



МРНТИ 06.81.23

Научная статья

<https://doi.org/10.32523/2616-7263-2026-154-1-84-101>

Роль вантовых конструкций в создании общественных и культурных пространств

Н.Ж. Ақжігіт* , С.Ш. Садыкова 

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E mail: sadykova_ssh@enu.kz ,sezimakzhigit@mail.ru

Аннотация. Вантовые конструкции представляют собой важный элемент современного архитектурного проектирования, играя ключевую роль в создании общественных и культурных пространств. Вантовые конструкции предоставляют возможность создания просторных и открытых зон с минимальным количеством опорных элементов, что создает атмосферу свободы и легкости. В этой статье рассматривается влияние вантовых систем на развитие функциональности и эстетики общественных и культурных пространств, а также их роль в формировании архитектурных форм. Цель исследования заключается в анализе особенностей и преимуществ использования вантовых конструкций для создания уникальных и эффективных общественных пространств. В рамках статьи рассматриваются как теоретические аспекты, так и практические примеры успешного применения вантовых систем в архитектуре. Исследование опирается на анализ существующих проектов, сравнение различных конструктивных решений и изучение теоретических аспектов вантовых систем. Основные результаты показывают, что вантовые конструкции способствуют созданию открытых и эстетически привлекательных пространств, которые также эффективны с точки зрения функциональности и устойчивости. Важность исследования заключается в расширении знаний о применении вантовых систем и их возможностях в архитектуре объектов общественного назначения. Практическое значение данной работы заключается в углубленном понимании и демонстрации возможностей вантовых конструкций в создании общественных пространств.

Ключевые слова: вантовые конструкции, общественные пространства, архитектурное проектирование, функциональность, эстетика

Введение

В современном архитектурном проектировании общественные и культурные пространства становятся все более важными для формирования удобной и привлекательной городской среды. Вантовые конструкции, характеризующиеся использованием натянутых тросов или канатов для распределения нагрузок, находят широкое применение в современной архитектуре и строительстве. Конструкции с натяжными элементами представляют собой один из наиболее привлекательных и функциональных аспектов современного архитектурного проектирования, оказывая значительное влияние в создании общественных и культурных пространств. Выбор темы данного исследования основывается на растущем интересе к вантовым конструкциям как архитектурным элементам, которые не только определяют эстетический облик зданий, но и служат катализаторами социального взаимодействия.

Несмотря на наличие различных исследований, посвящённых структуре и функциональности вантовых конструкций, до сих пор существует недостаток анализа их влияния на общественную жизнь и культурные практики. Это создает проблемную ситуацию, в которой важные аспекты использования вантовых конструкций в контексте общественных и культурных пространств остаются недостаточно освещёнными. Актуальность темы определяется необходимостью поиска новых решений и подходов для создания устойчивых и привлекательных городских пространств, способствующих взаимодействию между горожанами и культурному обмену между ними. В условиях быстрой урбанизации и изменений в социальном поведении населения особенно важным становится изучение того, как архитектурные формы могут влиять на жизнь сообществ. Проблема заключается в том, что существующие исследования часто сосредоточены на технических характеристиках конструкций, оставляя за пределами анализа их социальные и культурные аспекты. Это подчеркивает теоретическую и практическую значимость темы, так как понимание этих аспектов может обогатить как архитектурную практику, так и научные исследования.

Объектом исследования является вантовые конструкции в архитектуре. Предмет исследования их роль в создании общественных и культурных пространств. Цель исследования заключается в анализе влияния вантовых конструкций на социокультурную динамику, что позволит выявить их потенциал в формировании общественных и культурных пространств. Задачи исследования включают изучение различных примеров вантовых конструкций, анализ их проектных решений и выявление факторов, способствующих общественным активностям в этих пространствах. Для достижения поставленных целей будут использованы различные методы исследования, включая анализ литературы.

Эти подходы позволят глубже понять, как вантовые конструкции могут способствовать созданию многофункциональных пространств, повышая уровень социального взаимодействия и культурного обмена. Гипотеза исследования заключается в том, что вантовые конструкции, обладая эстетической и функциональной привлекательностью, могут значительно улучшить качество общественной жизни и стать важным элементом в создании общественных пространств. Значение работы состоит в том, что она может внести вклад в архитектурную практику, способствуя формированию более устойчивых и интегрированных городских пространств, что актуально в условиях современного общества. Вантовые конструкции занимают важное место в современном архитектурном

проектировании общественных и культурных пространств, что отражается в ряде значительных исследований. Агеева Е.Ю. и Спиридонова А.И. в своём учебном пособии анализируют применение вантовых конструкций в зрелищных зданиях, подчеркивая их ключевую роль в создании открытых пространств без внутренних опор. Это позволяет не только оптимизировать использование площади, но и повышает эстетическую привлекательность зданий, делая их более функциональными для массового зрителя [1]. Кужахметова Э.Р. и Сапожников А.И. обращают внимание на архитектурную выразительность зданий с криволинейными поверхностями, включая вантовые конструкции исследованные Кужахметовой Э.Р. и Сапожниковым А.И. Их работа демонстрирует, как такие решения способствуют созданию пространств, отвечающих не только функциональным, но и эстетическим требованиям [2]. В своём учебном пособии по висячим и вантовым конструкциям Кирсанов Н.М. рассматривает теоретические и практические аспекты проектирования. Его труд является важным источником знаний для студентов и специалистов, которые стремятся применять вантовые системы в общественных зданиях [3].

