

PRINCIPLES OF CLIMATIC ADAPTATION OF THE URBAN ENVIRONMENT IN THE URBANISM OF CENTRAL ASIA: SPATIAL AND LANDSCAPE ASPECTS

Majidova Nigina Izzatulla kizi

Lecturer at the Department of Design of the National Institute of
Arts and Design named after Kamoliddin Bekhzod

Email: niginamajid96@gmail.com

Abstract

The article discusses the principles of adaptation of the urban environment of Central Asia to climate change at the spatial and landscape levels. The study is based on a comparative and analytical review of Russian-language scientific publications on urban climatology, urban planning and landscape architecture of hot and arid areas using systemic, historical and genetic approaches and the method of large-scale zoning. Five groups of climatic risks of cities in the region are identified and six principles of adaptation are formulated: contextuality, landscape-water basis of planning, network green and blue infrastructure, density and ventilation management, adaptation of traditional methods, multi-level management.

Keywords: Climate adaptation, urban environment, Central Asia, green infrastructure, heat island, landscape planning, arid cities, sustainable development.

Introduction

ПРИНЦИПЫ КЛИМАТИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ В УРБАНИСТИКЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ И ЛАНДШАФТНЫЙ АСПЕКТЫ

Маджидова Нигина Иззатулла кизи

Преподаватель кафедры дизайна Национального института художеств и
дизайна имени Камолиддина Бехзода.

Электронная почта: niginamajid96@gmail.com

Аннотация

В статье рассматриваются принципы адаптации городской среды Центральной Азии к изменению климата на пространственном и ландшафтном уровнях. Исследование основано на сравнительно-аналитическом обзоре русскоязычных научных публикаций по городской климатологии, градостроительству и ландшафтной архитектуре жарких и аридных территорий с применением системного и историко-генетического подходов и метода масштабного зонирования. Выделено пять групп климатических рисков городов региона и сформулированы шесть принципов адаптации: контекстность, ландшафтно-водная основа планировки, сетевая зелёная и голубая инфраструктура, управление плотностью и проветриваемостью, адаптация традиционных приёмов, многоуровневое управление. Предложена система мер для региональных, городских, районных и квартальных масштабов. Показано, что региональная специфика (аридный климат, дефицит воды, наследие традиционного и советского градостроительства) требует контекстно-ориентированных решений, а наибольший адаптивный потенциал заключён в сохранении и модернизации существующей городской среды.

Ключевые слова: климатическая адаптация, городская среда, Центральная Азия, зелёная инфраструктура, остров тепла, ландшафтное планирование, аридные города, устойчивое развитие.

1. Введение

Центральная Азия относится к регионам, уязвимым к последствиям изменения климата: здесь наблюдаются рост температур, увеличение числа волн жары и нарастающий дефицит водных ресурсов. Одновременно происходит быстрый рост городского населения: крупные города региона (Ташкент, Алматы, Бишкек, Душанбе, Ашхабад, Самарканд) формируют зоны концентрации экономической активности и, вместе с тем, зоны повышенного климатического риска.

Городская среда усиливает климатические воздействия: плотная застройка и преобладание непроницаемых покрытий формируют эффект городского острова тепла, определение, границы и изменчивость которого являются предметом многочисленных исследований [1], [2]. Интенсивность острова

тепла связана с размерами города и численностью его населения [3], а в южных городах, включая Алматы, Ташкент и Душанбе, различие температуры воздуха между городом и окраиной в тёплый период, по обобщённым данным, может достигать 15 °С [4]. Закономерности формирования острова тепла в большом городе [5], его вертикальная структура и сезонные особенности (на примере Москвы) [6] изучены достаточно подробно. Вместе с тем остров тепла сопровождается ростом затрат на кондиционирование, увеличением выбросов парниковых газов и ухудшением качества воздуха [4]. Для аридных и семиаридных городов эти проблемы осложняются ограниченностью водных ресурсов и пыльными бурями.

