

Г.С. Абдрасилова

Международная образовательная корпорация,
Алматы, Казахстан

Информация об авторе:

Абдрасилова Гульнара Сейдахметовна – доктор архитектуры, профессор, Факультет Архитектуры, Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан
ORCID ID: 0000-0002-3828-9220, email: g.abdrasilova@gmail.com

УСТОЙЧИВОСТЬ АРХИТЕКТУРЫ В УСЛОВИЯХ ПУСТЫННЫХ РАЙОНОВ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

*«Я надеюсь изменить парадигму, подтолкнуть людей к мечтам и риску.
Вы должны растрачивать материал не потому, что вы богаты.
Вы не должны пытаться создавать качество потому, что вы бедны...
Каждый заслуживает качества, каждый заслуживает роскоши,
и каждый заслуживает комфорта. Мы взаимосвязаны, и проблемы климата,
демократии и дефицита беспокоят всех нас».*

Франсис Кере,
лауреат Притцкеровской премии
в области архитектуры 2022 года.

Аннотация. В статье представлен анализ современного опыта разных стран по проектированию зданий в экстремальных природно-климатических условиях пустынных районов. Методы исследования основаны на изучении публикаций и графических материалов в профессиональной печати, их критическом сопоставлении и формулировании выводов, нацеленных на включение результатов мирового опыта в образовательные программы и архитектурную практику Казахстана.

Ключевые слова: архитектура пустынных районов, региональная архитектура, локальные традиции, аридные территории, адаптивность архитектуры.

Введение

Базовые факторы формирования архитектуры – природа и климат. Именно природно-климатические условия на протяжении всей истории человеческой цивилизации влияли на форму, планировку, конструкции и строительные материалы, которые использовались для возведения зданий – от простейших форм до сложных комплексов. На этой основе культурные традиции и искусство этносов способствовали сложению специфических, региональных признаков архитектуры. Особый интерес вызывают приемы создания объектов материально-пространственной среды в критических климатах, например, в пустынных районах.

Пустыня – тип биома в областях с постоянно сухим и жарким климатом, препятствующим развитию растительности, которая не образует в пустыне сомкнутого покрова. На нашей планете пустыни (песчаные, каменистые, глинистые, солончаковые и др.) покрывают около 20% поверхности суши. Строительство в аридных условиях пустынных зон требует значительных усилий для создания комфортных условий жизнедеятельности человека.

В XXI веке не только в благоприятных климатических зонах, но и в резко холодных и резко жарких климатах широко внедряются инновационные приемы и методы проектирования.

Инновации в архитектуре могут быть двух видов: прогностические модели или проекты, основанные на переосмыслении локальных традиций и их насыщении новыми технологиями.

К прогностическим концепциям относятся такие примеры, как Cloud Capture – бортовая структура, предназначенная для поглощения влаги из облаков и ее переноса в засушливые районы. Это предложение было разработано архитекторами Taehan Kim, Seoung Ji Lee и Yujin Ha (Южная Корея) для конкурса eVolo Skyscraper – ежегодной премии, присуждающей инновационные идеи для высотных зданий. Как только облако будет обнаружено, изменяющие форму механические ребра конструкции откроются, образуя большую пустоту, содержащую мелкосетчатую поверхность для захвата частиц влаги. Сеть должна быть сделана из гидрофильного материала, образованного из молекул, которые могут вытягивать воду из воздуха. Пар превращается в воду внутри сетки и направляется вниз в подвешенный резервуар благодаря гидрофобному материалу, который проливает жидкость (рис.1).

Другой пример прогностики в архитектуре аридных зон – подземные жилища в Иордане (арх. Расем Камаль): это сеть похожих на норы пространств, которые растянулись бы в иорданской пустыне под долиной, охраняемой ЮНЕСКО. Компания Oppenheim Architecture предлагает проект подземного города с инфраструктурой, включающей жилую застройку, железнодорожный вокзал, гостиницу, музей. Пространство каждого объекта уникально и основано на функции, топографии участка, интенсивности естественного освещения (рис.2) [1, 2].

Однако, несмотря на научную ценность прогностических моделей, для решения практических задач архитектуры важно изучить опыт уже реализованных в разных странах проектов, выявить особенности трактовки проблем проектирования зданий в условиях жаркого климата.

В Казахстане пустыни занимают около 44% территории. Резко континентальный климат нашей страны – это не только низкая влажность, жаркое лето, песчаные и пыльные бури, но и суровые, снежные, морозные зимы, холодные ветры – в этих условиях архитектура должна использовать особые объемно-планировочные и конструктивно-технические приемы. В данной статье рассматриваются архитектурные решения, продиктованные жаркими климатическими условиями.



Рисунок 1 – Концепция облачного захвата [1]



Рисунок 2 – Проект подземного города в Иордане [2]

Методы исследования

В статье на основе изучения источников профессиональной информации и сопоставительного анализа материалов об архитектурных инновациях в странах с аридным климатом выявлены современные тенденции повышения устойчивости архитектуры в сложных природных условиях. Выводы исследования могут быть использованы в качестве базовых знаний в учебном архитектурном проектировании объектов, подверженных агрессивным климатическим воздействиям, что свойственно для южных и западных областей Казахстана.

Результаты и обсуждение

Проектирование и строительство зданий в пустынных районах представляет собой сложный процесс создания комфортных условий и обеспечения устойчивости архитектуры, которая заключается в ответственном отношении к управлению основными природными ресурсами (почва, вода, энергия) не только во время строительства, но и в конечном здании, т.е. сведение к минимуму воздействия сооружений на окружающую среду.

