

Ю.В. Онищенко^{1,*}, Г.С. Абдрасилова¹, Е.М. Генералова²

¹Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан

²Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Информация об авторах:

Онищенко Юлия Владимировна – докторант PhD, ассистент-профессор, Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0001-8749-8718>, e-mail: onishenko_julia@mail.ru

Абдрасилова Гульнара Сейдахметовна – доктор архитектуры, профессор-исследователь, факультет архитектуры, Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-3828-9220>, e-mail: g.abdrasilova@kazgasa.kz

Генералова Елена Михайловна – кандидат архитектуры, доцент, профессор кафедры архитектуры жилых и общественных зданий, Академия строительства и архитектуры, Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-9101-4701>, e-mail: generalova-a@yandex.ru

*Автор корреспонденции: onishenko_julia@mail.ru

ВЗАИМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ И ИНЖЕНЕРИИ КАК РЕАКЦИЯ НА ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ УСЛОВИЯ

Аннотация. В статье на примере двух уникальных объектов – торгово-развлекательного центра Хан-Шатыр (Казахстан, Астана) и Центра Гейдара Алиева (Азербайджан, Баку) – рассматривается архитектура сооружений, возникших как реакция на современные запросы общества в социальных пространствах нового типа – мультифункциональных, имиджевых, с уникальным художественным образом. Ценность исследуемых объектов состоит в том, что кроме ярко выраженных внешних характеристик, они имеют инновационные конструктивно-технические и технологические решения, продиктованные региональными природно-климатическими и локальными социально-культурными факторами. В результате исследования выявлена степень влияния специфических природно-климатических, антропогенных факторов на образные и конструктивные решения архитектуры общественных центров нового поколения. Описаны уникальные методы моделирования современных форм, новой трактовки художественных образов и инновационных технологий возведения зданий.

Ключевые слова: адаптация архитектуры, инновационные технологии возведения, общественные центры нового поколения, природно-климатические и антропогенные факторы.

Введение

Распад СССР и образование независимых государств способствовали тому, что в бывших советских республиках с начала 1990-х годов формировались новые подходы в выражении архитектурных идей. Трансформация парадигм проектирования – от государственного, планового – к частному, индивидуальному – изменили приемы и методы выражения творческих концепций. Сильный крен в сторону символизации образов в архитектуре независимых государств подкреплялся адаптацией материальных структур к региональным природно-климатическим и локальным антропогенным факторам.

Активизация внедрения зарубежного опыта в практику постсоветских республик привела к интересным результатам: стали решительно проявляться новые качества местной архитектуры – смелость архитектурного языка, новые материалы и технологии. Масштабность этих новых явлений особенно заметна в архитектуре общественных сооружений, многие из которых стали знаковыми.

Выявление природно-климатических и антропогенных факторов, а также исследование современных способов адаптации к ним архитектуры расширит арсенал методов проектирования зданий и сооружений в региональных условиях. С этой целью в работе рассматриваются архитектурно-планировочные, объемно-пространственные, художественно-образные, конструктивно-технические и технологические решения на основе анализа опыта архитектуры двух известных общественных сооружений Казахстана и Азербайджана.

Торгово-развлекательный центр «Хан Шатыр» строился в городе Астане в 2006-2010 годы по проекту архитектурного бюро Foster+Partners. Это единственное архитектурное сооружение на всем пространстве СНГ, которое вошло в десятку лучших экологических зданий во всем мире, по мнению журнала «Forbes Style» [1].

В 2006 году президентом Азербайджанской Республики был издан указ о создании Центра имени общенационального лидера Гейдара Алиева. В результате международного конкурса проектирование значимого архитектурно-исторического объекта было доверено одному из мировых лидеров архитектуры - Захе Хадид. Сложнейший, имевший необычную форму проект был полностью реализован за 5 лет. Выполнение строительных работ осуществлялось компанией DIA Holding FZCO с 10 сентября 2007 года. Открытие Центра было приурочено к 90-летию Гейдара Алиева и состоялось 10 мая 2012 года [2,3].

Оба сооружения возводились в один период и характеризуют собой колоссальный опыт новизны в архитектуре молодых государств.

Материалы и методы

В статье использованы методы: натурного обследования архитектурных объектов; критического анализа, основанного на изучении научных публикаций, графических материалов в профессиональных изданиях, позволившие сопоставить данные о реализованных проектах современных общественных центров на постсоветском пространстве. Метод классификации представлен в схемах анализируемых объектов.

К природно-климатическим факторам, влияющим на архитектуру рассматриваемых сооружений относятся: температура и влажность воздуха, ветер, осадки, солнечная радиация, характер рельефа, сейсмичность.

К антропогенным факторам отнесена совокупность факторов среды, обусловленных деятельностью человека: запрос на выраженную региональную идентичность, потребность в новых функциях (торгово-развлекательный комплекс с субтропическим климатом), градостроительная роль сооружений.

Главными источниками для составления полной картины исследования послужили работы из зарубежных источников по изучаемой теме.

Результаты и обсуждение

Новая - постсоветская – эпоха в архитектуре Казахстана и Азербайджана ознаменовалась бурным развитием строительной отрасли. Во многом этому способствовала общая для двух стран особенность экономики - наличие больших запасов углеводородного сырья. Богатая экономика позволяла решать внешнеполитические вопросы молодых государств через архитектуру, которая стала символом самостоятельности стран [1,2,3]. И в Астане, и в Баку возводились сооружения по уникальным проектам, часто - с участием зарубежных архитекторов. Каждый объект представлял собой новый опыт в формообразовании, использовании конструктивных и технологических инноваций.

