



УДК 721(65-25)

Шоайб МЕДАНИ¹, аспирант; В. А. КУРОЧКИНА, канд. техн. наук, доц., доц. кафедры архитектуры, реставрации и дизайна Инженерной академии¹, доц.²

АДАПТАЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ К ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ ТЕМПЕРАТУРНЫМ УСЛОВИЯМ

¹ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».

Россия, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6.

Тел.: (999) 863-85-69, эл. почта: choayb.medani@Gmail.com

²ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет».

Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Тел.: (977) 291-72-05, эл. почта: kurochkina-va@rudn.ru

Ключевые слова: архитектура, адаптация, природное охлаждение, экстремальные температурные условия, жаркий климат, смягчение жары.

В данной статье рассматриваются архитектурные подходы, направленные на адаптацию зданий к экстремально жарким климатическим условиям, на примере городов Алжира. Рассмотрены исторические и современные методы, которые обеспечивают комфортную внутреннюю среду при значительных перепадах температур. Внимание уделено традиционным архитектурным элементам, а также новым подходам, таким как использование энергосберегающих материалов и технологий. На основе анализа литературных источников выявляются основные стратегии, применяемые для адаптации зданий в условиях экстремальной жары.

Введение

Города Алжира, особенно на юге страны, сталкиваются с экстремальными температурными условиями, характеризующимися сильной жарой, высоким уровнем солнечного излучения и засушливостью, при этом летние температуры часто превышают 40 °C (104 °F). Эти условия, усугубляемые урбанизацией и изменением климата, создают значительные трудности для жителей и инфраструктуры. Эффект городского теплового острова, частые пыльные бури и периодические наводнения еще больше осложняют условия жизни, непропорционально сильно влияя на уязвимые группы населения. По мере того, как изменение климата усиливает тепловые волны, необходимость в инновационных архитектурных решениях становится все более настоятельной, чтобы повысить устойчивость и снизить риски для здоровья.

В данной статье авторы исследуют архитектурные стратегии адаптации к экстремальной жаре в городах Алжира, сочетая традиционные методы с современными достижениями, рассматривают энергоэффективные материалы, устойчивые строительные практики и возникающие тенденции, одновременно решая проблемы внедрения и выступая за справедливые решения. Анализируя тематические исследования и исторические методы, авторы статьи стремятся предоставить практические рекомендации для политиков, архитекторов и общин, способствуя созданию устойчивой городской среды в Алжире и за его пределами [1].

Материалы и методы исследования

Архитектурные методологии в алжирских городах значительно эволюционировали для решения проблем экстремальной жары. Традиционные проекты были направлены на оптимизацию теплового комфорта и минимизацию энергопотребления, что было обусловлено суровым климатом региона. Местные материалы, такие как саман и камень, играли ключевую роль в создании сооружений с эффективными теплоизоляционными свойствами, позволяя им поглощать тепло днем и отдавать его ночью.

Традиционные дома отличались толстыми стенами и ограниченным количеством оконных проемов, что снижало прямое солнечное излучение и одновременно обеспечивало достаточный воздухообмен. Внутренние дворы стали распространенным архитектурным элементом, создавая затененные зоны, которые способствовали естественному охлаждению через вентиляцию, и часто включали водные элементы для испарительного охлаждения.

В таких регионах, как Уаргла, традиционные поселения, известные как «ксуры», имели компактную планировку, создающую микроклимат, защищающий жителей от экстремальных внешних условий. Планировка уделяла приоритет частной жизни, одновременно повышая тепловой комфорт, позволяя прохладному ветру циркулировать через узкие переулки и соединенные здания.

Архитектурные элементы, такие как ветровые носы (или «бадгири»), демонстрируют эффективные пассивные стратегии охлаждения, использующие естественные ветры для поддержания комфортной температуры внутри помещений без механических систем. Эти методы отражают глубокое понимание климатических условий историческими архитекторами, которые искали устойчивые решения, согласующиеся с их окружающей средой.

Кроме того, традиционная архитектура продемонстрировала замечательную адаптируемость, при которой сооружения часто модифицировались или перестраивались на основе знаний, накопленных поколениями, о местных погодных условиях и строительных практиках. Это богатое архитектурное наследие предоставляет ценные идеи для современных архитекторов, стремящихся создавать устойчивые проекты, которые решают современные проблемы экстремальной жары [2, 3].

