

АРХІТЕКТУРА

УДК 728.536:625.712.14

**ПРЕДЛОЖЕНИЕ РЕШЕНИЙ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТОВ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В УКРАИНЕ**

ДЬЯЧЕНКО Л. Ю.^{1*}, к. т. н., доц.,
ДЬЯЧЕНКО О. С.^{2*}, асс.,
СОВЕНКО В. В.³, студ.

^{1*} Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (056) 756-33-65, e-mail: olya_d1@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4499-2278

^{2*} Кафедра архитектуры, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (056) 756-33-32, e-mail: arh_dyachenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-2591-3277

³ Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, e-mail: sovenkovladislav93@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8935-702X

Аннотация. Постановка проблемы. На сегодняшний день во всем мире на первом месте стоит вопрос экологии. Наши дома не просто ухудшают природу, но и нуждаются в большом количестве энергии: 40 % энергии в мире идет на освещение, работу кондиционеров, отопление и т. д. Украина — страна, в которой много городов, имеющих большие промышленные зоны. Путем введения ряда инноваций по энергоэффективности можно улучшить экологическую ситуацию в стране. **Цель статьи** - предложить решения по разработке проектов энергоэффективных высотных зданий в Украине. **Вывод.** Предложенные решения позволят в ближайшем будущем решить проблемы экологии, энергосбережения, экономии природных ресурсов в стране.

Ключевые слова: энергоэффективное высотное здание, энергосбережение, экология, ветровая турбина, солнечные батареи

**ПРОПОЗИЦІЯ РІШЕНЬ З РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЄКТІВ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ В УКРАЇНІ**

ДЬЯЧЕНКО Л. Ю.^{1*}, к. т. н., доц.,
ДЬЯЧЕНКО О. С.^{2*}, асист.,
СОВЕНКО В. В.³, студ.

^{1*} Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (056) 756-33-65, e-mail: olya_d1@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4499-2278

^{2*} Кафедра архітектури, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (056) 756-33-32, e-mail: arh_dyachenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-2591-3277

³ Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, e-mail: sovenkovladislav93@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8935-702X

Анотація. Постановка проблеми. Наразі у всьому світі на першому місці стоїть питання екології. Наші будинки не просто погіршують природу, а й мають потребу у великій кількості енергії: 40 % енергії у світі йде на освітлення, роботу кондиціонерів, опалення тощо. Україна — країна, в якій багато міст, що мають великі промислові зони. Шляхом уведення низки інновацій з енергоефективності можна поліпшити екологічну ситуацію в країні. **Мета статті** - запропонувати рішення по розробці проєктів енергоефективних висотних будівель в Україні. **Висновок.** Запропоновані рішення дозволять у найближчому майбутньому вирішити проблеми екології, енергозбереження, економії природних ресурсів у країні.

Ключові слова: енергоефективна висотна будівля, енергозбереження, екологія, вітрова турбіна, сонячні батареї

**OFFER SOLUTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF PROJECTS
OF ENERGY-EFFICIENT HIGH-RISE BUILDINGS IN UKRAINE**

DYACHENKO L. Yu.^{1*}, Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.,
DYACHENKO O. S.^{1*}, Asst.,

SOVENKO V. V.², *stud.*

^{1*} Department of Planning and Organization of Production, State Higher Educational Establishment «Pridneprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-65, e-mail: olya_d1@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-4499-2278

^{2*} Department of Architecture, State Higher Educational Establishment «Pridneprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-32, e-mail: arh_dyachenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-2591-3277

³ State Higher Educational Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, e-mail: sovenkovladislav93@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8935-702X

Summary. Raising of problem. Today, the question of ecology is in the first place all over the world. Our homes are not just destroying nature, but also need a lot of energy. 40% of the world's energy goes to lighting, air conditioning, heating, etc. Ukraine is a country, in which there are many cities with large industrial zones. By introducing a number of innovations for increasing energy efficiency we can improve the ecological situation in the country. **The purpose of the article** is offer solutions for the development of projects of energy-efficient high-rise buildings in Ukraine. **Conclusion.** Proposed solutions for the development of projects of energy-efficient high-rise buildings in Ukraine will allow to solve the problems: ecology, energy saving, saving of natural resources in the country in the near future.

