

ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА
АРХІТЕКТУРИ

Інститут, факультет Архітектурний

Кафедра Архітектурної проєктування і дизайну

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 191 Архітектура та реставрація

Освітня програма ОЦП Архітектур та міської забудови

(вид та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Г. Ч.

Невломний Г. Ч.
"24" от 2021 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (У ФОРМІ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ)
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Мороз Олені Дмитрівні
(ім'я та прізвище)

1. Тема проєкту Принципи формування
Smart-комплексів.

керівник проєкту Невломний Г. Ч. - к.т.н., зав. каф. Арх. проєкт. і д.у.
(ім'я та прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ректора від "22" січня 2021 року № 31-КС

2. Строк подання проєкту до захисту 25.05.2021

3. Вихідні дані до проєкту запропонована концепція, пошук
нових ідей енергетичних комплексів, пояснювальна
записка, завдання на проєктування, будівельні
норми проєктування громадських, житлових
та висотних будівель

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Архітектурна частина: 1. Сучасний стан теорії та
практики будівництва висотних комплексів. 2. Методичні
підходи щодо розвитку висотних поліфункціональних енерге-
тичних комплексів на ВДБ. 3. Наукові засади формування
висотних поліфункціональних енергетичних комплексів
на відрновлюваних джерелах енергії

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Концепція сталого розвитку, світової розвідр, інженерне облар-
кування, що працює на ВДБ, проєкції щодо розміщен-
ня енергоустановок в будівлі, схеми роботи будівлі, фасад,
розріз, план житлового поверху, перспективне зображення

ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА
АРХІТЕКТУРИ

Архітектурний факультет
(повне найменування інституту/факультету)

Архітектурного проектування і дизайну
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту

на тему Принципи формування
Smart-комплексів

Виконав: здобувач вищої освіти,

МАІСТР

(ступінь вищої освіти)

спеціальності

191 Архітектура та містобудування

(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми

Архітектура та містобудування

(вид та назва ОП)

групи Арх-19-4 мн

Мороз О.Д.

(ім'я та прізвище)

Керівник Автомомний Г.У.

(ім'я та прізвище)

Рецензент

(ім'я та прізвище)

Челноков В.В.

Оцінка захисту дипломного
проекту

95 (А) Вірніш

(сума балів, оцінка ЄТКС, оцінка за національною шкалою)

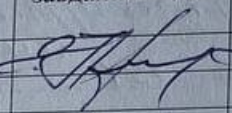

Секретар ЕК

СР
(підпис)

Євгенія Стороженко
(ім'я та прізвище)

Дніпро – 2021


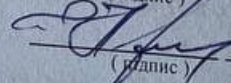
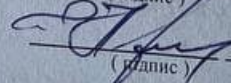
6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Александр Кривошук		

7. Дата видачі завдання 22 січня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
	Календарний план розроблено		


Здобувач вищої освіти  (підпис)
 Керівник проекту  (підпис) Мороз О.Д. (ім'я та прізвище)
 (підпис) НЕВГОЖИЙ Г. (ім'я та прізвище)

ГРАФІК ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ в 2021 р.
 (магістри науківці)

травень
квітень
березень
лютий
січень

ГРАФІК ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ В 2021 р. (магістри науківці)

Місяць	січень				лютий				березень				квітень				травень						
	22-25-31	1-7	8-14	15-21	22-28	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	10-16	17-23	24-30	
Учебний тижень																							
Числа																							
1. Аналіз і практична оцінка об'єкта дослідження, виконання аналітичних схем, таблиць і графіків. Підготовка тексту вступу																							
2. Розробка концептуальних пропозицій, моделей оптимального функціонування об'єкта. Підготовка тексту першого розділу																							
3. Підбір місця розташування об'єкта експериментального проектування																							
4. Підготовка тексту другого розділу. Розробка концепції формування об'єкта																							
5. Підготовка тексту третього розділу. Доробка концепції формування об'єкта.																							
6. Розробка варіантів рішення об'єкта.																							
7. Розробка ескізів креслень по об'єкту. Підготовка тексту експериментальної частини																							
8. Графічне оформлення комплексу креслень по об'єкту. Формулювання основних висновків роботи.																							
КАФЕДРАЛЬНИЙ ПЕРЕГЛЯД					№ 1								№ 2										
					Концепція рішення об'єкта, місце розташування, текст другого розділу								Текст третього розділу. Варіанти рішення об'єкту										
																	Доробка креслень						
																	ЗАХИСТ						

Завідуючий кафедрою архітектурного проектування та містобудування  Г. У. Невромонний

КАФЕДРАЛЬНИЙ
ПЕРЕГЛЯД

Зміст

ВСТУП.....	5
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК.....	8
РОЗДІЛ 1. Сучасний стан теорії та практики будівництва висотних комплексів	
1.1 Сталий розвиток. Погляди на проектування висотних будівель.....	10
1.2 Нормативно правові документи	13
1.3. Аналіз науково-теоретичних досліджень з проблем організації висотних будинків та комплексів.....	15
1.4 Аналіз існуючого стану проектування та будівництва висотних будівель з поновлюваними джерелами енергії.....	17
1.5 Вітчизняні та світові тенденції проектування висотних енергоефективних комплексів.....	23
Висновки до розділу 1.....	26
РОЗДІЛ 2. Методичні підходи щодо розвитку висотних поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії	
2.1. Загальна методика магістерської роботи.....	28
2.2. Фактори, які впливають на формування Smart-комплексів	29
2.3 Аналіз потенціалу України у використанні ВДЕ. Переваги та недоліки...38	
2.4 Способи та пристрої для отримання енергії з відновлюваних джерел.....	46
2.5. Структурні моделі поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії.....	49
Висновки до розділу 2.....	57
РОЗДІЛ 3. Наукові засади формування висотних поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії	
3.1. Принципи побудови полі функціональних енергетичних висотних комплексів на відновлювальних джерелах енергії.....	59

3.2. Особливості архітектурно-планувальної організації полі функціональних енергетичних комплексів.....	70
3.2.1 Пропозиції щодо розміщення енергоустановок в архітектурних рішеннях висотних будівель.....	70
3.2.2 Будівлі та споруди, що покладені в основу Smart-комплексу.....	72
3.3. Апробація одержаних результатів магістерської роботи.....	75
Висновки до розділу 3.....	83
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	86
ДОДАТОК 1. Огляд вітчизняної практики проектування висотних будівель.	
ДОДАТОК 2. Світовий досвід проектування висотних поліфункціональних комплексів.	
ДОДАТОК 3. Проекти, що не були реалізовані.	

ВСТУП

Актуальність дослідження.

На сьогоднішній день архітектурно-містобудівна діяльність України полягає у реконструкції та модернізації будівель та кварталів, спорудженні висотних багатоквартирних будівель та поліфункціональних громадських комплексів, а також впровадження нових технологій у будівництві. Перелічені характеристики спонукають створювати багатоповерхові споруди житлового та громадського призначення, що призводить до більшої щільності забудови та більшим витратам енергії.

Таким чином, особливістю експлуатації висотних будівель є високе енергоспоживання, що в свою чергу можна порівняти з витратами енергії невеликого міста. Наприклад, «Бурж-Халіфа» споживає щорічно 53801 тону умовного палива (одиниця виміру палива або енергії, яка дорівнює за своєю енергетичною цінністю тонні вугілля, скорочено позначається - т.у.п.). Велика частина енергії для висотних будівель поставляється з міських мереж, основою якої є перетворення традиційних джерел енергії. Їх основні види - нафта, вугілля і газ, запаси яких зараз стрімко скорочуються через активне споживання людством.

