

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №3 (2016) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol8-3>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/06TVN316.pdf>

Статья опубликована 23.05.2016.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Петров В.Д. Проблемы достижения полной энергонезависимости архитектурными комплексами зданий и сооружений // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №3 (2016)

<http://naukovedenie.ru/PDF/06TVN316.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 721.01

Петров Вадим Дмитриевич

ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

Россия, Санкт-Петербург¹

Аспирант

E-mail: vdmptrv@mail.ru

Проблемы достижения полной энергонезависимости архитектурными комплексами зданий и сооружений

Аннотация. Современная архитектура прошла долгий эволюционный путь до обретения способности самостоятельно производить ресурсы для обеспечения собственного функционирования. Появление энергонезависимых зданий, способных за счет синтеза энергоэффективной конструкции, интегрированных инструментов возобновляемой энергетики и систем энергосбережения создать комфортную среду для работы и жизни, предзнаменует создание полностью автономных архитектурных комплексов. Энергонезависимость комплексов динамически взаимодействующих зданий и сооружений, объединенных единой автономной инфраструктурой, является важным вопросом для исследований. В статье описываются основные проблемы достижения полной энергонезависимости, существующие на сегодняшний день, на примере действующих энергоэффективных комплексов, и рассматриваются некоторые предпосылки их решения. Постоянно растущая стоимость топлива, несовершенство современных систем энергоснабжения, их уязвимость и «тупиковость» структуры, а также неэффективное использование имеющихся возобновляемых ресурсов делает наиболее актуальной разработку архитектурных комплексов, способных самостоятельно производить достаточно энергии для обеспечения функционирования как объектов комплексов, так и его инфраструктуры, и коммуникаций. В качестве стратегии решения описанных проблем автором предлагается разработка модели рационального многоуровневого взаимодействия между зданиями и сооружениями, основанного на обмене информацией, энергией и централизованном контроле функционирования основных систем комплекса.

Ключевые слова: энергонезависимость; современная архитектура; архитектурные комплексы; взаимодействие архитектуры с окружающей средой; здания и сооружения как система; автономные комплексы; самообеспечивающаяся инфраструктура; реструктуризация; модернизация коммуникаций; альтернативная энергетика в архитектуре

Современные технологии проектирования, строительные материалы и уровень развития техники делает архитектуру благодатной средой для интеграции инструментов

¹ 191036, Россия, Санкт-Петербург, Невский проспект, д. 132, кв. 20

использования возобновляемой энергии, систем энергосбережения и распределения производимой энергии. Энергоэффективные конструкции позволяют существенно снизить уровень энергопотребления, что, в совокупности с возможностью самостоятельно производить экологически-чистую энергию делает возможным создание полностью энергонезависимых комплексов зданий и сооружений при условии разработки модели рациональной автономной инфраструктуры такого комплекса.

Долгое время основные функции архитектуры заключались в обеспечении комфортной среды обитания для человека за счет эстетических и эргономических решений. Сегодня современные технологии одновременно расширили и определили новые функции: производство, распределение и рациональное использование энергии. Количество инженерных и технических решений для выполнения этих функций настолько велико, благодаря техническому и научному прогрессу, что для классификации и сравнительной оценки их эффективности были введены системы стандартизации, например, BREEAM или LEED. Стандарт LEED оценивает здания по 100-балльной системе, учитывающей основные характеристики: энергоэффективность конструкции, эффективность использования водных ресурсов, используемые строительные материалы, внутренний микроклимат, и целесообразность выбора места строительства [1]. Появление систем сертификаций зданий такого рода, демонстрирующих накопленный научный и технический потенциал, является первой предпосылкой появления полностью энергонезависимых комплексов зданий и сооружений: систематизация и оптимизация всех аспектов создания и эксплуатации здания существенно снижают количество ресурсов, необходимое для обеспечения его функционирования.

Одновременно с этим стремительно возрастает эффективность интегрируемых инструментов использования возобновляемой энергии. Современные прототипы фотоэлементов демонстрируют значительное повышение КПД до 85% за счет использования наноматериалов [2]. Возрастает эффективность ветрогенераторов, они становятся все тише и компактнее, что позволяет встраивать их в городскую среду более плотно. Новые технологии аккумулирования позволяют сохранять для дальнейшего использования (например, в периоды низкой эффективности источника энергии) излишки энергии, произведенные энергоактивными зданиями. Порядковое повышение энергоэффективности и производимых мощностей является второй важной предпосылкой перехода к энергонезависимым архитектурным системам.

