

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2023. Т. 25. № 5. С. 53–67.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2023; 25 (5): 53–67.

Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 725.826:796

DOI: 10.31675/1607-1859-2023-25-5-53-67

EDN: STHOLS

АРХИТЕКТУРНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ УНИКАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ПРОТИВОРЕЧИВЫХ ЗАДАЧ И СУБЪЕКТИВНЫХ ФАКТОРОВ (НА ПРИМЕРЕ СПОРТИВНЫХ АРЕН ФУТБОЛЬНЫХ СТАДИОНОВ)

Геннадий Вадимович Океанов

*АО «Центральный научно-исследовательский
и проектно-экспериментальный институт
промышленных зданий и сооружений», г. Москва, Россия*

Аннотация. *Актуальность.* Уникальные здания отражают общественный запрос на инновационную организацию городского пространства, новые перспективы деятельности человека, растущую потребность безопасных и благоприятных условий среды. Архитектурное проектирование уникальных зданий на ранних стадиях осложнено неясностью функциональных и планировочных задач, отсутствием нормативных требований, необходимостью внесения существенных изменений в процессе работы.

Опыт проектирования спортивных арен футбольных стадионов чемпионата мира по футболу 2018 г. в России раскрывает особенности выбора и разработки продуктивной творческой идеи.

В результате комплексного анализа архитектурного наследия и научной литературы установлены тенденции развития данной типологии. Обобщены требования международных спортивных организаций к объемно-планировочному решению спортивных арен, положенные в основу российских норм стандартизации в области строительства. Даны рекомендации по сохранению архитектурной концепции автора проекта в процессе оптимизации.

Ключевые слова: уникальная архитектура, задание на проектирование, футбольные стадионы, спортивные арены, тенденции развития в архитектуре

Для цитирования: Океанов Г.В. Архитектурное формирование уникальных объектов в условиях противоречивых задач и субъективных факторов (на примере спортивных арен футбольных стадионов) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2023. Т. 25. № 5. С. 53–67. DOI: 10.31675/1607-1859-2023-25-4-53-67. EDN: STHOLS

ORIGINAL ARTICLE

**UNIQUE ARCHITECTURE IN CONDITIONS
OF CONFLICTING OBJECTIVES AND SUBJECTIVE
FACTORS (STADIUM CASE STUDIES)****Gennadii V. Okeanov***Central Research and Experimental Design Institute of Industrial Buildings,
Moscow, Russia*

Abstract. Unique buildings reflect a social demand for innovative urban space organization, new perspectives of human activities, and growing need for a safe and favorable environment. Architectural design of unique buildings, especially at early stages, is complicated by uncertainty of functional tasks, absence of regulatory requirements, and necessity for significant modifications during the process. The design experience of stadiums for 2018 FIFA World Cup in Russia shows the development of a productive creative idea. The development of this typology is identified by a comprehensive analysis of the architectural heritage and scientific literature. Requirements of international sports organizations for spatial and planning solutions of sports arenas are summarized herein, which form the basis of the Russian construction standardization. Recommendations are provided for the architectural concept preservation.

Keywords: unique architecture, design, stadiums, sports arenas, architectural trends

For citation: Okeanov G.V. Unique architecture in conditions of conflicting objectives and subjective factors (stadium case studies). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture*. 2023; 25 (5): 53–67. DOI: 10.31675/1607-1859-2023-25-4-53-67. EDN: STHOLS

Введение

Архитектурное проектирование уникальных зданий и сооружений сталкивается со значительными трудностями, вызванными неясностью задания, его изменением в процессе проектирования, отсутствием единой государственной системы нормативных документов в данной сфере строительства и достоверных технических данных о новых конструктивных системах и строительных материалах, субъективными позициями, компетенцией и изменением состава участников [1]. Заслуживает обобщения и внедрения в современную практику опыт преодоления трудностей и продуктивной работы, полученный в ходе проектирования футбольных стадионов чемпионата мира по футболу в России 2018 г.

Формирование уникальных объектов

Двенадцать спортивных арен, соответствующих высшей и первой категориям по классификации Российского футбольного союза, принято считать наследием чемпионата мира. Одновременно с аренами чемпионата проектировался и строился ряд клубных арен соответствующего класса. Предполагаемая функция драйверов роста городов, центров инфраструктурного развития, демонстраторов передовых технологий проектирования и строительства была полностью реализована в процессе подготовки и проведения чемпионата.

При подготовке заявки о проведении чемпионата мира принимался во внимание опыт реконструкции БСА «Лужники» в 1997 г, проектирования ста-

диона «Локомотив» в Москве в 2002 г. и олимпийского стадиона в Сочи, завершённого в 2013 г. В то же время у ряда привлечённых к проектированию организаций отсутствовала соответствующая квалификация. Требовала актуализации нормативная база. Новейшие технологии проектирования и строительства, в частности, большепролётных светопрозрачных покрытий, доказавшие эффективность в зарубежной практике, не были адаптированы к применению в российских климатических условиях.

Для преодоления данных сложностей потребовалась систематизация отечественного и зарубежного опыта. Недостаток информации о рациональных приемах проектирования восполнялся изучением архитектурного наследия, научной и нормативной литературы, в том числе зарубежной, по архитектуре футбольных стадионов, спортивных правил. Выборка объектов архитектурного наследия осуществлялась на основе рейтинга стадионов ФИФА. Комплексный анализ разноформатных данных был направлен на выявление закономерностей пространственной организации и формообразования арен.