У всьому світі на сьогодні чітко простежується тенденція екологічності. Проектування поліфункціональних енергетичних комплексів з використанням альтернативних джерел енергії є одним із напрямків реалізації стратегії екологічно орієнтованого зросту. Завдяки такому напрямку з'являється можливість зменшити негативний вплив на довкілля та відвернути Глобальне потепління та його наслідки. Зважаючи на все сказане вище обрана тема цього магістерського дослідження

Мета і завдання дослідження. Мета – розробити концепцію Smart-комплексу, що використовує відновлювані джерела енергії та визначити принципи формоутворення.

Відповідно до визначеної мети були поставлені наступні **завдання:**

- Проаналізувати наукові праці на обрану тему, розглянути вітчизняну та світову практику (містобудівні, формотворчі та технологічні аспекти), а також виявити проблематику, що потребує додаткових досліджень.
- Виявити основні моделі, принципи та фактори проектування висотних Smart-комплексів та дати пропозиції щодо їх використання у вітчизняній та проектній практиці.
- Розробити концепцію Smart-комплексу на відновлюваних джерелах енергії

Об’єкт дослідження – висотні Smart-комплекси, що використовують відновлювані джерела енергії.

Предмет дослідження - архітектурно-планувальна організація Smart-комплексів на відновлюваних джерелах енергії.

Межі дослідження.

- 1) Архітектурно-планувальні: розглядаються будівлі вище 75 метрів, що відповідають визначенню «висотні».
- 2) Географічні: в роботі рекомендуються рішення висотних будівель з ВДЕ на території України.
- 3) Енергетичні: концепція Smart-комплексу і енергоактивних технологій перетворення ВДЕ.

Методи дослідження.

Збір інформації про висотні будівлі з літературних джерел, проектних матеріалів, інтернет-ресурсів для виявлення функціонально-планувальних рішень Smart-комплексу і їх співвідношення з використовуваними ВДЕ.

Порівняльний аналіз архітектурно-технічних рішень для виявлення типів інженерного обладнання, що працює на ВДЕ.

Порівняльний аналіз архітектурно-планувальних та об'ємно-просторових рішень висотних будівель з ВДЕ представлений в табличній формі.

Класифікація висотних будівель з поновлюваними джерелами енергії за типами застосовуваних ВДЕ і їх сполученням.

Новизна.

Вперше:

- обґрунтовано новий архітектурний об'єкт – «Smart-комплекс на відновлюваних джерелах енергії»;
- розроблено структурні моделі організації Smart-комплексів.

Удосконалено:

- основні принципи проектування висотних поліфункціональних енергетичних комплексів, що використовують альтернативні джерела енергії;

Набули подальшого розвитку:

- дослідження щодо архітектурно-планувальної організації висотних поліфункціональних енергетичних комплексів у структурі населених місць.

Структура та обсяг магістерської роботи. Пояснювальна записка налічує 93 сторінки. Графічна частина роботи складає 8 планшетів 1x1 м.

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

Висотна будівля –це будівля, з умовною висотою понад 73,5 м одно функціонального або багатофункціонального призначення [1].

Висотний комплекс – це група будівель, в тому числі з умовною висотою понад 73,5 м, одно функціонального або багатофункціонального (житлового, громадського, адміністративного) призначення, які поєднані між собою загальним архітектурно-просторовим та функціонально-планувальним рішенням [1].

Енергоефективність - ефективне (раціональне) використання енергетичних ресурсів. Використання меншої кількості енергії для забезпечення того ж рівня енергетичного забезпечення будівель або технологічних процесів на виробництві [2].

Альтернативні джерела енергії– отримання енергії не з її традиційних джерел (вугілля, нафта, сланці та інше), а з відновлювальних, що використовують енергію сонця, вітру, геотермальну енергію тощо [3].

Екологічна будівля – це будівля в якій гармонійно поєднуються інтереси природного середовища життєдіяльності людей за рахунок максимально-раціонального використання ресурсів, врахування всіх потреб мешканців та мінімального впливу на оточуюче середовище [4].

Поновлювані джерела енергії - джерела енергії на основі постійно існуючих або періодично виникаючих в навколишньому середовищі потоків енергії [5].

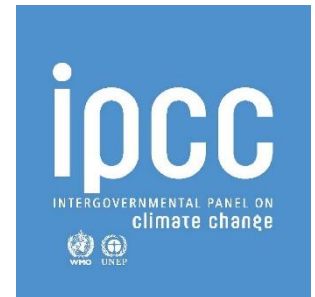
Сонячна фото-енергетика - напрямок сонячної енергетики, що використовує перетворення енергії сонячного випромінювання в електричну енергію за допомогою фотоелектричних елементів [5].

Вітроенергетична установка - комплекс взаємопов'язаного обладнання та споруд, призначений для перетворення енергії вітру в інші види енергії (механічну, теплову, електричну та ін.) [5].

РОЗДІЛ 1. Сучасний стан теорії та практики будівництва висотних комплексів

1.1 Сталий розвиток. Погляди на проектування висотних будівель.

Офіційно проблему необхідності забезпечення екологоощадного соціально-економічного розвитку було визнано на міжнародному рівні після того, яку 1980-1990-х рр. по всьому світу почали фіксувати підвищення температури. Міжурядова група експертів з питань зміни клімату (The Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC), створена Всесвітньою метеорологічною організацією (World Meteorological Organization - WMO) та Організацією ООН з охорони навколишнього середовища (United Nations Environment Programme - UNEP) у 1988 р., на початку 1990-х рр. випустила першу оціночну доповідь, що переконливо висвітлила серйозні загрози зміни клімату та необхідність міжнародної угоди на найвищому рівні для розв'язання проблем сталого низьковуглецевого розвитку [6].



У 1992 р. на *світовому форумі у Ріо-де-Жанейро* було прийнято Рамкову конвенцію ООН про зміну клімату (РКЗК) як постійно діючий орган, метою якого є стабілізація концентрації парникових газів у атмосфері.

Вже у 1997 р. відбувся *Кіотський саміт ООН*, на якому вперше було узгоджено конкретне рішення щодо зниження вуглецевих викидів. Протягом наступних двадцяти років Кіотський протокол, який спрямований на стабілізацію концентрації парникових газів в атмосфері на рівні, який не допускав би небезпечного антропогенного впливу на кліматичну систему планети, ратифікувало 192 країни. Частка викидів парникових газів країн, які приєдналися до протоколу, становить сьогодні 62% від запланованих 80%. Україна приєдналася до Кіотського протоколу у 2004 р., однак країни - найбільші

забруднювачі атмосфери викидами вуглецю - ні (Китай, Індія, Бразилія). США і Канада, узявши на себе зобов'язання із скорочення викидів, не ратифікували протокол або вийшли із нього. Таким чином, відсутність одностайної політики серед країн призвела до того, що деякі з них скоротили більше, ніж взяли зобов'язань (переважно країни ЄС-15 та постсоціалістичні), інші - взяли зобов'язання, однак збільшили викиди (США, Японія), а багато країн взагалі продовжували нарощення викидів високими темпами без будь-яких зобов'язань. Загалом цільовим орієнтиром Кіотського протоколу стало 5% скорочення обсягів шкідливих викидів від рівня 1990 р.