Keywords: *energy-efficient high-rise building, energy conservation, ecology, wind turbine, solar panels*

Постановка проблеми. На сьогоднішній день во всем мире на первом месте стоит вопрос экологии. Словосочетание «парниковые газы» вызывают у человека ассоциации с автомобилями и заводами. А ведь огромным источником парниковых газов являются как раз здания, в которых мы с вами живем: 40 % энергии в мире идет на освещение, работу кондиционеров, отопление и т. д. Наши дома не просто ухудшают природу, но и нуждаются в большом количестве энергии.

В процессе выработки энергии, необходимой для нужд города, в атмосферу выбрасываются сотни тонн загрязняющих веществ и диоксида углерода. А как мы уже знаем, именно CO₂ является основным виновником глобального потепления и природных катаклизмов, происходящих в мире.

В мире строительства уже имеются примеры зданий, которые используют то, что нам дает природа, на благо. Здания, которые не вредят природе, а взаимодействуют с ней — это не просто глыбы из бетона, стали и стекла, стоящие гематомой на коже планеты, они часть самой природы.

Украина — страна, в которой много городов, имеющих большие промышленные зоны. Путем введения ряда инноваций по энергоэффективности можно улучшить экологическую ситуацию в стране.

Анализ последних исследований и публикаций. Примером одного из самых энергоэффективных высотных зданий в мире является Pearl River Tower в Гуанчжоу.

Архитекторы достигли этого, используя альтернативные источники энергии для поддержания жизни данного высотного здания. Для выработки электроэнергии в здании используются солнечные батареи нового поколения, а для ее сохранения предусмотрены особые коллекторы. В конструкцию технических этажей интегрированы ветрогенераторы — они служат дополнительным источником энергии (рис. 1).

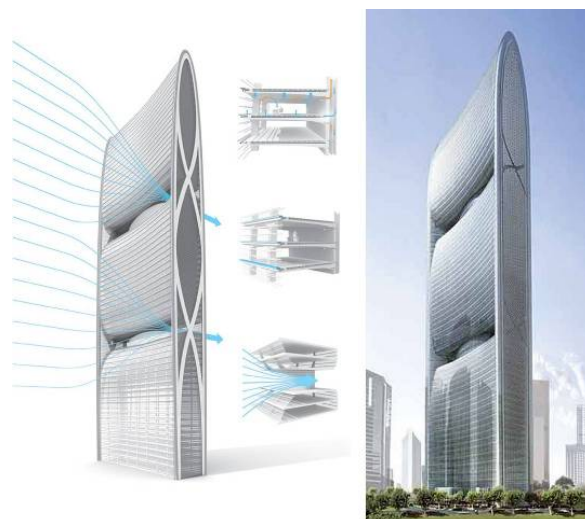


Рис. 1. Главный фасад Pearl River Tower

Другой пример применения энергоэффективных технологий в строительстве — Всемирный торговый центр в Бахрейне (рис. 2).



Рис. 2. Всемирный торговый центр в Бахрейне

Архитекторы создали дерзкий проект — соорудили две башни в форме парусов и прикрепили к ним три горизонтальных моста с ветровыми турбинами (рис. 3).

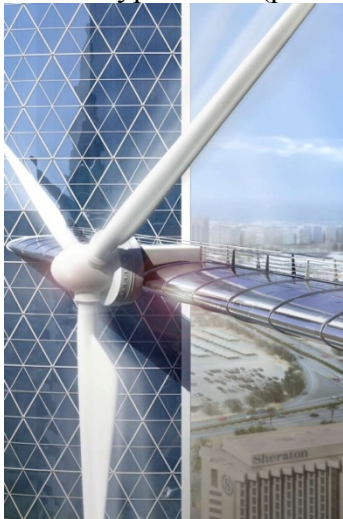


Рис. 3. Одна из турбин на горизонтальной опоре ВТЦ в Бахрейне



Рис. 4. Вид на горизонтальные дугообразные мостовые опоры ВТЦ в Бахрейне

Инженеры нашли гениальное решение: создали дугообразную форму мостовых опор для того, чтобы позволить лопастям турбины смещаться под действием ветровой

нагрузки, при этом исключая касания лопастями турбин мостовых опор (рис. 4).