Хитрук С.А. в своей статье акцентирует внимание на современных подходах к вантовым конструкциям. Он рассматривает технологические инновации и методы, которые делают вантовые системы более доступными для применения в городской архитектуре, что особенно важно для создания общественных объектов [4]. В своей книге Harris J.V. и Pui-K Li K. освещают опыт международной практики в области вантовых конструкций. Авторы анализируют, как такие конструкции помогают решать задачи современного проектирования, создавая визуально привлекательные и функциональные пространства [5]. Амосков М.М. акцентирует внимание на перспективных направлениях развития вантовых конструкций в мостостроении, которые могут быть адаптированы для архитектурных объектов [6]. Морозов А.П., Василенко О.В. и Миронков Б.А. в своём исследовании показывают, как конструктивные решения влияют на восприятие пространства, что является ключевым аспектом при проектировании культурных объектов [7].

Про основы архитектурной композиции, которые могут быть применены для интеграции вантовых конструкций излагают Иконников А.В. и Степанов Г.П. [8]. Океанов Г.В. рассматривает адаптацию большепролетных светопрозрачных покрытий, используемых на стадионах, к работе в режиме "Наследие", что подчеркивает роль вантовых систем в повышении многофункциональности общественных зданий [9]. Дедюрина Е.П. и Демченко А.И. в своих исследованиях описывают успешные примеры использования вантовых систем, что подтверждает их актуальность в современной архитектуре [10]. В своей статье Демченко А.И. обсуждает надежность и эффективность вантовых конструкций, подчеркивая их применение в крупных общественных зданиях [11]. Кулагина Т.О., Климова А.А., Агеева Е.Ю. анализируют бионические элементы в архитектуре на примере Большого национального театра в Пекине, иллюстрируя потенциал куполов-оболочек и вантовых структур [12]. Рассмотренные источники демонстрируют многогранность вантовых конструкций, их роль в создании выразительных и функциональных общественных и культурных пространств. Исследования показывают, что эти системы объединяют технологическую эффективность и архитектурную эстетику, делая их актуальным инструментом современного строительства.

Методология

Методология исследования включает:

1. Библиографический анализ - поиск, систематизация и изучение научной литературы, статей, проектов;
2. Теоретический анализ – исследование принципов проектирования вантовых конструкций;
3. Историко-аналитический метод - изучение исторических аспектов развития вантовых конструкций;
4. Метод обобщения результатов - обобщение полученных данных для выявления влияния вантовых конструкций на формирование общественных и культурных пространств.

Основные исследовательские вопросы, на которые направлено данное исследование, касаются влияния вантовых конструкций на общественное взаимодействие, культурные аспекты и условия, способствующие их успешному функционированию. В частности, исследуется, как вантовые конструкции формируют социальные связи и взаимодействия в созданных пространствах, какие культурные элементы становятся более выраженными благодаря их внедрению в общественные здания, а также в каких условиях они превращаются в центры культурной активности, способствуя формированию уникальной городской идентичности и активного общественного участия.

В рамках исследования выдвигается гипотеза о том, что вантовые конструкции, благодаря своей архитектурной выразительности имеют возможность создавать уникальные общественные и культурные пространства.

Этапы исследования включает четыре основных этапа. На первом этапе был проведен сбор литературы по теме вантовых конструкций, включая научные исследования, статьи и проекты. На втором этапе изучены теоретические аспекты на основе классификаций, а также визуальное восприятие вантовых конструкций. Третий этап включает анализ исторических аспектов развития вантовых конструкций. На этом этапе также проведены примеры несколько значительных объектов с вантовыми конструкциями для более глубокого изучения. На четвертом этапе формирование выводов о влиянии вантовых конструкций на общественные и культурные пространства.

Результаты и Обсуждение

Вантовые конструкции - это всякие конструкции, которые не изменяются геометрически и основными несущими элементами которых являются гибкие, натянутые прямолинейные ванты. Ванты – несущие элементы стержневого типа (тросы, канаты, гибкие стержни, пучки высокопрочной проволоки, ленты и т.п.), работающие в основном на растяжение [1]. Вантовые конструкции широко применяют в спортивных комплексах [2], кинотеатрах, закрытых и частично открытых стадионах, торговых центрах, аэровокзалах и др. [3].

Ванты могут быть закреплены на пилонах или прикреплены к замкнутым контурам, которые могут быть округлыми (например, кольцо, эллипс) или прямоугольными. Эти ванты изготавливаются с предварительным напряжением, что позволяет им воспринимать сжимающие усилия под действием эксплуатационных нагрузок, не испытывая деформации сжатия, при правильно подобранной геометрии установки. Таким образом, несмотря на то, что вантовая система состоит только из гибких элементов, она

функционирует как жесткая ферма. Вантовые конструкции могут быть плоскими, как, например, вантовые мосты, или пространственными, такими как покрытия больших общественных и промышленных зданий. Пространственные вантовые конструкции часто имеют двоякую кривизну, и одним из простейших примеров является покрытие в форме седла. Такое покрытие состоит из двух пересекающихся систем вант — поперечной и продольной. Эти ванты закреплены в жесткой основе, которая принимает сжимающие нагрузки от вант.