Несмотря на растущее число стратегических документов по адаптации на национальном уровне, пространственные и ландшафтные аспекты остаются недостаточно проработанными в градостроительной практике региона. Исследования формирования городской среды в жарком климате нередко ориентированы на влажные [7] либо маловетренные и штилевые [8] условия, тогда как специфика аридных городов Центральной Азии, с её водным дефицитом, пылевой нагрузкой и наследием разных периодов градостроительства, рассмотрена меньше. В отечественной науке при этом развиваются концепции «здорового» города [9] и биосферной совместимости градостроительной деятельности [10], которые создают методологическую основу для адаптационных решений. Таким образом, существует научно-практическое противоречие между возрастающими климатическими рисками и недостаточной разработанностью региональных принципов пространственной адаптации.

Цель исследования — систематизировать принципы климатической адаптации городской среды Центральной Азии на пространственном и ландшафтном уровнях.

Задачи исследования: (1) охарактеризовать климатические риски городов региона; (2) выявить специфику градостроительного наследия и его влияние на адаптивный потенциал; (3) сформулировать принципы адаптации; (4) предложить систему пространственных мер по масштабным уровням.

2. Материалы и методы

2.1. Подход и методы исследования

Исследование носит качественный аналитический характер и опирается на междисциплинарный подход, объединяющий методы градостроительного анализа, ландшафтной экологии и климатологии города. Используются: сравнительно-аналитический метод (анализ международного и регионального опыта); системный подход (рассмотрение города как социо-эколого-технической системы); историко-генетический метод (анализ традиционных приёмов формирования среды в условиях жаркого климата); метод пространственного зонирования по уровням масштаба (регион, город, район, квартал).

2.2. Информационная база

Информационную базу составили 15 научных публикаций на русском языке за 2000–2026 гг. (статьи в рецензируемых журналах и монография) по городской климатологии, градостроительству, зелёной инфраструктуре и ландшафтной организации городов жаркого и аридного климата, включая работы по городам Центральной Азии (Алматы, Ташкент). Источники отбирались по критериям тематической релевантности (городская среда, остров тепла, климатическая адаптация), применимости к жарким и аридным условиям, наличия библиографических данных и возможности проверки по открытым источникам.

2.3. Процедура анализа

Анализ проводился в четыре этапа: (1) выявление и классификация климатических рисков для городов региона; (2) оценка адаптивного потенциала трёх исторических пластов городской среды; (3) обобщение результатов в виде принципов адаптации с соотнесением принципов и рисков; (4) разработка системы мер по масштабным уровням.

3. Результаты

3.1. Климатические риски городов Центральной Азии

Можно выделить пять основных групп климатических рисков для городской среды региона.

Тепловой стресс. Рост числа дней с экстремально высокими температурами и тропических ночей усиливается эффектом острова тепла. В южных городах термический нагрев деятельной поверхности существенно зависит от типа застройки: по обобщённым данным, стены зданий нагреваются до +72 °С и более, открытые территории жилой застройки — до +64 °С, плотная застройка — до +54 °С, тогда как парковая зона — лишь до +36 °С, а водоём — до +22 °С [4]. По спутниковым данным Landsat-8 на 27 июля 2021 г., поверхность наиболее нагретых зон Алматы прогревалась до 75 °С, а основные острова тепла связаны с крупными торгово-складскими и промышленными зданиями с прилегающими парковками [11].

Дефицит воды и засухи. Региональные водные ресурсы формируются преимущественно за счёт таяния горных ледников и снега. Сокращение ледникового питания в долгосрочной перспективе и рост водопотребления увеличивают конкуренцию между городским, сельскохозяйственным и энергетическим секторами.

Пыльные бури и деградация земель. Усыхание Аральского моря и опустынивание формируют источники солевой и пылевой нагрузки, воздействующей на города и ухудшающей качество воздуха.