Израильский архитектор Pearlmutter D. в статье «Patterns of sustainability in desert architecture» рассуждает о том, что в пустыне, которая «вызывает в воображении образы негостеприимной дикой местности – жаркой, сухой и пыльной», израильские архитекторы стремятся «развивать модели устойчивого планирования и строительства, которые воплощают в себе накопленную мудрость для проживания в пустыне» [3]. В других статьях этого же автора проводится анализ возможностей компактной и рассредоточенной форм планировок для разработок местных устойчивых решений в глобальном контексте, рассматриваются проблемы городского микроклимата, архитектурного дизайна в пустыне, новых технологий озеленения зданий и территорий [4].

Устойчивость структур жизнедеятельности в пустыне требует особого отношения к водообеспечению, энергоэффективности, озеленению поселений.

Авторы статьи «Closing water cycles in the created environment through Natural Solutions: The Contribution of Vertical Gardening Systems and Green Roofs» [5] заостряют внимание на трансформации парадигмы повторного водопользования в контексте истощения запасов пресной воды.

В исследованиях архитекторов из стран, чьи территории подвержены воздействию жаркого, засушливого климата прослеживается стремление к преодолению сложившейся ситуации («нехватка материалов, инфраструктуры, осведомленности» [6, с.86]) и внедрение в практику проектирования принципов устойчивости с учетом традиций вернакулярной архитектуры конкретного района строительства. «Анализ климатических условий засушливых регионов, народный подход к адаптивной архитектуре, сравнение с текущими тенденциями строительства с акцентом на конкретную страну, а именно Султанат Оман» освещен в работе Abraar M. «Sustainability in Hot Arid Climate» [6, с.1].

Mortada H. рассматривает традиционную глинобитную архитектуру центральной части Саудовской Аравии с экологической, социальной и технической точек зрения. Народная архитектура этого засушливого региона демонстрирует уникальность культурного стиля. Автор делает особый акцент на местных строительных материалах, чтобы «внести свой вклад в местные дебаты о пригодности традиционной глинобитной архитектуры для сегодняшнего образа жизни саудовцев» [7, с.183].

Варианты сохранения и использования традиционных моделей планировки и строительства предлагают в своей работе специалисты из Алжира Benslimane N. и др., где народная архитектура «всегда демонстрировала тесную взаимосвязь между зданиями и окружающей средой, поскольку они проектировались с учетом климатических условий и социокультурных ценностей» [8, с.118]. С точки зрения алжирских архитекторов: «во времена больших социально-экономических проблем и технического прогресса, устойчивость как материальная, так и нематериальная, означающая сохранение как можно большего объема наследия, была бы важной задачей» [8, с.119].

В работах Salameh M. и Touqan B. (ОАЭ) [9], Dabaieh, M. (Египет) [10], Machline E. и др. (Израиль) [11], Alsous M. (Сирия) [12], Alnaim M. и др., Aldersoni A. и др. (Саудовская Аравия) [13, 14] освещены самые актуальные архитектурно-градостроительные проблемы стран в засушливом и жарком климате, и предложены варианты реализации концепций устойчивой архитектуры.

В решении планировочных проблем в пустынном климате, формировании материально-пространственной среды поселений большую роль играет архитектура отдельных зданий, которые придают городской ткани ее форму.

Мировой опыт строительства в пустынных зонах демонстрирует адаптивные качества архитектуры, изучение которых может быть полезным для условий Казахстана. Рассмотренные ниже примеры дают представление об особенностях современной архитектуры аридных территорий и в этом их актуальность.

Интересный пример адаптации современного объекта к условиям пустынного каменистого плато представлен в проекте отеля – односемейной резиденции «High Desert Retreat» (США, 2019 год, компания Aidlin Darling Design) площадью 3700 кв.футов (рис.3).

