

УДК 72.01

Зубкова Яна Олеговна

архитектор

E-mail: zubkova.yana.01@yandex.ru

ООО «Ремонтстройсервис»

Адрес организации: 420030, Россия, г. Казань, Архангельский пр., д. 7

Фахрутдинова Инесса Алековна

кандидат архитектуры, доцент

E-mail: fahinessa@mail.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Способы сокращения энергопотребления в архитектуре современных спортивных центров

Аннотация

Постановка задачи. Объем электроэнергии, потребляемой спортивными зданиями во всем мире, неуклонно растет. Цель статьи – исследование архитектурно-планировочных решений с применением альтернативных источников энергии в поиске оптимального решения энергосберегающих зданий спортивной направленности. Задачей исследования является метод сравнения современных технологий и источников для снижения расходов на содержание спортивного центра.

Результаты. Анализ отечественного и зарубежного опыта проектирования современных спортивных зданий с использованием современных технологий и альтернативных источников энергии позволяет выявить наиболее эффективные решения ресурсосбережения в спортивных зданиях.

Выводы. Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в выявлении принципов содержания спортивных сооружений с помощью альтернативных источников энергии, что позволяет экономить на эксплуатации зданий. Выявленные альтернативные источники энергии могут быть основой проектирования новых спортивных центров, что в целом повлияет на экономику города/региона/государства.

Ключевые слова: архитектура современных спортивных центров, альтернативные источники энергии в спортивных центрах, энергоресурсы спортивных сооружений, естественное освещение спортивных центров, энергосберегающая спортивная архитектура.

Введение

На сегодняшний день в современном мире на обеспечение энергией объектов спортивного назначения затрачивается большое количество ресурсов. Необходимы альтернативные источники энергии для содержания спортивных объектов, в том числе и спортивных центров. Рассмотрению подлежат все возможные альтернативные источники энергии, применяемые в архитектуре спортивных зданий.

Современные энергозатратные спортивные центры

В существующей практике есть доступные, но дорогостоящие источники энергии, такие как жидкое топливо и электричество. Они используются для систем теплоснабжения зданий с воздушной поддержкой, что увеличивает эксплуатационные расходы проектов спортивного назначения (около 70 евро/м² в год) и снижают доступность предоставляемых услуг населению. Одна из глобальных мировых проблем на сегодня – это рациональное использование топливно-энергетических ресурсов. Решение этой проблемы повлияет не только на развитие мирового сообщества, но и на сохранение среды его обитания. Во всех странах мира повышается интерес и спрос к новым технологиям, так как природные ресурсы постепенно уменьшаются, а последствия сжигания топлива наносит огромный ущерб экологической мировой обстановке.

Спортивные сооружения включают бассейны, сухие спортивные залы, тренажерные залы, внутренние и внешние корты, ледовые катки, игровые площадки и команды, со

связанными и меняющимися социальными функциями. Они могут существовать в единичных специализированных центрах или в сочетании центров с более чем одним объектом. Здания спортивного сектора Великобритании тратят 700 миллионов фунтов стерлингов на энергию каждый год, в результате ежегодные выбросы 10 млн тонн углекислого газа (CO₂) – основной вклад в изменение климата. Спортивные услуги, такие как плавательные бассейны, могут заметно снизить расходы на электроэнергию. Часто есть значительные возможности для улучшения: управление техническими системами, внедрение и модернизация энергосберегающих ресурсов. Эти меры могут быть очень полезными, как финансово, так и с точки зрения удобства пользования человеком [1].

Чтобы сравнить размеры годового потребления энергии (топлива), выраженные относительно общей площади в м², можно сравнить их с контрольными показателями в ряде способов, чтобы помочь управлять использованием энергии и снижением затрат на уровне бизнеса. Например, бизнес-менеджер спортивного центра может сравнить ежегодные контрольные показатели затрат на энергию и определить, насколько хорошо спортивный центр работает, а также его вероятный потенциал энергосбережения. Управляющий менеджер спортивного центра может оценить, какое оборудование является наиболее энергозатратным и, следовательно, несет наибольший расход энергии и заслуживает особенного внимания. Подрядчики могут оценить масштабы используемой энергии центрами.

