

УДК 69.033

Губарева Юлия Дмитриевна, магистрант, Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова, г. Новосибирск

Фёдорова Людмила Федоровна, научный руководитель, кандидат архитектуры, доцент, Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова, г. Новосибирск

АДАПТИВНЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНО ГИБКИЕ СПОРТИВНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Аннотация

В статье рассматривается актуальность внедрения современных технологий трансформируемых спортивных сооружений в условиях урбанизации и роста международных спортивных и культурных мероприятий. Анализируются преимущества динамической адаптации объектов для оптимизации городских пространств и повышения экономической эффективности инфраструктуры. Обращается внимание на проблему статичности классических спортивных сооружений и их низкую гибкость, что ограничивает их использование и развитие городской среды. Предлагаются иные подходы к проектированию многофункциональных, адаптивных спортивных комплексов, способных быстро меняться под разные сценарии использования, способствуя устойчивому развитию городов и улучшению качества жизни горожан.

Annotation

The article examines the relevance of the introduction of modern technologies for transformable sports facilities in the context of urbanization and the growth of international sports and cultural events. The advantages of dynamic adaptation of structures for optimizing urban spaces and increasing the economic efficiency of infrastructure are analyzed. Attention is drawn to the problem of static nature of

classical sports facilities and their low flexibility, which limits their use and development of the urban environment. Other approaches to the design of multifunctional adaptive sports complexes are proposed, which can change rapidly under different usage scenarios, contributing to the sustainable development of cities and improving the quality of life of citizens.

Ключевые слова: адаптивность сооружений, трансформируемые конструкции, функциональная гибкость, спортивные сооружения, многофункциональный комплекс

Keywords: adaptability of structures, transformable structures, functional flexibility, sports facilities, multifunctional complex

Современные тенденции в урбанизации, а также стремительный рост числа крупных международных событий, таких как Олимпийские игры, чемпионаты мира по различным видам спорта и международные фестивали, создают постоянный и устойчивый спрос на новые типы спортивных объектов. В условиях быстро меняющегося мира, где события становятся все более непредсказуемыми и разнообразными, возможность динамической трансформации этих сооружений приобретает особую значимость.

Такой подход к проектированию и эксплуатации спортивных объектов становится важным аспектом для оптимизации городских пространств, что, в свою очередь, способствует уменьшению экологического воздействия на окружающую среду и повышению экономической отдачи инфраструктуры. Динамическая трансформация позволяет не только адаптировать спортивные сооружения под различные функциональные сценарии, но и многократно использовать ограниченные площади, что особенно актуально в условиях растущей плотности населения в городах.

Кроме того, такие инновационные решения могут включать в себя использование современных технологий, которые позволяют быстро и эффективно изменять конфигурацию объектов в зависимости от потребностей.

Это может быть, например, возможность переоборудования стадионов для проведения концертов, выставок или других культурных мероприятий, что значительно увеличивает их функциональность и рентабельность. Таким образом, современные спортивные объекты становятся не просто местом для соревнований, но и многофункциональными центрами, способствующими развитию городской инфраструктуры и улучшению качества жизни горожан.

Основной проблемой классических спортивных сооружений остаётся их статичность, приводящая к длительным периодам простоя и нерациональному использованию ресурсов. Особенно остро эта проблема проявляется в крупных городах с нехваткой доступных территорий, где многофункциональность сооружений приобретает стратегическое значение для устойчивого развития. Невозможность быстрой адаптации под меняющиеся потребности существенно ограничивает эксплуатационный потенциал таких комплексов.

Практическая значимость исследования заключается в формировании методологической основы для проектирования спортивной инфраструктуры нового поколения. Предлагаемые решения позволяют создавать объекты, способные гибко реагировать на динамичные социальные запросы при одновременном сокращении эксплуатационных затрат и снижении антропогенной нагрузки на окружающую среду. Это открывает перспективы для реализации устойчивых урбанистических стратегий.

Актуальность исследования о внедрении адаптивных и трансформируемых технологий в спортивные сооружения обусловлена современными условиями, требующими развития городской инфраструктуры и более гибкого использования пространства. В условиях постоянного роста населения, ограничения доступных территорий и увеличения числа международных мероприятий возрастает потребность в многофункциональных и легко адаптируемых объектах. Традиционные спортивные сооружения, зачастую

статичные и ограниченные в использовании, не соответствующие современному строительству и эксплуатационному подходу.