Загалом Кіотський протокол передбачає використання країнами кількох гнучких механізмів, спрямованих на зниження рівня викидів [7]:



Україна в рамках імплементації Кіотського протоколу використовує другий та третій механізми.

У 2009 р. відбувся наступний саміт у Копенгагені, який визнав Кіотський протокол недостатньо ефективним. Лідерами найбільших держав була ухвалена декларація "Про єдині і спільні дії", що заклала передумови нового підходу. Копенгагенська угода передбачає утримання глобального потепління в межах 2°C у XXI ст. за допомогою переходу на нові, екологічно безпечні технології, поновлювані джерела енергії, а також через вже наявні ринкові механізми скорочення викидів, передбачені Кіотським протоколом [8]. Хоча механізм

чистого розвитку часто називають "перекладанням грошей з кишені бідних людей в багатих країнах в кишеню багатих людей в бідних країнах" [9].

Копенгагенський протокол визнав необхідність скорочення викидів усіма країнами світу та затвердив наступні цілі:



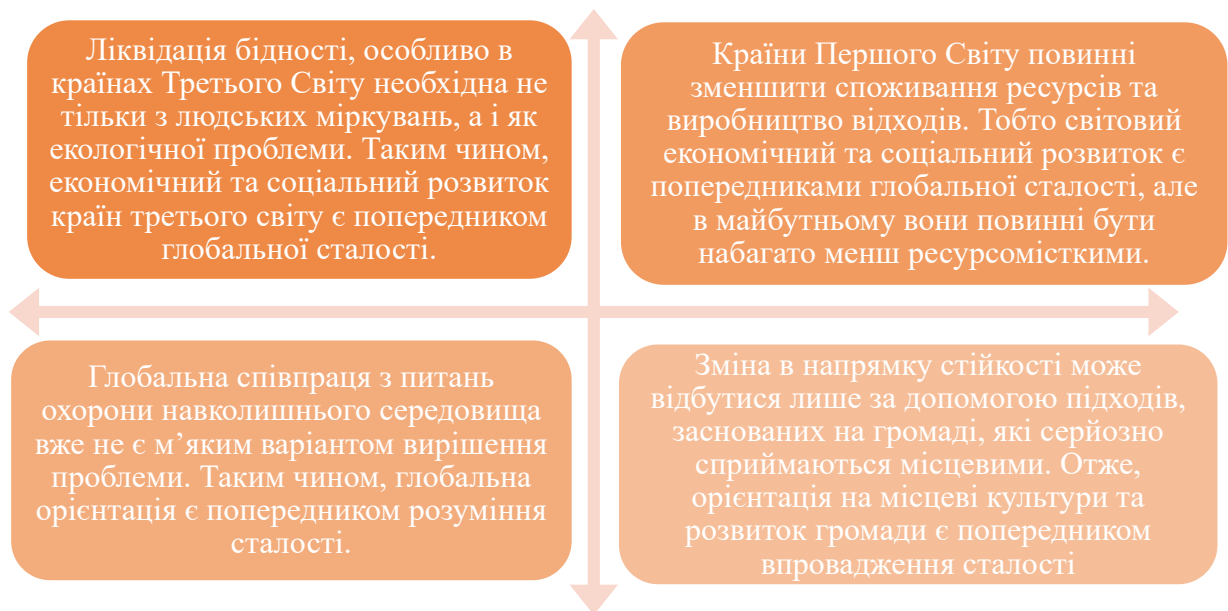
Логічним продовженням Копенгагенського саміту стали кілька наступних конференцій [10]:

2010 р Канкун (Мексика)	Були прийняті рішення щодо створення Зеленого кліматичного фонду, адаптації та допомоги найменш розвинутим і найбільш уразливим країнам, передачі технологій щодо припинення вирубки лісів;
2011 р Дурбан (ПАР)	Були прийняті рішення про підготовку до кінця 2015 р. єдиної для всіх країн світу нової глобальної угоди на період після 2020 р., узгоджені дії всіх країн щодо зменшення викидів до 2020 р.
2012 р Доха (Катар)	Було прийнято рішення щодо переходу до нової політики регулювання викидів вуглецю на 2013-2020 рр., суть якої полягає в єдиних діях усіх країн, однак, на жаль, не вдалося закріпити важливі аспекти того, як швидко, істотно та зі справедливим підходом збільшити цілі щодо скорочення викидів для всіх країн
2013 р. Варшава (Польща)	Були прийняті рішення про якомога швидше ухвалення конкретних заходів, які б допомогли обмежити підвищення температури на планеті до 2°C, розроблення механізму компенсації втрат тим країнам, які вже страждають від негативних кліматичних явищ
2014 р. Ліма (Перу)	були ухвалені рішення щодо підвищення високорозвинутими країнами міжнародних зобов'язань із скорочення викидів та взяття на себе зобов'язань підвищення рівня енергоефективності, розвитку технологій стосовно екологізації.

Усі ці конференції стали основою для прийняття у 2015 р. *Паризької угоди* в рамках Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (UNFCCC) щодо регулювання заходів зі зменшення викидів діоксиду вуглецю з 2020 р. Вона набула чинності з листопада 2016 р. і фактично прийшла на заміну Кіотському

протоколу (72 країни, на які припадає понад 56% викидів парникових газів у світі), на відміну від якого зобов'язання зі скорочення шкідливих викидів в атмосферу беруть на себе всі держави, незалежно від ступеня їх економічного розвитку. Україна ратифікувала цю угоду у липні 2016 р.

Енергоефективна архітектура та нові системи будівництва спроможні відкласти Глобальне потепління, але це не можливо без розуміння та прийняття глобальної сталості, що проявляється у наступних позиціях [11]:



Існуюча культура по своїй суті політично неспроможна, заснована на дефіциті і давно застаріла. Освідомлення того, що вона потребує перетворення в більш гуманну культуру вимагає конкретних дій і істотного стрибка в мисленні.

Поліфункціональні висотні енергетичні комплекси, що використовують відновлювані джерела енергії, є одним з основних напрямків змін у світі. Але ж все таки початок вони беруть у хмарочосів.

Багатоповерхові будинки житлового та громадського призначення мають історію, що займає період більш ніж сто років. Багато країн за рахунок побудови хмарочосів намагалися підтвердити архітектурно-містобудівне лідерство, демонструючи соціально-економічні та інженерно-технічні можливості. Тож у

наступних розділах розглянемо вітчизняний та світовий досвід спорудження висотних будівель, що використовують відновлювані джерела енергії.

1.1 Нормативно правові документи

Значний вплив на розвиток архітектури та містобудування в Україні внесли роботи професора Ковальського Л.М. Керівник та розробник 6-ти нормативних документів (ДБН) з проектування житлових та громадських будинків, автор більше 200 наукових праць та біля 100 наукових публікацій з проблем архітектури [12-17].

Головним напрямком автора у вивченні висотних будівель є експериментальне проектування. Мета експерименту – комплексна перевірка містобудівних, архітектурно-планувальних, інженерно-технічних, експлуатаційних та техніко-економічних якостей висотних будівель й створення науково-практичної бази для розробки нормативних документів щодо проектування висотних будівель.

ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 «Енергетична ефективність будівель» [18] Цей стандарт встановлює методичні положення з розроблення документа, що відображає енергетичні властивості будівлі з метою отримання інформації про фактичні показники енергетичної ефективності будівель, проведення оцінки відповідності встановленим мінімальним вимогам до енергетичної ефективності будівель при проведенні енергетичного обстеження будівлі.