Экстремальные осадки, сели и паводки. Для предгорных городов (Алматы, Бишкек, Душанбе, Ташкент) сохраняется опасность селевых потоков и ливневых паводков, при том что городская дренажная инфраструктура зачастую рассчитана на прежние климатические параметры.

Зависимость от энергетики. Рост пикового спроса на охлаждение в летний период и на отопление в зимний период создаёт нагрузку на энергосистемы, а неэффективный жилой фонд усиливает эту зависимость; повсеместное кондиционирование, в свою очередь, увеличивает затраты и выбросы парниковых газов [4].

3.2. Адаптивный потенциал градостроительного наследия

Городская среда Центральной Азии складывалась под влиянием трёх исторических пластов: традиционного города (компактная застройка, внутренние дворы, затенённые улицы, система арычного орошения), советского модернистского планирования (широкие магистрали, микрорайоны, крупные озеленённые территории, развитая система каналов) и постсоветской застройки (уплотнение, утрата зелёных пространств, точечная застройка).

Традиционная планировка демонстрирует эффективные пассивные приёмы климатической регуляции: узкие затенённые улицы, толстые стены с высокой тепловой инерцией, дворы с водой и зеленью, хаузы и арыки как элементы испарительного охлаждения. Советское наследие оставило значительные озеленённые территории и систему уличного озеленения, которая в ряде городов формирует уникальный «лесной» облик (например, в Ташкенте и Алматы), однако она в значительной мере зависит от арычной воды и стареющей инфраструктуры. Современные тенденции уплотнения часто приводят к сокращению зелёных зон, застройке русел арыков и нарушению естественных коридоров проветривания: так, в Алматы при исторически учтённой розе ветров точечная застройка создаёт новые затруднения для циркуляции воздуха [11]. Оценка пространственно-средовых дефицитов жилой ткани Ташкента показывает, что наибольшая доля территорий с такими дефицитами приходится на махаллинские типы застройки (74,8 % для трансформированной и 64,8 % для традиционной), тогда как для микрорайонных типов она составляет 16,8 и 14,3 %; дальнейшее уплотнение в проблемных зонах требует ограничений или компенсирующих планировочных мер [12]. Следовательно, задача адаптации состоит не только во внедрении новых решений, но и в сохранении, переосмыслении и модернизации существующих элементов городской среды.

3.3. Принципы климатической адаптации городской среды

По результатам анализа сформулированы шесть принципов адаптации (П1–П6). Их соотнесение с выявленными рисками представлено в таблице 1.

П1. Климатическая зональность и контекстность. Центральная Азия включает пустынные равнинные города (Нукус, Ашхабад, Бухара), оазисные города (Самарканд, Ташкент, Ургенч) и предгорные и горные города (Алматы, Бишкек, Душанбе). Это требует дифференцированных подходов: в пустынных городах приоритетом является защита от перегрева и пыли, в оазисных — рациональное использование воды и сохранение зелёного каркаса, в предгорных — управление стоком, селевыми и паводковыми рисками и сохранение коридоров холодного воздуха. Универсальные решения без привязки к климатической зоне неэффективны и могут усиливать уязвимость: решения для жаркого и влажного [7] или жаркого маловетреного [8] климата не переносятся на аридные города без корректировки.

П2. Ландшафтно-водная основа планировки. Планировочная структура города должна выстраиваться на основе природного ландшафта: рельефа, речных долин, предгорных склонов, русел временных водотоков. Сохранение естественных водотоков и древних оросительных систем как элементов городской структуры сокращает риск паводков, формирует микроклиматические коридоры и повышает биоразнообразие. Практика заключения арыков в трубы и их застройки снижает адаптивный потенциал и подлежит пересмотру. Для Алматы отмечена необходимость инвентаризации и модернизации арычной сети, а возвращение водотоков, ранее заключённых в коллекторы, в зарубежной практике позволяло снижать температуру поверхности в среднем на 5 °C [11].

