен порядок классификации объектов природопользователями, а рамки исследования статистического контроля выбросов в атмосферу от стационарных источников не включали объекты четвертой категории, поскольку они были освобождены от государственного регулирования в соответствии с экологическими правилами. Эти изменения являются одним из факторов, способствующих сокращению выбросов в 2022 году. Из общего количества загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух, 79,6% составляли газообразные и жидкие вещества, а 20,4% - твердые вещества [9].

В 2022 году на предприятия республики из всех стационарных источников загрязнения поступило 93,4% от общего количества загрязняющих веществ. На рисунке 3 представлена динамика выбросов наиболее важных специальных загрязняющих веществ за 2018-2022 годы.

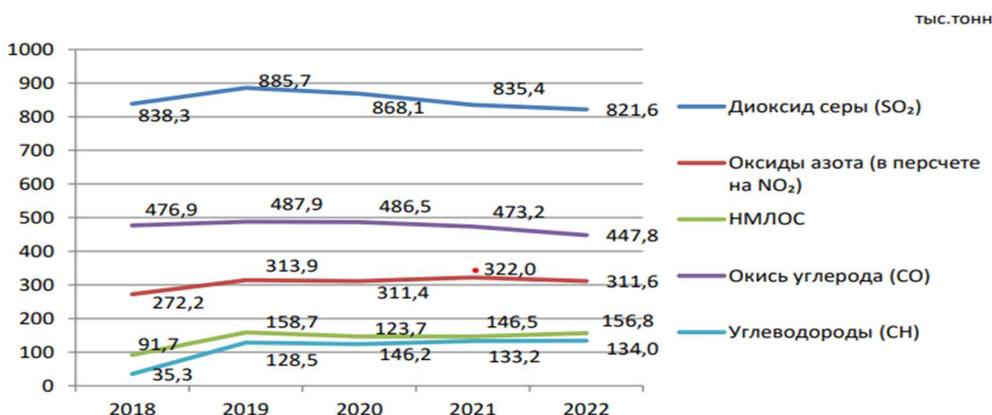


Рисунок 3. Выбросы основных загрязняющих веществ за 2018-2022 гг.*

* Составлен авторами на основе источника [9]

В 2022 году в атмосферный бассейн республики поступили следующие специфические загрязнители: свинец и его соединения - 213,4 тонны, марганец и его соединения - 73,9 тонны, оксид меди - 103,1 тонны, серная кислота - 382,2 тонны, хлор - 53,8 тонны, и ртуть - 264 кг. Важно

отметить, что фактические выбросы этих веществ не превысили установленных предельно допустимых выбросов (ПДВ) [9].

Результаты мониторинга качества атмосферного воздуха показывают, что из 45 населенных пунктов Казахстана 10 городов имеют высокий уровень загрязнения атмосферы. Среди них - Астана, Алматы, Караганда, Темиртау, Атырау, Ақтобе, Балхаш, Усть-Каменогорск, Жезказган и Риддер. Загрязнение воздуха оказывает значительное воздействие на города и их жителей. Загрязненный воздух содержит вредные вещества, такие как твердые частицы (PM2.5 и PM10), азотные оксиды (NOx), сернистые соединения и угарный газ. Эти вещества могут вызывать ряд серьезных заболеваний, таких как бронхиальная астма, хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), рак и сердечно-сосудистые заболевания. Загрязнение воздуха оказывает воздействие на экосистемы вокруг городов. Это может привести к отмиранию растений, ухудшению качества воды и почвы, а также воздействовать на местную фауну.

Для борьбы с загрязнением воздуха в городах принимаются различные меры, такие как ужесточение нормативов выбросов, стимулирование использования экологически чистых транспортных средств, внедрение возобновляемых источников энергии, создание зон с ограничением движения автомобилей и повышение осведомленности населения о проблемах загрязнения воздуха. Эти меры помогают улучшить качество воздуха в городах и снизить его негативное воздействие на здоровье и окружающую среду.

Эффективным и экологически устойчивым способом решения проблемы загрязнения воздуха является использование зеленых инфраструктур. По оценкам специалистов, внедрение зеленых инфраструктур для решения проблем, таких как наводнения и загрязнение окружающей среды, долгосрочно обходится на 70% дешевле, чем расширение традиционной серой инфраструктуры. Зеленые инфраструктуры означают восстановление природной способности удерживать воду на месте и использовать ее как ресурс. Это включает в себя такие элементы, как зеленые крыши, ливневые сады, бассейны с растительностью и проницаемые ландшафтные покрытия [10].

