

## СОВРЕМЕННАЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ АРХИТЕКТУРА

**Витвицкая Е. В.**, к. т. н., профессор кафедры Основ архитектуры и ДАС

**Бондаренко Д. О.**, ассистент кафедры Основ архитектуры и ДАС

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

Тел. (048) 729-86-12

**Аннотация.** Энергосбережение в архитектуре вытекает из требований нормативных документов и включает: использование альтернативных источников энергии, совершенствование тепловой оболочки зданий, установку энергосберегающего оборудования, применение системы АСКУ и др.; на примерах современных энергосберегающих объектов показано, что наряду с экономией энергоресурсов удается создавать экологически чистые и более интересные архитектурные образы.

**Ключевые слова:** энергосберегающая архитектура, альтернативные источники энергии, зеленая архитектура, тепловая оболочка зданий, энергосберегающие технологии.

**Постановка проблемы.** Анализ нормативной литературы по вопросам энергосбережения в архитектуре. Рассмотрение на примерах мирового опыта применения основных принципов энергосберегающей современной архитектуры, обеспечивающих экономию энергоресурсов и создание экологически чистых архитектурных объектов.

**Цель работы.** Рассмотреть на примерах мирового опыта современные энергосберегающие здания начала XXI века. Показать, что их архитектурно-технические решения, наряду с экономией энергоресурсов, позволяют также улучшить экологию объекта и придать ему интересный дизайн, что существенно отличает современные энергосберегающие здания начала XXI века от аналогичных по назначению сооружений, построенных в конце XX века.

**Задачи работы:**

- Анализ требований по энергосбережению в нормативной литературе по строительству и архитектуре.
- Рассмотрение на примерах мирового опыта современной энергосберегающей архитектуры.

Разразившийся в конце XX столетия мировой энергетический кризис заставил человечество задуматься об угрозе экологической катастрофы, обусловленной интенсивным сокращением природных энергоресурсов нашей планеты, и обратить серьезное внимание на необходимость их экономного использования. Вопросы экономии энергоресурсов играют важную роль и на современном этапе развития строительства и архитектуры. Знаменитый английский архитектор Норман Фостер заметил, что «архитекторы не могут решить все мировые экологические проблемы, но могут проектировать здания, требующие только часть потребляемой ныне энергии...». Во многих странах (включая и Украину) стали разрабатывать нормативную литературу по вопросам энергосбережения в строительстве и архитектуре. Анализ этих нормативных документов позволил установить, что в современной архитектуре предписывается максимально использовать новые энергоэффективные технологии [1-4]:

- *нетрадиционные (альтернативные) источники электрической энергии:*

- гелио-, геотермальные, ветровые установки и др.;
- *энергоэффективную оболочку здания* – обеспечивающую минимальные теплотери и теплопотупления;
- *энергосберегающее оборудование здания* – тепловой насос, энергосберегающие электроприборы, энергоэффективное освещение;
- *АСКУ* – автоматизированную систему контроля и управления зданием и др.

Архитекторы различных стран начали проектировать здания и комплексы с использованием новых энергосберегающих и энергоэффективных технологий, что в свою очередь привело к существенным изменениям архитектурно-технических решений, выразительности объектов и улучшению их экологии. Современные энергосберегающие здания начала XXI века существенно отличаются от аналогичных по назначению сооружений, запроектированных и построенных в конце XX века, не только своими архитектурно-техническими решениями, но и дизайном. Рассмотрим некоторые примеры архитектурных решений современных энергосберегающих зданий, в которых используются нетрадиционные источники энергии:

- **Солнечная энергия** – впитывается гелиоустановками (солнечными батареями, коллекторами и др.) и используется для: дополнительного обогрева здания; нагрева воды домов и бассейнов; отопления здания; создания электричества (освещение и работа эл/приборов); освещения улиц; создания гелиостанций и др.

На рис. 1, 2 представлены современные энергосберегающие здания, в которых для получения электроэнергии используются гелиоустановки. Из приведенных рисунков можно видеть, что в современной архитектуре солнечные батареи не только размещают отдельно, но и делают их вмонтированными в кровлю и фасад здания.



Рис. 1. Центр BMW в Мюнхене – солнечные батареи вмонтированы в кровлю.