Формирование тех или иных объектов было вызвано потребностью сообществ в новых типах сооружений, обоснованных актуальными социальными, эстетическими, функциональными запросами.

Архитектура и строительство как наиболее динамично развивающаяся отрасль экономики Казахстана, в конце XX века представляла собой площадку, где проходила апробация новых схем инвестирования, внедрения современных инновационных методов проектирования и строительства.

Когда президент республики Н.А. Назарбаев в одном из интервью высказал идею создания пространства тропического климата с пляжем и местом отдыха для детей и взрослых, для ее реализации был приглашен всемирно известный архитектор Норман Фостер, специализирующийся на биоклиматической архитектуре и называющий себя «зеленым» архитектором.

В 1960 годы Н. Фостер сотрудничал с Ричардом Бакминстером Фуллером, который первым запатентовал идею использования геодезических куполов для создания обширных замкнутых сред, защищенных от суровых внешних условий. Биосферы в форме купола действуют как теплицы, улавливая солнечное тепло, и согревая внутреннее пространство. Одним из выдающихся проектов Б.Фуллера является купол над Манхеттеном, который привлек внимание к созданию крупномасштабных сооружений с изменением внутреннего микроклимата [4].

Концепция использования возможностей природы для нагрева и охлаждения геодезических куполов Б.Фуллера легла в основу проекта Н. Фостера. В 2006 году был утвержден проект символически наклонного шатра со шпилем, и самое высокое сооружение шатрового типа в мире получило название Хан Шатыр (рис.1) [3].

Перед создателями проекта стояли серьезные задачи по адаптации здания к суровым природно-климатическим условиям Центрального Казахстана. Астана - вторая самая холодная столица в мире, годовая средняя круглосуточная температура составляет 3,5⁰С. Зимний сибирский ветер, понижает температуру до -40⁰С. Летом температура г. Астаны повышается до +35⁰С, поэтому проблема перегрева здания также остро актуальна. Адаптация к суровым погодным условиям включала в себя создание круглогодичного тропического микроклимата в здании Хан-Шатыра. Подушки из этилен-тетрафторэтилена (ЭТФЭ)- полимера нового поколения в верхней части шатра

покрыты солнцезащитной штриховкой в виде сотен тысяч серебряных точек [5,6]. Также используется естественный процесс образования тяги: в ветреную погоду нагретый воздух поднимается вверх и вытягивается наружу, через отверстия по окружности верхней части шатра, над кольцом, вдоль регулируемых планок. Вместо утилизированного воздуха через верхнюю часть шатра, всасывается свежий, прохладный воздух, из воздухозаборников у земли [7].

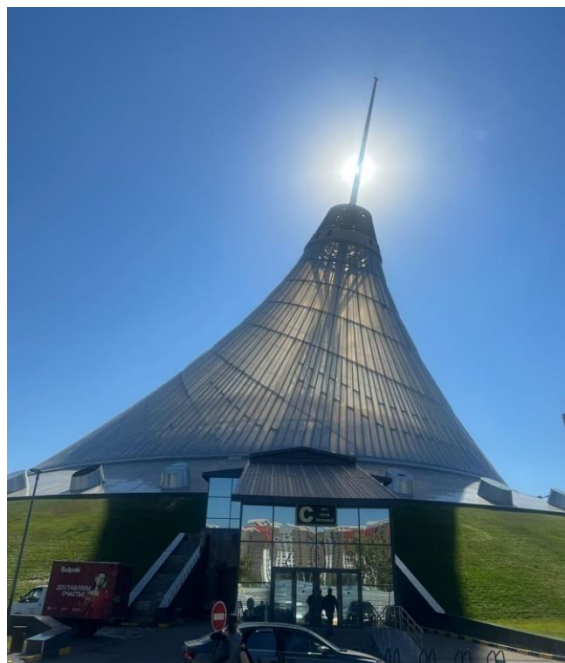


Рисунок 1 –ТРК «Хан Шатыр», вид со стороны главного входа. Астана, Казахстан, 2006 - 2010. Архитектурное бюро Foster + Partners (Фото 2022 г Онищенко Ю) [материал авторов]

Таким образом осуществляется кондиционирование полезной площади развлекательного центра и поддерживается комфортная температура в любое время года. За счет высокой светопропускной способности материала космической технологии ЭТФЭ, в здании много естественного света. Избыток тепла в «тропической зоне» с бассейнами в зимнее время используется для отопления до $+5^{\circ}\text{C}$ подземного паркинга.

Решение закрыть большое пространство куполом, поставило перед создателями задачу по адаптации конструкций к концепции проекта. Давление такого масштабного купола на поддерживающие опоры предполагало создание массивных и тяжелых опорных конструкций. Так как строительные материалы и элементы здания доставлялись через всю Центральную Азию, было важно минимизировать вес конструкций. Инженеры решили использовать принципы создания висячих мостов, максимально легкие тросы которых несут вес, работая на растяжение. Принцип натяжения конструкции шатра позволил эффективно распределить усилия в материале и сократил расход стали в пять раз. Основание здания также потребовало уникальных методов и решений [3]. Каждый этап строительства представлял собой реализацию инновационных решений.