П3. Сетевая зелёная и голубая инфраструктура. Эффективность озеленения определяется не общей площадью, а связностью, распределением и доступностью зелёных пространств. В Алматы показатель обеспеченности зеленью (27,89 % территории, 98 м² на человека) формально почти вдвое превышает норму ВОЗ, но включает земли национального парка Иле-Алатау и не отражает реального дефицита зелени в застроенных районах: в Алатауском районе зелёные территории составляют лишь 4,78 % [11]. Озеленённые и водные поверхности образуют «острова прохлады», нарушающие термическую неоднородность городской поверхности [4]. Сеть парков, бульваров, водных объектов и озеленённых

коридоров должна формировать непрерывную систему, обеспечивающую охлаждение, проветривание, инфильтрацию осадков и рекреацию. Для аридных условий критически важен подбор видов растений: приоритет отдаётся засухоустойчивым местным и адаптированным видам, снижающим потребность в поливе, при сохранении крупномерных теневых деревьев как наиболее эффективного средства снижения теплового стресса на уровне пешехода.

П4. Компактность, проветриваемость и управление плотностью.

Компактная застройка сокращает потребление энергии и территории, но при неправильной организации усиливает остров тепла: максимальные температуры наблюдаются на участках с большими площадями асфальтовых покрытий, неозеленённых пешеходных зон и плотной высотной застройкой с малой степенью озеленения, а сам остров тепла устойчив при маловетрии и штиле [4]. Для Алматы предложено формировать систему «зелёных коридоров» для циркуляции воздуха по примеру Штутгарта [11]. Необходим баланс: сохранение коридоров проветривания, ориентация улиц с учётом господствующих ветров и инсоляции, регулирование высотности и плотности, формирование затенённых пешеходных маршрутов. Планировочные решения следует сопровождать климатическим моделированием на стадии проектирования.

П5. Использование традиционных архитектурно-планировочных приёмов.

Исторический опыт региона содержит апробированные пассивные приёмы: затенение улиц галереями и деревьями, дворовая организация жилья, применение материалов с высокой тепловой инерцией, ориентация зданий, использование воды для испарительного охлаждения, ветроулавливающие устройства. Эти приёмы целесообразно не копировать буквально, а адаптировать на основе современных технологий, сочетая локальную культурную идентичность и энергоэффективность.

П6. Многоуровневое и межсекторальное управление.

Пространственные меры эффективны только при институциональной поддержке: интеграции климатических задач в генеральные планы и правила землепользования, межведомственной координации, мониторинге микроклимата, вовлечении

местных сообществ и трансграничном сотрудничестве по управлению водными ресурсами. Необходимы также обновление строительных норм с учётом перспективных климатических данных и экономические стимулы для зелёных решений.

Таблица 1 — Соотнесение климатических рисков и принципов адаптации

Риск	Проявление в городской среде	Приоритетные принципы
Тепловой стресс	Остров тепла, рост числа тропических ночей, нагрузка на здоровье уязвимых групп	П3 (зелёная и голубая инфраструктура), П4 (проветриваемость и плотность), П5 (традиционные приёмы)
Дефицит воды и засухи	Конкуренция за воду, нагрузка на арычную и оросительную сеть, гибель озеленения	П2 (ландшафтно-водная основа), П3, П6 (управление)
Пыльные бури и деградация земель	Пылевая и солевая нагрузка, ухудшение качества воздуха	П1 (контекстность), П3, П6
Сели, паводки и ливни	Затопление территорий, перегрузка дренажной инфраструктуры	П1, П2, П6
Энергетическая зависимость	Пиковый спрос на охлаждение и отопление, неэффективный жилой фонд	П4, П5, П6

3.4. Система пространственных и ландшафтных мер

Принципы реализуются на четырёх масштабных уровнях (таблица 2).