Энергопотребление зависит от разных факторов: погода (в зависимости от географического положения) и степени использования центра, стандарты управления (например, с простым в использовании управлением и экономии электроэнергии, управление стандартами освещения, отопления, вентиляции и температурой в бассейне, может полностью поддерживается минимальное использование энергии.) Меры, требующие значительных расходов, должны периодически пересматриваться и внедрять в проектирование новые технологии, чтобы быть рентабельными. К соответствующим технологиям в настоящее время относятся: комбинированное использование тепла и электроэнергии; система освещения; система котлов; изоляция трубопровода; охлаждение; моторы высокой эффективности; регулируемый привод [1].

Тепловыделения в спортивных объектах могут быть основным видом вредности в таких помещениях как сауны и солярии; влаговыведения – в бассейнах и душевых; для помещений химводоподготовки бассейна – химические вещества, такие как пары хлора или серной кислоты. Также в солярии при применении низкокачественных УФ-ламп возможно образование озона, который в высоких концентрациях представляет опасность для здоровья человека.

В спортивных сооружениях оборудуют самостоятельными системами вентиляции следующие типы помещений: спортзалы и залы для подготовительных занятий в бассейнах; залы ванн; уборные и душевые; раздевальные и административно-хозяйственные помещения; хлораторные и склады хлора; помещения технических служб (насосно-фильтровальные, бойлерные, вентиляционные камеры и т.п.). Для саун и солярий предусматриваются также самостоятельные системы вытяжки [1].

Опыт проектирования энергоэффективных спортивных центров

Снижение эксплуатационных расходов по-прежнему является одной из важнейших задач, которая ожидает спортивный сектор строительства в ближайшие годы не только по отношению к вновь созданным объектам, но особенно к тем, которые уже существуют.

1. В Польше было выявлено, что в среднем 1/3 расходов на спортивные сооружения составляют расходы на отопление и электроэнергию. Поэтому, с точки зрения инвестора, наиболее важным элементом инвестиций должно быть использование таких решений и технологий, которые в долгосрочной перспективе (предполагая, что целью является обслуживание населения в течение нескольких лет) имеют наибольшие экономические выгоды. Трудностью может быть баланс между стоимостью строительства или модернизации объекта и преимуществом энергоэффективных решений. Инвестиции в энергоэффективные строительные технологии могут первоначально увеличить расходы в бюджет проекта, но, в последствии, полностью окупить в виде сокращения расходов на техническое обслуживание. В случае строительства новых зданий решением может быть

технология пассивного строительства. Например, строительство спортивного зала площадью 1380 м², которое будет строиться в пассивной системе, стоимость отопления снижается до 1 евро за м² в год, что дает общую годовую стоимость гр.а. 1400 евро. Использование преимуществ современных технологий и проведение термомодернизации существующих зданий за счет использования передовых решений, позволяют повысить энергоэффективность здания до 90 % при одновременном снижении выбросов CO₂ в той же пропорции [1].

2. Общая характеристика проекта предлагаемого комплекса компанией INSOLAR (табл. 1-2), г. Москва. Внедрение современной энергосберегающей экологически чистой тепловой насосной системой теплоснабжения и холодоснабжения. Воздух поддерживает быстрые строительные конструкции общей площадью 2400 м. Предназначен для фитнес-целей и включает в себя конькобежное кольцо (20×40 м), бассейн (25 м), тренажерный зал и фитнес-зал, а также душевые кабины, прокат спортивного снаряжения и кафе [1].

Таблица 1

Общая характеристика объекта

№	Название параметров воздушной конструкции и инженерного оборудования	Значение
1	Размеры конструкции, длина×ширина×высота, м	40×60×10,5
2	Установленная электрическая мощность оборудования	250

Таблица 2

Рабочие характеристики предлагаемого комплекса компанией INSOLAR, г. Москва (по сравнению с обычным решением)

№	Название	Предлагаемое решение	Обычное решение
1	Потребление энергии в год	1200 MWatt/h	1200 MWatt/h
2	Потребление тепла на 1 год	-----	2500 tt/h

3. Энергосберегающий спортивный центр Эго в Испании (рис. 1). Спортивный центр «Эго» – это недавно отремонтированное энергоэффективное здание, расположенное на юго-восточном побережье Испании, в Альмерии. Спортивный комплекс включает в себя два бассейна, тренажерные залы и спортивные площадки на крыше, и он был разработан испанской фирмой Ferrer Arquitectos и завершен в 2013 году. Архитекторы стремились ограничить углеродный след здания и эксплуатационные расходы, включив в него ряд стратегий в области воды и энергоэффективности. Предыдущий объект потратил много денег на использование энергии, поэтому Ferrer Arquitectos разработал новый центр, чтобы быть более эффективным и использовать солнечную энергию для нагрева горячей воды. Крыша существующего бассейна теперь покрыта солнечными тепловыми панелями, которые обеспечивают 80 % горячей воды, необходимой как для бассейнов, так и для душа.