В результате анализа реализованных и перспективных проектов выявлены следующие тенденции развития архитектуры спортивных арен футбольных стадионов [2]:

- утилитарная форма;
- унификация и пространственная координация архитектурной структуры;
- архитектурная эволюция и обратимые изменения;
- визуальная взаимосвязь и функциональное взаимодействие внутреннего и внешнего пространств;
- композиционная целостность и стилистическое единство с урбанизированным и природным окружением.

Утилитарная форма может быть признана результатом рационального планировочного решения и художественного осмысления статической работы применяемых конструктивных систем, как правило, отличающихся инновационностью и эффективностью. Центрическая композиция арены вокруг игрового поля определяет простую геометрическую форму плана: прямоугольную, характерную для футбольных стадионов; овальную или круглую как дань традиции универсальных спортивных арен. Альтернатива – максимальная адаптация к очертаниям ограниченного участка застройки. Замкнутая структура объясняется необходимостью разместить максимальное количество зрительских мест на трибунах, в том числе в угловых секторах [3].

Размещение зрителей непосредственно у кромки определяло лучшие условия видимости событий на игровом поле. Беговые дорожки вокруг поля позволяли использовать стадион как универсальный, но уменьшали комфорт для футбольных болельщиков, составляющих большинство посетителей стадиона. В процессе архитектурной эволюции футбольная специализация арены получает приоритет.

Размещение однотипных блоков зрительских мест на трибунах, разделённых на секторы и ярусы для организации доступа и безопасности вокруг игрового поля, предназначено обеспечить достаточную вместимость арены. Начиная с 20 000 зрителей, обособленные трибуны объединяются угловыми секторами, навесы над ними смыкаются в кольцо, но сохраняется сквозной

проем над игровым полем [4]. Арена приобретает выраженную регулярную концентрическую планировочную структуру. Крыша и фасады арены формируются по секционно-модульному принципу, где каждый элемент унифицирован и соответствует заданным пространственным параметрам, что хорошо видно на примере арены «Ювентус» в Турине (Италия) (рис. 1) [5].

Замыкание периметра арены приводит к изоляции внутреннего пространства. Способствуя созданию специфической психоэмоциональной атмосферы «кипящего котла», изоляция искажает образ общедоступного, привлекательного для публики, раскрытого пространства, интегрированного в городское и природное окружение. Раскрытое пространство арены ярко продемонстрировано в г. Браге (Португалия), где две изолированные трибуны встроены в скальный каньон (рис. 2), или на олимпийском стадионе Афин (Греция) (рис. 3) благодаря пластической форме и светопрозрачной кровле обособленных навесов.



Рис. 1. «Ювентус», Турин¹
Fig. 1. Juventus, Turin



Рис. 2. Арена в Браге²
Fig. 2. The Municipal Stadium of Braga



Рис. 3. Олимпийский стадион, Афины³
Fig. 3. Olympic Stadium of Athens

Рациональные решения, такие как простая геометрическая форма, ярусные трибуны, плоская крыша, проем, близкий по форме к очертаниям игрового поля, можно проследить в процессе развития архитектуры спортивных арен. Стадион «Маракана» в Рио-де-Жанейро (Бразилия) (рис. 4) в ходе реконструкции 2012 г. сохранил первоначальную пространственную форму и композицию фасадов, обретенные в 1950 г., но претерпел конструктивные изменения. В частности, консольная крыша была заменена высокотехнологичной висячей конструкцией типа «велосипедное колесо», с лучшими параметрами солнцезащиты и водоудаления, с сохранением исторических фасадов [6].

Ретроспективный обзор позволяет сделать заключение о стремлении к уменьшению строительного объема спортивных арен в функциональной зависимости от их вместимости за счет малоуклонной крыши. Сферическое купольное покрытие, впервые представленное в проекте арены г. Оиты (Япония) (рис. 5), находит мало последователей, несмотря на ясность и целостность формы [7]. В то же время плоская крыша в сочетании с вертикальным фасадом, например, арена «Ванда Метрополитано» в Мадриде (Испания) (рис. 6), наиболее распространены [8].

¹ URL: <https://www.maungbandung.co.id/bola-dunia/pr-2491550865/Mengenal-Stadion-Raksasa-di-Italia-untuk-Partai-Final-UEFA-Nations-League>

² URL: http://stadiumdb.com/stadiums/por/estadio_municipal_de_braga

³ URL: <https://bangkokbook.ru/galereya/foto-stadion-v-grecii-97-foto.html>



Рис. 4. «Маракана», Рио-де-Жанейро⁴

Fig. 4. Maracanã Stadium, Rio de Janeiro



Рис. 5. Арена в Оите⁵

Fig. 5. Oita Bank Dome



Рис. 6. «Ванда Метрополитано», Мадрид⁶

Fig. 6. Metropolitano Stadium, Madrid

Спортивно-зрелищная функция, выраженная гигантским пространством чаши спортивной арены, как композиционный фактор, доминирует в процессе архитектурного формирования, оставляя регламентированному составу технических и служебных помещений, размещаемых в подтрибунном пространстве или на внешнем периметре трибун между внутренним и внешним рядами опор крыши, подчиненную роль. Объемно-планировочное решение определяется соотношением игрового поля, чаши и крыши арены.