Третьей предпосылкой является появление новых взаимодействий между зданиями: информационного и энергетического. Развитие беспроводной передачи данных и систем распределенного производства энергии превращает здания и сооружения комплекса в элементы единой многоуровневой системы. Восприятие архитектуры как системы очень важно для формирования эстетически-, и контекстуально-благоприятной среды. Обмен информацией о состоянии внутренних систем зданий комплекса позволяет координировать работу интегрированных инструментов зеленой энергетики, что делает распределение вырабатываемой энергии более эффективным.

Основные проблемы достижения полной энергонезависимости и существующие стратегии их решения

Говоря об энергонезависимом комплексе зданий и сооружений, следует отметить, что помимо полного самообеспечения, объекты комплекса должны производить достаточное количество ресурсов для функционирования и внутренней инфраструктуры. На сегодняшний день все существующие энергоэффективные комплексы зданий и сооружений не обладают автономной инфраструктурой ввиду различных причин. Даже при наличии нескольких

энергонезависимых зданий класса «энергия плюс» (с положительным энергобалансом) суммарного количества энергии, произведенной ими сверх собственных потребностей, не хватает для обеспечения внешней инфраструктуры: транспорта, систем водоснабжения, канализации и утилизации отходов.

На первом месте находится транспортная система. Анализ мирового опыта демонстрирует значительные изменения в городской среде после полного отказа от традиционного (использующего бензиновые и дизельные двигатели) транспорта. В Китайском районе Чэнду принят полный запрет на наземный транспорт. Планировочная схема комплекса предполагает максимально пятнадцатиминутную шаговую доступность любого важного элемента инфраструктуры. При этом автотранспортная система перемещается под землю в туннели, подобные системе метрополитена (и, соответственно, включающие систему метрополитена). Это позволяет снизить общий углеродный след города на 60%, что благоприятно скажется на общем экологическом фоне [3, 4]. В менее радикальных примерах, на территориях некоторых европейских кварталов и комплексов (например, BedZED [5] и Вобан [6]) значительно ограничивается или полностью запрещается использование традиционного транспорта, который заменяется более экологически-чистым электротранспортом. Полностью экологически чистым он может быть только при условии, что энергия, которая обеспечивает его функционирование, добыта из возобновляемых источников. Современные разработки в области электротранспорта (как индивидуального, так и общественного) позволяют задуматься о полном отказе от использования постоянно дорожающего бензина: например, транспортная система района Масдар (Абу-Даби, ОАЭ) подразумевает полный запрет на автотранспорт. Передвижение осуществляется за счет персонального автоматического транспорта – полностью автоматизированной сети общественного электротранспорта [7]. Транспортные пути не пересекаются друг с другом на одном уровне. Система полностью автоматизирована, в том числе маршрутизация и управление транспортными средствами. Запрет на автотранспорт лишил город необходимости создания привычных автодорог, благодаря чему район разделен большим количеством затененных переходных улочек. Сегодняшний уровень эффективности использования многих возобновляемых источников энергии в совокупности с прогрессом в области создания электротранспорта с низким энергопотреблением позволяет рассматривать модернизацию транспортной системы как наиболее эффективную стратегию преодоления этого препятствия.

Другие системы, требующие автономности в энергонезависимом комплексе – это система водоснабжения и канализация. Работа очистных сооружений и насосных подстанций должна так же обеспечиваться энергией, произведенной объектами комплекса. Таким образом, водопровод и очистные сооружения должны представлять собой систему замкнутого типа, связанную со всеми зданиями. Экономия водных ресурсов (являющаяся критерием большинства систем сертификаций энергоэффективных зданий) позволит соответственно понизить расход энергии на эксплуатацию водоочистных сооружений и насосных станций подкачки. Существующий опыт интеграции систем экономного расхода воды, вторичного использования отработанных, т.н. «серых» вод и крупномасштабных солнечных коллекторов показывает значительное повышение качества и снижение стоимости конечного продукта, т.е. чистой питьевой воды. Так, все здания комплекса BedZED в Великобритании оборудованы системами сбора, очистки и хранения ливневых, талых, хозяйственно-бытовых и сточных вод [5]. Для полной очистки загрязнённой воды применяются масштабные комплексы многократной фильтрации, предусматривающие полную дезинфекцию. Система водоснабжения энергонезависимого архитектурного комплекса должна функционировать по схеме автономного цикла: все отработанные воды проходят через систему фильтров разного уровня в водоприёмник для вторичного использования [8].