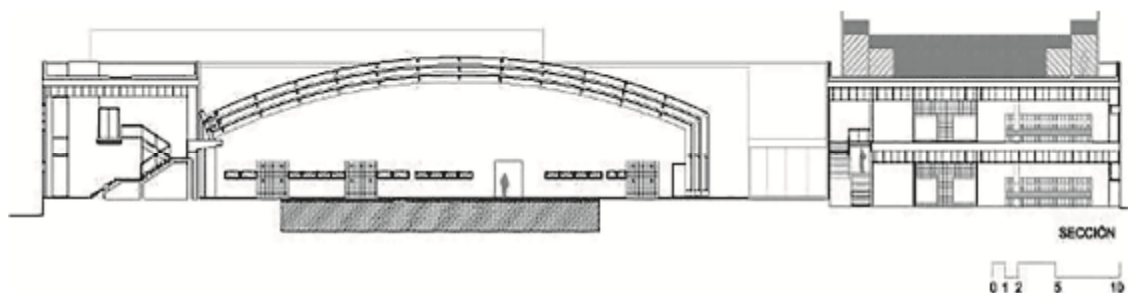


Рис. 1. Энергосберегающий спортивный центр «Эго» в Испании

Петельные линии мгновенно обеспечивают горячую воду и помогают уменьшить потребление воды. Дневной свет широко используется внутри объекта, чтобы свести к

минимуму потребность в искусственном освещении, в то время как утепленные окна – минимизировать коэффициент усиления тепла.

Белый бетонный фасад и тяжелая изоляция помогают снизить потребность в кондиционировании на 30 %. Тщательный дизайн нового тренажерного зала минимизирует эксплуатационные расходы, создавая при этом общественное пространство для людей.

4. Центр водных видов спорта (рис. 2) в норвежском городе от студии ARKIS architects – это продолжение пляжа Холмен с целью защиты природного объекта. Крыша по всей площади здания заменена на сад, расположенный на крыше. Именно с помощью этого приема получилось осуществить идею того, что здание будет сливаться с окружающим его ландшафтом и станет частью пляжной зоны отдыха [2].



Рис. 2. Holmen Aquatics Center. Норвегия

Травянистая крыша имеет наклон на юг и обеспечивает вид на острова и рифы вокруг фьорда неподалеку от Осло. На холме, который считается крышей центра, оборудованы пешеходные дорожки, чтобы по нему свободно перемещались люди. Комплекс имеет форму неправильного параллелепипеда, что объясняется неровностью грунта. Посетителей бассейна встречает широкая лестница с деревянной отделкой в тон всему фасаду (рис. 3).



Рис. 3. Holmen Aquatics Center, интерьер. Норвегия

Главный вход, рецепция, раздевалки и бассейн располагаются на первом уровне здания, приподнимаясь над газоном, который склоняется над одной стороной здания. На нижнем уровне находятся тренажерный зал, многофункциональный зал для групповых занятий, технические помещения и помещения для персонала. Используя систему пассивного дома, архитекторы возвели здание с минимальным вредом для экологии. В экологичную концепцию входят особые методы строительства, материалы и способы утепления. Разработаны приемы с повторным использованием энергии, особенно использующейся при нагреве воды.

В сооружении 650 м² солнечных батарей и 15 глубоких геотермальных скважин на территории, проводящие тепло из нижних слоев земли. А в летние месяцы они избавляют от избыточного тепла.

Holmen Aquatics Center был выбран в качестве одного из 50 модельных проектов в Норвегии в рамках проекта Futurebuilt. Этот комплекс считается лучшей реализованной идеей в области использования энергии в Норвегии [2].