Традиционная архитектура в алжирских городах развивалась на протяжении веков, чтобы эффективно справляться с экстремальным климатом региона, сочетая практичность с комфортом для жителей. Ключевые особенности включают использование местных материалов, таких как саман и камень, известных своими отличными теплоаккумулирующими свойствами. Эти материалы поглощают тепло днем и отдают его ночью, создавая температурный буфер против суровых внешних условий.

Архитектурный дизайн активно использует толстые стены и стратегически ограниченные оконные проемы. Значительная толщина стен не только изолирует от интенсивного солнечного излучения, но и обеспечивает тепло в холодные зимние ночи. Правильное расположение и ориентация окон играют решающую роль в этом дизайне; они обычно размещаются так, чтобы уменьшить прямое солнечное излучение в пиковые часы, одновременно обеспечивая перекрестную вентиляцию. Этот подход использует преобладающие ветры, способствуя естественному воздухообмену и охлаждению в жилых помещениях.



Традиционно дома организованы вокруг центрального двора, что улучшает циркуляцию воздуха и служит общественным пространством для отдыха и социального взаимодействия. Такая внутренняя планировка минимизирует воздействие солнечного тепла, создавая затененные зоны, где жители могут комфортно собираться. Декоративные элементы, такие как машрабии – резные решетчатые экраны, – дополнительно улучшают вентиляцию и уменьшают ослепляющий эффект от яркого солнца.

Кроме того, традиционные методы управления водой играют важную роль в повышении теплового комфорта. Ландшафтное проектирование с зелеными насаждениями вокруг домов помогает снизить местные температуры за счет тени и транспирации. В некоторых регионах дворы часто включают водные элементы, такие как фонтаны или пруды, которые обеспечивают охлаждающий эффект за счет испарения.

Эти архитектурные стратегии демонстрируют, как традиционные здания Алжира адаптировались к климатическим вызовам с течением времени. Они отражают глубокое понимание местных экологических условий и иллюстрируют гармоничную связь между построенными средами и их естественной окружающей средой [4–6].

В поисках энергоэффективности в архитектуре, особенно в жарком климате, таком как Алжир, появились многочисленные инновационные материалы и технологии. Одним из заметных достижений является использование фазовых материалов (ФМ), которые улучшают тепловые характеристики и позволяют создавать более тонкие стеновые конструкции. ФМ поглощают тепловую энергию при переходе из твердого состояния в жидкое и отдают ее при понижении температуры. Эта способность помогает поддерживать стабильный микроклимат внутри помещений, поглощая избыточное тепло днем и отдавая его ночью, что значительно снижает потребность в механических системах охлаждения.

Интеграция современных теплоизоляционных материалов также доказала свою эффективность в архитектурных проектах. Современные изоляционные технологии обеспечивают высокую тепловую сопротивляемость, что критично для минимизации теплопередачи через стены и крыши, поддерживая цели энергоэффективности. Тщательный выбор толщины и типа изоляционного материала особенно важен в засушливых регионах, где избыточное тепло может привести к дискомфорту и увеличению затрат на охлаждение.

Традиционные строительные материалы, такие как глина, камень и кирпич, по-прежнему играют важную роль в современной архитектуре благодаря своим естественным теплоаккумулирующим свойствам. Эти материалы эффективно поглощают и постепенно отдают тепло, помогая регулировать температуру в течение дня. Последние достижения в технологиях производства привели к созданию гибридных строительных материалов, сочетающих традиционные методы с современными инновациями для улучшения общих характеристик.

Окна и устройства затенения являются критически важными компонентами для повышения энергоэффективности. Высокопроизводительные стеклопакеты минимизируют солнечное излучение, одновременно оптимизируя поступление естественного света, улучшая дневное освещение без ущерба для комфорта. Кроме того, ориентация здания является важным фактором; стратегическое позиционирование сооружений может уменьшить прямое солнечное излучение на фасады, что приводит к снижению потребностей в охлаждении.

Интеграция решений на основе возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели, в строительные проекты открывает дополнительные возможности для энергосбережения и устойчивости. Эти системы не только вырабатывают чистую электроэнергию, но и могут быть интегрированы с пассивными стратегиями отопления и охлаждения, типичными для хорошо спроектированной архитектуры. В целом сочетание этих инновационных материалов и технологий способствует созданию более энергоэффективных зданий, которые лучше приспособлены к экстремальным климатическим условиям, одновременно содействуя экологической устойчивости [7, 8] (рис. 1, табл.).