Внутри высотных зданий также могут возникать сильные воздушные потоки (эффект аэродинамической трубы) [3; 4].

Для их уменьшения должны применяться специальные решения — шлюзование входов в здание, шлюзование лестничных секций, высокая герметизация междуэтажных перекрытий, герметизация мусоропроводов [1].

Как сделать высотное здание устойчивым к ветровым нагрузкам? Когда ветер воздействует на здание, он создает вихрь. Архитекторы, проектировавшие Burj Dubai, самый высокий небоскреб на планете, обманули ветер, изменяя поперечное сечение по высоте таким образом, что ветер не в состоянии создать единый вихрь. Из одного потока создаются несколько слабых вихрей, не причиняющих вреда гиганту в пустыне (рис. 5).

Есть еще много различных способов, как сделать небоскреб устойчивым, например, использовать маятники или диафрагмы жесткости и т. д. [1; 2].

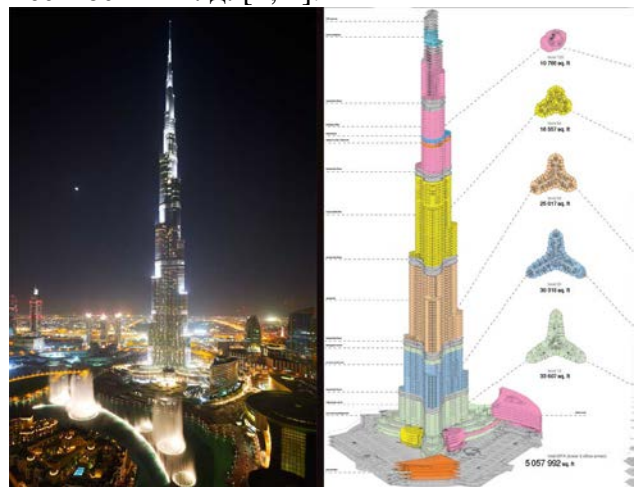


Рис. 5. Burj Dubai. Изменение поперечного сечения здания по высоте

Цель статьи - предложить решения по разработке проектов энергоэффективных высотных зданий в Украине.

Изложение материала. При проектировании энергоэффективных высотных зданий возникает проблема выбора материала конструкций. В США в качестве основного конструкционного материала обычно используется сталь, а в Европе — железобетон. Железобетонные конструкции по сравнению со стальными

обладают тремя важными преимуществами: большей устойчивостью, обусловленной их большим весом; в железобетонных конструкциях быстрее затухают колебания; железобетонные конструкции более огнестойки. Именно высокие требования к огнестойкости ограничивают в Европе строительство высотных зданий с металлическими конструкциями, поскольку в случае их использования необходимо проводить дополнительные противопожарные мероприятия.

Проект энергоэффективного здания — настоящий вызов для проектировщиков, инженеров и строителей. Требуются комбинации гениальных решений, инноваций, новых технологий и небывалого дизайна как внутри, так и снаружи здания.



Рис. 6. Вертикальная ветровая турбина для городской местности, не создающая шума и вибраций

Предложение решений по разработке проектов энергоэффективных высотных зданий в Украине [1 -10]:

1. Расположение здания на генплане должно быть таким, чтобы энергия ветра могла максимально использоваться для работы ветровых турбин.

2. Использовать ветровую турбину, которая работает в городской местности, и при этом не создает шума и вибраций, вызывающих дискомфорт у человека. Она имеет дизайн, который вписывает ее в городскую среду. На вид подобная

конструкция кажется режущими лопастями, но на самом деле она настолько безопасна, что во время работы человек может спокойно прикоснуться к турбине рукой. Она не причиняет вреда ни людям, ни птицам, которые могут в нее попасть, в противном случае, это нарушило бы саму идею экологического проекта (рис. 6).

3. Для выработки электроэнергии в здании использовать солнечные батареи нового поколения, а для ее сохранения - особые коллекторы.