Поперечные ванты предварительно натягиваются, что придает конструкции необходимую пространственную жесткость. На поперечную систему укладываются кровельные плиты, которые, при правильной стыковке, образуют монолитное покрытие. Это значительно увеличивает жесткость всей системы. Благодаря своей легкости и экономичности, вантовые конструкции являются эффективным решением для создания покрытий зданий с большими пролётами. Вантовые конструкции дают возможность совершать покрытия зданий всевозможных конфигураций гарантируя устойчивость целой системы [4]. Также возможны комбинации арочных и вантовых систем, где ванты помогают поддерживать арку и предотвращают её деформацию в плоскости.

Вантовые конструкции предлагают ряд значительных преимуществ по сравнению с традиционными стальными системами, включая эффективное использование материала, поскольку в растянутых несущих элементах задействуется вся площадь поперечного сечения тросов и применяются высокопрочные стали, что снижает массу конструкции. Упрощённый монтаж позволяет избегать использования лесов и подмостей, что облегчает процесс возведения и снижает трудозатраты. Кроме того, ванты, свернутые в бухты, упрощают транспортировку и складирование. Они также позволяют перекрывать длинные пролеты без необходимости установки промежуточных опор, что делает их экономичными при увеличении пролета, так как масса несущей конструкции остается относительно небольшой. Эстетическая привлекательность необычных форм вантовых конструкций может значительно повысить выразительность сооружения, а конструкция покрытий создает оптимальные условия внутри здания для акустики, видимости и освещенности.

Несмотря на свои преимущества, вантовые конструкции также имеют некоторые недостатки. Во-первых, деформативность - под воздействием внешних нагрузок ванты могут изменять свою первоначальную геометрическую форму, что приводит к повышенной деформативности покрытий и требует дополнительных мероприятий для обеспечения необходимой жесткости конструкции. Во-вторых, дополнительные расходы на материалы: для установки опорных элементов может потребоваться значительное количество материалов, что увеличивает общую стоимость.

Кроме того, повышенная деформативность затрудняет использование вантовых конструкций в производственных зданиях с крановым оборудованием. Наконец, проблемы с водоотводом могут возникнуть из-за сложности устройства эффективного водоотвода в таких конструкциях.

Для снижения деформативности вантовых конструкций используются различные методы стабилизации покрытия. Основные методы стабилизации включают:

-Стабилизация с помощью пригрузки: Этот метод предполагает использование дополнительных нагрузок, которые могут быть представлены либо в виде свободно размещенных объектов (например, сборных железобетонных плит), либо в виде жестких конструкций (например, монолитных железобетонных оболочек). В случае использования

монолитной оболочки предварительное пригружение покрытия должно быть выполнено до окончательной заливки, чтобы предотвратить появление растягивающих усилий в оболочке в процессе эксплуатации;

-Создание двухпоясных систем: в этом методе, наряду с основным несущим тросом, устанавливается стабилизирующий (натяжной) трос, который может быть соединен с несущей системой посредством жестких распорок, гибких подвесок, или их комбинацией. Стабилизирующий трос может быть установлен выше или ниже несущего троса;

-Применение перекрестных систем: в данном подходе стабилизация достигается путем установки стабилизирующих тросов, расположенных поперек основных несущих тросов. Эти тросы формируют седловидную поверхность с отрицательной гауссовой кривизной, что помогает в распределении нагрузок;

-Использование жестких элементов в сочетании с гибкими вантами: жесткие элементы предназначены для стабилизации формы покрытия и равномерного распределения концентрированных и неравномерных нагрузок на несколько несущих вант;

-Применение висячих ферм и балок: жесткие ванты, такие как висячие фермы и балки, применяются для стабилизации покрытий с легкой кровлей, обеспечивая дополнительную прочность и устойчивость конструкции.

В целом, преимущества вантовых конструкций, такие как их легкость, экономичность и эстетическая выразительность, значительно превосходят их недостатки, что способствует их широкому применению в современном строительстве.

Вантовые конструкции можно классифицировать по различным признакам:

1. По расположению вант:

-С параллельным расположением: ванты расположены параллельно друг другу, поддерживая конструкцию по прямым линиям.

-С радиальным расположением: ванты расходятся от одной или нескольких центральных точек, образуя радиальные линии, что позволяет поддерживать конструкции с радиальной симметрией.

-С перекрестным расположением: ванты располагаются таким образом, что они пересекаются, образуя сетку или решетку, что увеличивает стабильность и жесткость конструкции.

2. По очертанию в плане:

-Прямоугольные: конструкции, имеющие прямоугольную форму в плане, что часто применяется для покрытия прямоугольных зданий или площадок.

-Круглые: вантовые конструкции, которые имеют круглое очертание в плане, что используется для создания куполов, шатров или других круглых форм.

-Комбинированные: конструкции, сочетающие различные формы в плане, например, прямоугольные с круглыми элементами, что позволяет создавать сложные и многофункциональные формы.

3. По методу стабилизации покрытия:

-За счёт увеличения массы покрытия или бетонными пригрузами: дополнительная масса или бетонные пригрузки используются для стабилизации покрытия, увеличивая его вес и прочность.

-Предварительным напряжением: ванты подвергаются предварительному натяжению, что обеспечивает дополнительную жесткость и устойчивость конструкции.