Первый этап строительства включал закладку фундамента. Для фундамента и нижних этажей центра, общей площадью превышающих 100000м^2 , потребовалось 188000 тонн бетона. Бетонные сваи заложены на глубину 10 этажей [7].

Второй этап возведения последовал после заливки бетона: была установлена стальная конструкция из 2000 тонн стали. Н.Фостер пригласил инженера из Турции для решения проблем с возведением центральной конструкции. Центральная колонна в виде вертикального столба, как было задумано разработчиками сначала, изменила свою форму по нескольким причинам: симметричная форма столба в центральной части выглядела громоздко и не обеспечивала нужной устойчивости; «Хан Шатыр» является завершающим объектом центральной оси, по которой выровнены все главные здания города. Для того чтобы не нарушить этот строй необходим был наклон шатра в 15° [7,8].

Для обеспечения устойчивости всему сооружению, для центральной конструкции была выбрана форма треноги. Сборку триподной конструкции, произведенной в Турции, было решено осуществлять на земле, вместо того чтобы строить ее секциями вертикально (рис.2).



Рисунок 2 – Триподная конструкция, ТРК «Хан Шатыр» г. Астана, Казахстан, 2006 -2010. Архитектурное бюро Foster + Partners (Фото 2022 г Онищенко Ю.)
[материал авторов]

Опоры приваривали к гигантским шарнирным соединениям в горизонтальном положении. Поверх огромных опор было приварено кольцо диаметром 20 метров для поддержки тросов, удерживающих шатер и шпиль здания. Для того, чтобы поднять треногу со шпилем с земли одним движением, потребовалось изготовить собственный кран с использованием сочетания рельсовых путей, высокотехнологичной лебедки и 90-метровой башни с тросами для гидрав-

лических домкратов. Подобного метода возведения конструкций прежде не использовали. Вся 150-метровая структура, лежащая на земле, поднималась 16 гидравлическими домкратами на тросах, 50-сантиметровыми шагами. Швейцарские гидравлические домкраты синхронно осуществляли повторяющийся алгоритм действий: захватывая трос верхним зажимом, отпуская нижним, поднимая и подтягивая триподную конструкцию поршнем. Стоимость аренды домкратов на 2006 год составляла 1 миллион долларов. В горизонтальном положении вся нагрузка распределялась на опорах, а при поднятии конструкции все напряжение стало концентрироваться на шарнирных соединениях. Шарнирные соединения опирались на плиту, установленную на бетонный фундамент. Бетон в этом проекте был рассчитан на усилия до 2,5 тысяч тонн. Горизонтальное усилие составило 1,5 тысячи тонн. Тренога была поставлена в вертикальное положение домкратами за двое суток [9,10,11].

Третий этап возведения включал установку натяжной конструкции для оболочки шатра. Связки тросов диаметром 38 мм, длиной в диапазоне от 95 м. до 140 м. были натянуты парными блоками с шагом 70 см. Для того, чтобы предусмотреть поведение шатра на тросах, перед его натяжением была создана модель. Она показала, что нанос снега в зимний период с одной стороны шатра приведет к деформации всей его поверхности. Актуализировалась потребность в кинематических свойствах конструкции, для сокращения давления на одну из сторон оболочки. Вместо подвижного шпиля, был разработан подвижный узел 17-метровой высоты, диаметром 20 м., способный раскачиваться в разные стороны на 30 см. во время сильного ветра или снегопада. Сеть натянутых на 80% от максимальной нагрузки тросов сформировала силуэт формы развлекательного центра. Была возведена временная кровля из пластика для осуществления внутренних работ. Немецкие дизайнеры проектировали оболочку из 836 сегментов. Был создан трехмерный пазл площадью 20000 м². Все сегменты-подушки кровли имеют разную форму, размер и индивидуальное месторасположение в общей структуре [12,13].

ЭТФЭ в 100 раз легче стекла, его тефлоновая поверхность не нуждается в очищении. Этот прочный материал выдерживает большой вес, не горит, при теплой температуре он растягивается и принимает любую нужную форму. Сегменты шатра, состоящие из трех слоев ЭТФЭ-пленки, соединенных по краям, после закачки воздуха превратились в легкие, упругие подушки. Монтаж кровли осуществлялся в холодное время года, за счет чего способность материала к растяжению была снижена. Каждый сегмент вправляли в алюминиевую раму в течение 2-3 часов. Рабочий процесс был адаптирован к суровым погодным условиям – 37⁰С. Были натянуты сетки, которые позволяли монтажникам перемещаться по проемам для подушек [14].

Сложность монтажа заключалась в том, что подушки монтировались без воздуха, и обнаружить прокол в изделиях было невозможно до момента их надувания. Каждая подушка была соединена с компрессором под управлением компьютера. Система накачки подавала 60000м³ воздуха под низким давлением, чтобы равномерно накачать каждый сегмент до высоты в 70 см. Оболочка была надута за 7 часов с первого раза.

Четвертый, завершающий этап возведения касался внутренних работ над интерьером, подготовки здания к сдаче в эксплуатацию. Микроклимат, созданный материалом ЭТФЭ, позволил прижиться и разрастись сотне сортов растений со всего мира. В зоне аквапарка поддерживается тропическая температура, в других - привычная для климата города [13,14].