Типичным недостатком спортивных арен признаются значительная протяженность и монотонность фасадов [4]. Действенным экспрессивным приемом композиции служит внедрение вертикальных акцентов. Оригинальность объемно-планировочного решения стадиона «Уэмбли» в Лондоне (рис. 7) обусловлена гигантской ажурной аркой вантового подвеса крыши при регулярной планировочной структуре и метрически однородной композиции фасадов. Л-образные пилоны вантовых подвесов крыши определяют уникальный облик арены в Турине, решенной на основе прямоугольного, со скругленными углами, плана, невзирая на статичные монотонные фасады.

Унификация и пространственная координация обоснованы регулярным функционально-планировочным решением спортивных арен, особенностями высокотехнологичных конструкций высокой заводской готовности, как, например, пространственные структуры, использованные при возведении арены в Донецке (рис. 8), или висячее покрытие, реализованное в спортобъекте г. Франкфурт-на-Майне (рис. 9) [9].

Архитектоника высокотехнологичных конструкций и совершенная унификация симметричной радиальной структуры наглядно проявили себя в Олимпийском стадионе Лондона, 2011 г. (рис. 10). Изначально проектировавшаяся многофункциональной и мобильной арена обрела футбольную специализацию в ходе реконструкции в 2016 г., продемонстрировав неоднозначность универсального подхода к проектированию уникальных зданий и сооружений.

Архитектурная эволюция и обратимые изменения структуры спортивных арен обусловлены приспособлением к актуальным задачам эксплуатации за счет трансформируемой крыши, мобильных структур чаши арены и крыши, последовательной реконструкцией.

⁴ URL: <https://fernandes.arq.br/es/projetos/maracana-copa-do-mundo-fifa-2014/>

⁵ URL: http://fussball/fifa-freundschaft/ma2324883/japan_tunesien/spiel-infos/

⁶ URL: <https://tecnigestion.com/this-university-uses-interior-color-to-improve-accessibility/>



Рис. 7. Арена «Уэмбли», Лондон⁷

Fig. 7. Wembley Arena, London



Рис. 8. «Донбасс-Арена», Донецк⁸

Fig. 8. Donbass Arena, Donetsk



Рис. 9. Арена, Франкфурт-на-Майне⁹

Fig. 9. Waldstadion, Frankfurt

Несмотря на распространение спортивных арен с механизмами трансформации, обеспечивающими обратимое перекрытие проема над игровым полем, футбольные матчи проходят на открытом воздухе, с открытым проемом. Распространение получили мягкие трансформируемые оболочки, по образцу стадиона во Франкфурте-на-Майне (рис. 9) [10], или жесткие сдвижные секции, как в Атланте (США) (рис. 11) [11], с возвратно-поступательной или центрально-периферийной схемами движения [12].

Функциональные несоответствия спортивной арены, как объекта капитального строительства, актуальным требованиям могут быть компенсированы временно возводимыми, для решения ситуативных задач, компонентами. Сборно-разборные трибуны позволяют изменять вместимость и функциональную организацию арены. Временная крыша устраивается в случае необходимости для защиты зрителей и участников мероприятий на стадионе. Например, такие решения используются при проведении концертов на арене «Арсенал» в Лондоне.

Последовательные реконструкции позволяют оптимизировать архитектуру спортивных арен в соответствии с постоянно изменяющимися требованиями. Строительство и расширение трибун стадиона «Олд Траффорд» в Манчестере (Англия, 1909 г.) сопровождалось возведением и реконструкцией навесов над ними, что обеспечило вместимость 75 000 зрителей в 2006 г., с перспективой увеличения до 88 000 (рис. 12). Форма порталных и консольных индивидуальных навесов над трибунами учитывает конфигурацию тени от крыши на игровом поле [13]. Наряду с эволюционным путем развития архитектуры, в перспективе рассматриваются радикальные варианты сноса существующего стадиона и строительство нового, с использованием передовых технологий, что критически оценивается публикой [14].

По мнению известного архитектора Ж. Херцога, пространство спортивной арены следует рассматривать как неотъемлемую часть городской среды, что обеспечивается визуальной взаимосвязью и функциональным взаимодействием внутреннего и внешнего пространств [15]. Визуальная взаимосвязь осуществляется через сквозные проемы и светопрозрачные ограждающие конструкции кровли и фасадов, улучшая пространственную ориентацию и психологический комфорт людей, способствуя пространственной интеграции. Функциональное взаимодействие происходит через проемы в ограждающих кон-

⁷ URL: <https://dzen.ru/a/Y3C3aASJdgjtBzDz>

⁸ URL: https://i.ytimg.com/vi/hva_iYbhdOE/maxresdefault.jpg

⁹ URL: <https://kenyattahollins.blogspot.com/2021/08/eintracht-frankfurt-stadium-commerzbank.html>

струкциях арены, следуя определению футбола как игры на открытом воздухе, предполагающей воздействие на игроков природных факторов, которые, являясь причиной дискомфорта, в то же время воспринимаются неперенным элементом зрелища.