-Использованием элементов с изгибной жёсткостью: в конструкции используются

элементы, обладающие изгибной жесткостью, которые помогают стабилизировать покрытие и распределять нагрузки.

4. По способу восприятия усилий:

-Замкнутым опорным контуром: ванты поддерживаются по замкнутому контуру, что позволяет более эффективно распределять нагрузки и увеличивает устойчивость конструкции.

-Разомкнутым опорным контуром: Ванты поддерживаются по разомкнутому контуру, что может создавать определенные ограничения в распределении нагрузок и устойчивости конструкции.

5. По материалу несущих растянутых и контурных элементов:

-Линейные тросовые системы: используют тросы, которые работают в вертикальной плоскости, обеспечивая поддержку и распределение нагрузки в этой плоскости.

-Пространственные тросовые системы: Включают тросы, работающие в двух плоскостях, что позволяет им поддерживать более сложные и многогранные формы конструкции, обеспечивая пространственную жесткость и устойчивость.

Таким образом, классификация вантовых конструкций определяется большим разнообразием пространственных решений, связанных с их прочностными характеристиками. (Рисунок 1).



Рисунок 1. Классификация вантовых конструкций

Вантовые конструкции оказывают значительное влияние на визуальное восприятие зданий благодаря своей способности создавать выразительные и нестандартные формы, что достигается через несколько ключевых эстетических аспектов:

-Во-первых, легкость и воздушность, обеспечиваемая использованием натянутых тросов и минимальным количеством поддерживающих элементов, позволяет архитекторам проектировать открытые пространства и большие пролеты без видимой нагрузки на структуру;

- Во-вторых, эстетика прозрачности, достигаемая благодаря применению прозрачных или полупрозрачных материалов, таких как стекло или полимерные мембраны, усиливает визуальную легкость и создает эффекты освещенности;
- В-третьих, геометрическая выразительность вантовых систем позволяет реализовывать сложные формы и изогнутые линии, что придает зданиям уникальность и привлекательность, недостижимую традиционными конструктивными методами;
- Наконец, динамичность и движение, характерные для вантовых конструкций, способны визуально передавать энергетику и активность, что особенно актуально в проектах спортивных арен и культурных центров (Рисунок 2).

+



Рисунок 2. Визуальное восприятие вантовых конструкций

Развитие вантовых конструкций имеют долгую историю, уходящую корнями в древние времена, но их современное развитие началось в XIX веке. Первоначальные вантовые конструкции можно проследить с древних времен, когда подобные системы использовались в архитектуре и строительстве. Например, древние римляне и греки применяли примитивные версии натяжных систем для поддержания крыш и шатров. В средние века, хотя вантовые конструкции в их современном виде еще не существовали, в строительстве церквей и соборов использовались элементы, аналогичные принципам вантовых систем, такие как аркбутаны в готической архитектуре. Настоящий прорыв в развитии вантовых конструкций произошел в XIX веке с началом индустриальной революции.

Применение новых строительных материалов, таких как сталь и бетон, позволило создавать более сложные и масштабные конструкции. Очень интересные сведения о вантовых конструкциях, реализованных в проектах или натуре в XIX и XX веках, можно найти в книге Harris James B., Pui-K Li Kevin. *Masted Structures in Architecture*. – Taylor & Francis [5]. Одним из ранних примеров является построенный в 1859 году Лондонский мост через реку Темзу который стал знаковым примером применения стальных вант. (Рисунок 3). За долгую историю своего развития мосты прошли огромный путь от примитивных перекинутых через ручей брёвен до сооружений совершенно колоссального размера, которые перекрывают морские заливы шириною в десятки километров [6]. В книге

Морозов А.П., Василенко О.В., Миронков Б.А. отмечает, что до 1977 года только в СССР было построено свыше 120 зданий, перекрытых висячими конструкциями [7].

В XX веке вантовые конструкции достигли своего расцвета с развитием высокопрочных материалов и компьютерного моделирования. Одним из знаковых проектов стала крыша Олимпийского стадиона в Мюнхене, спроектированная Фрицем Хонекером и построенная в 1972 году, которая продемонстрировала возможности вантовых систем в создании крупных, легких и эстетически привлекательных покрытий. В это же время появляются новые архитектурные и инженерные решения, такие как вантовые мосты, покрытия для выставочных центров и спортивных арен, которые используют современные вантовые системы.



Рисунок 3. Лондонский мост через реку Темзу

Олимпийский стадион в Мюнхене, спроектированный Фраем Отто и Гюнтером Бенишем, является выдающимся примером использования вантовых конструкций в архитектуре. Его уникальная конструкция, построенная в 1972 году, продемонстрировала, что вантовые системы могут не только удовлетворять функциональным требованиям, но и создавать эстетически привлекательные общественные пространства (Рисунок 4).