5. Спортивно-развлекательный центр и яхт-клуб президентского Спортивного Клуба Дзюдо «Явара-Нева», Санкт-Петербург, Петроградский район, остров Бычий. Факт того, что остров Бычий находится в зоне охранного ландшафта и природопользования, определил генплан и стилистику сооружения как «зеленой, климатической, инновационной и энергоэффективной архитектуры» [3].

Генеральный план острова создает конфигурацию комплекса: форма здания повторяет уже существующую излучину территории, аэродинамический силуэт в плане и наличие ветрозащитных экранов с севера и северо-запада с печатью на стекле защищают посетителей объекта от доминирующих ветров со стороны Финского залива (рис. 4).



Рис. 4. Вид сверху на остров Бычий, Санкт-Петербург

Консольный козырек с солнцезащитной печатью накрывает входную площадь, что в свою очередь формирует неординарный интерьер площади, определяет центр композиции (рис. 5).



Рис. 5. Спортивно-развлекательный центр
и яхт-клуб президентского Спортивного Клуба Дзюдо «Явара-Нева», Санкт-Петербург

Принципы «зеленой» архитектуры развивают крытые «японские» сады с вечнозелеными соснами гостиничной части объекта, а также эти сады украшают фасады здания.

Семантику объекта, как спортивного клуба дзюдо, раскрывает устройство цветочниц, ветрозащитных экранов на террасах, вертикальные солнцезащитные ламели на спортивном центре, золотые фризы на входных группах, светопропускаемое, обратноокрашенное и тонированное стекло фасадов, цветовая гамма и сам эко – минимализм [3].

Для остекления спортивного центра предусмотрена стоечно-ригельная система фасадного остекления. Светопрозрачные заполнения механически закрепляются на несущей конструкции с помощью прижимных планок, которые сверху закрываются декоративными планками и фасадными ламелями. Герметичность конструкции обеспечивается за счет применения уплотнителей. Данный вид фасада обеспечивает зданию высокий уровень энергоэффективности [3].

Остекление объекта производится такими типами остекления, как: светопропускаемое, обратнокрашенное, тонированное, противопожарное, триплекс. Уличные ветрозащитные экраны выполнены по системе спайдерного остекления с печатью на стекле. Один из ресурсосберегающих приемов для снижения затрат электроэнергии на кондиционировании эксплуатируемых спортивных сооружений – это солнцезащита (рис. 6-7).



Рис. 6. Спортивно-развлекательный центр и яхт-клуб президентского Спортивного Клуба Дзюдо «Явара-Нева», Санкт-Петербург

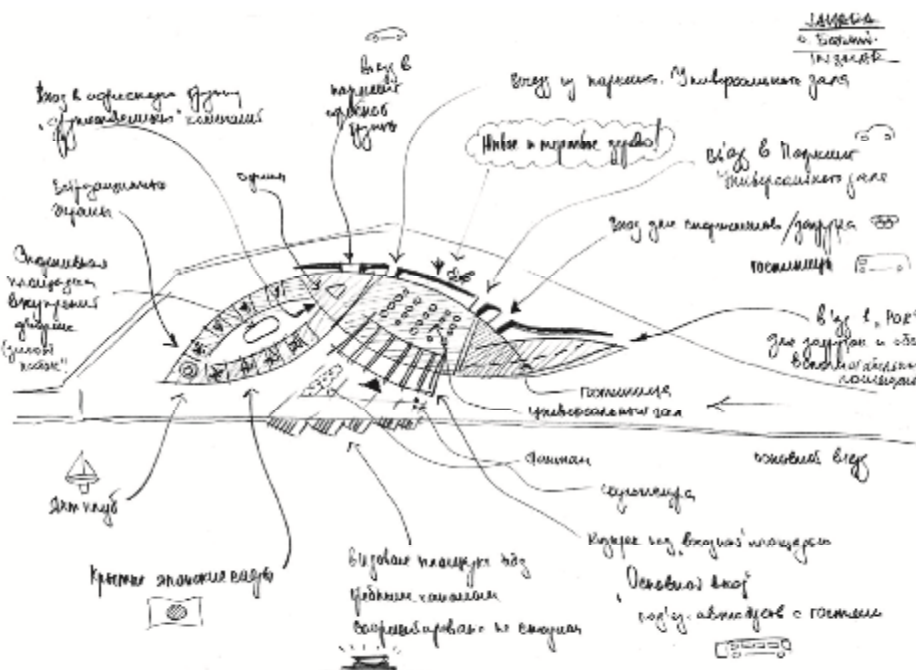


Рис. 7. Эскиз. Спортивно-развлекательный центр и яхт-клуб президентского Спортивного Клуба Дзюдо «Явара-Нева», Санкт-Петербург