Рис. 10. Олимпийский стадион, Лондон¹⁰
Fig. 10. Olympic Stadium, London

Рис. 11. Арена, г. Атланта¹¹
Fig. 11. Mercedes-Benz Stadium, Atlanta

Рис. 12. «Олд Траффорд», Манчестер¹²
Fig. 12. Old Trafford, Manchester

Способы взаимосвязи демонстрирует проект новой спортивной арены «Сантьяго Бернабеу» в Мадриде (Испания) (рис. 13). Консольные двадцатиметровые свесы крыши и ламеллярный фасад из полупрозрачного стекла смягчают контраст между прохладой помещения фойе и зноем городской улицы днем, обособляют подобие сценического пространства в темное время суток. Панорамная галерея на верхнем ярусе трибун, в подкровельном пространстве, позволяет одновременно наблюдать за футбольным матчем и течением городской жизни.

Ортогональная структура тросовых ферм с кровлей из прозрачной полимерной пленки покрытия арены в Инглвуде, пригороде Лос-Анджелеса (США), (рис. 14) объединяет спортивную арену, концертную площадку и общественную зону, служит основным средством пространственной организации. Половина ячеек над ареной открывается, обеспечивая аэрацию арены. Публика отмечает раскрытое пространство основным достоинством комплекса [16].

Академик РААСН Д.В. Буш отмечает градостроительное окружение и стилистику городской архитектуры как основу облика проектируемого футбольного стадиона [17]. При реконструкции ранее существующие постройки требуют бережного отношения, как объекты культурного и исторического наследия, соответственно концепции устойчивого развития в архитектуре. Реконструкция, как правило, необходима для подготовки спортивных арен к крупным международным соревнованиям и производится в соответствии с постоянно совершенствующимися требованиями организаторов.

Образцом сохранения арены, как памятника «тоталитарной» архитектуры, при масштабной реконструкции 2006 г. являет Олимпийский стадион Берлина (рис. 15). В ходе работ перестроен нижний ярус трибун, уложено покрытие. Сохранены верхний ярус трибун и исторические фасады. Особенностью реконструкции является сохранение акцента Марафонских ворот путем

¹⁰ URL: <https://svspb.net/novosti/samye-dorogie-stadiony-mira/>

¹¹ URL: <https://www.mercedesbenzstadium.com/stadium-tours?webSyncID=ba98a98d-9492-4d51-1d09-be42998035de>

¹² URL: <https://twidoom.com/de/FParepare/>

членения крыши над ними и сокрытие конструкций покрытия декоративной подшивкой из полимерной сетки во избежание диссонанса.



Рис. 13. Проект арены «Сантьяго-Бернабеу», Мадрид¹³

Fig. 13. Santiago Bernabéu Stadium, Madrid, project



Рис. 14. Стадион «СоФи», Инглвуд¹⁴

Fig. 14. SoFi Stadium, Inglewood



Рис. 15. Олимпийский стадион, Берлин¹⁵

Fig. 15. Olympiastadion, Berlin

Утвержденный проект нового футбольного стадиона «Стэмфорд Бридж» в Лондоне – образец успешной интеграции спортивной арены в исторически сформировавшуюся городскую застройку. Он учитывает требования гармонизации архитектурно-композиционного решения арены и окружающих зданий, недопустимости их затенения, точного соблюдения границ участка. Сложная радиальная система плоских рам покрытия, имитирующих традиционные щипцовые кровли, с уклоном скатов до 45°, возвышающихся над горизонтальной мембраной крыши, обеспечивает беспрепятственную инсоляцию территории. Стилистическое единство достигнуто цитированием силуэтов традиционных английских домов в композиции фасадов и применением штучной керамической облицовки пилонов характерного цвета и фактуры.

Композиционная целостность и стилистическое единство воплощают ансамблевый подход к формированию футбольных стадионов, бережное отношение к историческому наследию и ландшафту.

Комплексный анализ футбольных стадионов определил рациональные подходы и выявил наиболее перспективные композиционные приемы архитектурного проектирования современных спортивных арен.

Перед архитекторами футбольных стадионов чемпионата мира 2018 г. была поставлена незаурядная задача одновременного проектирования ряда уникальных объектов в условиях изменчивых и противоречивых задач и субъективных факторов [18]. Проектирование спортивных арен футбольных стадионов осуществлялось силами ведущих архитекторов России с привлечением зарубежных специалистов, обладающих общепризнанной репутацией и международным опытом. В числе отечественных подрядчиков следует выделить Архитектурное бюро СПИЧ, Проектный институт уникальных сооружений «Арена», Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений (ЦНИИПромзданий). В разработке архитектурных концепций принимали участие зарубежные компании

¹³ URL: http://stadiumdb.com/news/2019/05/madrid_real_selects_contractor_works_to_begin

¹⁴ URL: http://stadiumdb.com/stadiums/usa/sofi_stadium

¹⁵ URL: <https://www.faz.net/aktuell/sport/frauenfussball-wm/wm-kommentar-der-groesste-tag-des-frauenfussballs-1653672/fast-74-000-zuschauer-berlin-1661151.html>

GMP Architekten von Gerkan, Marg und Partner, Manica Architecture, POPULOUS и др. Результатом сотрудничества стала практика международного сотрудничества, обмена продуктивными творческими идеями, адаптация нормативных требований на основе передового опыта.

