

УДК 725.85

DOI: 10.36979/1694-500X-2026-26-4-128-136

**СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ
В ПРОЕКТИРОВАНИИ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ:
ИННОВАЦИИ БОЛЬШЕПРОЛЁТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В КЫРГЫЗСТАНЕ**

А.В. Глазунова, Ж.О. Аликеева

Аннотация. Рассматриваются актуальные тенденции проектирования спортивных сооружений с применением большепролетных конструкций. Развитие современной спортивной инфраструктуры требует создания крупных беспорных пространств – для соревнований, тренировок и массовых мероприятий. В ходе исследования проанализированы основные типы конструктивных систем, используемые в мировой практике: пространственные металлические фермы, мембранные покрытия, оболочковые структуры и сборно-монолитные системы. В качестве методологической основы использован архитектурно-конструктивный и сравнительный анализ. Рассмотрены примеры реализации конструктивных решений как в Кыргызстане, так и в зарубежной практике. Результаты исследования подтверждают перспективность лёгких металлических и мембранных конструкций в современном спортивном строительстве.

Ключевые слова: спортивные сооружения; большепролетные конструкции; пространственные фермы; мембранные покрытия; BIM-технологии; инженерные инновации; архитектура спортивных комплексов.

**СПОРТТУК КУРУЛУШТАРДЫ ДОЛБООРЛООДОГУ ЗАМАНБАП
ИНЖЕНЕРДИК ТЕНДЕНЦИЯЛАР: КЫРГЫЗСТАНДАГЫ
ЧОҢ АРАЛЫКТЫ КАПТООЧУ КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫН ИННОВАЦИЯЛАРЫ**

А.В. Глазунова, Ж.О. Аликеева

Аннотация. Макалада чоң аралыкты камтыган конструкцияларды колдонуу менен спорттук курулуштарды долбоорлоонун заманбап тенденциялары каралат. Заманбап спорт инфраструктурасынын өнүгүшү мелдештерди, машыгууларды жана массалык иш-чараларды өткөрүү үчүн чоң, таянычсыз мейкиндиктерди түзүүнү талап кылат. Изилдөөнүн жүрүшүндө дүйнөлүк практикада колдонулган негизги конструктивдик системалар талданды: мейкиндиктик металл фермалар, мембраналык жабуулар, кабык структуралар жана курама (монолиттик жана курама) системалар. Методологиялык негиз катары архитектуралык-конструктивдик жана салыштырма талдоо колдонулган. Кыргызстандагы жана чет өлкөлүк практикадагы конструктивдик чечимдердин мисалдары каралган. Изилдөөнүн жыйынтыктары жеңил металл жана мембраналык конструкциялар заманбап спорттук курулушта жогорку потенциалга ээ экенин тастыктайт.

Түйүндүү сөздөр: спорттук курулуштар; чоң аралыкты камтыган конструкциялар; мейкиндиктик фермалар; мембраналык жабуулар; BIM-технологиялар; инженердик инновациялар; спорт комплекстеринин архитектурасы.

**MODERN ENGINEERING TRENDS IN THE DESIGN OF SPORTS FACILITIES:
INNOVATIONS OF LONG-SPAN STRUCTURES IN KYRGYZSTAN**

A.V. Glazunova, Zh.O. Alikeeva

Abstract. The article examines current trends in the design of sports facilities using long-span structures. The development of modern sports infrastructure requires the creation of large column-free spaces for competitions, training, and mass events. The study analyzes the main types of structural systems used in global practice, including spatial metal trusses, membrane structures, shell structures, and composite (cast-in-place and prefabricated) systems.

The methodological framework is based on architectural-structural and comparative analysis. Examples of implemented structural solutions in both Kyrgyzstan and international practice are considered. The results of the study confirm the potential of lightweight metal and membrane structures in modern sports construction.

Keywords: sports facilities; long-span structures; spatial trusses; membrane structures; BIM technologies; engineering innovations; sports architecture.