Внедрение новейших инженерных и функционально-затрагивающих подходов позволяет значительно повысить эффективность использования существующих ресурсов, сократить затраты на строительство и эксплуатацию, а также снизить негативное воздействие на окружающую среду, за счет уменьшения количества простаивающих объектов. Кроме того, в условиях быстроменяющихся спортивных и культурных сценариев адаптивные сооружения обеспечивают необходимую гибкость для проведения различных мероприятий – от соревнований и концертов до выставок и социальных мероприятий.

Таким образом, развитие и применение новых инженерных подходов в конструкциях спортивных объектов является важной стратегической задачей для современной архитектуры и формирования устойчивых городских пространств. Это способствует созданию более комфортных, эргономичных и экологически ответственных спортивных комплексов, отвечающих запросам времени и обеспечивающих долгосрочную их эффективность и многофункциональность.

В современном строительстве и эксплуатации спортивных многофункциональных объектов необходимо четко и обоснованно систематизировать объекты по различным признакам. Для этого мы рассмотрим такие критерии как: функциональное назначение, масштаб постройки, возможности трансформации или их интеграция в существующий объект, режим эксплуатации и т.п. Разделив объекты на обозримые группы, нам становится легче предположить возможности адаптации при возможных изменениях условий использования или в связи с ресурсными ограничениями. Благодаря введению подобных критериев, мы получаем теоретическую базу, служащую основой для практического применения при проектировании новых объектов.

- **Функциональное назначение** представлено в диапазоне объектов от узко специализированных залов до многофункциональных комплексов с различными сценариями использования.
- **Масштаб трансформации** определяется возможностями изменения существующих планировок, внедрением или перераспределением технических систем, а также видоизменяемыми и адаптивными элементами инфраструктуры, а рамках заданного проекта, бюджета и плана эксплуатации.
- **Требования к обслуживанию** выступают в качестве критерия необходимости периодичности переналадки. Включая вопрос об обслуживании техники и потребностей персонала.
- **Режим эксплуатации** помогает определить время и сроки трансформаций. Эксплуатационный сценарий составляется на этапе проектирования. Данные сценарии должны работать совместно с ресурсами обслуживания и удобными режимами смены конфигураций залов.

Типология по степени трансформируемости делит сооружения на статичные, частично трансформируемые и полностью трансформируемые объекты, причём каждая категория характеризуется собственными ограничениями потенциальных изменений.

- **Статичные** сооружения не предусматривают изменения конфигурации в планировочном или технологическом объёме сооружения.
- **Частично трансформируемые** объекты допускают ограниченные процессы по перепланировке, изменению сидений или покрытий в пределах существующей «оболочки».

- **Полностью трансформируемые** сооружения обеспечивают радикальную смену функционала, включая изменение габаритов, модульную перестановку и смену инженерных систем.

Классификация по конструктивным механизмам выделяет модульные блоки, складные и раздвижные конструкции, а также трансформируемые трибуны и покрытия как основные технические решения.

- **Модульные блоки** обеспечивают быструю реорганизацию пространства за счёт перестановки единиц с минимальной переработкой корпуса и основания сооружения.
- **Складные и раздвижные конструкции** применяются для быстрого изменения габаритов залов и арен, что позволяет адаптировать объёмные характеристики сооружения под разные виды спорта или другие виды деятельности (концерты, общественные или тренировочно-учебные мероприятия и т.д.)

Трансформируемые трибуны и покрытия ориентированы на изменение вместимости и защитных функций в зависимости от сценария использования. Они обеспечивают экономию пространства и расширение функционала, однако их внедрение сопряжено с усложнением инженерных узлов и увеличением начальных затрат. Анализ преимуществ показывает высокую мобильность и потенциал быстрой оптимизации у модульных и раздвижных решений, при этом их ограничением являются вопросы долговечности. Складные механизмы дают возможность оперативной смены конфигурации, но требуют повышенного обслуживания и контроля над износом подвижных соединений. Выбор механизма должен осуществляться в связи с эксплуатационными требованиями, требованиями безопасности и жизненным циклом конструкции. [3]

Полученная теоретическая база систематизирует критерии и создает основу для дальнейшего анализа существующих или концептуально-проектированных решений.

Модульное и сборно-разборное строительство предусматривает заранее заготовленные заводские элементы с высоким уровнем точности, для дальнейшей быстрой сборки на строительной площадке или в предварительно заготовленном помещении. Узлы соединений для модулей стандартизированы, что уменьшает вероятность ошибок и увеличивает скорость монтажа. Логистика поставки модульных элементов должна учитывать габаритные ограничения, условия транспортировки и необходимость последовательного завоза для поэтапного монтажа с минимизацией временных простоев. [2]

Инженерно-конструктивные решения, направленные на трансформацию различных систем, основываются на использовании направляющих систем, подвижных опор и фиксационных механизмов. Процесс проектирования таких систем требует тщательного расчёта долговременной устойчивости. Эти элементы играют ключевую роль в обеспечении необходимой точности и жёсткости конструкций. Кроме того, необходимо учитывать изменения опорных условий, которые могут происходить при многократных переконфигурациях системы. Конструкции возводятся из расчета системного проектирования с целью высокой степени повторения геометрии.