Варианты солнцезащиты могут быть различными. В этом объекте применены печати на стеклянных элементах фасада и кровли, фасадные ламели, маркизы, светорассеивающие козырьки, печать на стекле на фасадах, тонированное стекло фасадов, печать на стекле фонарей и козырька. Это влияет на солнцезащиту помещений различного назначения, рассеянный свет в них, а также защита стекла от видимых загрязнений от атмосферных осадков; печать на стекле ветрозащитных экранов создает визуальный барьер личного дворового пространства проживающих в коттеджах от общественных зон [3].

6. Дворец водных видов спорта, г. Казань. Установленные во дворце системы вентиляции и кондиционирования с рекуперацией тепла позволяют сэкономить приблизительно до 30-40 % расходов на энергообеспечение комплексов. Для того чтобы сохранить тепловую энергию в здании применяются современные панели с эффективным утеплителем, энергоэффективные окна с повышенным уровнем теплозащиты, а также энергоэкономичные светильники на светодиодах, потребляющие в два раза меньше электроэнергии, чем обычные лампы. Это образец одного из энергоэффективных спортивных комплексов Казани [4].

7. Большая ледовая арена с каплевидным куполом в Сочи общей площадью 7000 м². Ледовые арены в городах с теплым климатом требуют в несколько раз больше энергии, чтобы обеспечить правильный эксплуатационный процесс. Устройство катка в сооружениях мирового значения требует особой внимательности, так как лед должен быть идеально ровным, с соблюдением условий устройства и эксплуатации и при этом в помещениях должна поддерживаться комфортная температура для посетителей.

Для утепления купола применялись высокоэффективные теплоизоляционные материалы (негорючие минераловатные плиты «Технолайт Оптима»), а стеклопакеты создавались с применением специальных стекол: верхнее стекло обеспечивает теплосбережение и защиту от солнца, нижнее – безопасность зрителей.

8. Спортивные тренажеры, вырабатывающие электричество. Энергия в спортивных сооружениях экономится не только благодаря конструкциям и новым технологиям строительства, но и с помощью энергосберегающего оборудования.

Например, в клубе Club and Spa (Бристоль) установлены Pedal-Powered тренажеры (тренажёр-велосипед). За месяц посетители вырабатывают 574 кВт·ч кумулятивной энергии, тем самым уменьшают выбросы на «в258kg CO²». Такая экономия обеспечивает питанием плазменный телевизор на 158 дней, освещение зала около 9,573 часов и держит холодильник включенным в течение двух лет. Также в Америке в Портленде находится фитнес-центр Green Microgym, он экономит 85 % расходов на электричество при помощи оборудования Technogym.

Источники энергии для проектирования энергоэффективного спортивного центра

При проектировании спортивных объектов важную роль играют энергоэффективные технологии, например, применяется современное насосное оборудование и другое оборудование.

Оборудование спортивных центров современной энергосберегающей экологически чистой тепловой насосной системой теплоснабжения и холодоснабжения, а также использование нетрадиционных источников энергии позволяет снизить эксплуатационные расходы проекта до 25€/м² в год. Эти условия поддерживают работу объекта как летом, так и зимой при температуре наружного воздуха в среднем от -20°C зимой до +25°C летом. Таким образом, комфортные условия для спорта в центре, а также очертания габаритов позволяют разместить спортивный центр практически в любом районе города. Приоритет технологий теплоснабжения, эксплуатирующих нетрадиционные источники энергии в сравнении с их традиционными аналогами, связаны не только с сокращением затрат энергии, но и с их экологичностью, а также новыми возможностями в области повышения степени автономности различных систем жизнеобеспечения зданий. Именно эти качества имеют определяющее значение в организации конкурентной обстановки на рынке теплогенерирующего оборудования [5].