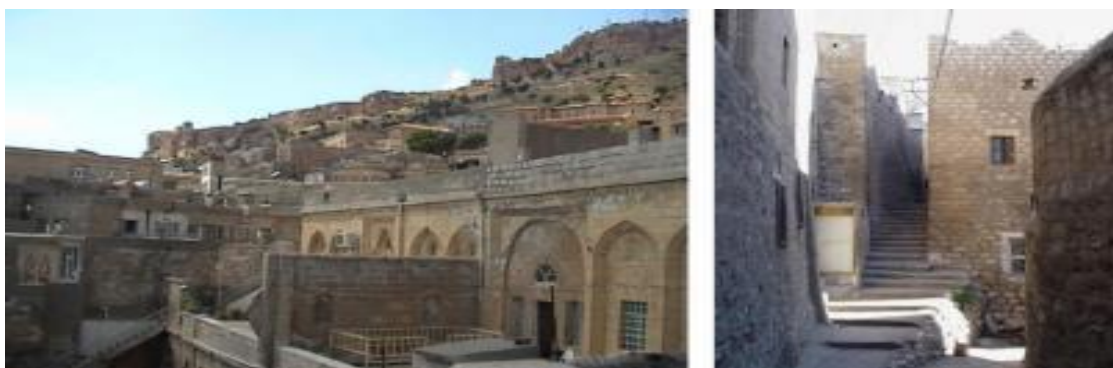


Рис. 1. Виды традиционного поселения в Мардине

Таблица

Резюме исследовательской базы

№	Исследователь	Местоположение	Год	Независимая переменная	Вывод
1	Гранадейру и др.	Португалия	2013	Физические характеристики здания	Материалы, площадь окон и форма здания являются наиболее важными факторами, влияющими на его потребление
2	Кантерса и Хорват	Швеция	2012	Геометрическая форма здания	Форма здания может удвоить потенциал поглощения солнечной энергии
3	Рафиян и др.	Иран	2011	Форма, плотность, ориентация, высота здания	Изменение формы, плотности, ориентации и высоты жилых зданий может снизить энергопотребление здания примерно на 45 %

Применение энергоэффективных материалов и технологий в строительстве, особенно в жарких регионах, таких как Алжир, приносит значительные преимущества, но также сопряжено с определенными вызовами. Главным преимуществом является улучшение энергоэффективности. Материалы, предназначенные для отражения солнечного света, такие как термохромные покрытия и отражающие кровельные системы, могут значительно снизить зависимость от кондиционирования воздуха, поддерживая более прохладную температуру внутри помещений. Это не только уменьшает потребление энергии,

но и сокращает выбросы парниковых газов, связанные с производством электроэнергии.

Многие энергоэффективные материалы добываются локально и являются природными, что снижает транспортные расходы и уменьшает негативное воздействие на окружающую среду. Использование местных материалов, таких как глина, камень и песок, способствует развитию регионального ремесла и повышает устойчивость строительных практик. Этот подход поддерживает глобальные усилия по устойчивому развитию, поощряя биоклиматические стратегии, соответствующие местным климатическим условиям.

Однако интеграция этих передовых материалов в современные архитектурные проекты сталкивается с рядом вызовов. Первоначальные затраты, связанные с инновационными строительными решениями, могут отпугнуть многих застройщиков и строителей. Хотя энергоэффективные варианты могут привести к долгосрочной экономии за счет снижения эксплуатационных расходов, высокие первоначальные инвестиции часто препятствуют их немедленному внедрению. Кроме того, среди строителей может наблюдаться недостаток знаний о том, как эффективно использовать эти новые материалы в рамках традиционных строительных методик.

В заключение, хотя интеграция энергоэффективных материалов и технологий предлагает многообещающие преимущества для повышения энергоэффективности и устойчивости в строительстве, она также требует преодоления финансовых, образовательных и технических барьеров. Решая эти вызовы, строительная отрасль сможет лучше использовать инновации для создания устойчивых и экологически дружелюбных сооружений, отвечающих требованиям жаркого климата [9, 10] (рис. 2).