Введение. Развитие спортивной инфраструктуры заметно влияет на облик современного города и качество жизни населения [1].

Одной из ключевых инженерных задач при проектировании спортивных сооружений – перекрытие больших пространств без внутренних колонн [2]. Их наличие существенно ограничивает функциональность арен и усложняет организацию зрительских мест – именно поэтому большепролетные конструкции обретают особую актуальность [3].

Современные технологии позволяют перекрывать пролёты свыше 50–60 м с помощью пространственных металлических ферм, мембранных покрытий, оболочковых структур и вантовых систем [3]. Такие решения не только обеспечивают свободные трансформируемые пространства, но и формируют выразительный архитектурный образ сооружения.

Для Кыргызстана строительство современных спортивных объектов остаётся актуальной задачей. При этом внедрение инновационных конструкций в отечественной практике пока ограничено – сказываются невысокий уровень технологизации отрасли, нехватка квалифицированных специалистов и высокая стоимость материалов.

Цели исследования – проанализировать современные тенденции проектирования большепролетных конструкций в Кыргызстане, оценить применяемые инженерно-строительные решения и определить перспективы их использования при проектировании спортивных комплексов.

Методы и материалы исследования. В исследовании использованы архитектурно-конструктивный, морфологический и сравнительный анализы, а также натурное обследование большепролетных спортивных сооружений.

Архитектурно-конструктивный и морфологический анализ позволил выявить особенности взаимодействия архитектурной формы и конструктивных систем [2]. Сравнительный анализ был направлен на сопоставление различных типов большепролетных конструкций и оценку их эффективности [3].

Была изучена актуальная литература, стандарты и нормативы области большепролетных конструкций и спортивной архитектуры – в том числе работы К.А. Пономаренко [1], М. Филипповой [2], А.В. Захарова, Т.Р. Забалуевой [3], Р.Е. Секеева [4].

Проведён сравнительный анализ стальных ферм, пространственных куполов, мембранных покрытий и сборно-монолитных решений. Особое внимание уделено их применимости для объектов с пролётами свыше 50–60 м, а также возможностями адаптации к климатическим и сейсмическим условиям Кыргызстана.

Помимо этого изучены рабочие проекты и проведено натурное обследование реализованных объектов: Azattyk Arena, Малой арены стадиона им. Д. Омурзакова в Бишкеке, физкультурно-оздоровительного комплекса «Газпром», также рассмотрены зарубежные аналоги – Beijing National Stadium и Astana Arena.

Типология большепролетных конструкций. Большепролетные конструкции – важный элемент архитектурно-пространственной организации современных спортивных сооружений. Их применение позволяет создавать крупные безопорные пространства, необходимые для размещения арен и зрительских трибун. Рассмотрим наиболее распространенные типы конструктивных систем (таблица 1).

Выбор конструктивной системы зависит от функционального назначения сооружения, величины пролёта, климатических условий и экономических факторов.

Таблица 1 – Типы большепролетных конструкций

Тип конструкции	Конструктивная схема	Диапазон пролётов	Основные преимущества	Примеры применения
Пространственные металлические фермы	Пространственный стержневой каркас	60–120 м	Высокая жёсткость, относительно малая масса	Ледовые арены, спортивные залы
Мембранные покрытия	Натяжные конструкции из синтетических материалов	80–200 м	Минимальный вес, высокая архитектурная выразительность	Стадионы, временные спортивные сооружения
Купольные оболочки	Пространственная оболочка криволинейной формы	50–150 м	Равномерное распределение нагрузок	Крытые стадионы
Сборно-монолитные системы	Комбинированные железобетонные конструкции	40–80 м	Высокая устойчивость и долговечность	Спортивные комплексы

Анализ аналогов спортивных сооружений с большепролетными конструкциями.