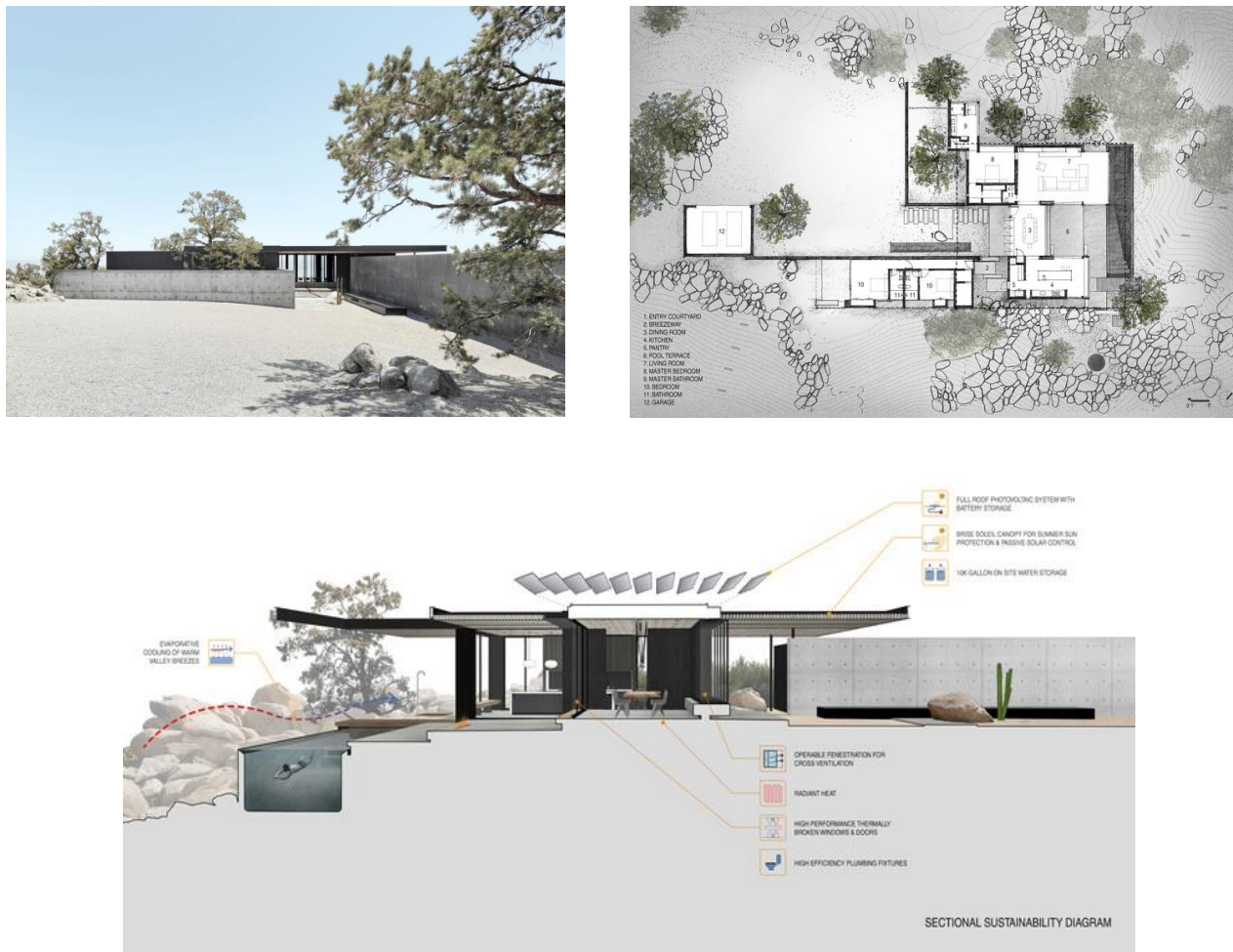


Рисунок 3 – Отель «High Desert Retreat» (США, 2019 год, компания Aidlin Darling Design) [2]

Для заказчиков проекта было очень важно построить уединенный дом вдали от городской суеты, органично связанный с природной средой, создающий комфортный микроклимат как в интерьере, так и на участке. Климат пустыни выдвигал особые требования к зданию: на этапе предпроектного исследования архитекторы внимательно изучали нюансы микроклимата, значительные суточные колебания температуры воздуха, учитывали расположение существующих на участке деревьев и массивных валунов, постоянно меняющуюся освещенность местности.

Авторы проекта считают, что, располагаясь на каменистом плато, структура дома должна быть чрезвычайно четкой по своей геометрии, объемно контрастирующей с органическими формами пустыни, и низко расположенной к земле, чтобы минимизировать присутствие искусственного сооружения. Ком-

позиция дома представляет собой сочетание плоскости парящей крыши, набор деревянных объемов и две бетонные анкерные стены. Использованные в интерьере материалы – бетон, местный камень, дерево – создают ощущение тепла и уюта. Большие оконные витражи под консолями сильно выступающих свесов кровли дают жильцам возможность любоваться окружающим ландшафтом. Фасады здания мягко контрастируют с пустынным окружением: в качестве обшивки поверхностей использована сосновая древесина – обожженная, обработанная щеткой, окрашенная темной краской. Обработка древесины позволила создать поверхность с «живой» текстурой, устойчивую к насекомым, гниению и суточным колебаниям температуры [2; 15].

Парящая крыша, состоящая из непрозрачной и решетчатой частей, защищает дом от избыточной инсоляции. В кровле предусмотрен проем над бассейном, что обеспечивает последнему достаточное количество солнечного света. Кровля опирается на семь объемов помещений, которые в середине создают пустоту, где встречаются личные и общественные пространства дома.

Другой пример взаимодействия архитектуры и окружающей среды – охотничья ферма Game Lodge площадью 578 м² (Намибия, 2019 г., компания Slee & Co Architects), построенная в красной пыльной саванне, усыпанной колючими растениями (рис.4) [2; 16].

В основе архитектурного решения – уважение мнения клиентов, учет наследия, включение передовых технологий и создание образца местной архитектуры, охватывающей уникальный опыт людей, климат и пространство [4]. Архитектурная палитра берет начало в земле – приглушенные земные цвета, фактурная отделка, отражающая обильный солнечный свет. Конструкции лаконичны и просты, повторяют «язык» местных форм. При приближении домик словно вырастает из красной земли: массивный геометрический объем с глубокими тенями – горизонтальная конструкция с низкой подвеской, обеспечивающей укрытие от суровых условий окружающей среды Намибии. Местный красный песок смешивается с цементной штукатуркой, благодаря чему стены приобретают тот же цвет, что и окружающая земля. Стены оформлены горизонтальными членениями, которые создают игру теней.

Перегибаясь через несущую стену, консольная кровля защищает огромную веранду, обеспечивая беспрепятственный обзор окрестностей. Элементы внешнего вида этого домика просты: гофрированная кровля, оштукатуренные стены цвета натурального красного песка, цветные полы и широкие раздвижные стеклянные двери, стирающие границы между внешним и внутренним пространством.

В 2019 году проект получил награду CIFA (Кейпский институт архитектуры) и бронзовую награду Loerie Award.



Рисунок 4 – Game Lodge (Намибия, 2019 г., компания Slee & Co Architects) [2]

Строительство объектов в пустынных районах требует концентрации всех полезных качеств сооружений: лаконичности форм, конструктивно-технической защиты от неблагоприятных природных проявлений, контекстуальности художественного образа. Именно эти качества отражает проект «Кампус для поддержки стартапов Lions» (Кения, 2021 г., студия Kere Architecture), который расположен на берегу самого большого пустынного озера в мире – Туркана, и включает аудитории, рабочие станции, общественные пространства. Проект решает актуальную проблему безработицы среди местной молодежи: в кампусе

могут обучаться информационным технологиям и проживать 200 студентов, которые получили возможность профессионально развиваться, не покидая свою родину [17].