Рисунок 4. Олимпийский стадион, г. Мюнхен

Стадион имеет вантовую конструкцию, в которой мембранная крыша поддерживается стальными канатами, что позволяет создавать большие пролёты без массивных опор. Открытость архитектурного пространства – важнейшее свойство стадиона. Естественную потребность визуальной связи, обеспечивающей ощущение единства с окружающим миром, отмечал Иконников А.В. [8]. Мембранная крыша, изготовленная из специальных синтетических материалов, не только обеспечивает защиту от погодных условий, но и способствует естественной вентиляции, что создаёт комфортные условия для зрителей и спортсменов. Олимпийский стадион в Мюнхене был спроектирован как многофункциональное пространство, способное проводить не только спортивные мероприятия, но и культурные события, такие как концерты и выставки. Футбольный стадион, благодаря масштабу, качеству архитектуры и социальной роли, оказывает решающее влияние на окружающую среду, обеспечивая единство пространственной композиции и определяя ансамблевый характер застройки [9]. Стадион стал символом объединения и культурного обмена, отражая дух Олимпийских игр 1972 года. Его открытая и инклюзивная структура приглашает людей всех возрастов и происхождений, способствуя социальному взаимодействию и единству. Наличие смотровых площадок и открытых пространств вокруг стадиона создает доступные места для отдыха и общения, что повышает качество жизни в городской среде.

Живописный мост в г. Москва — это вантовый мост через Москву-реку, который стал не только важной транспортной артерией, но и значимым элементом общественного пространства на северо-западе столицы. Построенный в 2001 году, мост демонстрирует возможности вантовых конструкций в создании функциональных и эстетически привлекательных объектов. Конструкция сооружения уникальна и состоит из огромной арки, являющейся опорой моста, к которой с помощью 72 тросов подвешено дорожное полотно, идущее не поперек, а вдоль реки, плавно изгибаясь и напоминая латинскую букву S [10]. (Рисунок 5.).



Рисунок 5. Живописный мост, г. Москва

Вантовая конструкция моста позволяет преодолевать значительные расстояния между берегами, обеспечивая надёжную поддержку верхней части моста. Ванта современного моста - это высокопрочный стальной трос, сплетённый из тысяч стальных проволок, работающих на растяжение [6]. Использование стальных канатов и опор придаёт дизайну

лёгкость и элегантность, что делает мост визуально привлекательным. Вантовые канаты можно отнести к бионике в архитектуре, что означает, прежде всего, подражание естественно природным формам, а в инженерном конструировании – моделирование при помощи современных материалов отдельных элементов конструкций по аналогии с внутренними структурами растений, животных и человека [11]. Мост служит важной транспортной артерией, соединяя различные районы города и облегчая передвижение жителей. Это значительно сокращает время в пути для автомобилистов и пешеходов. Пространство под мостом используется для организации прогулочных зон, что создает комфортные условия для отдыха и досуга. Таким образом, мост становится не только функциональным элементом инфраструктуры, но и местом для общественной активности.

Национальный центр исполнительских искусств в Пекине (2007), спроектированный архитектором Полом Андреу, является выдающимся примером вантовых конструкций, которые играют ключевую роль в создании общественных и культурных пространств. Открытый в 2007 году, этот архитектурный шедевр сочетает в себе инновационные технологии и эстетическую гармонию. Вантовая система поддерживает сложную оболочку здания, выполненную из титана и стекла, что позволяет создать легкую и прозрачную структуру, которая эффектно отражается в окружающем водоеме (Рисунок 6).



Рисунок 6. Национальный центр исполнительских искусств, г. Пекин

Прямоугольная форма водоема и овальная – здания должны, по замыслу архитектора Поля Андре, напоминать о древнем китайском космологическом символе Земли и Неба: вписанном в квадрат круге. [12] Идея Поля Андре заключалась в следующем: в центре города предполагалось создать огромное бассейн-озеро, а в его середине установить овальный приплюснутый купол, напоминающий каплю воды. Однако реализация проекта столкнулась с рядом трудностей. Первая проблема была связана с законодательством, ограничивающим высоту зданий в Пекине до 46 метров. Чтобы обойти это ограничение, фундамент углубили на 32 метра. Но и тут возникли сложности — под будущим зданием театра протекала подземная река, которая могла повредить конструкцию. Для решения этой проблемы фундамент заключили в водонепроницаемую бетонную оболочку толщиной 1 метр, а основание укрепили опорной плитой. Внутри здания располагаются три основных зала: большой концертный зал, театр и многофункциональный зал, что позволяет проводить широкий спектр культурных мероприятий, от оперных спектаклей

до выставок. Пространственная организация и акустические качества залов, обеспечиваемые вантовыми конструкциями, способствуют созданию уникальной атмосферы для зрителей и исполнителей. Центр стал важным культурным узлом в Пекине, активно способствующим развитию культурной жизни и социального взаимодействия в городе. Благодаря своей архитектуре и функциональности, Национальный центр исполнительских искусств демонстрирует, как вантовые конструкции могут не только улучшать функциональность зданий, но и создавать вдохновляющие общественные пространства.

Мост Хонг Конг — Чжухай — Макао, открытый в 2018 году, является выдающимся примером вантовой конструкции, играющей ключевую роль в создании общественного и культурного пространства. Длина моста превышает 55 километров, что делает его одним из самых протяжённых вантовых мостов в мире. Он обеспечивает соединение трёх регионов: Гонконга, Чжухая и Макао, существенно сокращая время в пути между ними и повышая транспортную доступность (Рисунок 7).



Рисунок 7. Мост Гонконг — Чжухай — Макао

Структура моста состоит из многочисленных вант, которые обеспечивают легкость и устойчивость конструкции. Применение современных материалов и технологий, таких как стальные канаты и бетонные опоры, позволило создать не только функциональный, но и визуально прелекательный объект, который органично вписывается в прибрежный ландшафт. Помимо своего основного транспортного назначения, мост стал символом сотрудничества и интеграции между регионами, способствуя социальным и культурным взаимодействиями. Следует отметить, что подобные конструкции являются результатом не столько строгих инженерных расчётов, сколько реализации творческого замысла, стремления к инновациям. Ведь вантовая конструкция обладает большим запасом технологической гибкости и вариативности своего решения [6].