Поиск возможностей создания и применения в экономике России различных технологий энергосбережения, использующих нетрадиционные источники энергии, показывает, что в стране наиболее перспективной областью их внедрения являются

системы жизнеобеспечения зданий. При этом эффективным направлением внедрения рассматриваемых технологий в практику строительства представляется широкое применение теплонасосных систем теплоснабжения (ТСТ), использующих в качестве повсеместно доступного источника тепла низкого потенциала грунт поверхностных слоев Земли [6]. При использовании тепла Земли выделяются два вида тепловой энергии – высокопотенциальная и низкопотенциальная. Источником высокопотенциальной тепловой энергии являются гидротермальные ресурсы – термальные воды, нагретые в результате геологических процессов до высокой температуры, что позволяет их использовать для теплоснабжения зданий [7].

Низкопотенциальное тепло Земли эксплуатируется в различных типах спортивных объектах многими способами: для горячего водоснабжения, отопления, кондиционирования (охлаждения) воздуха, для устранения обледенения, подогрева полей на открытых спортивных сооружениях и т. п. В зарубежной технической литературе такие системы обозначаются как «GHP» – «geothermal heat pumps», геотермальные тепловые насосы [8].

Тепловой режим грунта поверхностных слоев Земли образуется под воздействием двух главных факторов – падающей на поверхность солнечной радиации и потоком радиогенного тепла из земных недр. Сезонные и суточные изменения интенсивности солнечной радиации и температуры наружного воздуха провоцируют колебания температуры верхних слоев грунта. Глубина проникновения суточных колебаний температуры наружного воздуха и интенсивности падающей солнечной радиации в зависимости от конкретных почвенно-климатических условий находится в пределах от нескольких десятков сантиметров до полутора метров. Глубина проникновения сезонных колебаний температуры наружного воздуха и интенсивности падающей солнечной радиации не превышает, как правило, 15-20 м. Температурный режим слоев грунта, расположенных ниже этой глубины («нейтральной зоны»), образуется под воздействием тепловой энергии, поступающей из недр Земли и практически не зависит от сезонных, а тем более от суточных изменений параметров наружного климата [9].

Освещение. Старые системы освещения в спортивных зонах, бассейнах или общей области могут быть неэффективными или первоначально световые уровни могут быть чрезмерными. Высоко освещенные уровни могут быть предоставлены для телевещания, но работа ведется очень редко. Основное освещение должно быть дневным.

Тепловые системы. Для центральных систем, высокую эффективность (желательно конденсационную) значительную экономию обеспечивают котлы. Иногда локализованное и локально контролируемое отопление может использовать меньше энергии, в частности, где тепло требуется меньше всего. Например, в высоких спортивных залах газовые инфракрасные обогреватели могут обеспечить высокоэффективное «по требованию» отопление.

Рекуперация тепла. Вытяжной воздух бассейна восстанавливает тепло. Как правило, рентабельно, если правильно спланировать, потому что газ и нефть в настоящее время стоят гораздо меньше, чем электричество (в настоящее время – одна пятая), любое увеличение потребления электроэнергии вентилятором или насосом должно быть как можно ниже, иначе установка теплового насоса будет экономически невыгодной.

Комбинированное тепло- и электроснабжение. ТЭЦ часто генерирует электроэнергию на месте с помощью газового генератора. Он экономит энергию и деньги, делая доступным (горячая вода) тепло выхлопных газов двигателя, которое могло бы выделяться впустую. Поэтому существенно уменьшается потребность центра в электроэнергии от сети, но незначительно увеличивается использование газа, поскольку ТЭЦ вырабатывает горячую воду с меньшей эффективностью, чем котел. При проверке производительности надо знать количество газа, потребляемого ТЭЦ и электроэнергии, которую он производит. Размеры тепла и электричества, вырабатываемые ТЭЦ должны быть рассчитаны в соответствии с нагрузкой и количеством работы спортивного центра. Поскольку ТЭЦ должны работать в течение долгих часов, и чтобы быть экономически эффективными, они не должны быть объемными. ТЭЦ, как правило, экономически эффективны в больших плавательных бассейнах, которые имеют соответствующую круглогодичную тепловую нагрузку (бассейн с подогревом). Единицы ТЭЦ могут принадлежать владельцам спортивных центров. У ТЭЦ установлены стандарты качества.

Оценка затрат и выгод ТЭЦ включает как плановое техническое обслуживание, так и более крупное – капитальный ремонт, который, как правило, требуется с интервалом в 2-5 лет (в зависимости от конкретного завода и его интенсивности использования) [10].