Таблица 2 — Пространственные и ландшафтные меры по масштабным уровням

Уровень	Основные меры
Региональный и агломерационный	Сохранение природных каркасов и водосборных территорий; создание защитных лесополос и «зелёных поясов» против пыли и ветровой эрозии; управление селевыми и паводковыми зонами; согласование водопользования
Городской	Формирование единого зелёного и голубого каркаса; сохранение и реабилитация арычной сети; определение коридоров проветривания; зонирование по уровню климатического риска; ограничение застройки в рискованных зонах

Уровень	Основные меры
Районный	Баланс плотности и озеленения; сеть общественных пространств с тенью и водой; системы устойчивого дренажа; развитие пешеходной и велосипедной инфраструктуры с затенением
Квартальный и уровень здания	Светлые и водопроницаемые покрытия; деревья и перголы для затенения; дворовые пространства с водой и растительностью; озеленённые кровли и фасады; сбор и повторное использование воды; пассивное охлаждение зданий

Особое значение имеет приоритизация мер по критерию «затраты — эффект»: затенение, сохранение существующих деревьев, замена тёмных покрытий и восстановление арыков обычно дают значительный эффект при умеренных затратах и поэтому должны предшествовать капиталоемким решениям. На квартальном уровне это светлые отражающие покрытия и озеленение кровель крупных торгово-складских зданий [11], а на уровне районных магистралей — интеграция элементов зелёной инфраструктуры в инженерно-технический дизайн улиц [13].

4. Обсуждение

Сформулированные принципы согласуются с результатами исследований по южным городам: тип застройки и подстилающей поверхности остаётся ключевым фактором формирования островов тепла, а зелёные и водные объекты образуют острова прохлады [4], [11]. Принципы П1–П6 созвучны концепциям «здорового» города [9] и биосферной совместимости градостроительной деятельности [10], однако имеют региональную специфику. Во-первых, в условиях аридного климата водный фактор становится определяющим: озеленение как способ охлаждения конкурирует с задачей экономии воды, что требует перехода к засухоустойчивым посадкам, повторному использованию воды и капельному поливу. Во-вторых, значительный адаптивный потенциал сосредоточен в уже существующей городской ткани, и его сохранение эффективнее новых решений; при этом данные по Ташкенту показывают, что традиционная малоэтажная застройка нуждается в модернизации и не является автоматически благоприятной [12]. В-третьих, ключевым ограничением остаётся институциональный разрыв между климатическими стратегиями и практикой градостроительного проектирования, а также нехватка

локальных климатических данных высокого разрешения. Кроме того, решения, разработанные для влажного [7] и маловетреного [8] жаркого климата, требуют проверки в аридных условиях региона.

Практическая значимость результатов состоит в возможности использования принципов П1–П6 и системы мер (таблица 2) при разработке генеральных планов, правил землепользования и застройки, а также программ озеленения и водопользования городов региона.

Ограничением исследования является преимущественно качественный характер анализа: предложенные принципы и меры не сопровождаются количественной оценкой эффективности для конкретных городов, а база источников ограничена русскоязычными публикациями. Перспективным направлением дальнейших работ представляется оценка вклада антропогенно изменённых поверхностей с использованием геоинформационных систем [14] и спутниковое картографирование динамики островов тепла [15] для городов региона с последующей оценкой эффективности отдельных мер.

5. Заключение

Климатическая адаптация городов Центральной Азии должна строиться на принципах контекстности, опоры на природный ландшафт и водную систему, сетевой организации зелёной и голубой инфраструктуры, управления плотностью и проветриваемостью, переосмысления традиционных приёмов и многоуровневого управления. Практическая реализация предполагает последовательное применение пространственных мер на региональном, городском, районном и квартальном уровнях с приоритетом малозатратных и быстрых по эффекту решений. Интеграция этих принципов в генеральные планы и градостроительные нормы является необходимым условием повышения устойчивости городов региона к климатическим вызовам.