Несмотря на преимущества вантовых систем, их внедрение в архитектурную практику требует учёта ряда ограничений и рисков, особенно в условиях сложной климатической среды. Одной из ключевых проблем является повышенная чувствительность таких конструкций к климатическим нагрузкам — снеговым заносам, порывистому ветру и температурным перепадам. Как показывают исследования, проведённые на примере торгово-развлекательного центра «Хан Шатыр» в Астане, для обеспечения надёжной работы вантовой системы в условиях континентального климата требуется внедрение проектных решений, таких как предварительное напряжение тросов, использование

коррозионностойких материалов и герметичных мембранных оболочек [13]. Недостаточное внимание к этим аспектам может повлечь за собой неравномерное распределение нагрузок, ускоренное старение материала и рост эксплуатационных затрат. А также, вантовые конструкции требуют регулярного технического контроля и корректировки натяжения, что увеличивает стоимость жизненного цикла сооружения. Таким образом, технико-экономические характеристики подобных конструкций должны оцениваться не только на этапе строительства, но и с учётом их долгосрочной эксплуатации [13]. В связи с вышеперечисленными негативными аспектами вантовых конструкций и соответственно высокой стоимостью их строительства и эксплуатации, данные конструктивные системы должны применяться в создании крупных уникальных сооружений, таких как: олимпийские стадионы, торгово-развлекательные комплексы, выставочные павильоны, мосты и т.п.

Наряду с конструктивными и эстетическими функциями, вантовые конструкции оказывают значительное влияние на социальное восприятие и использование архитектурного пространства. Их способность формировать открытые и гибкие зоны способствует интеграции различных видов активности и повышает инклюзивность городской среды. Например, в исследовании, посвящённом проектированию навесов для общественных зон, установлено, что навесы с вантовыми покрытиями повышают продолжительность пребывания людей в открытых пространствах, стимулируя как индивидуальные, так и групповые формы взаимодействия [14]. Анализ реализованных объектов — таких как Олимпийский стадион в Мюнхене или Национальный центр исполнительских искусств в Пекине — демонстрирует, что архитектура с применением вантовых систем становится катализатором культурной активности, создавая условия для проведения массовых мероприятий и неформального общения. Таким образом, вантовые конструкции могут рассматриваться как инструменты пространственной интеграции, влияющие на качество жизни, социальную сплочённость и культурную идентичность города.

Заключение

В ходе проведенного исследования была проанализирована существенная роль подвесных конструкций в формировании общественных и культурных пространств, подчеркнув их потенциал не только как технических решений, но и как элементов, формирующих социальное взаимодействие. Было установлено, что вантовые конструкции не только эстетичны, но и обеспечивают функциональную гибкость, которая способствует интеграции различных видов социальной и культурной деятельности. Анализ примеров успешного использования вантовых конструкций в архитектуре выявил основные аспекты, которые способствуют созданию инклюзивных и многофункциональных пространств. Мы пришли к выводу, что применение вантовых систем может существенно повысить доступность и адаптивность общественных пространств, что, в свою очередь, приводит к повышению их социальной ценности и культурной значимости. Основываясь на полученных данных, можно сказать, что вантовые конструкции являются важным инструментом для архитекторов и градостроителей при проектировании общественных и культурных пространств. Также мы отметили необходимость проведения дальнейших исследований в данной области, включая аспекты устойчивости, инновационных материалов и технологий, а также социального влияния таких пространств на сообщества.

Таким образом, наше исследование подчёркивает актуальность использования вантовых конструкций как способа создания динамичных и привлекательных общественных пространств, которые открывают новые возможности для взаимодействия и культурного обмена. В будущем стоит обратить внимание на разнообразие способов использования этих конструкций в различных контекстах, что позволит расширить их функциональность и влияние на общество.

Вклад авторов

Ақжігіт Н.Ж. - внесла значительный вклад в разработку концепции и критический пересмотр его содержания. Она определила основные направления исследования вантовых конструкций и их влияние на создание общественных и культурных пространств. Провела анализ существующих примеров применения вантовых систем в архитектуре, что позволило сформулировать ключевые выводы и рекомендации.

Садыкова С.Ш. - внесение значительного вклада в разработку концепции и критический пересмотр его содержания, утверждение окончательного варианта статьи для публикации, надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с достоверностью данных или целостностью всех частей статьи.