4. Для энергоэффективных высотных зданий необходимо использовать специальные конструкции световых проемов. Суть заключается в применении конструкций, сложенных из треугольников. Треугольная рама панели может поворачиваться лишь в трех направлениях, но если соединить несколько треугольников, которые образуют привычное прямоугольное стеклопакет, мы получим нашу индустриальную стеклопанель с заданными проектными размерами. Панели навешиваются на железобетонный костяк здания, при этом сами панели жесткие, но соединения подвижные.

5. Применение двойного стеклянного фасада. Этот фасад будет использоваться для регулировки не только количества света, но и температуры, контролируя проникновение в здание теплового излучения. Стеклопанели, покрытые тонким слоем металла, словно солнцезащитный крем, отбивают ультрафиолетовые лучи от здания.

6. Применять технологию излучающих охлаждающих потолков для создания комфортного микроклимата в помещении.

7. Применять вентиляционные системы, которые используют воздух один раз. Свежий воздух циркулирует по шахтам в полу и поднимается через зоны дыхания. В большинстве зданий воздух поступает сверху и требуются вентиляторы, чтобы подать его вниз, а воздух, идущий из-под пола, экономит 40 % энергии. Из-за отсутствия вентиляционного оборудования уменьшается толщина перекрытий.

8. Применять «зеленую» кровлю. Преимущества такой кровли: уменьшает теплопроводность, имеет высокую

звукоизоляцию, долговечность, защиту от перегрева гидроизоляционных материалов ультрафиолетовыми лучами, снижает температуру воздуха в помещениях в летний период, повышает влажность воздуха и предотвращает пожар на кровле (рис. 7).

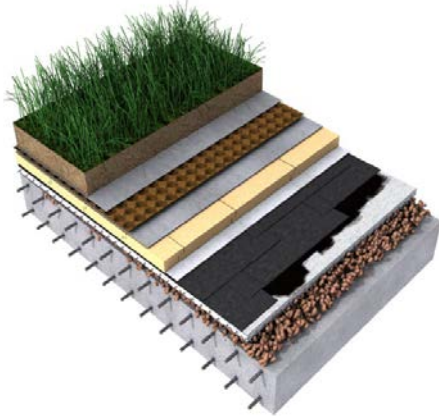


Рис. 7. «Зелёная» кровля

«Зелёная» кровля состоит из таких слоев: монолитная железобетонная сплошная плита покрытия, пароизоляция (полиэтиленовая пленка), цементно-песчаная стяжка, геотекстиль, полимерная

мембрана, геотекстиль, утеплитель (экструзионный пенополистирол), геотекстиль, дренажная мембрана, слой грунта, растительный слой.

9. Применять для внутренней отделки помещений краски, которые не вредят здоровью человека, окружающей среде и очищают воздух в помещении.

Это должны быть краски, основанные на принципе фотокатализатора: свет активирует фотокатализатор, который находится в красках, при контакте с пылью и другими вредными веществами они разделяют их на простые вещества. В итоге атмосфера в помещении становится чище, приятнее, полезней.