Рис. 2. Ark Building в Сиднее – солнечные батареи вмонтированы в фасад

Компания SMIT выпустила в продажу систему солнечных батарей Solar Ivy [5], состоящую из множества листьев (гальванических пластин), имитирующих побеги плюща (рис. 3,4). Система легко цепляется на стены зданий и принимает форму поверхности любого рельефа. При этом фотоэлементы немного поворачиваются за счет ветра, улавливая солнечные лучи в разных плоскостях, что повышает общую производительность. Форму и тип взаимозаменяемых листьев можно подобрать в соответствии с дизайном строения. Такой солнечный плющ уже использован на фасадах двух комплексов: Orson Spencer Hall в США и музея окружающей среды Montreal Biosphere в Канаде.

На рис. 5 – Город Солнца, который создает в Дубаи архитектурная мастерская Graft Lab – здание, полностью питающееся от солнечных батарей [6]. Вся крыша стилобата и крыши высотных корпусов будут покрыты солнечными батареями. Компания Himin Solar Energy работает над созданием Китайской Солнечной Долины [7] – центра науки и технологий Китая с самым большим в мире заводом по производству солнечной энергии.

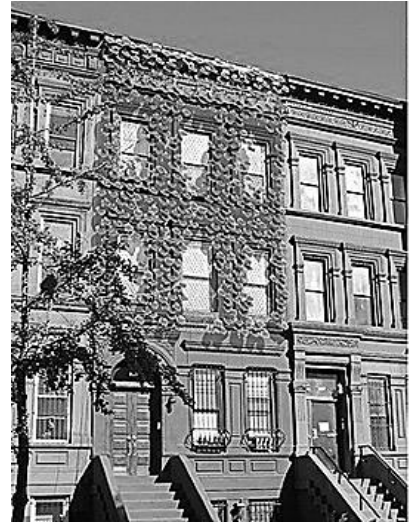


Рис. 3. Вид системы солнечных батарей Solar Ivy на фасадах зданий



Рис. 4. Вид системы солнечных батарей Solar Ivy в интерьере зданий



Рис. 5. Дубайский Город Солнца – энергетически независимое здание



Рис. 6. Китайская Солнечная Долина. Офис компании Himin Solar Energy



Рис. 7. Солнечная электростанция в Ватикане

В 2010 г. уже появилось первое здание – офис компании Himin Solar Energy, окруженный полукругом солнечных батарей, полностью обеспечивающих его электричеством (рис. 6). На рис. 7 можно видеть солнечную электростанцию в Ватикане [8].

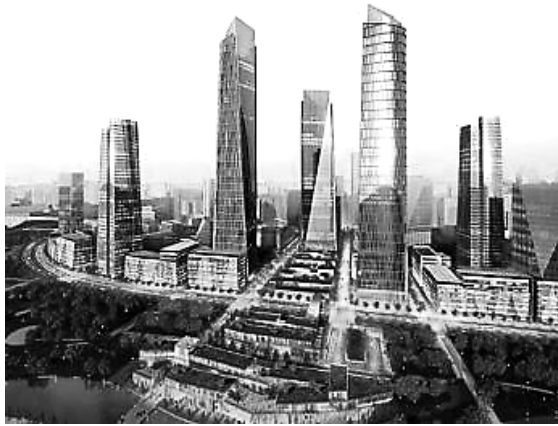


Рис. 8. Геотермический район в Пекине (Китай), архитектурное бюро SOM

➤ **Энергия грунта** – температура ниже глубины промерзания в течение всего года 8–12 градусов. Коллекторы встраиваются в почву, позволяя получить дополнительное электричество, а также создать геотермальные районы и станции, рис. 8 [9].

➤ **Энергия ветра** – энергия воздушных масс крутит лопасти турбины, превращаясь в электричество; используется для освещения зданий, улиц и других объектов. Ветряные турбины желательно ставить на небоскребы, потому как ветер на них сильнее. На рис. 9–12 приведены примеры использования энергии ветра и солнца в современной архитектуре – небоскребы с ветрогенераторами и солнечными батареями [10–12].



Рис. 9. Envision Green Hotel (Майами, США)

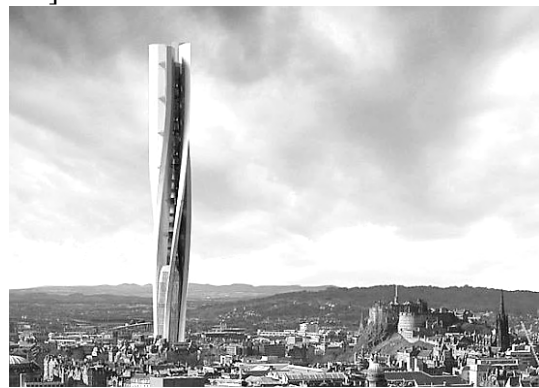


Рис. 10. Spiral Staircase Skyscraper (Барселона, Испания)