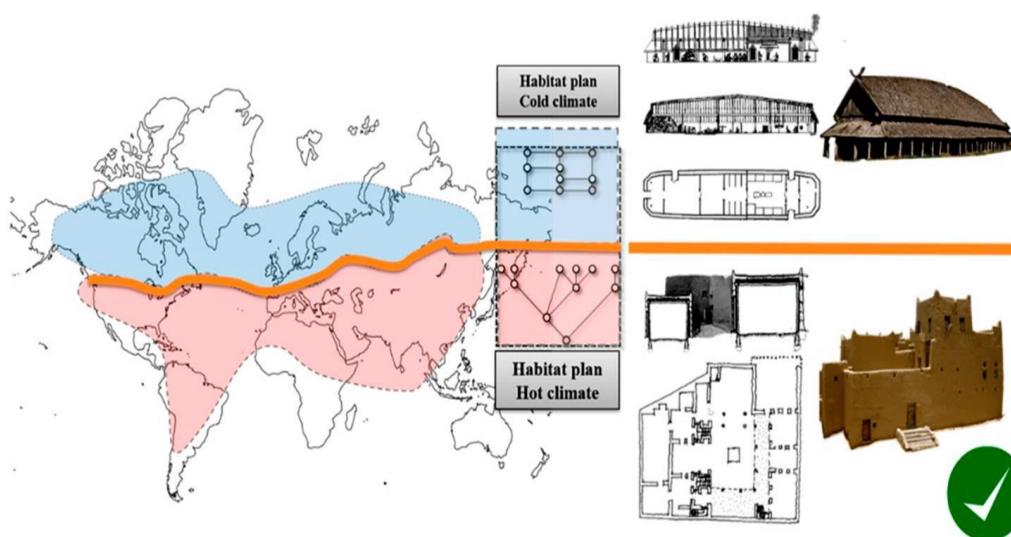


Рис. 2. Форма здания, конструкция и материалы в холодном и жарком климате

В регионах с экстремальной жарой архитекторы применяют различные стратегии для проектирования зданий, эффективно смягчающих высокие температуры. Ключевым подходом является использование пассивных методов охлаждения, которые опираются на естественные процессы для поддержания

комфортной внутренней среды без механических систем охлаждения. Это включает тщательный учет ориентации здания, выбора материалов и затенения.

Ориентация здания играет решающую роль в повышении энергоэффективности. Структуры часто проектируются так, чтобы уменьшить прямое солнечное излучение в часы пиковых температур, одновременно оптимизируя естественную вентиляцию. Например, расположение зданий вдоль оси восток-запад может ограничить проникновение дневного солнца через южные окна, тем самым снижая накопление тепла внутри.

Выбор материалов также значительно влияет на управление температурой. В засушливых климатических условиях для стен используются прочные материалы, такие как саман или камень, которые поглощают тепло днем и отдают его ночью, когда температура снижается. Напротив, во влажных регионах могут предпочтительно использоваться более легкие материалы с высокой теплоемкостью, где улучшенная вентиляция способствует охлаждению.

Устройства затенения жизненно важны для минимизации воздействия солнечного излучения на здания. Такие элементы, как козырьки, навесы и внешние затеняющие конструкции, эффективно блокируют прямые солнечные лучи, позволяя при этом естественному свету проникать внутрь. Кроме того, стратегически посаженные деревья и зелень вокруг зданий создают затененные зоны, которые помогают охлаждать окружающую среду за счет испарения и снижения скорости ветра.

Дизайн крыши также играет значительную роль в управлении теплом. Использование отражающих покрытий или материалов светлых тонов может значительно уменьшить поглощение тепла. Зеленые крыши не только обеспечивают изоляцию, но и способствуют регулированию температуры за счет испарения.

Методы вентиляции, включая открывающиеся окна и перекрестную вентиляцию, улучшают воздухообмен внутри зданий, создавая комфортный микроклимат без чрезмерного использования кондиционеров. Интеграция таких элементов, как солнечные трубы, может дополнительно усилить этот эффект, удаляя горячий воздух и привлекая прохладный.

В совокупности эти стратегии представляют целостный архитектурный ответ, который ставит во главу угла устойчивость и энергоэффективность, решая проблемы, связанные с экстремальной жарой в горячих климатических условиях [11–13].

Интеграция адаптивной архитектуры для борьбы с экстремальной жарой сталкивается с несколькими значительными вызовами. Одним из основных препятствий являются существующие нормативные рамки, которые часто отдают приоритет энергоэффективности над стратегиями, специально разработанными для условий экстремальной жары. Современные строительные нормы и правила поощряют высоко изолированные и герметичные конструкции, основанные на предположении, что здания будут в значительной степени зависеть от систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВКВ). В климатических условиях с минимальным использованием ОВКВ такая изоляция может непреднамеренно вызывать перегрев, удерживая тепло внутри помещений и сводя на нет преимущества охлаждения.