Факторы	природно-климатические	резко-континентальный климат (резкие перепады температур от -40 до +40°С)	Реализация принципов биоклиматической архитектуры; Использование материала ЭТФЭ; Солнцезащитная штриховка от перегрева в летнее время.	Методы адаптации
		ветра, осадки, риск наноса снега с одной стороны шатра	Сокращающий давления на одну из сторон оболочки кинематический узел; высота -17 м, диаметр - 20 м.	
		сейсмическая активность	Бетонные сваи заложены на глубину 10 этажей; Уникальная центральная конструкция из 3-х стальных ног; Бетон рассчитанный на усилия до 2500 тонн.	
		энергосбережение	Светопропускные свойства ЭТФЭ; избыток тепла в тропической зоне перенаправлен на обогрев подземного паркинга до +5°С.	
	антропогенные	сложности транспортировки архитектурных конструкции	Принцип натяжения конструкции шатра для сокращения расхода стали в пять раз.	
		форма здания	Принцип создания висячих мостов, сформирован каркас из тросов.	
		сохранение градостроительной оси	Уклон шатра на 15°С.	
		запрос на развлекательное пространство с тропическим климатом	Реализованы концепции Б.Фуллера с созданием разного микроклимата в одном архитектурном пространстве.	

Рисунок 3 – Схема адаптации архитектуры ТРЦ «Хан Шатыр» к природно-климатическим и антропогенным факторам. (Онищенко Ю., Абдрасилова Г.)

6 июля 2010 года состоялось торжественное открытие развлекательного центра «Хан Шатыр» (рис. 5,6). Досуговый 6-этажный центр с паркингом, магазинами известных брендов, пассажирами, спа-центром, ресторанами и тропическим аквапарком стал первым в Казахстане сооружением с искусственным субтропическим климатом [3,13].

Комплекс «Хан-Шатыр» - один из уникальных объектов, который формирует образ Астаны: шатер кочевника в современном исполнении стал символом инновационного развития страны [3,14].

Таким же примером уникальной архитектуры является Центр Гейдара Алиева в столице Азербайджана - городе Баку.

Отправной точкой проекта Центра Гейдара Алиева послужила общественная площадь, которая представляет собой складчатый, волнистый участок в пределах от магистрали от международного аэропорта до старого города. В Азербайджане с его богатой монументальной и часто официального характера архитектурой, прежде не было реализации проектов, подобных предложенному З.Хадид.

Функциональная адаптация проекта была достигнута объединением в одном пластичном объеме трех основных функциональных зон: выставочные помещения с библиотекой, музей и концертный зал. В проекте были реализованы идеи Гейдара Алиева о многофункциональном современном пространстве для участия жителей Азербайджана в масштабных проектах по продвижению своей родины, нации и народа в контексте глобальных процессов [15].

В проекте использовались самые передовые дизайнерские элементы и инновационные инженерные решения. Параметрическое программное обеспечение активно применялось создателями проекта для наиболее рационального и эффективного моделирования «кожи» здания.

В 2014 году Центр Гейдара Алиева получил титул «Дизайн года» на ежегодной премии Музея дизайна в Лондоне. Для реализации сложного архитектурного замысла создателям необходимо было адаптировать здание – скульптуру к таким природно-климатическим факторам, как большие ветровые нагрузки и высокая сейсмическая активность [15].

Стальная пространственная рама метровой толщины, составленная из стальных труб диаметром 10 сантиметров, сформировала главную особенность здания – пластичную кровлю. Оболочка облицована стекловолокнистыми и бетонными панелями, которые скрывают вертикальные опорные элементы. Для создания целостности формы объема использовалась ручная работа. Как и в случае изготовления этиленфторэтиленовых подушек Хан-Шатыра, все панели центра Гейдара Алиева имеют разные размеры и изгибы, они равномерно окрашены в белый цвет без видимых переходов одного материала в другой [16,17].

Общая площадь комплекса с главным зданием, прилегающим участком и подземной парковкой занимает 15,93 гектара. Самая высокая точка здания находится на отметке 74 метра. Общая площадь центра – 101801 м². Комплекс вмещает 4-х уровневый паркинг на 1200 машино-мест площадью 39400 м² [18].

Комплекс центра располагается на пересечении четырех магистральных дорог, с каждой точки обзора текучий белоснежный объем появляется неожиданно, проявляет себя по-разному, вызывая у зрителей чувство восхищения.

Художественное выражение здания не является иконографическим, оно напрямую не связано с привычными образами и архетипами в азербайджанской архитектуре. В проекте отпечатался новый взгляд на азербайджанский народ и его культуру. Сафвет Кая Бекироглу, архитектор бюро Захи Хадид, высказал идею о том, что эту архитектуру можно рассматривать как социальный катализатор. Это место, открывающее новые перспективы для горожан, которые могут проводить здесь время со своими семьями, и для гостей, которые приезжают с международными визитами [19,20].

Архитекторы увидели плавность и текучесть, которая существовала в этом регионе и его искусстве всегда, в виде каллиграфии, цветочных узоров, в орнаментах [15]. Личное видение авторов проекта и интерпретация представлений местных жителей, сложносоставным образом реализовались в адаптивной идентичности архитектурного сооружения.