Конструкции здания. Улучшение теплоизоляции здания. Своевременная энергоэффективная реконструкция сооружения. Даже новые спортивные здания часто не воздухопроницаемые, поэтому их проверка и герметизация может быть частой и обоснованной, особенно там, где заметны увеличения параметров тепло- и электроэксплуатации.

Вентиляция. Вентиляторы обычно имеют максимальный размер (по требованию норм), но на практике это требование соблюдается очень редко. Затраты энергии могут быть высокими для любой механической приточно-вытяжной вентиляции здания, особенно это распространяется на плавательные бассейны. Высокоэффективные вентиляторы и двигатели вместе с чувствительными конструкциями воздуховодов и вентиляционных установок могут уменьшить требования к мощности при полной нагрузке. Более эффективные вентиляторы за большую часть времени работы могут сэкономить более 50 % энергии вентиляции. Бассейн требует меньше вентиляции, если уровень активности ниже водоочистки бассейна; какая-либо система (например, система ультрафиолетовых лучей) производит меньше запаха. В этих случаях снижение скорости вентилятора (до уровня еще достаточного для того, чтобы избежать конденсации) может сохранить большое количество электрической и тепловой энергии [11].

Бассейн. В бассейне уменьшается потеря тепла от воды, большая потребность для вентиляции ночью. Это еще больше снижает расходы на отопление и электричество в хорошо спроектированной, контролируемой и управляемой системе.

Меры по экономии энергии: использование дневного света; стратегии, сочетающие естественную вентиляцию с механической вентиляцией, охлаждения помещения; оптимальное количество раздевалок и душевых с целью экономии водных ресурсов и освещения; эффективная разработка нагрузок на здание, своевременная эксплуатация, ремонт; замена оборудования на более современное; использование конденсационных котлов и высокоэффективного освещения; слежение во время эксплуатации за работой вентиляторов и регулирование их работы; рекуперация тепла, как правило, экономически эффективна для вентиляции бассейна.

Зеленая электроэнергия: энергоэффективные приборы (в соответствии с новым законом об энергосбережении); технология производства возобновляемой энергии на объектах (за счет использования солнечных батарей, солнечных коллекторов, тепловых насосов и т. д.).

Водопотребление: водосберегающее сантехническое оборудование; счетчики воды; краны для воды с сенсорными датчиками.

Заключение

Значимость полученных результатов для архитектуры состоит в том, что энергосберегающие решения позволяют обеспечить эффективное использование внутреннего объема здания спортивного сооружения. Большое количество альтернативных источников энергии, разумно объединенных и интегрированных в одно здание спортивного центра, позволяет снизить потребность и расходы на энергозатраты и оборудование.

Список библиографических ссылок

1. Васильев Г. П. Экономически целесообразный уровень теплозащиты зданий // Энергосбережение. 2002. № 5. С. 48–51.
2. Водный Центр Холмен, студия ARKIS // ARCHDAILY.RU : ежедн. интернет-изд. 2017. URL: <http://nrd.adsttc.com/882123/holmen-aquatics-center-arkis-architects> (дата обращения: 14.12.2017).
3. Спортивно-развлекательный центр и яхт-клуб // OLD.UAR.RU : ежедн. интернет-изд. 2017. URL: <http://old.uar.ru/projects/24> (дата обращения: 23.12.2017).

4. Дворец водных видов спорта в Казани // ARCHPLATFORMA.RU : еженед. интернет-изд. 2014. URL: <http://www.archplatforma.ru/profile.php?act=2&abur=2&objid=13> (дата обращения: 02.12.2017).
5. Энергосбережение: выбор и установка геотермальной системы теплового насоса // APPS1.EERE.ENERGY.GOV : еженед. интернет-изд. 2008. URL: <https://www.energy.gov/eere/office-energy-efficiency-renewable-energy> (дата обращения: 26.11.2017).
6. Энергосбережение: геотермальные тепловые насосы // APPS1.EERE.ENERGY.GOV : еженед. интернет-изд. 2008. URL: <https://www.energy.gov/eere/office-energy-efficiency-renewable-energy> (дата обращения: 28.11.2017).
7. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Энергоэффективные здания. М. : авок-пресс, 2003. 200 с.
8. Общество возобновляемой энергии Колорадо – геотермальная энергия // CRES-ENERGY.ORG : еженед. интернет-изд. 2001. URL: http://www.cres-energy.org/techbasics/geothermal_div1.html (дата обращения: 10.11.2017).
9. Васильев Г. П., Закиров Д. Г., Абуев И. М., Горнов В. Ф. О тепловом ресурсе сточных вод и его использовании // Водоснабжение и канализация. 2009. № 7-8. С. 50–53.
10. Васильев Г. П., Шилкин Н. В. Использование низкопотенциальной тепловой энергии земли в теплонасосных системах // АВОК. 2003. № 2. С. 52–61.
11. Шонина Н. А. Особенности проектирования систем отопления и вентиляции фитнес-клубов // АВОК. 2014. № 6. С. 44–51.