Управление ливневыми стоками в городах является важной частью устойчивого городского планирования и помогает предотвращать наводнения, снижать загрязнение водных ресурсов и создавать более комфортные и безопасные городские среды. Зарубежные приложения предлагают широкий спектр программ управления ливневыми стоками. В Соединенных Штатах, например, были разработаны методы экологического управления ливневыми водами (Ecological Stormwater Management – ESM) и проектирования с низким уровнем воздействия (Low Impact Design – LID), направленные на эффективное управление ливневыми водами в городах. В Великобритании действует программа устойчивых дренажных систем (Sustainable Drainage Systems – SuDS), а в Австралии разработана технология управления ливневыми водами (Water Sensitive Urban Design – WSUD) [11].

Опыт развитых стран свидетельствует о сближении различных географических, технологических и социально-политических процессов в области градостроительства. Это взаимодействие порождает совместный эффект, который является позитивным фактором для обеспечения устойчивого развития городской среды и разумного природопользования. Однако устойчивое развитие городских районов подвергается угрозе из-за изменения климата. Несмотря на проведение многочисленных исследований в этой области в Казахстане, наблюдается недостаточное развитие мер и средств для приспособления городской среды к возрастанию осадков и экстремальной жаре [12, 13].

Устойчивое развитие городов в условиях изменяющегося климата требует сбалансированного подхода, включая инженерные, архитектурные, экологические и социальные аспекты. На основе анализа зарубежного опыта выделены следующие меры, которые могут помочь улучшить качество жизни горожан и сделать города более устойчивыми к экстремальным погодным условиям: зеленые инфраструктуры, кровельные сады и вертикальные сады, поверхности с низкой теплопроводностью, адаптивные здания, управление атмосферными водами.

Управление атмосферными водами играют важную роль в сохранении окружающей среды и обеспечении качества жизни горожан. Атмосферные воды включают в себя дождевую воду и влагу, которые могут вызывать проблемы в городах, такие как наводнения, загрязнение водных ресурсов и даже разрушение инфраструктуры. Важно разработать стратегии и практики, которые позволят эффективно управлять этими водными ресурсами, одновременно соблюдая принципы устойчивого развития.

Города могут разрабатывать системы сбора и управления дождевой водой, включая дождевые сливы, водоемы и фильтрационные системы. Это позволяет снизить наводнения и использовать дождевую воду для полива растений и других нужд. Создание систем для сбора и переработки

дождевой воды, таких как резервуары и системы фильтрации, позволяет смягчить последствия экстремальных осадков и снизить риск наводнений. Дождевые сады успешно реализуются в различных странах, включая Францию, США, Великобританию, Австралию и Канаду, а также в северных странах, таких как Норвегия, Швеция и Финляндия [14].

В ходе проведенного исследования сделан вывод, что процесс институционализации концепции управления атмосферными водами (или водоресурсами) в рамках государственной политики Казахстана представляет собой важный шаг, направленный на разработку и внедрение системных мер и механизмов управления водными ресурсами с целью обеспечения их эффективного и устойчивого использования.

Основные этапы и компоненты институционализации данной концепции представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные этапы и компоненты институционализации концепции управления атмосферными водами (или водоресурсами)*

№	Название этап	Компоненты
1	Разработку стратегии и политики	Создание общей стратегии и политики для управления атмосферными водами, которая определит приоритетные задачи, цели и планы действий. Должна учитывать как текущее состояние водных ресурсов, так и их потребности в будущем
2	Законодательная база	Укрепление и совершенствование законодательной базы, регулирующей управление атмосферными водами. Это включает в себя разработку и принятие законов, нормативных актов и правил, которые определяют права и обязанности участников водопользования
3	Институциональная структура	Создание организационной структуры и институтов, ответственных за управление атмосферными водами
4	Мониторинг и оценка	Развитие системы мониторинга и оценки качества и количества атмосферных вод. Это обеспечит актуальные данные для принятия решений и разработки планов управления
5	Участие заинтересованных сторон	Вовлечение государственных органов, местных сообществ, ученых, предпринимателей и гражданского общества в процесс управления водными ресурсами
6	Образование и обучение	Подготовка и обучение специалистов, способных эффективно управлять атмосферными водами, включая экспертов в области гидрологии, экологии и управления водными ресурсами.
7	Международное сотрудничество	Установление сотрудничества с соседними странами и международными организациями в сфере управления водоресурсами
8	Финансирование	Обеспечение необходимых финансовых ресурсов для реализации мероприятий по управлению атмосферными водами, включая бюджетное финансирование, поиск инвестиций и введение механизмов оплаты за использование водных ресурсов
9	Коммуникация и информирование	Обеспечение прозрачности и доступности информации о состоянии водных ресурсов и мероприятиях по их управлению.
10	Экологические аспекты	Уделять внимание экологическим аспектам управления водными ресурсами, включая сохранение и восстановление экосистем, связанных с атмосферными водами

* Составлен авторами

Первым шагом является разработка стратегии и политики в области управления атмосферными водами или водоресурсами. Эта стратегия должна учитывать текущее состояние ресурсов, потребности общества, экологические аспекты и другие важные факторы. Для успешной институционализации необходимо принятие соответствующих законов и нормативных актов. Эти законы должны определять правила использования, защиты и управления атмосферными водами.