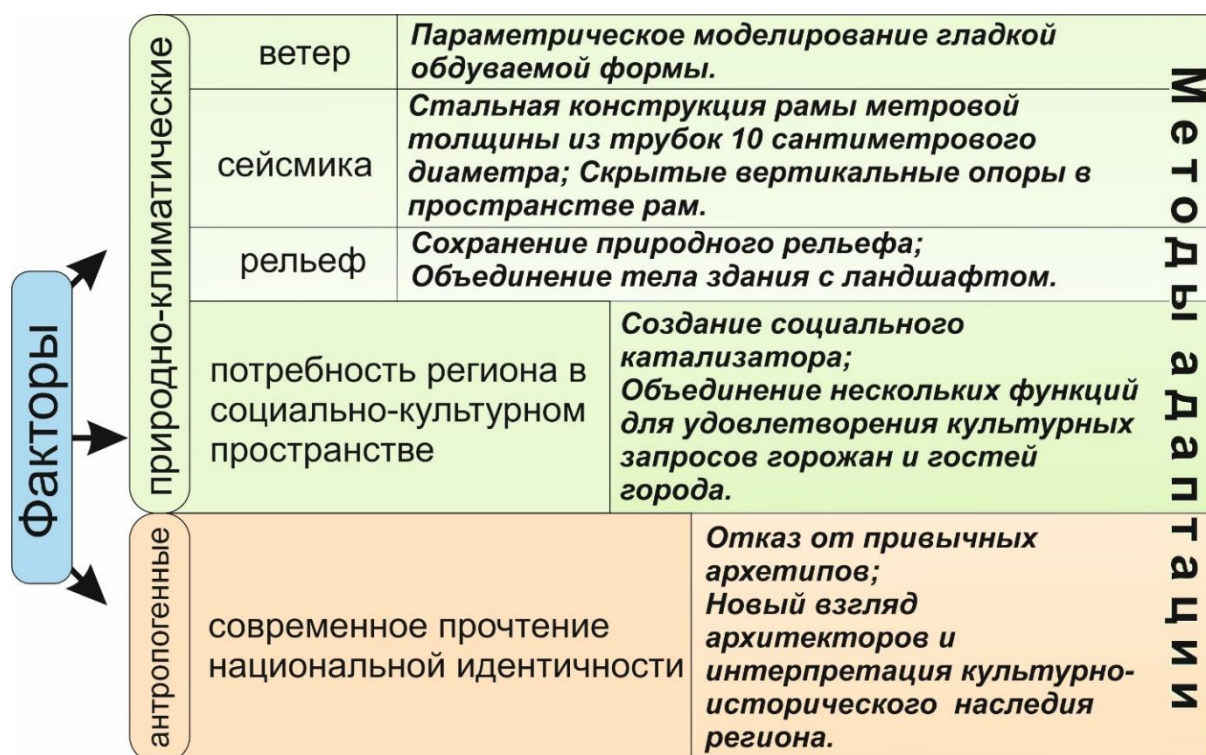


Рисунок 4 – Схема адаптации архитектуры комплекса Центра Гейдара Алиева к природно-климатическим и антропогенным факторам (Онищенко Ю., Абдрасилова Г.)

Все ракурсы бесшовной структуры мягкие и пластичные, привычными глазу элементами выступают только несколько вертикальных фрагментов фасада со сплошным остеклением и входными проемами. Гибкая структура комплекса, находит свое продолжение в пространстве прилегающего парка. Она выплывает из-под земли, плавно перетекает белоснежными волнами через пространство всего ландшафта.



Рисунок 5 – Общий вид здания Центр Гедара Алиева, г. Баку, Азербайджан, 2007 -2012. арх. бюро Zaha Hadid Architects (Фото 2022 г Онищенко Ю.) [материал авторов]

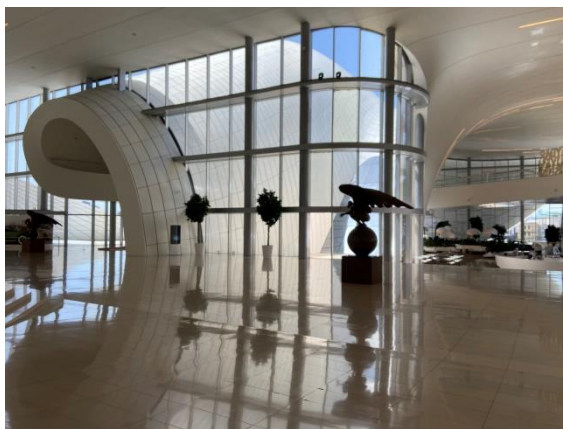


Рисунок 6 – Фрагмент интерьера Центра Гедара Алиева, Баку, Азербайджан, 2007 -2012. арх. бюро Zaha Hadid Architects (Фото 2022 г Онищенко Ю.) [материал авторов]

Заключение

Рассмотренные примеры уникальных сооружений «Хан-Шатыр» (Астана) и Центр Гейдара Алиева (Баку) демонстрируют взаимную интеграцию архитектуры и технологий как реакцию на природно-климатические и антропогенные условия среды.

В исследовании в качестве природно-климатических факторов вычленены: температура и влажность воздуха, ветер, осадки, солнечная радиация, характер рельефа, сейсмичность.

К антропогенным отнесена совокупность факторов среды, обусловленных деятельностью человека: запрос на выраженную региональную идентичность, потребность в новых функциях (торгово-развлекательный комплекс с субтропическим климатом), градостроительная роль сооружений.

В результате анализа источников и натурного изучения объектов выявлены способы адаптации архитектуры общественных центров нового поколения к проблемным природно-климатическим и антропогенным факторам.