Список литературы

1. Агеева Е.Ю., Спиридонова А.И. Особенности применения вантовых конструкций в зрелищных зданиях: учебн. пос. для вузов / Е.Ю. Агеева, А.И. Спиридонова; Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т – Н. Новгород: ННГАСУ, . 2015- 79 с. – учебное пособие
2. Кужахметова, Э. Р. Архитектурная выразительность и физиологическая целесообразность зданий с криволинейными поверхностями / Э. Р. Кужахметова, А. И. Сапожников // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - Москва: ООО "Композит XXI век", 2012. - №11 (166). - С. 42-45. – научная статья
3. Кирсанов, Н. М. Висячие и вантовые конструкции: учеб. пособие для вузов / Н. М. Кирсанов. - Москва: Стройиздат, 1981.-158. с., ил. – книга
4. Хитрук С.А. Особенности и применение вантовых конструкций / «Научно-практический электронный журнал Аллея Науки» 2020. Т. 1. № 5 (44). С. 329-333. – электронный журнал
5. Harris James B., Pui-K Li Kevin. Masted Structures in Architecture. – Taylor & Francis, 1996. – 160 p. – книга на англ. языке DOI: <https://doi.org/10.4324/9780080572208>
6. М.М. Амосков, Перспективы развития вантовых мостов / «Перспективы Науки» №7(09). 2010. С. 24-31. – научная статья
7. Морозов А.П., Василенко О.В., Миронков Б.А. Пространственные конструкции общественных зданий. Л.: Стройиздат, 1977. 168 с. – книга
8. Иконников А.В., Степанов Г.П. Основы архитектурной композиции. М.: Искусство, 1971. 224с. – книга
9. Океанов Г.В. Адаптация архитектурных решений большепролетных светопрозрачных покрытий футбольных стадионов России к работе в режиме "Наследие" / Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 5. С. 4-13. –

- научная статья DOI:<https://doi.org/10.33622/0869-7019.2019.05.04-13>
10. Дедюрина Е.П. Вантовые конструкции в архитектуре и строительстве / В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова. Сборник докладов. Белгород, 2023. С. 76-81. – научная статья
 11. Демченко А.И. Вантовые конструкции// в сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 199-202. – научная статья
 12. Кулагина Т.О., Климова А.А., Агеева Е.Ю. Купола-оболочки в бионической архитектуре на примере большого национального театра в Пекине // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» <https://scienceforum.ru/2018/article/2018004515> - материалы конференций
 13. Erçin Ç., Nurumova K. (2020). Influence of the climate on large scale cable structures: A case study of Khan Shatyr entertainment center in Astana, Kazakhstan. International Journal of Advanced and Applied Sciences, 7(4) – научная статья на англ. языке DOI: <https://doi.org/10.21833/ijaas.2020.04.010>
 14. Kayan H.Z., Sazlı E.G. (2023). Suspended-Tensile Structure Based Installations in Open Public Spaces. Tasarım + Kuram, 19(40) – научная статья на англ. языке DOI: <https://doi.org/10.59215/tasarimkuram.405>

Н.Ж. Ақжігіт*, С.Ш.Садыкова

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

Қоғамдық және мәдени кеңістіктерді құрудағы аспалы құрылымдардың рөлі

Аңдатпа. Аспалы конструкциялар қоғамдық және мәдени кеңістіктерді құруда шешуші рөл атқаратын заманауи архитектуралық дизайнның маңызды элементін білдіреді. Аспалы конструкциялар еркіндік пен жеңілдік атмосферасын құра отырып, тірек элементтерінің минималды саны бар кең және ашық аймақтарды құруға мүмкіндік береді. Бұл мақалада аспалы жүйелердің қоғамдық және мәдени кеңістіктердің функционалдығы мен эстетикасын дамытуға әсері, сондай-ақ олардың сәулеттік формаларды қалыптастырудағы рөлі қарастырылады. Зерттеудің мақсаты бірегей және тиімді қоғамдық кеңістіктерді құру үшін аспалы конструкцияларды пайдаланудың ерекшеліктері мен артықшылықтарын талдау болып табылады. Мақала архитектурада аспалы жүйелерді сәтті қолданудың теориялық аспектілерін де, практикалық мысалдарын да қарастырады. Зерттеу қолданыстағы жобаларды талдауға, әртүрлі конструктивті шешімдерді салыстыруға және аспалы жүйелердің теориялық аспектілерін зерттеуге негізделген. Негізгі нәтижелер аспалы конструкциялар функционалдылық пен тұрақтылық тұрғысынан да тиімді ашық және эстетикалық тартымды кеңістіктерді құруға ықпал ететінін көрсетеді. Зерттеудің маңыздылығы аспалы жүйелерді қолдану және олардың қоғамдық мақсаттағы объектілердің архитектурасындағы мүмкіндіктері туралы білімді кеңейту болып табылады. Бұл жұмыстың практикалық маңыздылығы қоғамдық кеңістіктерді құрудағы аспалы құрылымдардың мүмкіндіктерін терең түсіну және көрсету

болып табылады.

Түйін сөздер: аспалы құрылымдар, қоғамдық кеңістіктер, архитектуралық дизайн, функционалдылық, эстетика.

N.Zh Akzhigit*, S.Sh.Sadykova

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

The role of cable-stayed structures in the creation of public and cultural spaces

Abstract. Cable-stayed structures represent an important element of modern architectural design, playing a key role in the creation of public and cultural spaces. Cable-stayed structures provide the opportunity to create spacious and open areas with a minimum number of supporting elements, which creates an atmosphere of freedom and lightness. This article examines the influence of cable-stayed systems on the development of functionality and aesthetics of public and cultural spaces, as well as their role in the formation of architectural forms. The purpose of the study is to analyze the features and advantages of using cable-stayed structures to create unique and effective public spaces. The article discusses both theoretical aspects and practical examples of successful application of cable-stayed systems in architecture. The research is based on an analysis of existing projects, a comparison of various design solutions and a study of the theoretical aspects of cable-stayed systems. The main results show that cable-stayed structures contribute to the creation of open and aesthetically attractive spaces, which are also effective in terms of functionality and sustainability. The importance of the research lies in expanding knowledge about the use of cable-stayed systems and their capabilities in the architecture of public facilities. The practical significance of this work lies in an in-depth understanding and demonstration of the possibilities of cable-stayed structures in creating public spaces.