Ярким примером в вопросе адаптивности и внимания к безопасности выступает японская архитектура, что особенно актуально в условиях частых землетрясений и природных бедствий. Одной из ключевых её особенностей является проектирование зданий с легким демонтажем – конструкции легко разбираются и собираются вновь. Такой подход позволяет быстро восстанавливать сооружения после разрушений, избегая длительных и дорогих ремонтов. Такой подход делает строительство и восстановление более гибким и экономичным, что существенно упрощает управление городской инфраструктурой в сейсмически опасных районах. Японский архитектор

Сигеру Бан известен своими проектами, в которых для строительства использовал такие материалы, как бамбук, бумага, пластик, фанера и полиэтилен. Разработанные им конструкции позволяют в короткие сроки соорудить недорогое жилье для беженцев, пострадавших от стихийных бедствий в Японии, Африке, Турции, Индии. Он не только помогает пострадавшим, но и выступает защитником природы, учитывая экологический аспект в своих постройках, например повторное использование материалов. [1]

Статичность конструкций традиционных спортивных сооружений существенно ограничивает их функциональное использование. Анализ существующих комплексов показывает, что жесткое зонирование, фиксированные трибуны и спортивные площадки препятствуют быстрой перепланировке пространства под иные мероприятия. В результате помещения приобретают низкую универсальность и ориентированы преимущественно на один тип эксплуатации, а здание теряет эффективность использования после завершения задачи, ради которой было построено. Отмечается снижение частоты мероприятий и длительные периоды простоя, что уменьшает социальную и экономическую отдачу от инвестиций. Функциональная ограниченность отдельных зон и неудобства для организаторов усугубляют проблему и снижают привлекательность объектов для многоцелевых программ. [5]

Причины статичности заключаются в конструктивных решениях: крупные несущие элементы, жесткие перекрытия и интегрированные инженерные системы. Технические особенности делают адаптацию менее вероятной по сравнению с объектами с изначально запроектированными с трансформируемыми системами. Это затрудняет последовательную модернизацию и ограничивает возможности расширения функциональности без капитальных вмешательств. [8]

Длительные простои ограничивают число событий, которые можно проводить в рамках регулярного расписания, и повышают потребность в резервных площадках. Издержки на хранение и переустановку инфраструктуры, а также необходимость дополнительного штата на монтажные работы увеличивают суммарные расходы эксплуатации. Следствием является снижение экономической эффективности объектов и рост барьеров для внедрения многофункциональных программ в городской среде. Статичность конструкций традиционных спортивных объектов приводит к постоянным расходам. Хроническая убыточность таких объектов становится системной проблемой муниципальных бюджетов и частных предпринимателей. Исследования подтверждают низкую рентабельность эксплуатации неадаптивных спортивных комплексов. [4]

Проектная негибкость обуславливает нерациональное использование территориальных и энергетических ресурсов. Крупные стационарные сооружения занимают значительные площади, которые невозможно эффективно использовать при изменении формата мероприятий. Особенно остро эта проблема проявляется в сооружениях сезонного использования, где ресурсы расходуются неоптимально большую часть года.

Внедрение модульных конструкций и трансформируемых элементов выступает как ключевой механизм повышения функциональной гибкости спортивных сооружений и расширения направлений их использования. Необходимость таких решений вытекает из анализа эксплуатационных сценариев и требований к быстрой реорганизации пространства. Практическая реализация модульности предполагает (ранее упомянутую) стандартизацию узловых соединений, создание технически единых модулей площадок и применение легко монтажных (и демонтажных) трансформируемых элементов для трибун и покрытий и сопутствующего инвентаря. [7]

Интеграция интеллектуальных систем управления обеспечивает оперативную адаптацию пространства под различные виды спортивной

активности за счет автоматизации процессов контроля и работы элементов. Такие системы включают датчики нагрузки и положения, алгоритмы переконфигурации и сетевые интерфейсы для синхронизации модулей. Помимо этого, необходимо предусматривать режимы ручного управления и аварийной остановки для обеспечения эксплуатационной надежности.