Проектирование и строительство объектов проводилось на основании Федерального закона «О подготовке и проведении в Российской Федерации чемпионата мира по футболу FIFA 2018 года, Кубка конфедераций FIFA 2017 года, чемпионата Европы по футболу UEFA 2020 года и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 07.06.2013 № 108-ФЗ. Основные требования к архитектуре стадионов были изложены в «Руководстве ФИФА по требованиям к стадионам чемпионата мира по футболу 2018 г.». Последний документ отражает многолетний передовой опыт проектирования престижных сооружений, реализующих новейшие технологии архитектурного проектирования и строительства, соответствующих самым высоким международным стандартам [19].

Контекстный анализ «Руководства ФИФА», констатирующего накопление и систематизацию знаний о рассматриваемой типологии, позволил выявить совокупность требований по архитектуре футбольных стадионов. Спортивная арена футбольного стадиона определена спортивно-зрелищным сооружением (театром), предназначенным для демонстрации сценического действия (игры) на открытом воздухе. Архитектурные решения арены должны удовлетворять требованиям установленной *пространственной организации, безопасности, дифференцированного комфорта, устойчивого развития*.

Состав изложенных требований к аренам не является полным, детальным и окончательным. Очевидно, он требует творческой интерпретации для поддержания уникального статуса футбола и постоянного соответствия самым высоким международным стандартам. При этом требования фиксируются на время проектирования конкретного стадиона.

Архитектурное формирование спортивных арен требует точного соблюдения заданных пространственных параметров игровой зоны; позволяет изменять конфигурацию чаши арен в пределах, ограниченных условиями беспрепятственной видимости, где основными параметрами являются форма, вместимость и секционно-ярусная структура трибун; крыша служит средством пространственной организации арены и воплощением авторского замысла проекта.

В составе арены выделяется главная трибуна, содержащая спортивную и почетную (VIP) зоны, и помещения для средств массовой информации. Пространственная ориентация и устройство главной трибуны должны избегать слепящего света во второй половине дня, на основе анализа траектории солнца, с учетом тени от трибун и крыши на игровом поле.

Главная и противоположная трибуны должны размещаться под крышей. В неблагоприятных погодных условиях, а также в условиях холодного, влажного и жаркого климата целесообразно оборудовать крышей все трибуны. Предпочтение отдается конструкциям, препятствующим попаданию прямых солнечных лучей и не создающим теней и бликов на игровом поле. При расчетах следует принимать во внимание стоимость покрытия, достигающую 25 % бюджета,

а также отрицательное влияние затенения на вегетацию натурального газона. В исключительных случаях предусматривается обратимое закрытие проема над полем, при наличии соответствующих средств механизации.

Необходимо принимать во внимание развитие технологий электронных коммуникаций, что проявляется в необходимости перепланировки технических помещений, перекладки коммуникаций, смены оборудования при возрастании требований пользователей.

Спортивная арена должна быть оснащена как минимум двумя проекционными поверхностями, площадью не менее 70 кв. м каждая, не препятствующими обзору игрового поля, размещенными в противоположных угловых секторах, проемах трибун или за воротами.

Условием долговременной регулярной эксплуатации служит долгосрочное планирование развития архитектурной структуры, основанное на рациональной оценке потребностей в первую очередь жителей прилегающих районов. Некоторые недостатки могут быть компенсированы временными решениями.

Безопасность является безусловным приоритетом проектирования спортивных арен, исключающим условия, способствующие возникновению пожара, аварий, неадекватного поведения публики, исключающим влияние неблагоприятных погодных условий, природных катастроф, ошибки управления. Требования безопасности определяются соблюдением наиболее строгих государственных строительных стандартов.

Минимальным требованием обеспечения безопасности служит компетентное расчетное обоснование, детализированные описания и сертификаты конструкций и строительных материалов. В течение срока службы спортивной арены предусматривается наличие исходной и актуальной проектной документации. Для эксплуатации арены в режиме наследия, в наиболее полной конфигурации архитектурной структуры, необходимо планировать соответствующие мероприятия.

Архитектура спортивной арены должна иметь ясную пространственную ориентацию, как элемент безопасности и комфорта. Соответствующая навигационная схема должна отражать общую форму и компоновку арены; однозначное определение трибун и секторов; контуры, форму и размеры отдельных лож, проекцию крыши.

Архитектурные решения спортивных арен предусматривают комфорт размещения зрителей, обеспеченный посредством беспрепятственного обзора, хорошей видимости и различимости событий на игровом поле, свободного доступа к индивидуальным креслам. Кроме того, арена должна быть оснащена крышей над головой и проекционными поверхностями для трансляции полноцветного видеоизображения. Предполагается также дифференцированный подход к обеспечению комфорта на главной, противоположенной трибуне и трибунах за воротами; наличие лож различных категорий; облегченный доступ с сопровождением для маломобильных групп населения и т. д.

Архитектура спортивной арены футбольного стадиона формируется на основе принципов устойчивого развития, предусматривающих равновесие экономических, социальных и экологических показателей. Отдельными ас-

пектами являются рациональное использование ресурсов, уменьшение негативных факторов взаимного влияния на общество и окружающую среду.

Предполагается, что применение концепции устойчивого развития в архитектуре спортивных арен футбольных стадионов будет способствовать повышению финансовой эффективности за счет снижения эксплуатационных расходов, роста стоимости активов и удовлетворенности публики. Следует добиваться баланса инвестиций и эксплуатационных расходов, благодаря архитектурному формированию арены как многоцелевого объекта с универсальными характеристиками, на стадии проектирования.