Список литературы

[1] И. Н. Кузнецова, Н. Е. Бруслова и М. И. Нахаев, «Городской “остров тепла” в Москве: определение, границы, изменчивость», *Метеорология и гидрология*, № 5, с. 49–61, 2017.

- [2] В. И. Демин, «О роли антропогенных и естественных факторов в оценке городского “острова тепла”», *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*, т. 16, № 5, с. 25–33, 2019, doi: 10.21046/2070-7401-2019-16-5-25-33.
- [3] И. И. Мохов, «Связь интенсивности “острова тепла” города с его размерами и количеством населения», *Доклады Академии наук*, т. 427, № 4, с. 530–533, 2009.
- [4] А. И. Гиясов и О. Н. Сокольская, «Модель “острова тепла” урбанизированных территорий и его трансформация», *Вестник МГСУ*, т. 20, вып. 2, с. 180–192, 2025, doi: 10.22227/1997-0935.2025.2.180-192.
- [5] Л. Т. Матвеев и Ю. Л. Матвеев, «Формирование и особенности “острова тепла” в большом городе», *Доклады Академии наук*, т. 370, № 2, с. 249–252, 2000.
- [6] Л. И. Алексеева, И. А. Горлач и А. В. Кислов, «Вертикальная структура и сезонные особенности “острова тепла” и распределения влажности над Москвой по спутниковым данным», *Метеорология и гидрология*, № 8, с. 107–118, 2019.
- [7] М. Т. Ле и Н. В. Бакаева, «Формирование средозащитных объектов городской среды для условий жаркого и влажного климата», *Промышленное и гражданское строительство*, № 9, с. 52–59, 2021, doi: 10.33622/0869-7019.2021.09.52-59.
- [8] А. И. Гиясов и О. Н. Сокольская, *Формирование городской застройки с учётом экологических факторов атмосферной среды в жарких маловетренных и штилевых климатических условиях: монография*. Краснодар, Россия: ПринтТерра, 2016.
- [9] Н. В. Данилина и Д. Н. Власов, «“Здоровый” город как базовая концепция территориального развития», *Экология урбанизированных территорий*, № 2, с. 112–119, 2020, doi: 10.24411/1816-1863-2020-12112.
- [10] Н. В. Бакаева и И. В. Черняева, «Алгоритм оценки градостроительной деятельности на основе принципов биосферной совместимости», *Градостроительство и архитектура*, т. 9, № 2 (35), с. 5–14, 2019, doi: 10.17673/Vestnik.2019.02.1.
- [11] К. Ж. Кушербай, А. Н. Мусагалиева и Д. Штробл, «Анализ зелёных зон и островов тепла города Алматы на основе космических снимков»,

Хабаршы. Географія серіаы, № 4 (67), с. 80–93, 2022, doi: 10.26577/JGEM.2022.v67.i4.07.

[12] О. А. Шоумарова, «Оценка пространственно-средовых дефицитов жилой застройки Ташкента с учётом морфологических типов», *Universum: технические науки*, № 8 (149), 2026, doi: 10.32743/UniTech.2026.149.8.23322.

[13] Е. Ю. Зайкова и С. С. Феофанова, «Инженерно-технический дизайн магистральных улиц с интеграцией элементов зелёной инфраструктуры», *Вестник МГСУ*, т. 19, вып. 8, с. 1260–1273, 2024, doi: 10.22227/1997-0935.2024.8.1260-1273.

[14] С. В. Исаков и В. А. Шкляев, «Определение суммарного влияния антропогенно изменённых поверхностей на возникновение эффекта “городского острова тепла” с использованием геоинформационных систем», *Вестник Оренбургского государственного университета*, № 1 (162), с. 178–182, 2014.

[15] А. В. Жаркова и А. А. Орипова, «Спутниковое картирование динамики “островов тепла” г. Санкт-Петербурга», *Вестник СГУГиТ*, т. 29, № 4, с. 61–70, 2024, doi: 10.33764/2411-1759-2024-29-4-61-70.