Zubkova Yana Olegovna

architect

E-mail: zubkova.yana.01@yandex.ru**LLK «Remontstroysevis»**

The organization address: 420030, Russia, Kazan, Arkhangelsk highway, d. 7

Fakhrutdinova Inessa Alekovna

candidate of architecture, associate professor

E-mail: fahinessa@mail.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**Ways to reduce energy consumption
in the architecture of modern sports centers****Abstract**

Problem statement. The volume of electricity consumed by sports buildings around the world is growing steadily. The purpose of the article is to study alternative energy sources, to find the optimal solution for achieving low energy consumption in sports centers by comparing solar energy and any other sources; to reduce the cost of maintaining a sports center.

Results. Analysis of domestic and foreign experience in the operation of energy sources in sports buildings allows to identify alternative energy sources to provide energy to sports centers.

Conclusions. The significance of the obtained results for the architecture consists in revealing the principles of sports facilities maintenance with the help of alternative energy sources, which allows saving on the operation of buildings. Identified alternative sources of energy can be the basis for the design of new sports centers, which in General will affect the economy of the city/region/state.

Keywords: the architecture of modern sports centers, alternative sources of energy in sports centers, energy resources of sports facilities, natural lighting of sports centers, energy-saving sports architecture.

References

1. Vasilyev G. P. Economically feasible level of thermal protection of buildings // Energoberezhniye. 2002. № 5. P. 48–51.

2. Holmen Aquatics Center, ARKIS architects // ARCHDAILY.RU : week. internet-edit. 2017. URL: <http://nrd.adsttc.com/882123/holmen-aquatics-center-arkis-architects> (reference date: 14.12.2017).
3. Sports and entertainment center and yacht club // OLD.UAR.RU : daily. internet-edit. 2017. URL: <http://old.uar.ru/projects/24> (reference date: 23.12.2017).
4. Palace of water sports in Kazan // ARCHPLATFORMA.RU : week. internet-edit. 2014. URL: <http://www.archplatforma.ru/profile.php?act=2&abur=2&objid=13> (reference date: 02.12.2017).
5. Energy Savers: Selecting and Installing Geothermal Heat Pump System // APPS1.EERE.ENERGY.GOV : week. internet-edit. 2008. URL: <https://www.energy.gov/eere/office-energy-efficiency-renewable-energy> (reference date: 26.11.2017).
6. Energy Savers: Geothermal Heat Pumps // APPS1.EERE.ENERGY.GOV : week. internet-edit. 2008. URL: <https://www.energy.gov/eere/office-energy-efficiency-renewable-energy> (reference date: 28.11.2017).
7. Tabunshchikov Yu. A., Brodach M. M., Shilkin N. V. Efficient building. M. : AVOK-press, 2003. 200 p.
8. Colorado renewable energy society – geothermal energy // CRES-ENERGY.ORG : week. internet-edit. 2001. URL: http://www.cres-energy.org/techbasics/geothermal_div1.html (reference date: 10.11.2017).
9. Vasilev G. P., Zakirov D. G., Abuev I. M., Gornov V. F. On the thermal resource of waste water and its use // Vodospabzheniye i kanalizatsiya. 2009. № 7-8. P. 50–53.
10. Vasiliev G. P., Shilkin N. V. Use of low-potential heat energy of the earth in heat pump systems // AVOK. 2003. № 2. P. 52–61.
11. Shonina N. A. Features of design of systems of heating and ventilation of fitness clubs // AVOK. 2014. № 6. P. 44–51.