ДБН В.2.2-41:2019 «Висотні будівлі» [19] застосовують для проектування та будівництва висотних житлових будинків і громадських з умовною висотою понад 73,5 м. Доповненням до цього документа треба використовувати ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки» та ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки і споруди» [20]. Висотність споруд має обмеження через складність проектування технічно складних об'єктів та відсутності великого досвіду практики будівництва: житлові будинки до 100м, а громадських до 150м.

Згідно з [21], обмеження висоти житлових будинків до 100 м є принциповим підходом і в даний час обґрунтовується низкою визначальних чинників економічного, технічного, соціального та екологічного характеру, до яких належать такі:

- збільшення собівартості будівництва верхньої частини висотного будинку (як світова, так і вітчизняна будівельна практика показує суттєве зростання питомої вартості будівництва зі збільшенням висоти будинку, і, орієнтовно, починаючи із 20-го поверху вартість зведення кожних 5-ти поверхів зростає на 10%, що підтверджує і досвід спорудження деяких висотних будинків в Києві, де собівартість 1 м² площі висотних секцій на 30 – 35 % вища собівартості 1 м² площі секцій до 23-х поверхів):
- низький коефіцієнт виходу корисної площі у висотних спорудах через необхідність використання значного простору для влаштування вертикальних конструкцій, розвинених ліфтових вузлів та сходових клітин, технічних поверхів тощо (практика спорудження висотних житлових будинків в м. Києві показала, що відношення корисної площі до загальної в 1,5-1,8 рази менше, ніж для будинків на 5-16 поверхів);
- необхідність підвищення вимог до безпеки експлуатації висотної споруди, в першу чергу - пожежної безпеки;
- значне ускладнення роботи системи вентиляції через великі перепади атмосферного тиску по висоті будинку;
- негативний вплив висоти на фізичний і психологічний стан мешканців (практика житлового будівництва в більшості розвинених країн Європейського континенту, в тому числі і на законодавчому рівні, обмежує висоту будівель приблизно до 40 м).

Громадські будівлі, висота яких перебільшує 150м потрібно розроблювати в рамках експериментального проектування через те, що такі

об'єкти мають надзвичайну складність і потребують розробки спеціальних технічних вимог та науково-технічного супроводу.

1.3. Аналіз науково-теоретичних досліджень з проблем організації висотних будинків та комплексів

На обрану тему було знайдено багато літератури та публікацій вітчизняних та зарубіжних авторів. У результаті аналізу виявлено проблеми висотного будівництва, а саме велике енергоспоживання під час експлуатації будівлі. Вирішенням цієї проблеми може бути проектування поліфункціональних енергоефективних хмарочосів.

Проектування, і включення поліфункціональних енергетичних комплексів у міське середовище дозволяє вирішувати багато містобудівних, архітектурно-будівельних та соціально-економічних завдань у сформованій забудові, в районах реконструкції і на територіях нового будівництва [22].

Будівництво ПЕК дозволить:

стримування екстенсивного розростання міських територій;

підвищити щільність забудови;

скоротити відставання сфери комунального обслуговування від темпів житлового будівництва;

підвищити ефективність використання міських територій

Термін «біокліматична будівля» вперше був використаний Аладаром та Віктором Олгуай ще у 1951. На сьогоднішній день він є синонімом таких понять як «пасивний дім», «стійка архітектура» та «підтримуюча архітектура». Якщо ж розкрити поняття то це архітектура головна ціль якої визначити потенціал місця, що обрано для будівництва, у напрямку використання відновлюваних джерел енергії.

Згідно з результатами вітчизняного та зарубіжного досвіду проектування та будівництва енергоефективних будівель виокремлено такі перспективи розвитку [23] див. Схема 1

Схема 1. Головні напрямки економії енергії в енергоефективних будівлях



У роботі [24] виявлено такі принципи енергоефективної архітектури:

Принцип збереження енергії

- покращена теплоізоляція огорожувальних конструкцій, зменшення «мостиків холоду» у конструкціях, збільшення герметизації оболонки будівлі, використання спеціальних вікон, високоефективна рекуперація тепла з витяжного повітря

Принцип взаємодії з сонцем

- забудова району Вобан «Солнячний квартал», Фрайбург, Німеччина; особливо будинок «Геліотроп» архітектор Рольф Диш

Принцип скорочення об'ємів нового будівництва

- реновація та вторинне використання

Принцип соціальної орієнтованості будівель

- проект архітектурної компанії Вінсента Каллебо – «Кораловий риф»

Принцип екологічної орієнтованості будівлі

- Екопоселення Ааматциемс в Латвії

Принцип цілності

- ідеал, що поєднує всі перераховані вище принципи

1.4 Аналіз існуючого стану проектування та будівництва висотних будівель з поновлюваними джерелами енергії

Існують поняття «альтернативна» та «відновлювальна» енергетика. Перша об'єднує джерела енергії, які становлять альтернативу традиційним (газ, вугілля, нафта). Їх спектр дуже широкий, від «класичних» сонця і вітру, до «незвичайних»: енергії блискавки, торнадо і гігантських повітряних зміїв. Друга має більш чіткі рамки і склад. Під поновлюваними джерелами розуміють: енергію сонця, вітру, біомаси, приливну і гео-, гідротермальних. «Згідно з класичним уявленням про поновлювану енергетику первинних (вихідних) ПДЕ всього три: енергія Сонця, Енергія землі і енергія орбітального руху нашої планети в Сонячній системі».



Сонячна енергія. Один з найбільш доступних і економічно раціональних ПДЕ. Сучасні енергоустановки здатні перетворювати сонячну енергію в електричну або теплову як в ясну, так і в похмуру погоду (але з меншим ККД). Використання енергії сонця доцільно не тільки в районах з великою кількістю сонячних, але і з середньою величиною останніх. В цьому випадку більшої віддачі можна домогтися використовуючи інженерне обладнання для теплопостачання.



«Вітер, або переміщення мас щодо поверхні Землі, виникає внаслідок нерівномірного розподілу атмосферного тиску і обумовлений особливостями формування температурного режиму різних регіонів. Вітер як енергетичний фактор представляє собою похідну від сонячної енергії, є носієм механічної (кінетичної) та теплової енергії».



Енергія води. «За оцінками енергетичний потенціал гідросфери (сукупність водних мас океанів, морів, річок і озер) майже в 2 рази перевищує рівень сучасного споживання енергії в світі. В даний час використовуються лише частки цієї енергії, в зв'язку з тим, що така енергетика досі вважалася малоперспективною».



Енергія землі. «Ресурси геотермальної енергії поділяються гідротермальні (підземні води, пар і пароводяні суміші) і петротермальні (енергія розпечених гірських порід). Потенціал перших може бути реалізований в районах вулканізму і розломів земної кори, енергія другої групи, укладена в твердих "сухих" на гарячих породах, становить близько 99% від загальних ресурсів підземної теплової енергії».



«Енергія біомаси включає в себе природні і спеціально вирощені рослини і лісу (дрова), відходи тваринництва, птахівництва, тваринництва, птахівництва, рослинництва, відходи переробної харчової промисловості. Особливим видом біомаси є тверді побутові відходи, стічні води міст і населених пунктів, спеціально вирощувані водорості».

Проектування висотних будівель з ПДЕ почалося з середини 1970-х років. Для виявлення основних тенденцій необхідно розглянути знакові проекти і будівлі, які були новаторськими для свого часу.