Архитектурные решения спортивных арен, в рамках концепции устойчивого развития, должны предусматривать: снижение энергопотребления, предотвращение светового и акустического загрязнения среды, уменьшение количества отходов и выбросов углекислоты, получение электроэнергии из собственных источников, утилизацию сточных вод.

Устойчивое развитие рассматривается как универсальный принцип архитектурного формирования спортивной арены. В данном контексте отмечается рациональное использование ресурсов; содействие социальному и экономическому развитию; минимизация негативных воздействий на окружающую среду.

Руководство ФИФА установило состав и параметры игровой зоны, спортивных, публичных, технических помещений арен, актуальные на момент публикации документа. В то же время заявлена задача совершенствования архитектурной структуры арен в результате развития спортивных правил и общественных ожиданий.

Собственный опыт проектирования, результаты анализа архитектурного наследия, руководящие документы спортивных организаций были положены в основу СП 285.1325800.2016 «Стадионы футбольные. Правила проектирования», учтены в составе СП 363.1325800.2017 «Покрытия светопрозрачные и фонари зданий и сооружений. Правила проектирования».

Заключение

В ходе проектирования спортивных арен чемпионата мира 2018 г. проявили себя социальные, климатические, логистические, технологические и экономические особенности Российской Федерации.

Исходя из идеи, что стадион является общественным зданием, он должен быть построен с учетом интересов самых разных слоев населения и для проведения футбольных матчей, и как центр семейного досуга [20]. Архитектура арены должна быть приспособлена к актуальным социальным потребностям и реальной заполняемости. Наиболее действенными способами ее архитектурной реорганизации являются изменения конфигурации трибун, крыши и блокированных помещений коммерческого назначения с использованием мобильных конструкций, которые были успешно применены на футбольном стадионе «Екатеринбург-Арена». Обобщая вышеизложенное, целесообразно рассматривать в проекте три фазы состояния архитектуры спортивной арены: минимальную, оптимальную и максимальную, в зависимости от планируемой загрузки трибун.

Сравнительный анализ пространственной организации спортивных арен позволяет сделать вывод, что изоляция является следствием усиления футбольной специализации и приводит к превращению стадиона в манеж. В свою очередь, развитие пространственной взаимосвязи расширяет социализацию арены и способствует ее многофункциональному использованию [2].

Интеграция общественного пространства под «общую крышу» арены и обеспечение сквозной коммуникации приведет к увеличению посещаемости коммерческих предприятий, размещенных в помещениях арены. Данный вывод не был учтен при реализации проектов спортивных арен в силу ограничения сроков проектирования и строительства.

Использование новейших технологий и материалов способствует публичному интересу к футбольному стадиону, но требует подтверждения соответствия климатическим условиям региона строительства и экономического обоснования. На примере крыши спортивной арены «Динамо» в Москве видно, что индустриальный фальц алюминиевых панелей кровли не выдерживает концентрированной нагрузки от инвентарной системы снегозадержания, устроенной по орнаментальной схеме в виде ромбов, соответственно общей концепции арены. Первоначальное решение сплошной светопрозрачной кровли не было выполнено в силу высокой цены, обусловленной техническими сложностями организации водоудаления и снегозадержания.

Для ряда высокотехнологичных строительных систем, конструктивные и эстетические особенности которых могут составлять значимую часть оригинальной архитектурной концепции, требуется подтверждение пригодности с учетом климатического разнообразия России. В существующих условиях обеспечить реализацию творческой концепции автора целесообразно на основе лучших технологий и материалов, предоставленных национальными производителями. Например, вариативное проектирование на основе формализованной модели [21] покрытия стадиона «Самара-Арена» позволило получить гармоничный архитектурный объект, ставший региональным символом, при полном импортозамещении материалами, произведенными в Поволжье [22].

Необходимо принимать во внимание, что объемно-планировочные решения спортивных арен на основе ортогональной сети координационных линий обладают лучшей динамикой и способностью к эволюции, по сравнению с радиальными, характеризующимися статичностью и высокой чувствительностью к несимметричным воздействиям. Например, ортогональная структура арены в Калининграде допускает поэтапное возведение и последовательную реконструкцию, покрытие арены в Нижнем Новгороде, устроенное по схеме «велосипедное колесо», возводилось одномоментно и не допускает локального проведения масштабных работ, в том числе ремонтно-восстановительных [23].

В соответствии с российскими и международными требованиями стандартизации в области строительства, следуя рациональным тенденциям, выявленным при анализе архитектурного наследия, современные спортивные арены проектируются как многофункциональные высокотехнологичные платформы, интегрированные в урбанизированную и благоустроенную природную среду, с учетом перспективы эволюции структуры и формы, обусловленной изменяющимися социальными потребностями и ожиданиями.