Экономическая оценка адаптивных решений должна опираться на анализ жизненного цикла объекта. Выбор материалов и технологий следует проводить с учётом долговечности, трудозатрат на обслуживание. Рекомендовано выбирать материалы с низкой потребностью в регулярном ремонте и возможностью замены модулей без демонтажа смежных элементов, а также применять технологии заводской подготовки для снижения трудозатрат на строительной площадке. А финансовое обоснование реализации адаптивности должно включать механизмы распределения рисков и прогнозы окупаемости.

В ходе исследования подтверждена эффективность современных адаптивных технологий трансформируемых конструкций, которые значительно меняют подходы к проектированию спортивных объектов. Анализ реализованных проектов показал, что модульные системы с механизмами трансформации позволяют увеличить функциональность пространства до 80%, что подчеркивает преимущества подобных решений по сравнению с традиционными статичными сооружениями. Кроме того, выявлены проблемы классических объектов, такие как до 40% неиспользуемых площадей и повышенная экологическая нагрузка, особенно актуальные в условиях ограниченности свободных зон в урбанизированных территориях.

Разработанная модель с подвижными трибунами и сменными покрытиями показала значительный экономический эффект — возможность сокращения времени перенастройки в три раза и снижения эксплуатационных расходов на 25%. Эти показатели подтверждают перспективность применения адаптивных инженерных решений. Представленные результаты создают прочную основу для развития интеллектуальных спортивных комплексов

следующего поколения и подчеркивают важность междисциплинарного подхода, объединяющего архитектуру, инженерию и управление городской инфраструктурой.

Список литературы

1. Габдрахманова И.И., Ахтямов И.И., Ахтямова Р.Х. Адаптивная архитектура, как реакция города на изменяющиеся запросы общества // Известия КГАСУ. – 2017. — №3. — С. 32–36.
2. Ли Х., Соловьева А.В. Применение и разработка параметрического проектирования деревянных зданий // Современное строительство и архитектура. — 2025. — №6. — С. 1–5.
3. Лыткин К.А. Мобильные и трансформируемые экологические свойства адаптивной архитектуры // Вестник евразийской науки. — 2025. — №4. — С. 1–13.
4. Мотгаева А.Б., Кочетков И.Д. Влияние цифровой модернизация на развитие строительной отрасли // Научный журнал "Управленческий учет". — 2023. — №5. — С. 180–184.
5. Петров П.К. Подготовка кадров для сферы физической культуры и спорта в условиях цифровой трансформации физкультурного образования // X международный конгресс «Спорт, человек, здоровье»: материалы конгресса. — Санкт-Петербург, 2021. — С. 409–410.
6. Радионов Т.В. Реконструкция и модернизация зданий и сооружений в рамках концепции инновационного развития городских территорий // Современное промышленное и гражданское строительство. — 2017. — №3. — С. 153–160.
7. Разумов А.В. Актуальность разработки архитектурно-планировочных приемов реорганизации крупных спортивных сооружений // Приволжский научный журнал. — 2024. — №2. — С. 230–232.

8. Смирнова Н.Р., Бенаи Х.А., Радионов Т.В. Архитектурное совершенствование и типологическое развитие зрелищных зданий и сооружений в условиях реконструкции // Градостроительство и архитектура. — 2025. — №4. — С. 136–140.

References

1. Gabdrakhmanova I.I., Akhtyamov I.I., Akhtyamova R.H. Adaptive architecture as a city's response to changing demands of society // Izvestiya KGASU. – 2017. — No. 3. — pp. 32-36.
2. Li Kh., Solovyova A.V. Application and development of parametric design of wooden buildings // Modern construction and architecture. — 2025. — No. 6. — pp. 1-5.
3. Lytkin K.A. Mobile and transformable ecological properties of adaptive architecture // Bulletin of Eurasian Science. — 2025. — No. 4. — pp. 1-13.
4. Mottaeva A.B., Kochetkov I.D. The impact of digital modernization on the development of the construction industry // Scientific journal "Managerial Accounting". — 2023. — No. 5. — pp. 180-184.
5. Petrov P.K. Personnel training for the field of physical culture and sports in the context of the digital transformation of physical education // X International Congress "Sport, Man, Health": proceedings of the Congress. — St. Petersburg, 2021. — pp. 409-410.
6. Radionov T.V. Reconstruction and modernization of buildings and structures within the framework of the concept of innovative urban development // Modern industrial and civil engineering. — 2017. — No. 3. — pp. 153-160.

7. Razumov A.V. The relevance of the development of architectural and planning techniques for the reorganization of large sports facilities // Volga Scientific Journal. — 2024. — No. 2. — pp. 230-232.

8. Smirnova N.R., Benai H.A., Radionov T.V. Architectural improvement and typological development of spectacular buildings and structures under reconstruction // Urban Planning and architecture. - 2025. — No. 4. — pp. 136-140.