Azattyk Arena (рисунок 1) – один из крупнейших современных спортивных объектов Бишкека и значимый элемент спортивной инфраструктуры Кыргызстана [5]. Стадион рассчитан на проведение международных соревнований и крупных культурных мероприятий.

В архитектурно-планировочном отношении сооружение решено по типу открытой чаши: зрительские трибуны расположены по периметру игрового поля. Конструктивно основной акцент сделан на покрытии трибун – здесь применяются большепролетные металлические конструкции, позволяющие перекрывать значительные пространства без промежуточных опор.

Металлический каркас существенно снижает массу покрытия, повышает пространственную жёсткость и обеспечивает устойчивость к ветровым и сейсмическим нагрузкам [2]. Учитывая, что Кыргызстан находится в зоне повышенной сейсмической активности, применение лёгких металлических конструкций здесь особенно оправдано.

Таким образом, *Azattyk Arena* наглядно демонстрирует применение современных архитектурно-конструктивных решений в спортивном строительстве и отражает тенденцию постепенного внедрения большепролетных конструкций в практике Кыргызстана.

Малая арена стадиона имени Долона Омурзакова (рисунок 2) входит в состав крупного спортивного комплекса в центре Бишкека [6]. В 2025 году объект прошёл реконструкцию и был введён в эксплуатацию как современное многофункциональное сооружение, приспособленное для проведения спортивных и культурно-массовых мероприятий.

С инженерной точки зрения арена представляет собой пример применения компактных большепролетных конструкций в спортивной архитектуре. Несмотря на относительно небольшие габариты, объемно-планировочное и конструктивное решение аналогично принципам построения крупных стадионов – формирование свободного большепролетного пространства для зрителей и обеспечение гибкости использования сооружения (см. рисунок 2).

Конструктивная система включает металлический каркас с облегчёнными элементами покрытия, что позволило сформировать просторные внутренние пространства с минимальным количеством промежуточных опор при сохранении пространственной устойчивости. Такой подход особенно актуален для условий Кыргызстана, где при проектировании необходимо учитывать сейсмическую активность региона.

Малая арена стадиона им. Д. Омурзакова отражает общую тенденцию развития спортивной архитектуры республики – создание многофункциональных объектов с эффективной конструктивной схемой и рациональной организацией внутренних пространств (рисунок 3). Реализация подобных

Местоположение: Бишкек, Кыргызстан
Вместимость: 51 000 зрителей
Открытие: август 2026 года
Парковочные места: более 2 000

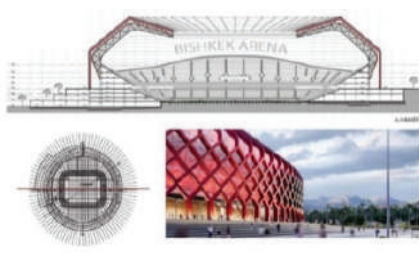


Рисунок 1 – Azattyk Arena в Бишкеке

Возведено: 1939–1941 годы
Реконструкция: ноябрь 2025 года
Вместимость: около 5 тыс. зрителей
Архитектор: до реконструкции –
В. Маруков
Адрес: ул. Тоголок Молдо, 17/17,
г. Бишкек



Рисунок 2 – Малая арена стадиона имени Д. Омуразакова



Рисунок 3 – Малая арена стадиона имени Д. Омурзакова. Возведение объекта

проектов способствует постепенному внедрению современных инженерных решений в практику проектирования большепролетных сооружений Кыргызстана.

Также в качестве отечественного примера был рассмотрен физкультурно-оздоровительный комплекс «Газпром» в г. Бишкеке [7]. Конструктивная система представляет собой несущий железобетонный и смешанный каркас. Большепролетное перекрытие основного зала состоит из металлических ферм, опирающихся на колонны и покрытия из легких материалов (рисунок 4).

Astana Arena (рисунок 5) – один из наиболее показательных примеров применения большепролетных конструктивных систем в современной спортивной архитектуре [8]. Стадион расположен в Астане и рассчитан на проведение футбольных матчей, спортивных соревнований и крупных культурных мероприятий.