Также наблюдается недостаток осведомленности среди заинтересованных сторон относительно необходимости адаптаций, учитывающих конкретный



контекст в архитектурной практике. Многие современные проекты могут включать традиционные элементы дизайна, но не могут адекватно реагировать на местные климатические условия. Это приводит к поверхностному сочетанию адаптивных стратегий, а не к их осмысленной интеграции, которая учитывает как экологические потребности, так и культурное наследие.

Экономические факторы еще больше усложняют ситуацию, поскольку внедрение передовых материалов и технологий, направленных на обеспечение теплового комфорта, часто влечет за собой более высокие первоначальные затраты, которых опасаются застройщики. Кроме того, социально-экономическое неравенство может ограничивать доступ к инновационным строительным решениям, оставляя менее обеспеченные сообщества без ресурсов или экспертизы, необходимых для внедрения современных проектов и материалов, способных смягчить последствия экстремальной жары.

Конфликты между целями городского планирования и индивидуальными предпочтениями также создают проблемы. Жители могут сопротивляться инициативам, направленным на увеличение зеленых зон или отражающих поверхностей, ссылаясь на опасения по поводу эстетики или стоимости недвижимости. Такое сопротивление может препятствовать реализации важнейших мер по адаптации к изменению климата.

Наконец, продолжающееся воздействие изменения климата требует регулярного обновления архитектурной практики, однако текущие методологии, как правило, являются жесткими и медленно эволюционируют. Без проактивных корректировок со стороны регулирующих органов для приведения строительных норм в соответствие с ожидаемыми будущими условиями преимущества адаптивной архитектуры могут остаться в значительной мере нереализованными [14–16].

Заключение

В статье подчеркивается настоятельная необходимость архитектурных адаптаций для борьбы с экстремальной жарой, особенно в таких регионах, как Алжир. Авторы выступают за сочетание традиционных архитектурных методов с современными дизайнерскими технологиями для повышения теплового комфорта и энергоэффективности. Исторические сооружения в городских районах Алжира на протяжении поколений успешно используют пассивные дизайнерские стратегии, такие как тщательная ориентация, компактные планировки, толстые стены и затененные открытые пространства, которые помогают им выдерживать высокие температуры.

Современная архитектура начинает внедрять инновационные материалы и технологии, способствующие устойчивому развитию, сохраняя при этом традиционную эстетику. Тематические исследования городских проектов демонстрируют, как эти подходы могут улучшить потребление энергии и снизить воздействие жары. Изучение энергоэффективных материалов раскрывает творческие решения, которые смягчают последствия экстремальной жары и вносят вклад в решение более широких проблем изменения климата.

В статье описываются различные стратегии, используемые архитекторами и городскими планировщиками для адаптации зданий к жаркому климату. Сравнительный анализ методик дает представление о передовых практиках, которые могут быть применены в аналогичных условиях. Основные уроки из этих

тематических исследований подчеркивают решающую роль устойчивой архитектуры в формировании будущих проектов в алжирских городах.

В перспективе растет внимание к возникающим технологиям и устойчивым практикам как ответам на растущие климатические вызовы. Подчеркивается важность сохранения традиционных знаний; сочетание традиционной мудрости с современными инновациями закладывает прочную основу для устойчивости к высоким температурам.