Адаптивность архитектуры здания построена на использовании идеи термитников, которые эндемичны для местной территории: высокие объемы башен возвышаются над уровнем земли и выполняют функции вентиляционных шахт – через них выталкивается теплый воздух, замещаясь, через специальные отверстия снизу, прохладным воздухом. Естественная система охлаждения позволяет формировать комфортный микроклимат в помещениях кампуса в периоды сильной жары и предотвращает повреждение компьютерного оборудования пылью. Несколько террас на крыше открывают вид на озеро Туркана и создают места отдыха.

Здание повторяет формы ландшафта – чуть скошенная крыша следует уклону участка, цвет фасада вписывается в окружающую среду.

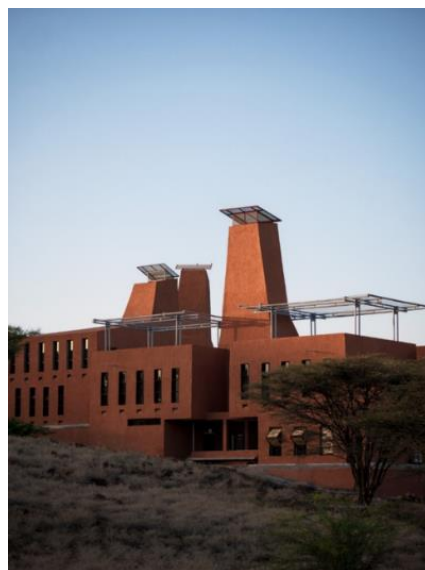
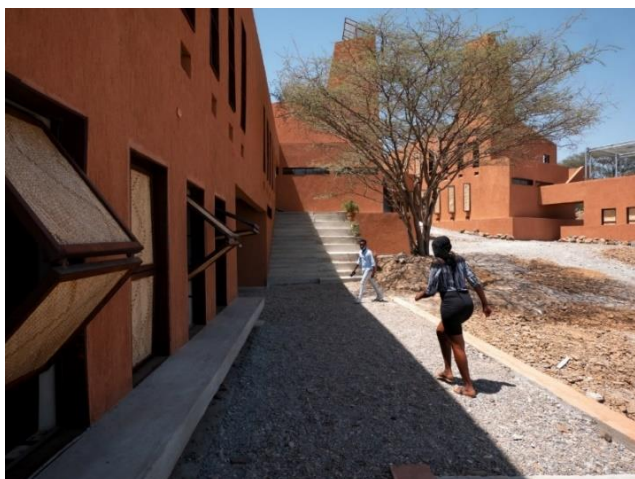


Рисунок 5 – Кампус для поддержки стартапов Lions (Кения, 2021 г., студия Kere Architecture) [17]

Своеобразное решение получил художественный образ архитектуры в песчаной иорданской пустыне: гольф-клуб Ayla Clubhouse (Иордания, 2021 г., компания Oppenheim Architecture) в Акабе – центральный элемент развлекательного центра общей площадью 17 квадратных миль, представляет собой бетонный корпус криволинейного очертания, похожий на дюны. «Ayla Clubhouse черпает вдохновение в природных дюнах и горах окружающей пустыни, а также в древнем наследии бедуинов», – говорят авторы проекта [18]. Форма здания устанавливает уникальную связь с окружающей природой, вписываясь в красоту холмистой местности. В здании клуба расположены спа-центры, торговые и обеденные зоны. В отдельном здании комплекса размещается Академия гольфа. Пространство здания формируется волнообразной формой оболочки. В качестве строительного материала использован торкрет-бетон: изогнутые поверхности созданы путем распыления бетона на каркас. Для гармонии с пейзажами пустыни, к бетонной смеси добавлен пигмент оранжевого цвета. Большие остекленные проемы обрамляют виды гористого пейзажа; также в качестве конструкций использованы перфорированные панели из атмосферостойкой стали. Панели представлены в виде традиционной арабской махрабии с мотивами иорданских узоров. Кроме строительства 18-луночного поля для гольфа, комплекс предусматривает возведение апартаментов, гостиницы и коммерческих помещений.



Рисунок 6 – Гольф-клуб Ayla Clubhouse
(Иордания, 2021 г., компания Oppenheim Architecture) [18]

Масштаб сооружений в аридных зонах может варьироваться от частных домов до бизнес-комплексов, но в современных условиях самые лучшие проекты нацелены на повышение устойчивости архитектуры, сочетая как традиционные, так и инновационные методы возведения.

Штаб-квартира ВЕЕАН Group в Шардже (ОАЭ, проект Zaha Hadid Architects) была открыта 30 марта 2022 года [2]. Здание оснащено технологиями для работы по стандартам LEED Platinum для достижения нулевых выбросов и минимальным потреблением энергии. Воплощая в жизнь технологии устойчивого развития и цифровизации процессов, штаб-квартира представляет образец «умной архитектуры» будущего. Панели из армированного стекловолокна предохраняют от избыточного солнечного света; система охлаждения плит и стекла регулируют температуру помещений, создавая комфортные условия; локальная система фильтрует сточные воды; солнечная ферма заряжает аккумуляторы Tesla для обеспечения энергетических потребностей здания и днем, и ночью. Интеллектуальная система управления зданием автоматически контролирует решение повседневных задач: работу виртуального консьержа, интеллектуальных конференц-залов, систем удаленной и гибридной работы; регулирует освещение и температуру в зависимости от занятости и времени суток (рис.7).