Світова енергетика сьогодні більш ніж на 80% залежить від вуглеводнів. Зіставлено два поточних і авторитетних світових прогнозу - від Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) і британської нафтогазової компанії BP [25]. У кожному разі взяті дані "базового" сценарію, який передбачає реалізацію країнами світу вже заявлених ними перетворень національної енергетики або продовження розпочатих.

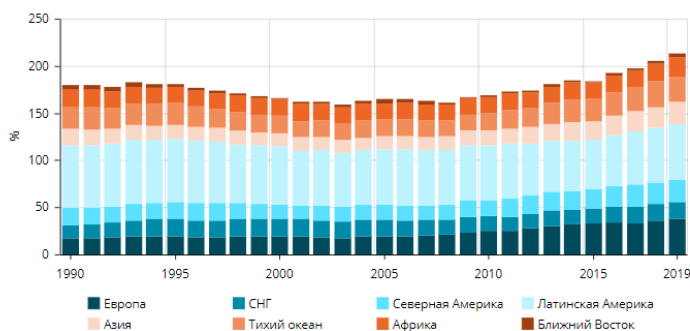


Малюнок 1.4.1 Энергоспоживання у світі

Загальне енергоспоживання світу до 2040-го буде рости ~ на 1% в рік, прогнозує Міжнародне енергетичне агентство (МЕА). В цілому воно виросте приблизно третину, вважають в компанії BP, тобто значно менше, ніж за попередні 20 років. Обидва прогнози сходяться в тому, що частка вуглеводнів у світовій енергетиці до 2040 року, хоча і помітно скоротиться, але все ще становитиме три чверті її паливного балансу (див. Мал. 1.4.1).

Статистичні данні про використання відновлюваних джерел енергії [26]:

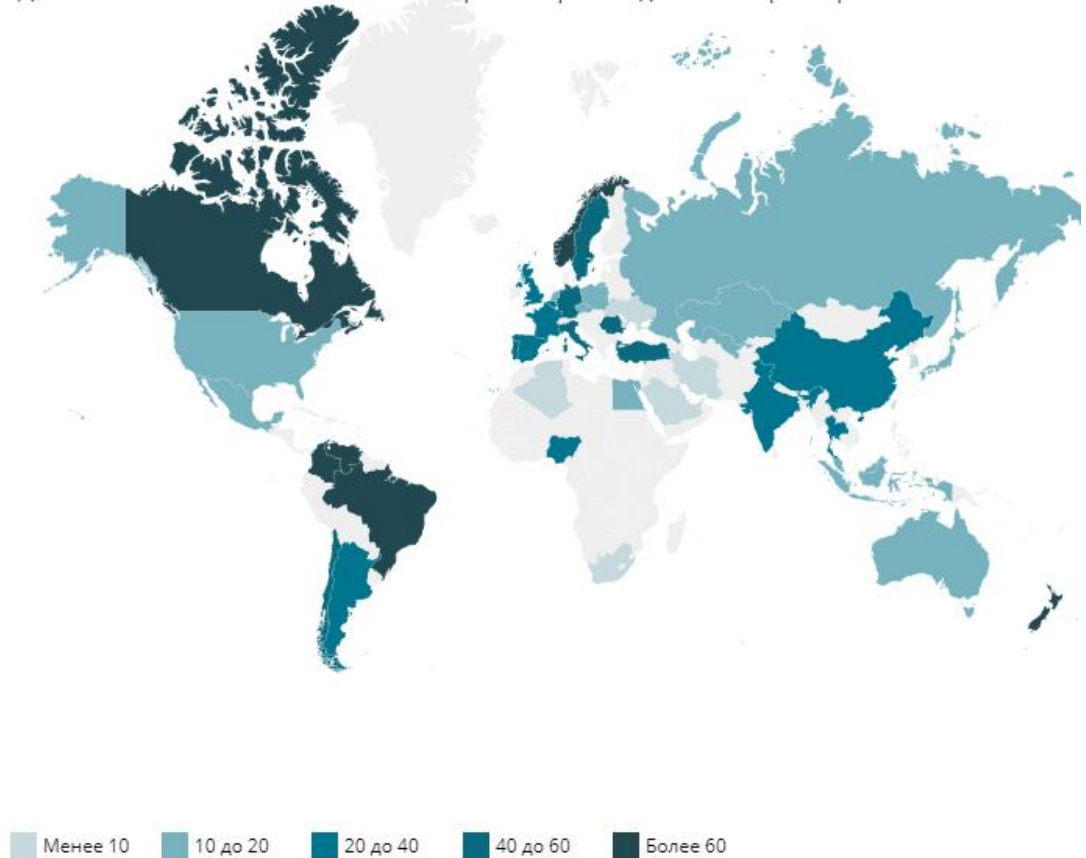
Тенденция за период 1990 - 2019



Доля возобновляемых источников в производстве электричества (2019)



Доля возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии - 2019



Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії [27]:

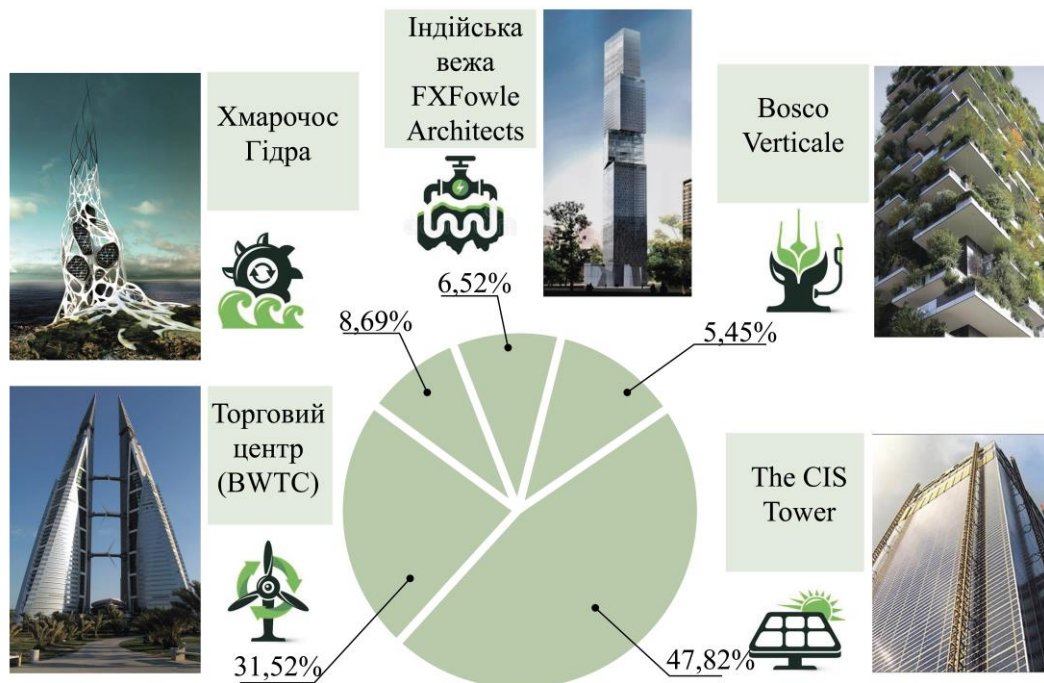
Источники первичной энергии	Естественное преобразование энергии	Техническое преобразование энергии	Вторичная потребляемая энергия
Земля	Геотермальное тепло Земли	Геотермальная электростанция	Электричество
Солнце	Испарение атмосферных осадков	Гидроэлектро-станции (напорные и свободно-поточные)	
	Движение атмосферного воздуха	Ветроэнергетические установки	
	Морские течения	Морские электростанции	
	Движение волн	Волновые электростанции	
	Таяние льдов	Ледниковые электростанции	
	Фотосинтез	Электростанции на биомассе	
		Фотоэлектричество	
Планеты	Приливы и отливы	Приливные электростанции	

Завдяки аналізу споруджених будівель та проектів можна помітити такі особливості: Просторова форма будівлі спочатку мала просту форму, а енергозабезпечення не було інтегроване в архітектурне рішення об'єкта. Але згодом з'явилися нові технології використання поновлюваних джерел енергії, що вже можна було помітити у художньому та об'ємно-просторовому рішенні будівлі.