При проектировании и возведении биоклиматической архитектуры торгово-развлекательного центра «Хан Шатыр» адаптация к суровому климату достигнута реализацией принципов биоклиматической архитектуры с помощью использования материала ЭТФЭ, защитной штриховки в верхней части шатра, которая предотвращает перегрев здания в летнее время. Кинематический узел, способный отклоняться в разные стороны на 30 см, обеспечивает устойчивость здания, предотвращая деформацию оболочки при ветреной погоде или сильных осадках. Сейсмическая устойчивость была достигнута с помощью стальной конструкции, специально разработанной для этого уникального проекта; бетоном, рассчитанным на повышенные нагрузки, и сваями, которые были заложены на глубину 10 этажей. Светопропускная способность материала ЭТФЭ позволила сократить расходы на искусственное освещение. Энергосбережение достигнуто путем перераспределения избыточного тепла из зоны с тропическим микроклиматом, в пространство подземного паркинга. В проекте реализованы концепции Б. Фуллера, которые не могли бы состояться без современных материалов и революционных инноваций в методах возведения зданий. Инженеры

решили сложности транспортировки тяжелых металлических конструкций, используя принцип натяжения, сократив этим количество стали в пять раз. Самый большой шатер в мире имеет уникальную форму, которая была сформирована натяжением тросов. Уклон шатра в 15° не является случайным: таким образом была сохранена главная градостроительная ось, завершающим объектом которой стал Хан Шатыр.

Архитектура Центра Г.Алиева эффективно адаптирована к нескольким проблемным природно-климатическим и антропогенным факторам. Противодействие сильным ветрам достигнуто методом параметрического моделирования гладкой обдуваемой формы. Фактор высокого уровня сейсмической активности преодолен конструктивными методами: вертикальные конструкции рамы толщиной 1 м. из трубок диаметром 10 см; скрытые вертикальные опоры в пространстве рам. Продолжая свои исследования в области ландшафта, архитектурное бюро Захи Хадид адаптировало проект Центра к существующему складчатому рельефу путем сохранения и объединения тела здания с прилегающей парковой зоной. Потребность региона в современном общественном пространстве была реализована созданием социального катализатора - объединением нескольких функций для удовлетворения культурных запросов горожан и гостей города. Запрос на современное прочтение национальной идентичности осуществлен благодаря новому взгляду архитекторов и интерпретации культурно-исторического наследия региона - отказом от привычных архетипов.

Оба архитектурных сооружения представляют собой крупные достижения в области современной архитектуры и инженерии, которые стали примерами новой региональной идентичности, оригинально интерпретировали язык форм, сплавливая воедино художественный образ и конструктивные решения в конкретных условиях Казахстана и Азербайджана.

Литература:

1. *Abdrassilova G., Kozbagarova N., Tuyakaeva A. Architecture of high-rise buildings as a brand of the modern Kazakhstan. High-Rise Construction 2017 (HRC 2017). E3S Web Conf. Volume 33, 010009 (2018). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183301009>*
2. *Abdrassilova G., Danibekova E.. The transformation of modern architecture in Kazakhstan: from soviet “internationalism” to a post-soviet understanding of the regional identity SPATIUM No. 46, December 2021, pp. 73-80. DOI: <https://doi.org/10.2298/SPAT2146073A>*
3. *Абдрасилова Г.С., Онищенко Ю.В. Адаптивность архитектуры: трансформация конструктивных решений в условиях природных рисков Сб.статей III Междунар. научно-практ. конф. «Dizayn müasir problemləri - Современные проблемы дизайна». - Баку, АзАСУ, «Издательство - полиграфический центр», 2021. -С.352-366*
4. *Кутс Д. «Вы принадлежите Вселенной: Бакминстер Фуллер и будущее». – USA.: Oxford University Press 2016, С. 128-133, 217 с.*
5. *Moritz K., Barthel R., «Transparente Architekturbau mit ETFE-Folien», Detail, 12. 1616-1620 (2002).*
6. *Schwitters C.. «Use of ETFE foils in lightweight constructions». Proceedings of the IASS-ASCE International Symposium 1994 on Spatial, Lattice and Tension Structures, (1994)*
7. *Миллс Д. «Развлекательный центр «Хан Шатыр» от Foster + Partners». Журнал DeZeen [Электрон. ресурс] – 06.07.2010 ,– URL: <https://www.dezeen.com/tag/foster-partners/page/16/> (дата обращения 18.09.2022)*