Важным выводом является признание барьеров, препятствующих внедрению адаптивных архитектурных решений. Проблемы, такие как финансовые ограничения, регуляторные препятствия и недостаточная осведомленность о доступных технологиях, могут быть решены с помощью целевых вмешательств и активного участия сообщества. В целом, эти выводы поддерживают идею гармонизации исторических знаний с современными дизайнами для создания устойчивых сред, способных процветать, несмотря на экстремальные климатические условия [17–19].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Булах, И. Перспективы устойчивого развития современной архитектуры в прибрежных городах Алжира / И. Булах. – URL: https://www.researchgate.net/publication/359149605_Prospects_for_the_Sustainable_Development_of_Modern_Architecture_in_the_Coastal_Cities_of_Algeria. – Текст : электронный.
2. Турек-Хэнкинс, Л. Л. Адаптация к изменению климата в условиях экстремальной жары: глобальный систематический обзор реализованных мер / Л. Л. Турек-Хэнкинс, Э. К. де Перес, Г. Скарпа. – URL: <https://academic.oup.com/oocc/article/1/1/kgab005/6290719>. – Текст : электронный.
3. Экологический профиль паспортов строительных материалов для жаркого климата / А. Альмусад, А. Альмссад, Раад З. Хомод, И. Йитмен. – URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/9/3720>. – Текст : электронный.
4. Оценка летнего теплового комфорта в засушливых пустынях. Пример: Старое глинобитное здание в Адраре (юг Алжира) / А. Бассуд, Х. Хелафи, А. М. Моктари, А. Бада. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132321005412>. – Текст : электронный.
5. Дель, М. С. Т. Т. Влияние формы плана здания на тепловой комфорт в традиционных жилых комплексах жаркого и сухого климата Кума / М. С. Т. Т. Дель, С. Байят, Н. Зоджай. – URL: <https://heritagesciencejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40494-022-00807-1>. – Текст : электронный.
6. Кылыч, М. Альтернативы стен с фазовыми материалами, эквивалентные традиционной оболочке здания в условиях жаркого сухого климата / М. Кылыч, Н. Т. Байрактар. – URL: https://publications.ibpsa.org/proceedings/usim/2022/papers/usim2022_p127.pdf. – Текст : электронный.
7. Абдрассилова, Г. Строительство оптимизированного энергетического потенциала / Г. Абдрассилова, Е. Данибекова. – URL: <https://sciendo.com/pdf/10.17512/bozpe.2022.11.17>. – Текст : электронный.
8. Обзор традиционных пассивных методов охлаждения, применимых в засушливых и теплых климатических условиях, с учетом экономического анализа затрат и эффективности в городах, основанных на ресурсах / Ю. Сонг, К. С. Дарани, Аднан И. Хдайр, Г. Абу-Румман, Р. Калбаси. –



URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484721002742>. – Текст : электронный.

9. Преодоление инерции и барьеров для устойчивого охлаждения / Х. Лизана, Николь Д. Миранда, Л. Гросс [и др.]. – URL: <https://journal-buildingscities.org/articles/10.5334/bc.255>. – Текст : электронный.

10. Аль-Ясири, Ц. Включение фазовых материалов в оболочку здания для теплового комфорта и энергосбережения: комплексный анализ / Ц. Аль-Ясири, М. Сабо. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710220337542>. – Текст : электронный.

11. Тераа, С. От гигротермальной адаптации эндемичных растений к метеочувствительной биомиметической архитектуре: пример средиземноморского очага биоразнообразия на северо-востоке Алжира / С. Тераа, М. Беншериф. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-021-01887-y>. – Текст : электронный.

12. Лучший дизайн для холодных зданий как улучшенный дизайн зданий может сократить огромную потребность в кондиционировании воздуха в жарком климате. – URL: <https://www.pceb.build/cool-buildings-paper>. – Текст : электронный.

13. Группа, Г. К. К. Л. Как адаптировать ваш город к экстремальной жаре / Г. К. К. Л. Группа, К. Х. Хаб. – URL: https://www.c40knowledgehub.org/s/article/How-to-adapt-your-city-to-extreme-heat?language=en_US. – Текст : электронный.

14. Ближний восток: ориентированные на наследие подходы к климатической устойчивости, Cities Alliance. – URL: <https://www.citiesalliance.org/newsroom/news/results/mena-heritage-centric-approaches-climate-resilience>. – Текст : электронный.

15. Боузер, М. Стратегия адаптации к экстремальной жаре в округе Колумбия / М. Боузер. – URL: https://doee.dc.gov/sites/default/files/dc/sites/ddoe/service_content/attachments/2022%20Keep%20Cool%20DC_0.pdf. – Текст : электронный.

16. Переосмысление кондиционирования воздуха: традиционные методы охлаждения для будущего. – URL: <https://www.archdaily.com/996595/reimagining-air-conditioning-traditional-cooling-methods-for-the-future>. – Текст : электронный.

17. Защита калифорнийцев от экстремальной жары: план действий штата по укреплению устойчивости общин. – URL: <https://resources.ca.gov/-/media/CNRA-Website/Files/Initiatives/Climate-Resilience/2022-Final-Extreme-Heat-Action-Plan.pdf>. – Текст : электронный.

18. Себти, М. Оценка эффекта современной трансформации традиционного поселения «Ксар» в Уаргле на юге Алжира / М. Себти, Д. Алкама, А. Бушаир. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095263513000277>. – Текст : электронный.

19. Стратегии дизайна улиц на основе пространственных конфигураций и внешних оболочек зданий в связи с тепловым комфортом на открытом воздухе в засушливых климатических условиях / Ф. З. Б. Ратмия, А. Ахриз, Г. Санти [и др.]. – URL: https://www.researchgate.net/profile/WaqasMahar/publication/376829442_Street_Design_Strategies_Based_on_Spatial_Configurations_and_Building_External_Envelopes_in_Relation_to_Outdoor_Thermal_Comfort_in_Arid_Climates/links/658b00863c472d2e8e9069e7/Street-Design-Strategies-Based-on-Spatial-Configurations-and-Building-External-Envelopes-in-Relation-to-Outdoor-Thermal-Comfort-in-Arid-Climates.pdf. – Текст : электронный.