Конструктивная система стадиона представляет собой пространственный металлокаркас, обеспечивающий перекрытие больших пролётов над трибунами. Отличительная особенность сооружения – раздвижная кровля общей площадью 10 000 м². Центральная часть покрытия состоит из подвижных сегментов на основе металлических ферм, перемещающихся на направляющем (рисунки 5, 6).

Такая конструктивная схема позволила сформировать масштабное большепролетное пространство над зрительскими трибунами без промежуточных опор, что обеспечивает высокую функциональную гибкость объекта. Раздвижная кровля даёт возможность эксплуатировать стадион в различных климатических условиях, защищая трибуны и игровое поле от непогоды.

Astana Arena – наглядный пример успешной интеграции передовых большепролетных металлических конструкций в спортивное проектирование. Применение пространственных ферменных элементов позволяет формировать обширные многофункциональные пространства и существенно расширяет эксплуатационный потенциал современных стадионов (см. рисунок 6).

Beijing National Stadium (Китай), более известный как “Птичье гнездо”, – один из самых узнаваемых примеров применения большепролетных конструктивных систем в современной спортивной архитектуре [9]. Сооружение предназначено для проведения международных соревнований, церемоний и крупных массовых мероприятий (рисунок 7).

В отличие от традиционных каркасных систем с регулярной сеткой несущих элементов, здесь применяется нерегулярная пространственная решётка. Такое решение обеспечивает более равномерное распределение нагрузок и повышает пространственную жёсткость конструкции.

Конструктивная система включает несколько уровней несущих элементов: кольцевые балки, радиальные фермы и вторичные стержневые элементы, формирующие пространственную оболочку покрытия. Совместная работа этих элементов обеспечивает устойчивость сооружения к ветровым, снеговым и динамическим нагрузкам (рисунок 8).

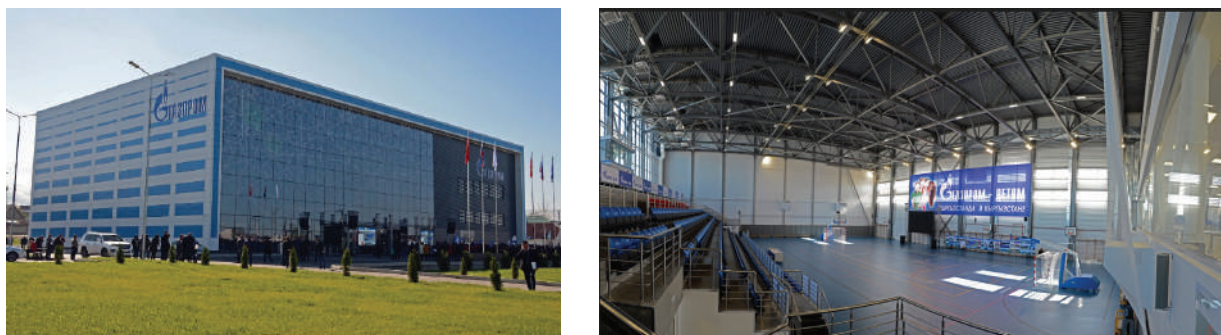


Рисунок 4 – Физкультурно-оздоровительный комплекс «Газпром». Внешний вид. Интерьер

Открытие: июль 2009 года
Вместимость: около 30 тыс. зрителей
Архитектор: Tabanlıoğlu Architects (Турция)
Особенность: раздвижная крыша 10 тыс. кв. м
Адрес: проспект Туран 48, г. Астана