8. *Официальный сайт Foster + Partners* [Электрон. ресурс] - URL: <https://www.fosterandpartners.com/studio/commitments/sustainability/> (дата обращения: 18.09.2022)
9. Hari Chandra Prasad G.; Sree Naga Chaitanya J.; Dr. Chanadramouli K. and Kavya A.. *A Review on Worlds Largest Tent {Khan Shatyr}*. *International Journal for Modern Trends in Science and Technology* 2021, 7, 0708001, pp. 1-5. <https://doi.org/10.46501/IJMTST0708001>
10. Birch A. (2009). *Khan Shatyr entertainment center*. Available online at: <https://bit.ly/39qTCKw>
11. Dancey N. (2010). *Grand opening of the Khan Shatyr Entertainment Center, Kazakhstan the world's tallest tensile structure*. Available online at: <https://bit.ly/2VAkZxV>
12. DBC (2014). *Khan Shatyr entertainment center*. *Designing Buildings Co., London, UK*. Available online at: <https://bit.ly/2wp4z0z>
13. *Официальный сайт Norman Foster Foundation* [Электрон. ресурс] - URL: <https://normanfosterfoundation.org/publications/> (дата обращения: 20.09.2022)
14. Воронин П. «Наши шатер в тумане светит» Газета «Экспресс К» от 14 ноября 2011
15. Иманзаде З. «Архитектура Центра Гейдара Алиева в Баку» *Евразийский Союз Ученых (ЕСУ) — публикация научных статей в ежемесячном научном журнале. Архитектура № 9 (66) октябрь 2019 С.4-8, 172 с.*
16. (PDF) *Acoustical Design of Inner Galleries in Heydar Aliyev Center*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/266447938_Acoustical_Design_of_Inner_Galleries_in_Heydar_Aliyev_Center [accessed Mar 12 2023].
17. (PDF) *Practical aspects determining the modelling of the space structure for the free-form envelope enclosing Baku's Heydar Aliyev Cultural Centre*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/50838857_Practical_aspects_determining_the_modelling_of_the_space_structure_for_the_free-form_envelope_enclosing_Baku's_Heydar_Aliyev_Cultural_Centre [accessed Mar 12 2023].
18. Фэйр М. «Heydar Aliyev Center was "an incredibly ambitious project" says Zaha Hadid». *Журнал DeZeen* [Электрон. ресурс] – 01.07.2014 – URL: <https://www.dezeen.com/2014/07/01/designs-of-the-year-2014-zaha-hadid-saffet-kaya-bekiroglu-interview-heydar-aliyev/> (дата обращения 16.09.2022)
19. *Официальный сайт Zaha Hadid Architects* [Электрон. ресурс] - URL: <https://www.zaha-hadid.com> (дата обращения: 25.09.2022)
20. Мойзер Ф. (ред.) Далбай А. «Казахстан. Архитектурный путеводитель». – Издательство Foliant. Астана – 2017, С.138-139, 520 с.

References:

1. Abdrassilova G., Kozbagarova N., Tuyakaeva A. *Architecture of high-rise buildings as a brand of the modern Kazakhstan. High-Rise Construction 2017 (HRC 2017)*. *E3S Web Conf. Volume 33, 010009 (2018)*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183301009>
2. Abdrassilova G., Danibekova E.. *The transformation of modern architecture in Kazakhstan: from soviet "internationalism" to a post-soviet understanding of the regional identity SPATIUM No. 46, December 2021, pp. 73-80. DOI: https://doi.org/10.2298/SPAT2146073A*
3. Abdrassilova G., Onichshenko Y.. *Adaptability of architecture: the transformation of design solutions in terms of natural risks Collection of articles III International Scientific-Practical Conference "Dizaynin müasir problemləri - Modern problems of design. - Baku, AzASU, "Publishing - Polygraphic Center", 2021. -С.352-366*
4. Keats J. «You Belong to the Universe: Buckminster Fuller and the Future». – USA.: Oxford University Press 2016, P. 128-133, 217 p.
5. Moritz K., Barthel R., «Transparente Architekturbau mit ETFE-Folien», *Detail*, 12. 1616-1620 (2002).
6. Schwitter C.. «Use of ETFE foils in lightweight constructions». *Proceedings of the IASS-ASCE International Symposium 1994 on Spatial, Lattice and Tension Structures, (1994)*

7. Mills J. «Entertainment center Khan Shatyr» om Foster + Partners». Журнал DeZeen [Electronic resource] – 06.07.2010, – URL: <https://www.dezeen.com/2010/07/06/the-khan-shatyr-entertainment-centre-by-foster-partners/> (accessed 18.09.2022)
8. Official website of Foster + Partners [Electronic resource] - URL: <https://www.fosterandpartners.com/studio/commitments/sustainability/> (accessed 18.09.2022)
9. Hari Chandra Prasad G.; Sree Naga Chaitanya J.; Dr. Chanadramouli K. and Kavya A.. A Review on Worlds Largest Tent {Khan Shatyr}. *International Journal for Modern Trends in Science and Technology* 2021, 7, 0708001, pp. 1-5. <https://doi.org/10.46501/IJMTST0708001>
10. Birch A (2009). Khan Shatyr entertainment center. Available online at: <https://bit.ly/39qTCKw>
11. Dancey N. (2010). Grand opening of the Khan Shatyr Entertainment Center, Kazakhstan the world's tallest tensile structure. Available online at: <https://bit.ly/2VAkZxV>
12. DBC (2014). Khan Shatyr entertainment center. Designing Buildings Co., London, UK. Available online at: <https://bit.ly/2wp4z0z>
13. Official website of Norman Foster Foundation [Electronic resource] - URL: <https://normanfosterfoundation.org/publications/> (accessed 20.09.2022)
14. Voronin P. "Our tent shines in the fog" Newspaper "Express K" of November 14, 2011
15. Imanzadeh Z. "The Architecture of the Heydar Aliyev Centre in Baku" Eurasian Union of Scientists (EUU) - publication of scientific articles in a monthly scientific journal. *Architecture No.9 (66) October 2019 P.4-8, 172 p.*
16. (PDF) Acoustical Design of Inner Galleries in Heydar Aliyev Center. Available from: https://www.researchgate.net/publication/266447938_Acoustical_Design_of_Inner_Galleries_in_Heydar_Aliyev_Center [accessed Mar 12 2023].
17. (PDF) Practical aspects determining the modelling of the space structure for the free-form envelope enclosing Baku's Heydar Aliyev Cultural Centre. Available from: https://www.researchgate.net/publication/50838857_Practical_aspects_determining_the_modelling_of_the_space_structure_for_the_freeform_envelope_enclosing_Baku's_Heydar_Aliyev_Cultural_Centre [accessed Mar 12 2023].
18. Faires M. "Heydar Aliyev Center was "an incredibly ambitious project" says Zaha Hadid". *DeZeen Magazine [Electronic resource]* - 01.07.2014, - URL: <https://www.dezeen.com/2014/07/01/designs-of-the-year-2014-zaha-hadid-saffet-kaya-bekiroglu-interview-heydar-aliyev/> (accessed 16.09.2022)
19. Official website of Zaha Hadid Architects [Electronic resource] - URL: <https://www.zaha-hadid.com> (accessed 25.09.2022)
20. Moiser F. (ed.) Dalbai A. "Kazakhstan. Architectural Guidebook. - Foliant Publishers. Astana - 2017, P.138-139, 520 p.