MEDANI Choayb¹, postgraduate student; KUROCHKINA Valentina Aleksandrovna, candidate of technical sciences, associate professor of the chair of architecture, restoration and design¹, associate professor²

ADAPTATION OF ARCHITECTURE TO EXTREME TEMPERATURE CONDITIONS

¹Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba.

6, Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russia.

Tel.: (999) 863-85-69, e-mail: choayb.medani@Gmail.com

²Moscow State University of Civil Engineering (National Research University).

26, Yaroslavskoe Shosse, Moscow, 129337, Russia.

Tel.: (977) 291-72-05, e-mail: kurochkina-va@rudn.ru

Key words: architecture, adaptation, natural cooling, extreme temperature conditions, hot climate, heat mitigation.

The article explores architectural strategies for adapting buildings to extreme hot climates, focusing on Algerian cities. It reviews both historical and contemporary methods that ensure comfortable indoor environments despite significant temperature fluctuations. The analysis highlights traditional architectural elements alongside modern innovations, including energy-saving materials and technologies. Key strategies for building adaptation to extreme heat are identified based on a comprehensive review of relevant literature.

REFERENCES

1. Bulakh I. Perspektivy ustoychivogo razvitiya sovremennoy arkhitektury v pribrezhnykh gorodakh Alzhira [Prospects for the sustainable development of modern architecture in the coastal cities of Algeria]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/359149605_Prospects_for_the_Sustainable_Development_of_Modern_Architecture_in_the_Coastal_Cities_of_Algeria.
2. Turek-Khenkins L. L., de Peres E. K., Skarpa G. Adaptatsiya k izmeneniyu klimata v usloviyakh ekstremalnoy zhary: globalny sistemicheskiy obzor realizovannykh mer [Adaptation to climate change under extreme heat: a global systematic review of implemented measures]. – URL: <https://academic.oup.com/oocc/article/1/1/kgab005/6290719>.
3. Almusaed A., Almssad A., Raad Z. Khomod, Itmen I. Ekologicheskiy profil pasportov stroitelnykh materialov dlya zhar kogo klimata [Environmental profile of building material passports for hot climates]. – URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/9/3720>.
4. Bassud A., Khelafi Kh., Moktari A. M., Bada A. Otsenka letnego teplovogo komforta v zasushlivykh pustynyakh. Primer: Staroe glinobitnoe zdanie v Adrare (yug Alzhira) [Assessment of summer thermal comfort in arid deserts. Case study: Old rammed-earth building in Adrar (southern Algeria)]. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132321005412>.
5. Del M. S. T. T., Bayyat S., Zodzhai N. Vliyanie formy plana zdaniya na teplovoy komfort v traditsionnykh zhilykh kompleksakh zhar kogo i sukho go klimata Kuma [Influence of building plan shape on thermal comfort in traditional residential complexes of hot and dry climate of Kerman]. – URL: <https://heritagesciencejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40494-022-00807-1>.
6. Kylynch M., Bairaktar N. T. Alternativy sten s fazovymi materialami, ekvivalentnye traditsionnoy obolochke zdaniya v usloviyakh zhar kogo sukho go klimata [Wall alternatives with phase-change materials equivalent to traditional building envelope in hot-dry climate]