Рисунок 5 – Стадион Astana Arena

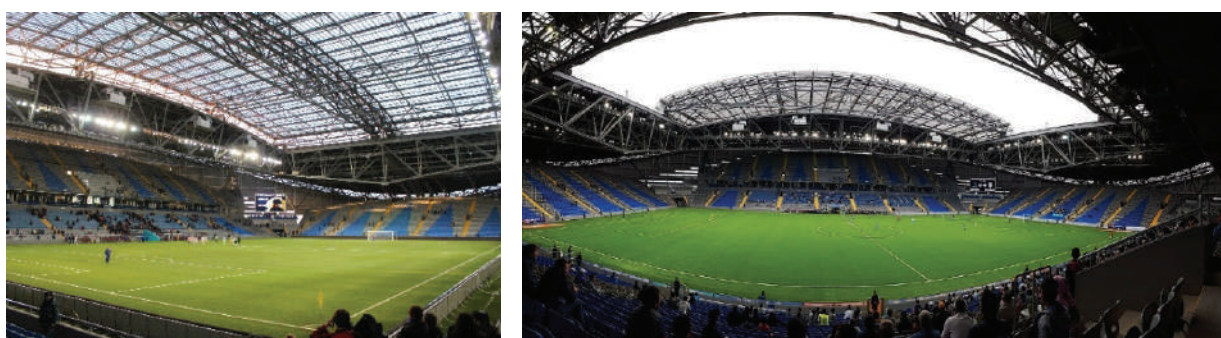


Рисунок 6 – Стадион Astana Arena, конструкции перекрытия

Расположение: Олимпийский парк, район Чаоян, Пекин, КНР

Дата строительства: 2003–2008 гг.

Архитектор: Herzog & de Meuron, Ли Синган, художественный консультант Ай Вэйвэй

Вместимость: около 91 000 зрителей

Конструкция: стальные фермы общей длиной 36 км, 42–45 тыс. тонн



Рисунок 7 – Стадион Beijing National Stadium (Китай)

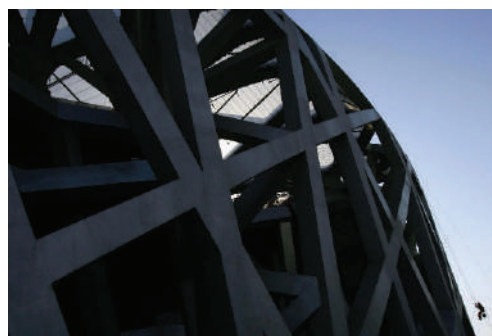


Рисунок 8 – Стадион Beijing National Stadium, конструкции оболочки

Опыт проектирования Beijing National Stadium наглядно показывает возможности показывает возможности сложных пространственных стальных конструкций при перекрытии сверхбольших пролётов и оказывает заметное влияние на развитие современной на развитие современной спортивной архитектуры.

Сравнительный анализ спортивных сооружений с большепролетными конструкциями. Сравнительный анализ рассмотренных объектов позволяет выявить основные конструктивные подходы к перекрытию больших пролётов в современной спортивной архитектуре. Несмотря на различия в масштабах и архитектурных решениях, все рассмотренные сооружения объединяет применение пространственных металлических конструкций, обеспечивающих формирование крупных безопорных пространств. Для наглядного сопоставления конструктивных особенностей объектов сопоставлена сравнительная таблица 2.

Сравнительный анализ подтверждает актуальность пространственных металлических конструкций, позволяющих перекрывать большие пролёты без промежуточных опор. Рассмотренные примеры демонстрируют широкое разнообразие конструктивных решений – от ферменных систем до сложных оболочковых структур и трансформируемых покрытий. Применение подобных технологий способствует формированию крупных многофункциональных пространств и повышает эксплуатационную гибкость спортивных объектов.

Заключение. В ходе исследования выявлены характерные особенности большепролетных конструктивных систем в современной спортивной архитектуре: использование пространственных металлических конструкций и трансформируемых покрытий позволяет формировать масштабные безопорные пространства и расширять функциональные возможности спортивных сооружений.