Ю.В. Онищенко^{1,*}, Г.С. Абдрасилова¹, Е. Генералова²

¹Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, Қазақстан

²Самара мемлекеттік техникалық университеті, Самара, Ресей

Авторлар туралы ақпарат:

Онищенко Юлия Владимировна – PhD докторант, ассистент-профессор, Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0001-8749-8718>, e-mail: onishenko_julia@mail.ru

Абдрасилова Гүлнара Сейдахметовна – сәулет докторы, профессор-зерттеуші, Сәулет факультеті, Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0002-3828-9220>, e-mail: g.abdrasilova@kazgasa.kz

Генералова Елена Михайловна – сәулет ғылымдарының кандидаты, профессор, Самара мемлекеттік техникалық университеті, Самара, Ресей

<https://orcid.org/0000-0002-9101-4701>, e-mail: generalova-a@yandex.ru

СӘУЛЕТ ПЕН ИНЖЕНЕРИЯНЫҢ ӨЗАРА ИНТЕГРАЦИЯСЫ ТАБИҒИ-КЛИМАТТЫҚ ЖӘНЕ АНТРОПОГЕНДІК ЖАҒДАЙЛАРҒА ЖАУАП РЕТІНДЕ

Аңдатпа. Мақалада екі бірегей нысан – Хан-Шатыр сауда-ойын - сауық орталығы (Қазақстан, Астана) және Гейдар Әлиев орталығы (Әзірбайжан, Баку) мысалында – қоғамның жаңа үлгідегі әлеуметтік кеңістіктердегі заманауи сұраныстарына реакция ретінде пайда болған ғимараттардың архитектурасы қарастырылады-мультифункционалды, имидждік, ерекше көркемдік бейнесі бар. Зерттелетін объектілердің құндылығы айқын сыртқы сипаттамалардан басқа, олардың аймақтық табиғи-климаттық және жергілікті әлеуметтік-мәдени факторлардан туындаған инновациялық конструктивті-техникалық және технологиялық шешімдері бар. Зерттеу нәтижесінде табиғи-климаттық, антропогендік факторлардың жаңа буын қоғамдық орталықтарының архитектура-сының бейнелі және конструктивті шешімдеріне әсер ету дәрежесі анықталды. Заманауи формаларды модельдеудің, көркем образдарды жаңа түсіндірудің және ғимараттарды салудың инновациялық технологияларының бірегей әдістері сипатталған.

Түйін сөздер: архитектураны бейімдеу, құрылыстың инновациялық технологиялары, жаңа буынның қоғамдық орталықтары, табиғи-климаттық және антропогендік факторлар.

Y. Onichshenko^{1,*}, G. Abdrassilova¹, E.M. Generalova²

¹International Educational Corporation, Almaty, Kazakhstan

²Samara State Technical University, Samara, Russia

Information about authors:

Onichshenko Yulia – PhD doctoral student, Assistant Professor of Architecture Faculty, International Educational Corporation, Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0001-8749-8718>, e-mail: onishenko_julia@mail.ru

Abdrassilova Gulnara – PhD in architecture, research professor of Architecture Faculty, International Educational Corporation

<https://orcid.org/0000-0002-3828-9220>, e-mail: g.abdrassilova@kazgasa.kz

Elena Mikhailovna Generalova – PhD in Architecture, Associate Professor, Professor of the Architecture of Residential and Public Buildings Department, Architecture and Civil Engineering Academy, Samara State Technical University, Samara, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-9101-4701>, e-mail: generalova-a@yandex.ru

MUTUAL INTEGRATION OF ARCHITECTURE AND ENGINEERING AS A REACTION TO CLIMATIC AND ANTHROPOGENIC CONDITIONS

Abstract. The article considers the architecture of two unique objects - shopping and entertainment centre Khan Shatyr (Kazakhstan, Astana) and the Heydar Aliyev Centre (Azerbaijan, Baku), which appeared as a response to modern social demands for a new type of social space - multi-functional, image-making, with a unique artistic image. The value of the objects under study lies in the fact that in addition to the pronounced external characteristics, they have innovative structural, technical and technological solutions, dictated by regional natural-climatic and local socio-cultural factors. The study reveals the degree of influence of specific natural, climatic, anthropogenic factors on the imaginative and constructive solutions of the architecture of the new generation of public centres. The unique methods of modelling modern forms, new interpretation of artistic images and innovative technologies of building construction are described.

Key words: architectural adaptation, innovative construction technologies, new generation community centres, natural-climatic and anthropogenic factors.