- conditions]. – URL: https://publications.ibpsa.org/proceedings/usim/2022/papers/usim2022_p127.pdf.
7. Abdrassilova G., Danibekova E. Stroitelstvo optimizirovannogo energeticheskogo potentsiala [Construction of optimized energy potential]. – URL: <https://sciendo.com/pdf/10.17512/bozpe.2022.11.17>.
8. Song Yu., Darani K. S., Adnan I. Khdayr, Abu-Rumman G., Kalbasi R. Obzor traditsionnykh passivnykh metodov okhlazhdeniya, primenimyykh v zasushlivykh i teplykh klimaticheskikh usloviyakh, s uchetom ekonomicheskogo analiza zatrat i effektivnosti v gorodakh, osnovannykh na resursakh [Review of traditional passive cooling methods applicable in arid and warm climatic conditions, with consideration of economic cost-effectiveness analysis in resource-based cities]. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484721002742>.
9. Lizana Kh., Miranda N. D., Gross L. [et al.]. Preodolenie inertsii i barerov dlya ustoychivogo okhlazhdeniya [Overcoming inertia and barriers to sustainable cooling]. – URL: <https://journal-buildingscities.org/articles/10.5334/bc.255>.
10. Al-Yasiri Ts., Sabo M. Vkluychenie fazovykh materialov v obolochku zdaniya dlya teplovogo komforta i energosberezheniya: kompleksnyy analiz [Incorporation of phase-change materials in building envelope for thermal comfort and energy saving: a comprehensive analysis]. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710220337542>.
11. Teraa S., Bensherif M. Ot gigrotermalnoy adaptatsii endemichnykh rasteniy k meteochuvstvitelnoy biomimeticheskoy arkhitekture: primer sredizemnomorskogo bioraznoobraziya na severo-vostoke Alzhira [From hygrothermal adaptation of endemic plants to weather-sensitive biomimetic architecture: a case of Mediterranean biodiversity in northeastern Algeria]. – URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-021-01887-y>.
12. Luchshiy dizayn dlya kholodnykh zdaniy kak uluchshennyy dizayn zdaniy mozhet sokratit ogromnyuyu potrebnost v konditsionirovanii vozdukha v zhar kom klimata [Better design for cool buildings: how improved building design can reduce massive air-conditioning demand in hot climates]. – URL: <https://www.peeb.build/cool-buildings-paper>.
13. Gruppa G. K. K. L., Khab K. Kh. Kak adaptirovat vash gorod k ekstremalnoy zhare [How to adapt your city to extreme heat]. – URL: https://www.c40knowledgehub.org/s/article/How-to-adapt-your-city-to-extreme-heat?language=en_US.
14. Blizhniy Vostok: orientirovannye na nasledie podkhody k klimaticheskoy ustoychivosti [Middle East: heritage-centric approaches to climate resilience], Cities Alliance. – URL: <https://www.citiesalliance.org/newsroom/news/results/mena-heritage-centric-approaches-climate-resilience>.
15. Bouzer M. Strategiya adaptatsii k ekstremalnoy zhare v okruge Kolumbiya [Extreme heat adaptation strategy in the District of Columbia]. – URL: https://doee.dc.gov/sites/default/files/dc/sites/ddoe/service_content/attachments/2022%20Keep%20Cool%20DC_0.pdf.
16. Pereosmyslenie konditsionirovaniya vozdukha: traditsionnye metody okhlazhdeniya dlya budushchego [Reimagining air conditioning: traditional cooling methods for the future]. – URL: <https://www.archdaily.com/996595/reimagining-air-conditioning-traditional-cooling-methods-for-the-future>.
17. Zashchita kaliforniytsev ot ekstremalnoy zhary: plan deystviy shtata po ukrepleniyu ustoychivosti obshchin [Protecting Californians from extreme heat: state action plan to strengthen community resilience]. – URL: <https://resources.ca.gov/-/media/CNRA-Website/Files/Initiatives/Climate-Resilience/2022-Final-Extreme-Heat-Action-Plan.pdf>.
18. Sebti M., Alkama D., Bushair A. Otsenka effekta sovremennoy transformatsii traditsionnogo poseleniya 'Ksar' v Uargle na yuge Alzhira [Assessment of the effect of modern transformation of the traditional 'Ksar' settlement in Ouargla, southern Algeria]. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095263513000277>.



19. Ratmiya F. Z. B., Akhriz A., Santi G. [et al.]. Strategii dizayna ulits na osnove prostranstvennykh konfiguratsiy i vneshnikh obolochek zdaniy v svyazi s teplovym komfortom na otkrytom vozdukh v zasushlivykh klimaticheskikh usloviyakh [Street design strategies based on spatial configurations and building external envelopes in relation to outdoor thermal comfort in arid climatic conditions]. – URL: https://www.researchgate.net/profile/WaqasMahar/publication/376829442_Street_Design_Strategies_Based_on_Spatial_Configurations_and_Building_External_Envelopes_in_Relation_to_Outdoor_Thermal_Comfort_in_Arid_Climates/links/658b00863c472d2e8e9069e7/Street-Design-Strategies-Based-on-Spatial-Configurations-and-Building-External-Envelopes-in-Relation-to-Outdoor-Thermal-Comfort-in-Arid-Climates.pdf.

© Шоайб Медани, В. А. Курочкина, 2026

Получено: 31.03.2026 г.