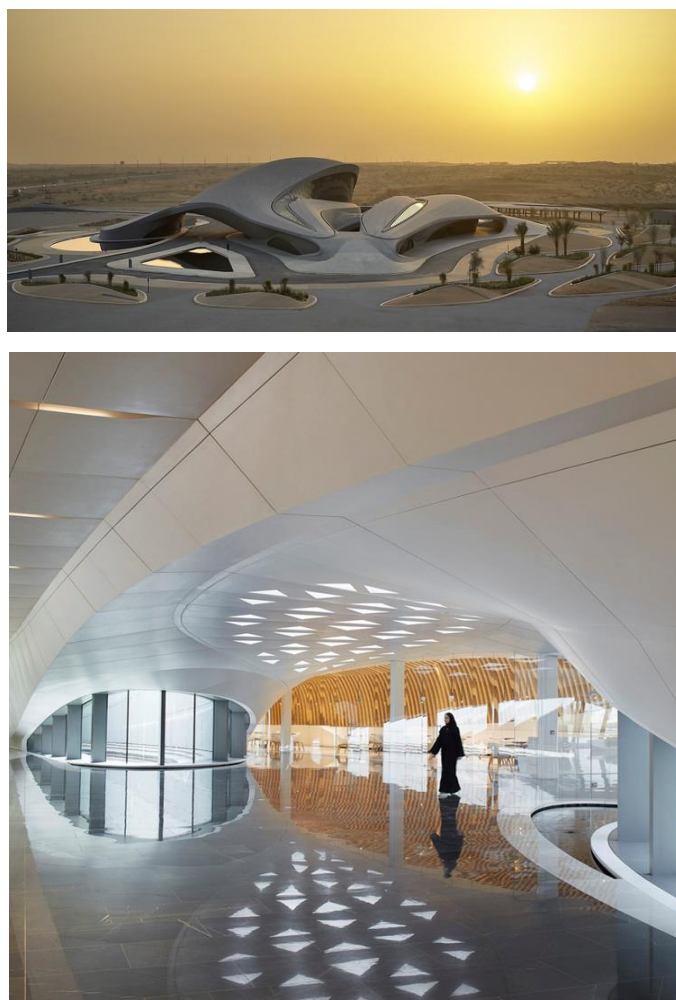


Рисунок 7 – Штаб-квартира ВЕЕАН Group, Шардже, ОАЭ.
Проект Zaha Hadid Architects [2]

Однако формирование устойчивости в аридном климате связано не только с возведением зданий и сооружений: большое значение имеют элементы благоустройства пространственной среды.

Инсталляция *Becoming Xerophile* (ОАЭ, 2020, архитектурная студия *Cooking Sections*) «Превращаясь в ксерофилов» – это экспериментальный элемент архитектуры в городе Шардже, рядом со школой Аль-Касимийя, где проводят курсы по городской архитектуре. «Мы показали, что пустынные пейзажи могут стать частью городской среды», – отмечают архитекторы проекта [19]. Ксерофилы и ксерофиты – это представители фауны и флоры, обитающие в условиях крайне низкой влажности.

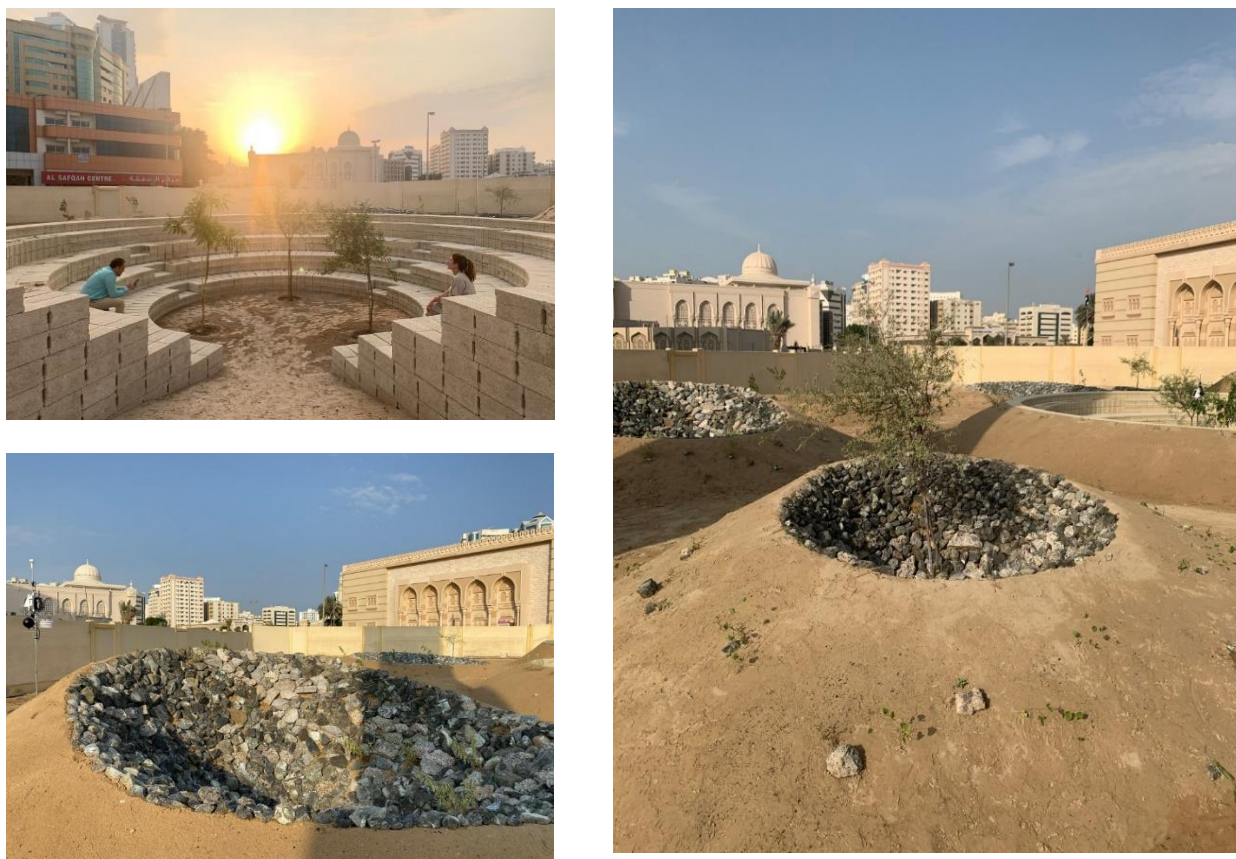


Рисунок 8 – Инсталляция *Becoming Xerophile* (ОАЭ, 2020, архитектурная студия *Cooking Sections*) [2]