Для виявлення функціонального складу та пріоритетів у застосуванні відновлюваних джерел енергії було розглянуто 55 висотних будівель і проектів (деякі з них відображені у розділах 1.6 та 1.7). Для зручності та наочності аналізу всі данні були зведені у таблицю. Були отримані наступні результати:

Найбільшу частку серед усіх джерел відновлюваної енергії, що застосовуються у висотних будівлях, займає енергія сонця – 47,82%, далі вітрова енергія - 31,52%, енергія води - 8,69%, геотермальна енергія - 6,52 % і енергія біомаси - 5,45% (див. Діаграма 1.4.1).

Діаграма 1.4.1 Процентне співвідношення застосування ПДЕ у світі



Для виявлення взаємозв'язку функціонально-планувального рішення висотної будівлі і вибору ВДЕ визначено їх функціональний склад: багатофункціональні будівлі - 70%, офісна функція - 17%, житлова - 10%, готельна - 3% (див. Діаграма 1.4.2);. Визначено частка і частота застосування функцій в групі багатофункціональних об'єктів. Можна виділити основні функції, такі як житлова, офісна, торгова, готельна, які займають 73,3% від загальної кількості. Другорядні функції: громадське харчування, с/г ферми і лабораторії, рекреація, виставки та спортивно-оздоровча функція в цілому складають 26,7% (див. Діаграма 1.4.2);.

Діаграма 1.4.2 Функціональний склад висотних будівель та частка у поліфункціональному об'єкті



1.5 Вітчизняні та світові тенденції проектування висотних енергоефективних комплексів.

На території України наразі немає Smart-комплексів, що працюють на відновлюваних джерелах енергії. Тому було розглянуто висотне будівництво (див. Додаток 1).

Перший хмарочос на території України було збудовано в Києві 1912 року, це був 12-поверховий. Хмарочос Гінзбурга (67,5 м), наступними великим стрибком у висотне будівництво стали харківські висотки: 13-поверховий Держпром (1928 рік) і 14-поверховий Дім Проектів (1932 рік) заввишки 68 і 68,5 метрів відповідно.

Стрибок у висотне будівництво почався наприкінці 1990-х років, коли закон про антивисотне будівництво було визнано недійсним, і економіка держави дала змогу споруджувати будівлі великого масштабу; відтоді в країні збудували більше 30 будинків вищих за 100 метрів.

Станом на 2020 рік Київ знаходиться на 8-му місці у світі за кількістю хмарочосів із 1222 будівлями вище 35 метрів (12 поверхів). Також у топ-30 знаходиться Харків. Київ за кількістю таких будинків обігнав Лондон (1 109), Москву (571) та Лос-Анджелес (643).

Зарубіжний досвід має набагато більше прикладів, деякі з них наведені у Додатку 2 та Додатку 3. Історія розвитку висотних будівель і поновлюваних джерел енергії розпочалася давно. Відправною точкою розвитку можна вважати кінець XIX століття (1880-і рр.), в цей час були створені перші дослідні зразки енергогенераторів і новий тип будівель, який згодом отримав назву «хмарочоси».

У 1973 - 1974 роках настала енергетична криза, країни-експортери нафти перестали її поставляти на західні ринки, одночасно піднявши ціни на цей енергоносіє. Європейські країни відреагували на це збільшенням уваги до сфери

енергозбереження, включаючи цей аспект в проектуванні будинків. Напрямок розвитку енергозберігаючих будівель з'явилося як наслідок кризи.

Умовно можна розділити зміна об'єкта вивчення на наступні етапи:

- кінець 1980-х років - принципи і технології, що дозволяють економити енергію;
- середина 1990-х років - можливості ефективного використання енергії;
- кінець 1990-х - початок 2000-х років - якість мікроклімату приміщень домінує над ідеєю енергозбереження.

Передумова більш економно і повністю використовувати енергоресурси за сорок років (з 1974 по 2014 рр.) перетворилася в вихідний пункт міркування про необхідність створення зв'язку об'єктів людської життєдіяльності (в т.ч. будівель і споруд) з природним середовищем. Крім перерахованих передумов (енергетичної та екологічної) найважливішу роль в появі висотних будівель зіграли економіка і техніка.

Економічна передумова, бажання отримати при мінімальній площі забудови максимальну загальну площу будівлі, є однією з основ появи висотного будівництва. Висотна будівля - економічно доцільний об'єкт, головним його мінусом завжди були високі витрати за споживання енергоресурсів. З початком впровадження ВДЕ та енергоефективних систем, даний недолік став поступово зменшуватися. Доцільність зведення об'єкта диктувалася не тільки розміром ділянки і набором функцій, але також технологіями і матеріалами, які використовувалися при будівництві. Тут виникає четверта передумова появи висотних будівель - технічна.

Перше висотна будівля «Хоум Іншуранс Білдінг» (10 поверхів, висота 55 метрів) було побудовано в Чикаго в 1885 році. Місто стало забудовуватися подібними об'єктами після пожежі 1871 р. який знищив значну його частину. Єдиними вертикальними комунікаціями в висотних будівлях були сходи,

електричне освітлення було відсутнє. У міській забудові їх відрізняли значні розміри, не тільки висота, але також і глибина корпусу. В середині XIX століття були освоєні нові технології в будівництві: системи вентиляції та електричного освітлення, Е. Отіс був винайдений ліфт.

В кінці XIX століття почалося активне освоєння виробництва конструкцій зі сталі, відбулося впровадження каркасної системи. Це дозволило зменшити товщину стін, збільшити поверховість будівель, зробити більшу частину внутрішнього обсягу корисної. Всі ці технології дозволили здешевити зведення будівель і збільшити їх висоту.

Історія будівництва показує значимість технічної складової при проектуванні, спорудженні та експлуатації висотних будівель. Без розвитку будівельних матеріалів неможливий був би сам факт існування подібних будівель. Висотна будівля - більш складний об'єкт, ніж багатоповерхове, що обумовлено комплексом застосовуваних у ньому технологій. Це доводить важливу роль технічної передумови в появі даного типу об'єктів.

Проведений аналіз показав, що висотні будівлі з'явилися в результаті синтезу декількох факторів. Кожен з них по-своєму відбився на розвитку даного типу будівель, роблячи його все більш багатоконпонентним. У процесі формування висотних будівель значимість кожної з перерахованих вище передумов виходила на перший план в різний час. На початку розвитку це були економічна і технічна передумови, в подальшому до них додалися енергетична і екологічна.

В даний час, йде процес впровадження технологій, заснованих на поновлюваних джерелах енергії. Він обумовлений виснаженням традиційних джерел енергії і поєднує в собі всі передумови, об'єднуючи їх і наповнюючи новим значенням, актуальним для вирішення завдань сучасності.