Таблица 2 – Сравнительный анализ большепролетных спортивных сооружений

Объект	Страна	Вместимость, мест	Типы конструкций	Особенности
Azattyk Arena	Кыргызстан	51 000	Несущий многоуровневый железобетонный каркас. Пространственные металлические фермы	Покрытие трибун большим пролётом
Astana Arena	Казахстан	30 000	Несущий многоуровневый железобетонный каркас. Пространственные металлические фермы с трансформируемой кровлей	Раздвижная кровля
Beijing National Stadium	Китай	91 000	Железобетонный каркас трибун и пространственная стальная оболочка фасада из сверхпрочной стали конструктивно независимы друг от друга	Сложная пространственная структура
Малая арена им. Д. Омурзакова	Кыргызстан	5 000	Металлический каркас с облегченными элементами покрытия	Многофункциональная спортивная арена
Физкультурно-оздоровительный комплекс «Газпром»	Кыргызстан	3000	Железобетонный и смешанный каркас. Большепролетные фермы с облегченными элементами покрытия	Многофункциональная спортивная арена

Зарубежные примеры – Beijing National Stadium и Astana Arena – демонстрируют высокий уровень развития архитектурно-конструктивных решений на основе сложных пространственных металлических систем и адаптивных покрытий.

Анализ отечественной практики показывает, что в Кыргызстане современные сооружения также постепенно начинают внедряться в строительство. Показательный пример – Azattyk Arena, где применены облегченные конструктивные системы: пространственный металлокаркас и системы ферм. В настоящее время главным принципом построения большепролетных сооружений в Кыргызстане является применение облегченных каркасных конструктивных систем на основе металлокаркаса и систем ферм.

Дальнейшее развитие спортивной архитектуры Кыргызстана во многом связано с более широким освоением современных инженерно-строительных технологий развитием и более сложных пространственных систем металлоконструкций с трансформируемыми адаптивными элементами.

Поступила: 16.03.2026; рецензирована: 03.03.2026; принята: 31.03.2026.

Литература

1. Пономаренко К.А. Автоматизация процесса моделирования отделки в программном комплексе Autodesk Revit: Технострой: магистрская дис. / К.А. Пономаренко. Екатеринбург, 2025. URL: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/145443> (дата обращения: 10.10.2025).
2. Филиппова М. Большепролетные спортивные сооружения: архитектурные и конструктивные особенности: учебное пособие. Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), 2014. 84 с. (дата обращения: 10.10.2025).
3. Zakharov A.V., Zabalueva T.R. (2022). Identification of approaches to architectural and structural solutions in sports buildings. URL: <https://camjol.info/index.php/NEXO/article/download/15002/17916> (дата обращения: 10.10.2025).
4. Секеев Р. Современные тенденции проектирования спортивно-зрелищных сооружений / Р. Сакеев // Молодой ученый. 2021 URL: <http://moluch.ru/archive/359/80285>

5. StadiumDB.com stadium database. URL: https://stadiumdb.com/designs/kgz/kyrgyzstan_national_stadium (дата обращения 20.03.2026).
6. Как выглядит малая арена стадиона имени Д. Омурзакова в Бишкеке // Kaktus.media. URL: https://kaktus.media/doc/535011_v_bishkeke_otkryli_malyu_arenu_stadiona_im_d_omurzakova_kak_ona_vygliadit.html (дата обращения: 10.10.2025).
7. В Бишкеке состоялось открытие физкультурно-оздоровительного комплекса, построенного в рамках программы «Газпром – детям». URL: <https://kyrgyzstan.gazprom.ru/press/news/2016/10/167/> (дата обращения: 20.03.2026).
8. Press. URL: <https://www.archdaily.com/50605/astana-arena-tabanlioglu> (дата обращения: 10.10.2025).
9. Midas. Стадион Beijing National Stadium – самая крупная стальная конструкция в мире. URL: <https://midasoft.ru/projects/stadion-beijing-national-stadium/> (дата обращения: 20.03.2026).