Ввиду необходимости использовать все доступные ресурсы для обеспечения достаточного количества энергии комплексом должны осуществляться мероприятия по переработке биологических отходов (канализационных биомасс и перерабатываемого мусора). Поэтому энергонезависимый комплекс должен обладать собственной системой транспортировки и переработки отходов: для этих целей оптимально подходят небольшие биореакторы и применяемая в некоторых европейских городах (таких, как олимпийский комплекс Hammarby Sjöstad в Стокгольме) система вакуумного мусоропровода. Сортированные отходы скапливаются в течение дня в заглубленных на 2/3 в землю контейнерах, прессуясь под собственным весом [9]. Затем, при наполнении контейнера, прессованный мусор по вакуумному каналу отправляется сразу на переработку. Такая система значительно гигиеничнее и экономичнее традиционной системы вывоза мусора. Количества биотоплива, производимого биореакторами комплекса, вполне достаточно для обеспечения собственного функционирования и работы системы мусоропровода. Для минимизации расходов на транспортировку отходов рациональным было бы размещение сети миниатюрных биореакторов, встроенных в подземные части зданий.

Обеспечение отопления комплекса так же требует значительных энергозатрат. Современные системы теплоснабжения являются несовершенными ввиду значительных теплопотерь. Применение децентрализованных и комбинированных отопительных систем позволяет снизить эти показатели [10].

Таким образом, основной проблемой, которую необходимо решить для достижения энергонезависимости комплекса зданий и сооружений, является обеспечение энергией его внутренней инфраструктуры. Современная энергоэффективная архитектура в своем развитии следует стратегии порядкового увеличения производимых мощностей и уменьшения энергозатрат: каждое новое здание с положительным энергетическим балансом производит все больше энергии при постоянно растущем уровне энергосбережения. Распределение излишков произведенной энергии в общегородскую электросеть и соседние сооружения создают новые виды взаимосвязей между объектами архитектурной среды наряду с традиционными историческими и визуальными взаимосвязями. Развитие беспроводных средств передачи данных и увеличение вычислительных мощностей укрепляет эти взаимосвязи и позволяет перейти к разработке многоуровневой системы взаимодействий между объектами архитектурного комплекса и его инфраструктурой. Такая система должна использовать весь потенциал синтеза интегрированных инструментов возобновляемой энергетики и систем энергосбережения для оптимального распределения производимых комплексом ресурсов [11].

Разработка модели энергонезависимой архитектурной системы является важной задачей, обусловленной многими экономическими, социальными и техническими причинами. Повышение стоимости топлива, перенаселенность мегаполисов и необходимость рационального освоения новых территорий при расширении, постоянный рост энергопотребления, - только самые основные из них. Сегодня научный прогресс предоставляет нам все инструменты, необходимые для осуществления самых футуристических проектов. Грамотное сочетание и применение этих инструментов уже сегодня позволяет добиться энергонезависимости отдельных зданий, что делает появление более масштабных автономных архитектурных систем более чем реальным в ближайшие годы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сертификация зданий LEED, URL: <http://www.leed.net/>.
2. Краснок А.Е., Максимов И.С., Денисюк А.И., Белов П.А., Мирошниченко А.Е., Симовский К.Р., Кившарь Ю.С. Оптические наноантенны // «Успехи физических наук», Т.183, №6 (2013). URL: <http://ufn.ru/ru/articles/2013/6/a/>.
3. Описание Чэнду Тяньфу на сайте студии Gordon Gill Architecture - URL: http://smithgill.com/news/great_city_press_release/.
4. Alex Davies. China is building a huge eco city where no one will need to drive // «Financial Post», November, 2012. URL: <http://business.financialpost.com/business-insider/china-is-building-a-huge-eco-city-where-no-one-will-need-to-drive>.
5. S. Corbey, The BedZED lessons. изд. University of East London, 2005. с. 133.
6. Официальный сайт района Вобан, автор проекта - Рольф Диш. URL: <http://www.passivhaus-vauban.de/idee.en.html>.
7. Официальный сайт Масдар Сити, автор проекта сэр Норман Фостер. URL: <http://www.masdar.ae/>.
8. Иванов В.А., Переведенцев С.В., Тыгер Л.М. Совершенствование технологий переработки органической части биошлама сточных вод ЖКХ // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №1 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/139TVN115.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/139TVN115.
9. Усманова Э. В Европе новая мода - на смену мусоровозам и помойкам приходят вакуумные подземные мусоропроводы // «Деловой Петербург», №68 (2012). URL: http://www.dp.ru/a/2012/10/30/V_Evropa_novaja_moda__na/.
10. Клявлин М.С., Самофеев Н.С., Шильдт Л.А., Клявлиня Я.М. Возможности реализации децентрализованной и комбинированной систем отопления на примере города Уфы // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №5 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/190TVN515.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/190TVN515
11. Кеннеди Д. Виртуальная электростанция – «умный контроль» распределенной генерации // «Энергетика и промышленность России» № 8/244, апрель 2014. URL: <http://www.eprussia.ru/epr/244/15964.htm>.