Процесс институционализации управления атмосферными водами может быть сложным и требует согласования различных интересов и участников. Однако он является ключевым для обеспечения устойчивого и эффективного управления водными ресурсами.

Заключение. Управление атмосферными водами играет существенную роль в поддержании экологического баланса и повышении качества жизни горожан. Атмосферные воды, включая дождевую влагу, представляют потенциальные вызовы в городской среде, такие как риск наводнений, загрязнение водных ресурсов и даже повреждение городской инфраструктуры. Важно разрабатывать стратегии и методы, которые эффективно управляют этими водными ресурсами, с учетом принципов устойчивого развития.

В результате проведенного исследования определены основные компоненты институционализации концепции управления атмосферными водами (или водными ресурсами). На основе анализа опыта, связанного с использованием зеленой инфраструктуры в отечественной и зарубежной практике, выделены общие аспекты интеграции зеленой инфраструктуры в городскую среду, которые включают:

- 1) соответствие потребностям города в зависимости от его размера и выделенной для зеленой инфраструктуры территории;
- 2) максимальное использование существующей растительности, рельефа и водных объектов;
- 3) подключение систем технического совершенствования к городской инфраструктуре;
- 4) строительство капитальных сооружений с учетом земельных участков, почв и подземных вод, соответствующих критериям доступности участка;
- 5) выделение участков за пределами архитектурных зон, чтобы создать зоны сохранения дождевых и поверхностных вод с использованием городской биоцентры.

При правильном анализе участка с учетом градостроительных, инженерных и ландшафтных факторов, а также при выборе местных видов растений, биодренажные системы могут успешно функционировать даже в условиях холодного климата в Казахстане.

Таким образом, институционализация концепции управления атмосферными водами должна быть долгосрочным и устойчивым процессом, нацеленным на обеспечение стабильного и устойчивого использования водных ресурсов, с учетом потребностей будущих поколений и нацеленного на содействие экологическому и социально-экономическому развитию страны. Информация о наилучших практиках управления атмосферными водами может быть внедрена в процессы городского планирования и дизайна инфраструктуры казахстанских городов, включая зеленую и синюю инфраструктуры. Дальнейшие исследования в данном направлении могут сосредотачиваться на оценке долгосрочной устойчивости и эффективности институциональных изменений в управлении атмосферными водами.

Статья подготовлена в рамках грантового финансирования научных проектов Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (AP19679641 «Интегрированное управление атмосферными осадками в городах: модель и механизмы реализации»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Маршалкович А.С., Афонина М.И. Экология городской среды [Электронный ресурс] / Москва: НИУ МГСУ, 2016. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>.
2. Evrard D., Villot J., Armiaou Ch., Gaucher R., Bouhrizi S., Laforest V. Best Available Techniques: An integrated method for multicriteria assessment of reference installations // Journal of Cleaner Production. – 2018. – V. 176. – P. 1034-1044. – DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.234.
3. Kuznetsova R.S. Population health as a basis for sustainable development of a region. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – 818 (1), 012027. – DOI: 10.1088/1755-1315/818/1/012027.
4. Martínez A., Martín X., Gordon J. Matrix of architectural solutions for the conflict between transport infrastructures, landscape and urban habitat along the mediterranean coastline: The case of the maresme region in Barcelona // Spain International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2021. – 18(18), 9750. – DOI: 10.3390/ijerph18189750.
5. Sgroi F. Territorial development models: A new strategic vision to analyze the relationship between the environment, public goods and geographical indications // Science of the Total Environment. – 2021. – 787, 147585. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.147585.
6. Nascimento A.T.A., Dos Santos T.M.M., De Oliveira A.R., Magno J.N., Cristofoli G.T. Challenges and opportunities for sustainable urbanization and local environmental management in 88 cities from the