Выявленные в результате комплексного анализа архитектурного наследия и научной литературы тенденции развития архитектуры были учтены в ходе работы над проектами спортивных сооружений чемпионата мира по футболу 2018 г. В частности, утилитарный подход к архитектуре позволил обеспечить требуемую вместимость при улучшении параметров комфорта и безопасности трибун БСА «Лужники» в пределах исторических фасадов. Унификация консолей покрытия позволила оптимизировать объемно-пространственное решение арены в Саранске. Реконструкция арены в Екатеринбурге как альтернатива новому строительству свидетельствует о приверженности к эволюционному подходу. Пространственная взаимосвязь арены Нижнего Новгорода обеспечена концепцией парящего покрытия, в сочетании с планировочным решением по типу классического периптера, в хороших пропорциях. Раскрытая композиция арены в Сочи выявляет главную композиционную ось Олимпийского парка как основу его планировочной структуры.

Обобщенные в ходе экспериментального проектирования требования к объемно-планировочному решению спортивных арен, положенные в основу разработанных позднее российских норм стандартизации в области строительства, определяют рациональные алгоритмы архитектурного формирования уникальных объектов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Буш Д.В. Уроки проектирования стадионов Чемпионата мира по футболу 2018 года // Academia. Архитектура и строительство. 2018. № 2. С. 5–10.
2. Океанов Г.В. Принципы формирования архитектуры большепролетных светопрозрачных покрытий футбольных стадионов : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры. Москва, 2022. 29 с.
3. Виммер М. Проектирование стадионов. Практическое пособие : пер. с англ. Берлин : Dom Publishers, 2016. 320 с.
4. John G., Sheard R., Vickery B. *Stadia. A design and development guide*. Oxford : Elsevier Ltd., 2007. 320 p.
5. Majowiecki M., Ossola F., Pinardi S. La copertura sospesa del nuovo stadio della Juventus a Torino // Costruzioni metalliche. 2011. № 11. P. 35–50. URL: <http://www.majowiecki.com/studio/wp-content/uploads/2011/10/2011-La-copertura-sospesa-del-nuovo-stadio-della-Juventus-a-Torino.pdf> (дата обращения: 04.07.2023).
6. *Stadium Maracanã* (Estádio Jornalista Mário Filho) // SBP : [сайт]. URL: http://www.sbp.de/en/build/show/1828-Stadium_Maracan%C3%A3_%28Est%C3%A1dio_Jornalista_M%C3%A1rio_Filho%29 (дата обращения: 04.07.2023).
7. Еремеев П.Г. Современные футбольные стадионы мира. Москва : ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, 2012. 70 с.
8. *Wanda Metropolitano* (Estadio Metropolitano) // StadiumDB.com : [сайт]. URL: http://stadiumdb.com/stadiums/esp/estadio_metropolitano (дата обращения: 23.03.2019).
9. Еремеев П.Г. Современные конструкции покрытий над трибунами стадионов. Москва : Изд-во АСВ, 2015. 236 с.
10. *Commerzbank Arena in Frankfurt* // Max Bogl : [сайт]. URL: <http://www.max-boegl.de/boeglnet/web/binary.jsp?nodeId=1077&binaryId=42652630&disposition=inline> (дата обращения: 14.03.2023).
11. *Mercedes-Benz Stadium. Atlanta* // HOK : [сайт]. URL: <https://www.hok.com/projects/view/mercedes-benz-stadium/> (дата обращения: 14.03.2023).
12. Сапрыкина Н.А. Динамическая адаптация архитектурных объектов : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора архитектуры. Москва, 1999. 80 с.
13. *Simon Inglis. Football Grounds of Britain*. 3rd edition. CollinsWillow. London, 1996. 480 p.

14. *Manchester United considering Old Trafford demolition as part of revamp* // The Guardian : [сайт]. URL: <https://www.theguardian.com/football/2022/mar/14/manchester-united-considering-old-trafford-demolition-as-part-of-revamp> (дата обращения: 05.07.2023).
15. *Estadio Santiago Bernabéu Madrid* // GMP : [сайт]. URL: <https://www.gmp.de/en/projekte/652/estadio-santiago-bernabeu-madrid> (дата обращения: 27.08.2021).
16. *SoFi Stadium. An Unrivaled Sports & Entertainment Destination & Homage to Southern California* // HKS : [сайт]. URL: <https://www.hksinc.com/what-we-do/case-studies/sofi-stadium/> (дата обращения: 28.08.2021).
17. Буш Д.В. Найти компромисс. Спортивные мегапроекты. ЧМ-2018. Каталог проектов / под ред. Е. Янина. Екатеринбург : Устойчивое развитие, 2015. 96 с.
18. Ведяков И.И. Коллективный процесс. Спортивные мегапроекты. ЧМ-2018. Каталог проектов / под ред. Е. Янина. Екатеринбург : Устойчивое развитие, 2015. 96 с.
19. *Руководство по организации чемпионатов мира FIFA*. Руководство по требованиям к стадионам (Инфраструктура и организация деятельности стадионов). Версия для чемпионата мира 2018 г. URL: <http://uso.systems/wp-content/uploads/2017/01/105.FIFA01.11.14.pdf> (дата обращения: 14.04.2016).
20. *UEFA guide to quality stadiums*. UEFA, Nyon, Switzerland, 2011. 160 p.
21. Океанов Г.В. Построение формализованной модели большепролетного светопрозрачного покрытия как методический прием архитектурного проектирования футбольного стадиона // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ : тезисы докладов Международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов. Т. 2. Москва : МАРХИ, 2019. С. 430–432.
22. *The Guardian раскритиковала все стадионы к ЧМ-2018, кроме самарского* // ИА Регнум : [сайт]. URL: <https://regnum.ru/news/sport/2420045.html> (дата обращения: 04.11.2018).
23. Океанов Г.В. Архитектурное формирование светопрозрачных ограждающих конструкций большепролетных перекрытий футбольных стадионов // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2019. № 4 (49). С. 120–138. DOI:10.24411/1998-4839-2019-00010. URL: https://marhi.ru/AMIT/20194kvart19/PDF/09_oceanov.pdf