Рис. 11. Экологический небоскреб (Нойда, Индия)



Рис. 12. Gullwing Twin Wind Towers (Дубаи, ОАЭ)

На рис. 9 – небоскреб в форме яйца – «Envision Green Hotel» [10]. Работа архитектурного бюро Michael Rosenthal Associates (Майами, США). Сооружение является ветряной башней и урбанистической эко-гостиницей. Его фасады будут покрыты фотогальваническими структурами, что позволит использовать и накапливать электроэнергию без вмешательства центральной электросети города. За счёт ветровых турбин будут нагреваться котлы с водой для водоснабжения и отопления здания. По периметру отеля будут размещены специальные резервуары для забора и последующей фильтрации дождевой воды, которую будут использовать для бассейнов.

На рис. 10 – ветряной небоскреб в Барселоне, генерирующий электричество не только для себя, но и для 2000 жилых домов [11]. Работа британских архитекторов А. Ratzlaff и D. Arnold.

На рис. 11 – экологический небоскреб, проект индийского архитектора Викаса Павар [12]. Здание дает возможность использовать солнечную и ветряную энергии, что будет способствовать снижению выбросов вредных газов в атмосферу. Экологический небоскреб имеет привлекательный дизайн и отличается от стандартных решений. Это эстетическое и самодостаточное строительство.

На рис. 12 – башни-близнецы, фасад которых покрыт ветряными турбинами в форме птичьих крыльев, которые обеспечат энергетическую автономность объекта [13]. Этот оригинальный проект будет построен в Дубаи, работа архитектурного бюро ARXX Studio.



Рис. 13. Энергетическая крыша с солнечными батареями и ветрогенераторами для города Перуджа (Италия)



Рис. 14. Solar Wind — мост с солнечными батареями и ветрогенераторами в Калабрия (Италия)

На рис. 13 – крыша, имеющая солнечные батареи и ветряные турбины, которой жители итальянского города Перуджа хотят накрыть одну из небольших улочек в самом центре городка [14]. Получаемая данным сооружением энергия будет использоваться для освещения улицы и работы метрополитена.

На рис. 14 – реконструкция старого обветшавшего моста между итальянскими городами Багнару и Сцилу протяженностью 20 км [15]. В этой части страны электроэнергия достаточно дорогая и требования к проекту – красота и оригинальность дизайна, решение стратегической задачи функциональности моста, экономия средств при строительстве и получение электроэнергии минимум для 15 000 домов, расположенных в округе. Итальянские дизайнеры Франческо Коларосси, Джованна Саракино и Луиза Саракино предложили поистине впечатляющий дизайн экологически чистого моста, в качестве элементов художественного декора которого используются крупные ветрогенераторы,

заполняющие свободное пространство между колоннами, и солнечные батареи на поверхности дороги.

На рис. 15 и 16 – Soundscaper, небоскреб, покрытый чувствительными к шуму «ресничками», преобразующими городской шум в источник экологически чистой энергии [16]. Здание можно построить недалеко от основных автомагистралей, железнодорожных узлов и других источников максимального шумового загрязнения города. На каждом небоскребе порядка 84000 электроактивных «ресниц», каждая из которых преобразует звуковые колебания в кинетическую энергию, а затем в электричество. Один Soundscaper может производить 150 мегаватт энергии, примерно 10% от потребности освещения всего Лос-Анджелеса. Несколько таких небоскребов смогут удовлетворить потребность в электричестве мегаполиса. Кроме получения экологически чистой энергии, уменьшаются выбросы углекислого газа и зависимость от ископаемого топлива.



Рис. 15. Soundscaper – небоскреб с «ресничками», разработка пяти французских архитекторов



Рис. 16. Soundscaper – «реснички» здания, впитывают шум города и преобразуют его в электроэнергию

Современные энергоэффективные здания разрабатывают и отечественные архитекторы. На рис. 17 – «Кинетический небоскреб» из Украины от архитекторов Виктора Копейкина и Павла Заботина [17]. Работа участвовала в конкурсе «Небоскреб 2011» и вошла в число 32- лучших проектов.