Висновки до розділу 1

Аналіз матеріалу створив можливість створити такі висновки:

1. Висотне будівництво з'явилося ще у минулому столітті. На сьогодні тенденція збільшення висотності будівель все більше набирає обертів. Закордоний досвід доводить, що можливо зводити споруди набагато вищі за ті, що наразі існують та проектуються на території України. Але висотне будівництво має свої недоліки. Найголовнішим з них є велике енергоспоживання, його можна порівняти з витратами невеликого населеного пункту. Щоб вирішити цю проблему почали шукати альтернативні джерела енергії, тобто відновлювані, що зможуть забезпечити нові потреби не завдаючи шкоди середовищу, що нас оточує.

2. Спочатку споруди мали прості форми. Установки енергозабезпечення не мали художнього виразу, вони тільки виконували свою функцію. Але сьогодні все існує багато прикладів будівель, що мають виразний архітектурний вигляд саме завдяки використанню нових технологій та інженерного обладнання.

3. У результаті аналізу було виявлено декілька характерних рис, що супроводжували певні періоди становлення висотного будівництва, а саме:

- Починаючи з 1880р. почало з'являтися висотне будівництво. Європа в це час розробляла експериментальні установки, що використовують відновлювані джерела енергії. Характерними рисами були прямокутна проста форма, офісне призначення, проблеми з інсоляцією, провітрюванням та затінення території.
- Наступний період, що починається з 1930р. характеризується покращенням клімату за рахунок нової каскадної форми будівлі та експериментальних висотних будівель, що в основі мали інженерне обладнання, яке могло перетворювати енергію з відновлюваних джерел. Починаючи з 1950р. покращується інсоляція та візуальне сприйняття висотних будівель за рахунок використання великої кількості скла на фасадах. З'являється відчуття легкості та повітряності забудови.

- Починаючи з 1990р. і до тепер можна сказати, що енергоспоживання безперервно зростає. Людство зрозуміло, що невідновлюваних джерел енергії на довго не вистачить, а вирішенням проблеми є ВДЕ. Установки почали впроваджувати у комплекси та будівлі, таким чином забезпечуючи їх енергією на 10-30%. Архітектурний образ міста почав змінюватися.

4. Визначено відсоткове співвідношення застосування ВДЕ у висотних будівлях: енергія сонця – 47,82%, вітру – 31,52%, води – 8,69%, землі – 6,52%, біомаси – 5,45%.

5. Було виявлено тенденції та перспективи розвитку висотного будівництва з ВДЕ. Будівлі змінили об'ємно просторове рішення, підпорядковуючись тим чинникам, що впливають на потенціал використаного джерела енергії. Наприклад, будівлі, що використовують енергію сонця розвернуті до нього стороною, де розташовуються фотоелектричні панелі; енергія вітру – аеродинамічні форми, що в першу чергу знижує зовнішній вплив на будівлю, таким чином зменшуються витрати на будівельні матеріали, а також створюються спеціальні швидкісні вітрові потоки, що потрапляють у отвори будівлі, де розташовані вітрогенератори. Також було виявлено, що з'явилася тенденція поєднання багатьох функцій в одному об'ємі, але існує і чітке розмежування між житловою та громадською функціями. Висотні будівлі частіше розташовують на значущих транспортних магістралях, з'являються райони компактної висотної забудови.

6. Аналіз нормативної бази дає інформацію про мікроклімат, нормовані енергетичні та теплотехнічні параметри експлуатації будівлі, але не дає регламентованих норм про проектування висотних будівель з ВДЕ. Ці стандарти мають одиничний або індивідуальний характер.

РОЗДІЛ 2. Методичні підходи щодо розвитку висотних поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії

2.1. Загальна методика магістерської роботи

Дослідження побудоване на емпіричних та теоретичних методах дослідження, а також в ході опрацювання матеріалу було використано наступні методи: систематизації, порівняльного аналізу (сучасного та минулого досвіду), дослідження середовища та графоаналітичний метод.

Метод систематизації було використано при ознайомленні з науковими працями та нормативними документами. В результаті чого було виділено наступні важливі аспекти, що необхідно враховувати при проектуванні висотних комплексів: вимоги, характерні ознаки, принципи, висотного будівництва, фактори та чинники, що на них впливають, а також способи забезпечення енергетичної незалежності, тощо.

55 будівель, що використовують ВДЕ було розібрано методом порівняльного аналізу. В результаті було отримано наступні показники: функціональний склад будівлі, процентне співвідношення застосованих ВДЕ у світі, виявлені характерні риси в залежності від місця його розташування.

Метод дослідження середовища було вжито задля виявлення гармонічного поєднання будівлі з вже створеним міським та природним середовищем, місця розташування та функціональне призначення комплексу. Метод середовищного підходу в архітектурі, означає переорієнтацію проектування з досягнення економіко-політичних цілей на соціально-психологічні та еколого-фізіологічні цінності.

Відповідно до графоаналітичного методу було виявлено та впорядковано потенціал відновлюваної енергетики в Україні, зростання глобальних інвестицій у відновлювану енергію, частка ВДЕ у виробництві електричної енергії та кількість споруд вище за 200м систематизовано в залежності від часу побудови

2.2. Фактори, які впливають на формування Smart-комплексів

Фактори, що впливають на формування Smart-комплексів, поділяють на внутрішні та зовнішні[53]. Зовнішні [54] складаються з містобудівного, природно-кліматичного, екологічного та соціально економічного факторів, внутрішні – архітектурно-художнього, функціонально-планувального, конструктивного та інженерно-технічного.

Містобудівний фактор має у своєму складі наступні напрямки впливу: транспортно-пішохідне навантаження, інженерні мережі та територіальне розміщення ділянки у структурі міста.

Оптимізація транспортно-пішохідного навантаження. На сьогоднішній день переважає будівництво багатофункціональних об'єктів, що мають окремі входи та прилеглі території різного функціонального призначення. Щоб не відбувся транспортний колапс необхідно враховувати вплив появи висотного об'єкта на ділянці з інтенсивним рухом, а саме забезпечити місця для паркування, розвороту, руху транспорту та пішоходів. З метою вирішення однієї з вищеописаних завдань форма будівлі 30 St Mary Axe в Лондоні (Мал. 2.2.1), арх. Foster and Partners, запроєктована так, щоб зменшити площу забудови та відповідно збільшити суспільну зону біля будівлі.



Малюнок 2.2.1.
Будівля 30 St Mary Axe, Лондон, арх. Foster and Partners:
а) загальний вигляд в структурі навколишньої забудови;
б) фрагмент розрізу будівлі з профілями прилеглих вулиць

Оптимізація впливу на інженерні мережі. Висотні будівлі дають значні навантаження на мережі. Вирішити цю проблему допоможуть проектні рішення, що спрямовані на підвищення енергоефективності будівлі. Серед них можна

перелічити такі: використання подвійних фасадів, високоефективних вікон, організація енергозабезпечення за допомогою альтернативних джерел енергії)

Територіальне розміщення ділянки у структурі міста. При виборі ділянки розміщення доцільно передбачити вплив появи будівлі на сформовану територію. Якщо вибір ділянки для будівництва не залежить від проектувальника, то необхідно, щоб проект будівлі максимально узгоджувався з особливостями тієї території, що була надана. Можливо створення «перетікання» висотної будівлі на ділянку. Підходи щодо формування об'ємно-просторового рішення та енергозабезпечення висотних будівель залежить від його розміщення (в центрі міста, на периферії чи у приміській зоні). Розміщення будівлі в умовах щільної забудови вимагає проектування будівлі компактної форми, а енергозабезпечення підпорядковувати відповідно до існуючих ресурсів. Так, наприклад, будівля 1 Bligh Street (Мал. 2.2.2), що розташована у діловому районі Сіднею має саме таку форму, а генератори енергії розташовуються на покрівлі.