Инсталляция олицетворяет концепцию декоративного сада в аридной зоне и состоит из девяти чаш различных размеров, сложенных из песка и щебня. Насыпь, ограничивающая чашу, контролирует перепады ветра, влажности и тепла: воронкообразная форма чаши и камни внутри нее провоцируют скопление конденсата для полива высаженных растений. Методика была разработана специально для аридных зон, где отсутствуют источники воды. «Сад оборудован датчиками, измеряющими показатели микроклимата в каждом насыпном сооружении: количество осадков, солнечную радиацию, скорость и направление ветра, температуру и относительную влажность воздуха, влажность почвы

и влажность листвы» [19]. Состояние растений контролируется каждые 15 минут. В конце 2022 года результаты эксперимента планировалось сравнить и, выявив наиболее адаптивную из девяти микросред, начать воспроизводить эксперимент в расширенном масштабе, в других местах. Авторы проекта придают большое значение своему эксперименту: они считают, что это важнейший шаг в попытке найти решение проблем озеленения в пустынных районах, который даст ценную информацию для будущих действий.

Интерес к архитектуре стран с особыми климатическими условиями еще раз был подчеркнут фактом присуждения высшей награды в области архитектуры – Притцкерской премии Фрэнсису Кере, который в своих проектах борется «за изменение неустойчивых моделей производства и потребления, поскольку мы стремимся обеспечить адекватными зданиями и инфраструктурой миллионы нуждающихся» [17, 20]. Его проекты для стран в тропическом климате отличает глубокое уважение к истории, традициям. Архитектура Ф.Кере «поднимает фундаментальные вопросы о значении постоянства и долговечности конструкции в контексте постоянных технологических изменений, а также повторного использования конструкций» [20].

Архитектурно-планировочные приемы в контексте новых технологических достижений открывают неограниченные возможности для эффективного регулирования микроклимата помещений и поддержания требуемого уровня теплового комфорта, чем улучшаются эксплуатационные качества зданий. Такой подход особо актуален в условиях стремления к устойчивости архитектуры, развития энергоэффективных качеств зданий и сооружений.

Заключение

Анализ рассмотренных в статье материалов позволяет определить тенденции формирования устойчивости современной архитектуры в аридных зонах:

- для повышения устойчивости зданий и пространственной среды в условиях пустынных районов используются как инновационные приемы и методы проектирования, так и переосмысление опыта традиционной архитектуры в новых географических и экономических условиях;

- планировочные приемы проектирования современных зданий сохраняют преемственность традиций, но, в то же время, используют широкую «линейку» инновационных возможностей формирования комфортной среды архитектурного сооружения;

- конструктивные решения и строительные материалы (бетон, местный камень, кирпич, дерево, саман), используемые в архитектуре пустынных районов, должны способствовать преодолению климатических проблем региона (аридность, избыточная солнечная инсоляция, значительные суточные колебания температуры воздуха, пыльные бури летом и т.д.), формированию комфортного микроклимата за счет специфических приемов (вентиляция, затенение вертикальными стенами, «парящими» консольными поверхностями, перфорированными панелями и др.);

- композиционные приемы обеспечивают «встроенность» объекта в окружающую среду: структура здания может быть объемно контрастирующей или повторяющей органические формы пустынного ландшафта, и низко расположенной к земле, чтобы минимизировать присутствие искусственного сооружения;

- художественный образ в архитектуре аридных зон может отражать как универсальные тенденции, так и локальные особенности формообразования (аллюзии на формы местной флоры и фауны – песчаные дюны, термитники и т.д.);

- проблемы с озеленением пустынных пространств поселений могут быть решены путем внедрения концепций декоративных садов из растений-ксерофитов, приспособленных к жизни в засушливых местах (шалфей, верблюжья колючка, полынь и др.).

Опыт стран с жарким климатом в сфере проектирования зданий и сооружений, использующих архитектурно-планировочные приемы в контексте новых технологических достижений, обеспечивающих эффективное регулирование микроклимата помещений и пространственной среды, актуальны и для практики Казахстана, ориентированной на устойчивое развитие региональной архитектуры в локальных природно-климатических условиях.

Статья подготовлена в рамках грантового финансирования МНВО Республики Казахстан научных проектов на 2023-2025 годы (тема AP19680138 «Региональная идентичность как фактор устойчивого развития архитектуры независимого Казахстана в условиях глобализации»).