- state of Minas Gerais, Brazil // *International Journal of Sustainable Development and Planning*. – 2023. – 62. – P. 195-219. – DOI: 10.5380/dma.v62i0.82515.
7. Shtykova I.V., Kuzmina N.A. Analysis of protection of the northern Kazakhstan cities from surface runoff waters // *E3S Web of Conferences*. – 2023. – 395, 02006. – DOI:10.1051/e3sconf/202339502006.
8. Мониторинг Целей устойчивого развития до 2030 года. – URL: <https://stat.gov.kz/ru/sustainable-development-goals/>.
9. Об охране атмосферного воздуха в Республике Казахстан. – 2022. – URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/environment/stat-eco/publications/68178/>.
10. Ермохин А.А. Классификация технологий зелёной инфраструктуры и их использование для управления поверхностными стоками в урбанизированной среде // *StudArctic forum*. – 2019. – № 4 (16). – С. 2-10.
11. Бегич Я.Э., Шерстобитова П.А. и др. Методы управления источниками поверхностного стока в странах Европы и возможность их применения в Санкт-Петербурге // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. – 2018. – №2 (65). – С. 59-65.
12. Гайнединова З.Р., Андрушко Т.А. Анализ системы озеленения республики Казахстан// *Материалы III Национальной конференции по итогам научной и производственной работы преподавателей и студентов в области ландшафтной архитектуры и лесного дела*. – Саратов: Амирит, 2021. – С. 17-20.
13. Manuilov M. B., Moskovkin V. M. Influence of the surface flow (rainwater and meltwater) on the ecological and industrial situation in cities // *Вода и экология*. – 2016. – № 2. – С. 35-47.
14. Зайкова Е.Ю., Феофанова С.С. Зеленая инфраструктура как инструмент управления ливневыми водами // *Вестник МГСУ*. – 2022. – Том 17. – Выпуск 11. – С. 1429-1452.

REFERENCES

1. Marshalkovich A.S., Afonina M.I. *Ekologiya gorodskoj sredy [Ecology of the urban environment] [Elektronnyy resurs]* / Moskva: NIU MGSU, 2016. – URL: <http://www.iprbookshop.ru> [in Russian].
2. Evvard D., Villot J., Armiaou Ch., Gaucher R., Bouhrizi S., Laforest V. Best Available Techniques: An integrated method for multicriteria assessment of reference installations // *Journal of Cleaner Production*. – 2018. – V. 176. – P. 1034-1044. – DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.234.
3. Kuznetsova R.S. Population health as a basis for sustainable development of a region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2021. – 818 (1), 012027. – DOI: 10.1088/1755-1315/818/1/012027.
4. Martínez A., Martín X., Gordon J. Matrix of architectural solutions for the conflict between transport infrastructures, landscape and urban habitat along the mediterranean coastline: The case of the maresme region in Barcelona // *Spain International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2021. – 18(18), 9750. – DOI: 10.3390/ijerph18189750.
5. Sgroi F. Territorial development models: A new strategic vision to analyze the relationship between the environment, public goods and geographical indications // *Science of the Total Environment*. – 2021. – 787, 147585. – DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.147585.
6. Nascimento A.T.A., Dos Santos T.M.M., De Oliveira A.R., Magno J.N., Cristofoli G.T. Challenges and opportunities for sustainable urbanization and local environmental management in 88 cities from the state of Minas Gerais, Brazil // *International Journal of Sustainable Development and Planning*. – 2023. – 62. – P. 195-219. – DOI: 10.5380/dma.v62i0.82515.
7. Shtykova I.V., Kuzmina N.A. Analysis of protection of the northern Kazakhstan cities from surface runoff waters // *E3S Web of Conferences*. – 2023. – 395, 02006. – DOI:10.1051/e3sconf/202339502006.
8. Monitoring Zeley ustoichivogo rasvitya do 2030 goda [Monitoring the Sustainable Development Goals until 2030]. – URL: <https://stat.gov.kz/ru/sustainable-development-goals/> [in Russian].
9. Ob ohrane atmosfernogo vozduha v Respublike Kazahstan [On the protection of atmospheric air in the Republic of Kazakhstan]. – 2022. – URL: <https://stat.gov.kz/ru/industries/environment/stat-eco/publications/68178/> [in Russian].
10. Ermohin A.A. Klassifikaciya tekhnologij zelyonoy infrastruktury i ih ispol'zovanie dlya upravleniya poverhnostnymi stokami v urbanizirovannoj srede [Classification of green infrastructure technologies and its using for managing surface runoff in an urban environment] // *StudArctic forum*. – 2019. – № 4 (16). – С. 2-10 [in Russian].