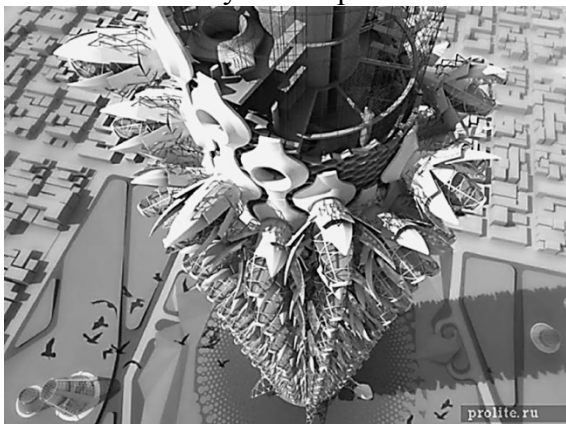


Рис. 17. «Кинетический небоскреб» из Украины для города Мехико (Бразилия)



Рис. 18. Дизайн кинетических модулей, следующих за солнечным светом



Кинетический небоскреб направлен на решение проблем Мехико – одного из самых больших (с 20-миллионным населением) и наиболее загрязненных мегаполисов современности – уникальным и инновационным путем: структура имеет геотермальный завод в основании и усеянный солнечными панелями фасад. На рис. 16 можно видеть наиболее интересную часть небоскреба – дизайн кинетических модулей, которые крепятся к основному каркасу. Модули имеют сходство с цветком, могут открываться и закрываться, а также следовать за солнечным светом.

Можно было бы и дальше приводить примеры современных энергоэффективных зданий и комплексов, но даже представленные объекты позволяют по результатам проведенных исследований сделать следующие **выводы**:

1. После разразившегося в конце XX столетия мирового энергетического кризиса, обусловленного интенсивным сокращением природных энергоресурсов нашей планеты, вопросы экономии энергоресурсов и поиск нетрадиционных источников получения энергии играют важнейшую роль на современном этапе развития всех отраслей, включая и архитектуру.

2. Во многих странах мира (в том числе и в Украине) разработана и совершенствуется нормативная литература по вопросам энергосбережения в строительстве и архитектуре, обязывающая при разработке проектов зданий и комплексов максимально использовать энергосберегающие технологии: нетрадиционные источники электрической энергии; энергоэффективную оболочку здания; энергосберегающее оборудование и электроприборы; энергоэффективное освещение; АСКУ – автоматизированную систему контроля и управления зданием и др.

3. Архитекторы различных стран начали проектировать здания и комплексы с использованием новых энергосберегающих технологий, что в свою очередь привело к существенным изменениям архитектурного облика и выразительности самих объектов. При этом наряду с экономией энергоресурсов современные энергосберегающие здания начала XXI века позволяют также улучшить экологию объекта и придать ему интересный дизайн, что существенно отличает их от аналогичных по назначению сооружений, построенных в конце XX века.

### ЛИТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.2-15-05 Житлові будинки.– К.: Держбуд України, 2005.
2. ДБН В.2.2-9:2009 Громадські будинки та споруди. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009.
3. ДБН В.2.6-31:2006 ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ БУДІВЕЛЬ. – К.: Мінбуд України, 2006.
4. ДСТУ Б А.2.2-8:2010 Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010.
5. Эко-архитектура: солнечные батареи в виде листьев. – <http://solarivy.com/siv3>
6. Город Солнца в Дубаи – <http://server1.bezfishki.com/2009/102009/>
7. Китайская Солнечная Долина – <http://www.novate.ru/blogs/220510/14756/>
8. Солнечная электростанция в Ватикане – [http://archi.ru/press/world/theme\\_current.html?start](http://archi.ru/press/world/theme_current.html?start).
9. Геотермический район в Пекине – <http://www.novate.ru/blogs/150210/14138/>
10. Американские архитекторы удивили небоскребом в форме яйца – <http://www.archfacade.ru/2009/03/envision-green-hotel-usa.html>
11. Энергоактивный небоскреб. – <http://feelnew.ru/proekt-zdaniya-gullwing-twin-wind-towers/>
12. Экологический небоскреб в городе Нойда – <http://www.dcreative.ru/topics/eko-arhitektura>
13. Проект здания Gullwing Twin Wind Towers – <http://feelnew.ru/proekt-twin-wind-towers/>
14. Необычные ветряки – <http://nikita08.info/post163748156/>
15. Solar Wind — мост с ветрогенераторами и солнечными батареями <http://www.novate.ru/blogs>
16. Soundscaper, небоскреб с «ресничками» – <http://www.vzavtra.net/sovremennye-zdaniya>.
17. “Кинетический небоскреб” из Украины – [http://archi.ru/press/world/theme\\_current](http://archi.ru/press/world/theme_current).