Литература:

1. *Cloud Capture. Воображаемая летающая машина для дождя в пустыне. – 2022. – (Дата обращения 28 января 2022). <https://ru.furniturehomewares.com/2015-04-10-cloud-capture-imaginary-flying-machine-concept-evolo-skyscraper-competition-rain-desert-arid-regions#menu-1>*
2. *Goudie A. Structural Landforms //Desert Landscapes of the World with Google Earth. – Cham: Springer International Publishing, 2023. – С. 87-119. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15179-8_4*
3. *Pearlmutter D. Patterns of sustainability in desert architecture //Arid Lands Newslett. – 2000. – Т. 47. – С. 1-12.*
4. *Pearlmutter D., Meir I. Building a Language for Sustainable Community Development in Desert Regions //16th PLEA Int. Conf: Brisbane, Australia. – 1999. – С. 783-788.*
5. *Perlmutter, D.; Pucher, B.; Calleiros, CSC; Hoffmann, Calif.; Eicher, A.; Pinho, P.; Straqualursi, A.; Queen A.; Pobrich, A.; Galvao, A.; and others. Closing water cycles in the built environment through nature-based solutions: The contribution of vertical greening systems and green roofs //Water. – 2021. – Т. 13. – №. 16. – С. 2165. <https://doi.org/10.3390/w13162165>*
6. *Iqbal M. A. Sustainability in Hot Arid Climate: duc. – UNIVERSITY OF NICOSIA, 2018.*
7. *Mortada H. Sustainable desert traditional architecture of the central region of Saudi Arabia //Sustainable Development. – 2016. – Т. 24. – №6. – С. 383-393. <https://doi.org/10.1002/sd.1634>*

8. Benslimane N., Biara W. R., Bougdah H. *Traditional Versus Contemporary Dwellings in a Desert Environment: The Case of Bechar, Algeria* // *Environmental Research, Engineering and Management*. – 2020. – Т. 76. – №4. – С. 118-130. <https://doi.org/10.5755/j01.arem.76.4.21595>
9. Salameh M., Touqan B. *From Heritage to Sustainability: The Future of the Past in the Hot Arid Climate of the UAE* // *Buildings*. – 2023. – Т. 13. – №2. – С. 418. <https://doi.org/10.3390/buildings13020418>
10. Marwa D. *A future for the past of desert vernacular architecture* // PhD, Lund University. – 2011.
11. Machline E., Pearlmutter D., Schwartz M. *'Green' Building as an Urban Branding Tool: The Israeli Example* // *Journal of Earth and Environmental Sciences Research*. – 2020. – Т. 2. – №3. – С. 1-13. [https://doi.org/10.47363/JEESR/2020\(2\)128](https://doi.org/10.47363/JEESR/2020(2)128)
12. Alsous M. M. *The environmental control of urban planning in the Syrian desert cities* // *E3S Web of Conferences*. – EDP Sciences, 2019. – Т. 91. – С. 05008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/2019910 TPACEE-2018 5008 5008>
13. Alnaim M. M. *The typology of courtyard space in Najdi Architecture, Saudi Arabia: a response to human needs, culture, and the environment* // *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*. – 2023. – С. 1-20. <https://doi.org/10.1080/13467581.2023.2229399>
14. Aldersoni A. et al. *The Impact of Passive Strategies on the Overall Energy Performance of Traditional Houses in the Kingdom of Saudi Arabia* // *Buildings*. – 2022. – Т. 12. – №11. – С. 1837. <https://doi.org/10.3390/buildings12111837>
15. Tong S. W. et al. *A review of transparent-reflective switchable glass technologies for building facades* // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2021. – Т. 152. – С. 111615. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111615>
16. Cubry P. et al. *Interactions between microenvironment, selection and genetic architecture drive multiscale adaptation in a simulation experiment* // *Journal of Evolutionary Biology*. – 2022. – Т. 35. – №3. – С. 451-466. <https://doi.org/10.1111/jeb.13988>
17. Карпухина Е. *Кампус для поддержки стартапов в Кении*. – 2022. – (Дата обращения 04 января 2022). <https://www.admagazine.ru/architecture/kampus-dlya-podderzhki-startapov-v-kenii>
18. Di Salvo S. *Bio-inspired materials in the evolution of the building skins* // *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*. – 2023. – №190. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi190.9535>
19. Копылов Р. *В ОАЭ разбили сад без единой капли воды – здесь растут пустынные растения*. – 2022. – (Дата обращения 04 января 2022). <https://say-hi.me/arxitektura/zero-water-garden.html>
20. Дьебедо Франсис Кере назван лауреатом Притцкеровской премии 2022. – 2022. – (Дата обращения 02 апреля 2022). <https://www.interior.ru/architecture/13382-diebedo-fransis-kere-nazvan-laureatom-prittskerovskoi-premii-2022.html>

References:

1. *Cloud Capture. An imaginary flying rain machine in the desert* [Voobrazhaemaya letayuschaya mashina dlya dozhdya v pustyine]. – 2022. – (Дата обращения 28 января 2022). <https://ru.furniturehomewares.com/2015-04-10-cloud-capture-imaginary-flying-machine-concept-evolo-skyscraper-competition-rain-desert-arid-regions#menu-1> (In Russ.)
2. Goudie A. *Structural Landforms* // *Desert Landscapes of the World with Google Earth*. – Cham: Springer International Publishing, 2023. – С. 87-119. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15179-8_4
3. Pearlmutter D. *Patterns of sustainability in desert architecture* // *Arid Lands Newslett*. – 2000. – Т. 47. – С. 1-12.