11. Begich Ya.E., Sherstobitova P.A. i dr. Metody upravleniya istochnikami poverhnostnogo stoka v stranah Evropy i vozmozhnost' ih primeneniya v Sankt-Peterburge [Methods of management of environmental sources in Europe and the possibility of their application in the city of St. Petersburg] // Stroitel'stvo unikal'nyh zdaniy i sooruzhenij. – 2018. – №2 (65). – S. 59-65 [in Russian].

12. Gajneddinova Z.R., Andrushko T.A. Analiz sistemy ozeleneniya respubliki Kazahstan [Analysis of the landscaping system of the Republic of Kazakhstan] // Materialy III Nacional'noj konferencii po itogam nauchnoj i proizvodstvennoj raboty prepodavatelej i studentov v oblasti landshaftnoj arhitektury i lesnogo dela. – Saratov: Amirit, 2021. – S. 17-20 [in Russian].

13. Manuilov M.V., Moskovkin V.M. Influence of the surface flow (rainwater and meltwater) on the ecological and industrial situation in cities // Voda i ekologiya. – 2016. – №2. – S. 35-47.

14. Zajkova E.Yu., Feofanova S.S. Zelenaya infrastruktura kak instrument upravleniya livnevymi vodami [Green infrastructure as a stormwater management tool] // Vestnik MGSU. – 2022. – Tom 17. – Vypusk 11. – S. 1429-1452 [in Russian].

Штыкова И.В., Кузьмина Н.А., Бейсекова Ж.Ы., Кадырова К.Ж.

ҚАЗАҚСТАН ҚАЛАЛАРЫНДА АТМОСФЕРАЛЫҚ СУЛАРДЫ БАСҚАРУ ҮШІН ЖАСАНДЫ ЭКОЖҮЙЕЛЕРДІ ҚОЛДАНУ

Андатпа

Бұл мақалада қалалардың қоршаған табиғи ортамен өзара әрекеттесу ерекшеліктері талданған, өйткені қалалық орта материалдардың, энергияның және адам ресурстарының жоғары шоғырлануымен, сондай-ақ өндірістік қалдықтардың үлкен көлемімен сипатталады. Авторлар бұл факторлар халықтың денсаулығы мен әлауқатына, сондай-ақ экологиялық қауіпсіздік пен еңбек өнімділігі аспектілеріне әсер етуі мүмкін екенін атап өтеді. Осы мақаладағы Зерттеудің мақсаты отандық және шетелдік тәжірибеде жасыл инфрақұрылымды пайдалануға байланысты тәжірибені талдау негізінде атмосфералық суларды (немесе су ресурстарын) басқару тұжырымдамасын институционализациялаудың негізгі кезеңдері мен компоненттерін анықтау болып табылады. Зерттеуде авторлар анықтаған міндеттер Қазақстан атмосферасындағы су ресурстарын басқару тұжырымдамасын институционализациялаудың артықшылықтарын көрсетеді. Ұсынылатын шаралардың практикалық маңыздылығы оларды тиімді және тұрақты пайдалануды қамтамасыз ету үшін су ресурстарын басқарудың жүйелі шаралары мен тетіктерін әзірлеуге ықпал ететін болады. Мақалада атмосфералық суды басқару тұжырымдамасын институционализациялау су ресурстарын тұрақты пайдалануды қамтамасыз етуге және болашақ ұрпақтың қажеттіліктерін ескере отырып, елдің экологиялық, әлеуметтік-экономикалық дамуына ықпал етуге бағытталған ұзақ мерзімді және тұрақты процесс болуы керек деген қорытындыға келеді.

Shtykova I., Kuzmina N., Beisekova Zh., Kadyrova K.

APPLICATION OF ARTIFICIAL ECOSYSTEMS FOR ATMOSPHERIC WATER MANAGEMENT IN CITIES OF KAZAKHSTAN

Annotation

There are analyzed the features of the interaction of cities with the natural environment in this article, since the urban environment is characterized by a high concentration of materials, energy and human resources, as well as a large volume of industrial waste. The authors note that these factors can have an impact on public health and well-being, as well as aspects of environmental safety and labor productivity. The purpose of the research in this article is to determine the main stages and components of the institutionalization of the concept of atmospheric water management (or water resources) based on the analysis of experience related to the use of green infrastructure in domestic and foreign practice. The tasks identified by the authors in the study show the advantages of institutionalizing the concept of water resources management in the atmosphere of Kazakhstan. The practical significance of the proposed measures will contribute to the development of systemic measures and mechanisms for managing water resources to ensure their effective and sustainable use. The article concludes that the institutionalization of the concept of atmospheric water management should be a long-term and sustainable process aimed at ensuring the sustainable use of water resources and promoting the ecological, socio-economic development of the country, taking into account the needs of future generations.