Выводы. Предложенные решения по разработке проектов энергоэффективных высотных зданий в Украине позволят в ближайшем будущем решить проблемы экологии, энергосбережения, экономии природных ресурсов в стране.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Харитонов В. Проектирование, строительство и эксплуатация высотных зданий / Вадим Харитонов. – Москва : АСВ, 2014. – 344 с.
2. Маклакова Т. Г. Высотные здания. Градостроительные и архитектурно-конструктивные проблемы проектирования : монография / Маклакова Т. Г. – Москва : АСВ, 2006. – 160 с.
3. Милашечкина О. Н. Энергосберегающие здания / Милашечкина О. Н., Ежова И. К. – Саратов : СГТУ, 2006. – 75 с.
4. Табунщиков Ю. А. Энергоэффективные здания / Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. – Москва : Авок-пресс, 2003. – 196 с.
5. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення : ДБН В.2.2-Х-20XX : проект. – [На заміну : ДБН В.2.2-15-2005, ДБН В.2.2-24:2009]. – Режим доступу: http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_2_15_2015_zhitlovi_budinki_osnovni_pozozhennja/1-1-0-1184.
6. Містобудування. Планування та забудова міських та сільських поселень : ДБН 360-92**. – [Перевид. ДБН 360-92* з урахуванням змін № 4-10]. – Київ : Держбуд України, 2002. – 114 с. – (Державні будівельні норми України).
7. Энергосбереження. Будівлі та споруди. Методи вимірювання поверхневої густини теплових потоків та визначення коефіцієнтів теплообміну між огорожувальними конструкціями та доквіллям : ДСТУ 4035-2001 (ГОСТ 25380-2001). – [На заміну : ГОСТ 25380-82 ; чинний від 2002-01-01]. – Вид. офіц. – Київ : Держстандарт України, 2001. – 50 с. – (Державний стандарт України).
8. Энергетична ефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження : ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 (EN ISO 13790:2008, IDT). – [На заміну : ГОСТ 26629-85 ; чинний з 2013-07-01]. – Вид. офіц. – Київ : Мінрегіон України, 2011. – 229 с. – (Національний стандарт України).
9. Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the Energy Performance of Buildings // Official Journal of the European Communities. – 2003. – January, 4. – P. 65–70. – Available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0091&rid=4>.

REFERENCES

1. Kharitonov V. *Proektirovanie, stroitel'stvo i ekspluatatsiya vysotnykh zdaniy* [Design, construction and operation of high-rise buildings]. Moskva: ASV, 2014, 344 p. (in Russian).
2. Maklakova T.G. *Vysotnye zdaniya* [High-rise buildings]. Moskva: ASV, 2006, 160 p. (in Russian).

3. Milashechkina O.N. and Ezhova I.K. *Energoberegayushchie zdaniya* [Energy conservation buildings]. Saratov: SGTU, 2006, 75 p. (in Russian).
4. Tabunshchikov Yu.A., Brodach M.M. and Shilkin N.V. *Energoeffektivnye zdaniya* [Energy-efficient buildings]. Moskva: Avok-press, 2003, 196 p. (in Russian).
5. Derzhavnyi komitet Ukrainy z budivnytstva ta arxitektury. *Budynky i sporudy. Zhytlovi budynky. Osnovni polozhennia: DBN V.2.2-15-2015* [Buildings and structures. Residens buildings. Main statements: the State Building Code V.2.2-15-2015]. *Chynnyi vid 2014-01-30* [Dated from 2014-01-30]. Kyiv, 2014, 95 p. (in Ukrainian).
6. Derzhbud Ukrainy. *Mistobuduvannia. Planuvannia ta zabudova miskykh ta silskykh poselen: DBN 360-92*** [City planning. Planning and construction of urban and rural settlements]. Kyiv, 2002, 114 p. (in Ukrainian).
7. *Energozberezhennia: Budivli ta sporudy. Metody vymiru poverkhnevoi gustyny teplovykh potokiv ta vyznachennia koefitsientiv teploobminu mizh ohorodzhuvalnymy konstruktivamy ta dokilliam: DSTU 4035-2001* [Energy saving. Buildings and structures. Methods for measuring of the surface density of heat flows and heat transfer coefficients determination between the enclosures and the environment: the State Standarts of Ukraine 4035-2001]. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 2001, 66 p. (in Ukrainian).
8. Minregion Ukrainy. *Enerhoefektyvnist budivel. Rozrakhunok enerhospozhyvannia na opalennia ta okholodzhennia: DSTU B EN ISO 13790:2011 (IEN ISO 13790:2008, IDT)* [Energy efficiency of buildings. Calculation of energy consumption for heating and cooling: the State Standarts of Ukraine B EN ISO 13790:2011 (IEN ISO 13790:2008, IDT)]. Kyiv, 2011, 229 p. (in Ukrainian).
9. *Directive 2002/91/ES of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the Energy Performance of Buildings*. Official Journal of the European Communities. 2003, January, 4, pp. 65–70. Available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0091&rid=4>.

Рецензент: к. т. н., проф. Челноков О. В.

Надійшла до редколегії: 01.03.2016 р. Прийнята до друку: 01.03.2016 р.