Keywords: cable-stayed structures, public spaces, cultural objects, architectural design, sustainability, functionality, aesthetics.

References

1. Ageeva E.Yu., Spiridonova A.I. Features of the use of cable-stayed structures in spectacular buildings: educational settlement for universities / E.Yu. Ageeva, A.I. Spiridonova; Nizhny Novgorod State University - He's building. University of Nizhny Novgorod: NNGASU, 2015- 79 p. - textbook [in Russian].
2. Kuzhakhmetova, E. R. Architectural expressiveness and physiological expediency of buildings with curved surfaces / E. R. Kuzhakhmetova, A. I. Sapozhnikov // Building materials, equipment, technologies of the XXI century. - Moscow: Composite XXI Century LLC", 2012. - №11 (166). - Pp. 42-45. – scientific article [in Russian].
3. Kirsanov, N. M. Hanging and cable-stayed structures: textbook. handbook for universities / N. M. Kirsanov. - Moscow: Stroyizdat, 1981.-158. p., ill. – book [in Russian].
4. Khitruk S.A. Features and application of cable-stayed structures / "Scientific and practical electronic journal Alley of Science" 2020. Vol. 1. No. 5 (44). pp. 329-333. – electronic journal [in Russian].
5. Harris James B., Pui-K Li Kevin. Mastered Structures in Architecture. – Taylor & Francis, 1996.

- 160 p. – book in English DOI: <https://doi.org/10.4324/9780080572208>
6. M.M. Amoskov, Prospects for the development of cable-stayed bridges / "Prospects of Science" No.7(09). 2010. pp. 24-31. - scientific article [in Russian].
 7. Morozov A.P., Vasilenko O.V., Mironkov B.A. Spatial structures of public buildings. L.: Stroyizdat, 1977. 168 p. – book [in Russian].
 8. Ikonnikov A.V., Stepanov G.P. Fundamentals of architectural composition. Moscow: Iskusstvo, 1971. 224с. – book [in Russian].
 9. Okeanov G.V. Adaptation of architectural solutions of large-span translucent coverings of football stadiums in Russia to work in the "Heritage" mode/ Industrial and civil engineering. 2019. No. 5. pp. 4-13. – scientific article DOI: <https://doi.org/10.33622/0869-7019.2019.05.04-13> [in Russian].
 10. Dedyurina E.P. Cable-stayed structures in architecture and construction / In the collection: International scientific and technical Conference of young scientists of V.G. Shukhov BSTU, dedicated to the 170th anniversary of the birth of V.G. Shukhov. Collection of reports. Belgorod, 2023. pp. 76-81. – scientific article [in Russian].
 11. Demchenko A.I. Cable-stayed structures// in the collection: International scientific and technical conference of young scientists of V.G. Shukhov BSTU. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. 2014. pp. 199-202. – scientific article [in Russian].
 12. Kulagina T.O., Klimova A.A., Ageeva E.Y. Dome-shells in bionic architecture on the example of the Grand National Theater in Beijing // Proceedings of the X International Student Scientific Conference "Student Scientific Forum" <https://scienceforum.ru/2018/article/2018004515> - conference materials [in Russian].
 13. Erçin Ç., Nurumova K. (2020). Influence of the climate on large scale cable structures: A case study of Khan Shatyr entertainment center in Astana, Kazakhstan. International Journal of Advanced and Applied Sciences, 7(4) – научная статья на англ. языке DOI: <https://doi.org/10.21833/ijaas.2020.04.010>
 14. Kayan H.Z., Sazlı E.G. (2023). Suspended-Tensile Structure Based Installations in Open Public Spaces. Tasarım + Kuram, 19(40) – научная статья на англ. языке DOI: <https://doi.org/10.59215/tasarimkuram.405>

Сведения об авторах:

Ақжігіт Н.Ж. – автор по корреспонденции, магистрант 2-го курса, Архитектурно-строительный факультет, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Садыкова С.Ш. – Почетный архитектор РК, кандидат архитектуры, ассоциированный профессор, кафедра «Архитектура», Архитектурно-строительный факультет, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Ақжігіт Н.Ж. – хат-хабар авторы, 2-ші курс магистранты, Сәулет-құрылыс факультеті, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтбаев к-сі, 2, Астана, Қазақстан.

Садықова С.Ш. – ҚР құрметті сәулетшісі, сәулет кандидаты, ассоц. профессоры, «Сәулет» кафедрасы, сәулет-құрылыс факультеті, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтбаев к-сі, 2, Астана, Қазақстан.

Akzhigit N.Zh. – – corresponding author, 2nd year Master's student, faculty of Architecture and Civil

Engineering, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satpaeva str., Astana, Kazakhstan.
Sadykova S.Sh. – honorary architect of the Republic of Kazakhstan, candidate of architecture,
associate professor, department of Architecture, faculty of Architecture and Civil Engineering, L.N.
Gumilyov Eurasian National University, 2 Satpaeva str., Astana, Kazakhstan.



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).