REFERENCES

1. Bush D.V. Design lessons of 2018 FIFA cup stadium. Academia. *Arkhitektura i stroitel'stvo*, 2018; (2): 5–10. (In Russian)
2. Okeanov G.V. Architectural principles of large-span translucent coverings of stadiums. PhD Abstract. Moscow, 2022. 29 p. (In Russian)
3. Vimmer M. Project guide on stadium design. Berlin, 2016. 320p. (in Russian)
4. John G., Sheard R., Vickery B. *Stadia*. A design and development guide. Oxford, Elsevier Ltd., 2007. 320 p.
5. Majowiecki M., Ossola F., Pinardi S. La copertura sospesa del nuovo stadio della Juventus a Torino. Available: www.majowiecki.com/studio/wp-content/uploads/2011/10/2011-La-copertura-sospesa-del-nuovo-stadio-della-Juventus-a-Torino.pdf (accessed July 4, 2023).
6. Stadium Maracanã. Available: www.sbp.de/en/build/show/1828-Stadium_Maracan%C3%A3_%28Est%C3%A1dio_Jornalista_M%C3%A1rio_Filho%29 (accessed July 4, 2023).
7. Eremeev P.G. Modern stadiums of the world. Moscow, 2012. 70 p. (In Russian)
8. Cívitas Metropolitano. Available: http://stadiumdb.com/stadiums/esp/estadio_metropolitano (accessed June 12, 2023).
9. Eremeev P.G. Modern stadium coverings. Moscow: ASV, 2015. 236 p. (In Russian)
10. Commerzbank Arena in Frankfurt. Available: www.max-boegl.de/boeglnet/web/binary.jsp?nodeId=1077&binaryId=42652630&disposition=inline (accessed March 14, 2023).
11. Mercedes-Benz Stadium. Available: www.hok.com/projects/view/mercedes-benz-stadium/ (accessed March 14, 2023).
12. Saprykina N.A. Architectural objects dynamic adaptation. DSc Abstract. Moscow, 1999. 80 p. (In Russian)
13. Simon Inglis. *Football Grounds of Britain*, 3rd ed., London: CollinsWillow, 1996. 480 p.

14. Manchester United considering Old Trafford demolition as part of revamp. Available: www.theguardian.com/football/2022/mar/14/manchester-united-considering-old-trafford-demolition-as-part-of-revamp (accessed July 5, 2023).
15. Estadio Santiago Bernabéu Madrid. Available: www.gmp.de/en/projekte/652/estadio-santiago-bernabeu-madrid (accessed August 27, 2021).
16. SoFi stadium. Available: www.hksinc.com/what-we-do/case-studies/sofi-stadium/ (accessed August 27, 2021).
17. *Bush D.V.* To find a compromise. In: *Sportivnye megaproekty. Katalog proektov*, E. Yanin, Ed., Ekaterinburg, 2015. 96 p. (In Russian)
18. *Vedyakov I.I.* Collective process. *Sportivnye megaproekty. Katalog proektov*, E. Yanin, Ed. Ekaterinburg, 2015. 96 p. (In Russian)
19. RUS FIFA World Cup Stadium Requirements Handbook RU 20.04.2015. Available: <http://ruso.systems/wp-content/uploads/2017/01/105.FIFA01.11.14.pdf> (accessed April 14, 2016). (In Russian)
20. UEFA guide to quality stadiums. UEFA, Nyon, Switzerland, 2011. 160 p.
21. *Okeanov G.V.* Large-span translucent covering formalized model construction as a methodical technique for the football stadium architectural design. In: *Proc. Int. Sci. Conf. 'Science, Education, and Experimental Design'* Moscow, 2019. Pp. 430–432. (In Russian)
22. The Guardian criticized all FIFA World Cup 2018 stadiums, except Samara. Available: <https://regnum.ru/news/sport/2420045.html> (accessed November 4, 2018). (In Russian)
23. *Okeanov G.V.* The architecture of translucent enclosing structures of large-span roofing stadiums. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2019; 4(49): 120–138. DOI: 10.24411/1998-4839-2019-00010 Available: https://marhi.ru/AMIT/2019/4kvart19/PDF/09_okeanov.pdf (accessed July 5, 2023) (In Russian)

Сведения об авторе

Океанов Геннадий Вадимович, канд. архитектуры, гл. специалист, АО «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений», 127238, г. Москва, Дмитровское шоссе, 46, корп. 2, g.okeanov@yandex.ru

Author Details

Gennadii V. Okeanov, PhD, Chief Specialist, Central Research and Experimental Design Institute of Industrial Buildings, 46, Dmitrovskoe shosse, Build. 2, Moscow, Russia, g.okeanov@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 31.07.2023
Одобрена после рецензирования 19.09.2023
Принята к публикации 21.09.2023

Submitted for publication 31.07.2023
Approved after review 19.09.2023
Accepted for publication 21.09.2023