Petrov Vadim Dmitrievich

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, Saint Petersburg
E-mail: vdmprtv@mail.ru

Problems of full energy-independent achievement of architectural complexes, buildings and structures

Abstract. Modern architecture has come through a long evolutionary path to gain the ability to independently produce resources for its own functioning. The appearance of non-volatile buildings that are capable to create a convenient environment for work and life due to the synthesis of energy-efficient construction, integrated instruments of renewable energy and energy conservation systems, foreshadows the creation of a fully autonomous architectural complexes. Energy-independent complexes of dynamically interacting buildings, united by a single autonomous infrastructure, is an important issue for research. The article describes the main challenges for achieving full energy independence, existing today, as an example of existing energy-efficient systems, and discusses some of the preconditions of their solutions. The increasing cost of fuel, the imperfection of modern power supply systems, their vulnerability and the "dead end" of the structure, as well as inefficient use of available renewable resources makes it the most urgent and relevant development of architectural complexes, capable of independently producing enough energy for the operation of a complex object, as well as its infrastructure and communications. As a strategy to address the problems described by the author it seems reasonable to develop a model of sustainable multi-level interaction between buildings and structures, based on the exchange of information, energy and centralized control functioning of the main systems of the complex.

Keywords: nonvolatility; modern architecture; architectural complexes; architecture interaction with the environment; buildings and facilities as a system; autonomous systems; self-sustaining infrastructure; restructuring; improving communication; alternative energy architecture

REFERENCES

1. Sertifikatsiya zdaniy LEED, URL: <http://www.leed.net/>.
2. Krasnok A.E., Maksimov I.S., Denisyuk A.I., Belov P.A., Miroshnichenko A.E., Simovskiy K.R., Kivshar' Yu.S. Opticheskie nanoantenny // «Uspekhi fizicheskikh nauk», T.183, №6 (2013). URL: <http://ufn.ru/ru/articles/2013/6/a/>.
3. Opisanie Chendu Tyan'fu na sayte studii Gordon Gill Architecture - URL: http://smithgill.com/news/great_city_press_release/.
4. Alex Davies. China is building a huge eco city where no one will need to drive // «Financial Post», November, 2012. URL: <http://business.financialpost.com/business-insider/china-is-building-a-huge-eco-city-where-no-one-will-need-to-drive>.
5. S. Corbey, The BedZED lessons. izd. University of East London, 2005. s. 133.
6. Ofitsial'nyy sayt rayona Voban, avtor proekta - Rol'f Dish. URL: <http://www.passivhaus-vauban.de/idee.en.html>.
7. Ofitsial'nyy sayt Masdar Siti, avtor proekta ser Norman Foster. URL: <http://www.masdar.ae/>.
8. Ivanov V.A., Perevedentsev S.V., Tyger L.M. Sovershenstvovanie tekhnologii pererabotki organicheskoy chasti bioshlama stochnykh vod ZhKKh // Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE» Tom 7, №1 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/139TVN115.pdf> (dostup svobodnyy). Zagl. s ekrana. Yaz. rus., angl. DOI: 10.15862/139TVN115.
9. Usmanova E. V Evrope novaya moda - na smenu musorovozam i pomoykam prikhodyat vakuumnye podzemnye musoroprovody // «Delovoy Peterburg», №68 (2012). URL: http://www.dp.ru/a/2012/10/30/V_Evrope_novaja_moda__na/.
10. Klyavlin M.S., Samofeev N.S., Shil'dt L.A., Klyavlina Ya.M. Vozmozhnosti realizatsii detsentralizovannoy i kombinirovannoy sistem otopeniya na primere goroda Ufy // Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE» Tom 7, №5 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/190TVN515.pdf> (dostup svobodnyy). Zagl. s ekrana. Yaz. rus., angl. DOI: 10.15862/190TVN515
11. Kennedi D. Virtual'naya elektrostantsiya – «umnyy kontrol'» raspredelennoy generatsii // «Energetika i promyshlennost' Rossii» № 8/244, aprel' 2014. URL: <http://www.eprussia.ru/epr/244/15964.htm>.