4. Pearlmutter D., Meir I. *Building a Language for Sustainable Community Development in Desert Regions* //16th PLEA Int. Conf: Brisbane, Australia. – 1999. – C. 783-788.
5. Pearlmutter, D.; Pucher, B.; Calleiros, CSC; Hoffmann, Calif.; Eicher, A.; Pinho, P.; Straqua-lursi, A.; Queen A.; Pobrich, A.; Galvao, A.; and others. *Closing water cycles in the built environment through nature-based solutions: The contribution of vertical greening systems and green roofs* //Water. – 2021. – T. 13. – №. 16. – C. 2165. <https://doi.org/10.3390/w13162165>
6. Iqbal M. A. *Sustainability in Hot Arid Climate: dis.* – UNIVERSITY OF NICOSIA, 2018.
7. Mortada H. *Sustainable desert traditional architecture of the central region of Saudi Arabia* //Sustainable Development. – 2016. – T. 24. – №. 6. – C. 383-393. <https://doi.org/10.1002/sd.1634>
8. Benslimane N., Biara W. R., Bougdah H. *Traditional Versus Contemporary Dwellings in a Desert Environment: The Case of Bechar, Algeria* //Environmental Research, Engineering and Management. – 2020. – T. 76. – №. 4. – C. 118-130. <https://doi.org/10.5755/j01.arem.76.4.21595>
9. Salameh M., Touqan B. *From Heritage to Sustainability: The Future of the Past in the Hot Arid Climate of the UAE* //Buildings. – 2023. – T. 13. – №. 2. – C. 418. <https://doi.org/10.3390/buildings13020418>
10. Marwa D. *A future for the past of desert vernacular architecture* //PhD, Lund University. – 2011.
11. Machline E., Pearlmutter D., Schwartz M. *'Green' Building as an Urban Branding Tool: The Israeli Example* //Journal of Earth and Environmental Sciences Research. – 2020. – T. 2. – №. 3. – C. 1-13. [https://doi.org/10.47363/JEESR/2020\(2\)128](https://doi.org/10.47363/JEESR/2020(2)128)
12. Alsous M. M. *The environmental control of urban planning in the Syrian desert cities* //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2019. – T. 91. – C. 05008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/2019910 TPACEE-2018 5008 5008>
13. Alnaim M. M. *The typology of courtyard space in Najdi Architecture, Saudi Arabia: a response to human needs, culture, and the environment* //Journal of Asian Architecture and Building Engineering. – 2023. – C. 1-20. <https://doi.org/10.1080/13467581.2023.2229399>
14. Aldersoni A. et al. *The Impact of Passive Strategies on the Overall Energy Performance of Traditional Houses in the Kingdom of Saudi Arabia* //Buildings. – 2022. – T. 12. – №. 11. – C. 1837. <https://doi.org/10.3390/buildings12111837>
15. Tong S. W. et al. *A review of transparent-reflective switchable glass technologies for building facades* //Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2021. – T. 152. – C. 111615. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111615>
16. Cubry P. et al. *Interactions between microenvironment, selection and genetic architecture drive multiscale adaptation in a simulation experiment* //Journal of Evolutionary Biology. – 2022. – T. 35. – №. 3. – C. 451-466. <https://doi.org/10.1111/jeb.13988>
17. Karpukhina E. *Campus to support startups in Kenya [Kampus dlya podderzhki startapov v Kenii].* – 2022. – (Cited January 04, 2023). <https://www.admagazine.ru/architecture/kampus-dlya-podderzhki-startapov-v-kenii> (In Russ.)
18. Di Salvo S. *Bio-inspired materials in the evolution of the building skins* //Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación. – 2023. – №. 190. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi190.9535>
19. Kopylov R. *In the UAE they set up a garden without a single drop of water - desert plants grow here [V OAE razbili sad bez edinoy kapli vodyi – zdes rastut pustynnyie rasteniya].* – 2022. – (Cited January 04, 2023). <https://say-hi.me/arxitektura/zero-water-garden.html> (In Russ.)
20. Diebedeau Francis Kéré named 2022 Pritzker Prize laureate [Debedo Fransis Kere nazvan laureatom Prittskerovskoy premii 2022]. – 2022. – (Cited April 04, 2023). <https://www.interior.ru/architecture/13382-diebedo-fransis-kere-nazvan-laureatom-prittskerovskoi-premii-2022.html> (In Russ.)

Г.С. Абдрасилова

Халықаралық білім беру корпорациясы,
Алматы, Қазақстан

Автор туралы ақпарат:

Гүлнара Сейдахметқызы Абдрасилова – сәулет докторы, профессор, Сәулет Факультеті, Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, Қазақстан
ORCID ID: 0000-0002-3828-9220, email: g.abdrasilova@gmail.com

ШӨЛДІ АУДАНДАРЫНДАҒЫ СӘУЛЕТТІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫ: ЗАМАНАУИ ТЕНДЕНЦИЯЛАР

Аңдатпа. Мақалада шөлді аудандардың төтенше климаттық жағдайындағы ғимараттарды жобалау бойынша әртүрлі елдердің заманауи тәжірибесіне талдау берілген. Зерттеу әдістері кәсіби баспасөздегі жарияланымдар мен графикалық материалдарды зерделеуге, оларды сыни салыстыруға және Қазақстанның білім беру бағдарламалары мен сәулет практикасына әлемдік тәжірибе нәтижелерін енгізуге бағытталған қорытындыларды тұжырымдауға негізделген.

Түйін сөздер: шөлді аудандардың сәулеті, аймақтық сәулет, жергілікті дәстүрлер, құрғақ аумақтар, сәулеттің бейімділігі.

G. Abdrasilova

International Educational Corporation,
Almaty, Kazakhstan

Information about the authors:

Abdrasilova Gulnara – Doctor of Architecture, Prof., Faculty of Architecture, International educational Corporation, Almaty, Kazakhstan
ORCID ID: 0000-0002-3828-9220, email: g.abdrasilova@gmail.com

SUSTAINABILITY OF ARCHITECTURE IN DESERT AREAS: CURRENT TRENDS

Abstract. The article presents an analysis of the current experience of different countries in designing buildings in extreme natural and climatic conditions of desert areas. The research methods are based on the study of publications and graphic materials in the professional press, their critical comparison and the formulation of conclusions aimed at including the results of world experience in educational programs and architectural practice in Kazakhstan.

Keywords: architecture of desert areas, regional architecture, local traditions, arid territories, adaptability of architecture.