У разі ж проектування в умовах вільної території, форма будівлі може варіюватися, у архітектора з'являються розширені можливості включення в структуру об'єкта додаткових елементів генерації енергії і моделювання геометрії будівлі, що сприяє підвищенню ККД інженерних систем.

До складу **природно-кліматичного** (ландшафтно-кліматичного) **фактору** входить інсоляційний режим території (кількість сонячних днів), вітровий режим, кількість опадів, рельєф та температурно-вологісний режим. При проектуванні всі перелічені вище показники повинні бути враховані для того

щоб створити максимально енергоефективну будівлю. Архітектурно-художнє рішення в залежності від природно-кліматичних умов підпорядковується до існуючої ситуації за рахунок форми будівлі, кількістю, розміщенням та розмірами світових порізів, архітектурними елементами та ін..

Як приклад впливу жаркого клімату на проектне рішення можна навести Al Hamra Firdous Tower, Кувейт, арх. SOM (Мал. 2.2.3а). За рахунок сонцезахисних пристроїв забезпечується природне охолодження, що зменшує



Мал. 2.2.3 Al Hamra Firdous Tower, Portland Federal Building, Manitoba Hydro Place

a) Al Hamra Firdous Tower, Кувейт, арх. SOM (проникненню тепла в будинок з південної сторони перешкоджає бетонна стіна);

b) Portland Federal Building, Портленд, штат Орегон, США (арх. SERA Architects. Вертикальне озеленення фасаду - "природна" сонцезахисна конструкція);

c) Manitoba Hydro Place, Вінніпег, Манітоба, Канада (арх. Kuwabara Payne McKenna Blumberg Architects, Smith Carter Architects)

витрати на кондиціонування повітря. Помірно-теплий клімат дозволяє

використовувати вертикальне озеленення, що не тільки надає особливі естетичні характеристики та екологічно-позитивний вплив на довкілля, а й забезпечує зменшення перегріву стін (Мал. 2.2.3b). У холодному кліматі велике значення приділяється зменшенню тепловтрат через зовнішні огорожувальні конструкції і мінімізації витрат на обігрів приміщень, що так само може бути понизити за рахунок об'ємно-планувального рішення (Мал. 2.2.3c)

Особливу роль відіграє природно-кліматичний фактор при виборі систем генерації енергії та їх розміщення. Відповідно вітровий клімат створює можливість використання вітрогенераторів, велика кількість сонячних днів – сонячні батареї, велика кількість опадів – системи збору дощової води та багато іншого. Всі ці системи можна комбінувати для максимального зменшення витрат експлуатації будівлі.

Екологічний фактор вимагає від архітектора врахувати навантаження, що буде створене при появі нової споруди. Це включає в себе такі основні складові: зниження викидів парникових газів, взаємозв'язок природного і штучного середовища, антропогенний вплив на навколишнє середовище і екологічну безпеку людини. Звідси випливає, що врахування екологічного чинника вимагає від архітектора розробки проектного рішення енергоефективного висотного будинку, яке мінімізує негативний вплив на всі перераховані вище складові.

Аналіз вже існуючих проблем виявив наступні негативні впливи: деякі види вітрогенераторів можуть відлякувати та травмувати птахів, створюють інфразвук, що шкідливий для людини; сонячні батареї, що виготовлені методом водневого відновлення з трихлорсилану (що є найбільш поширеним способом промислового виробництва) при створенні використовують шкідливі, корозійні і пожежонебезпечні речовини, що в процесах синтезу трихлорсилану і тримання полікремнію виробляють багато твердих та газоподібних відходів. Позитивний

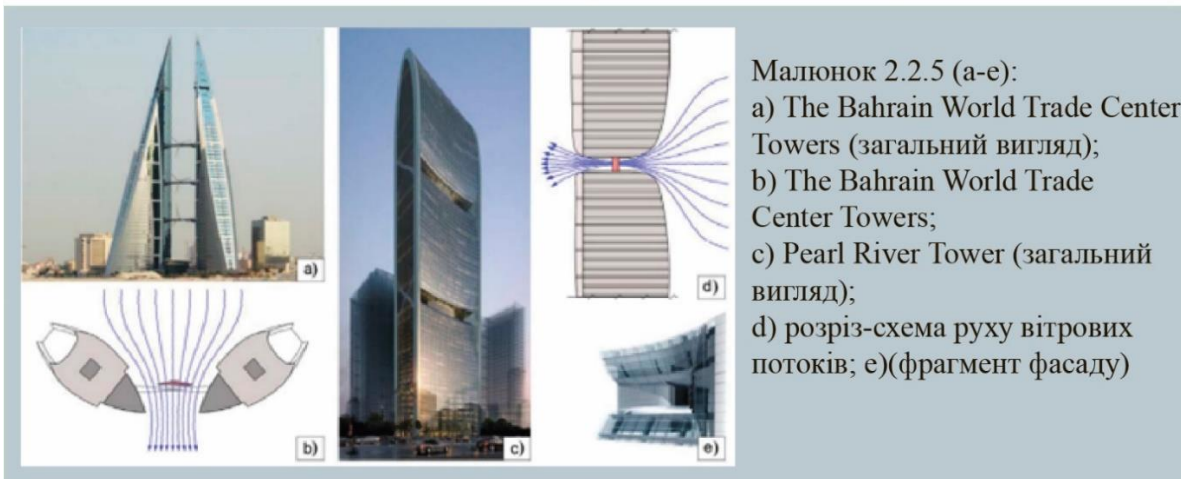
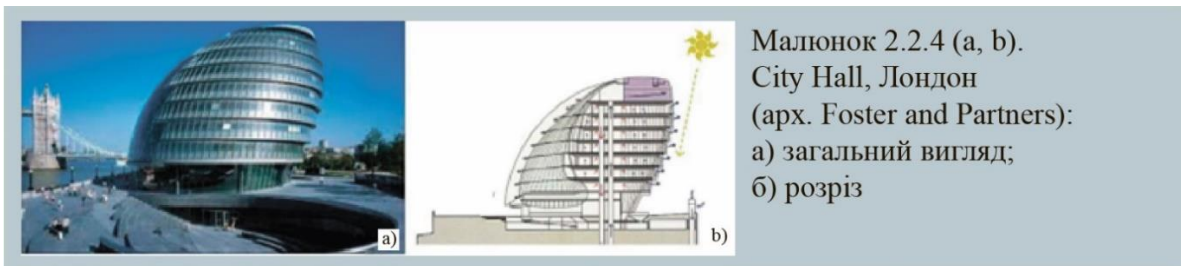
вплив на екологічний стан створюється зменшенням викидів парникових газів за рахунок збільшення енергоефективності будівлі та збалансування теплообміну огороджувальних конструкцій.

Соціально-економічний фактор обумовлює можливість появи і розвитку енергоефективного проектування висотних будівель. Найважливішим соціальним аспектом є формування у споживачів житла соціально-відповідальної свідомості. Введення природних компонентів в будівлю істотно покращує і оздоровлює в ньому мікроклімат, сприяє поліпшенню психологічного комфорту, особливо в багатоповерхових і висотних будівлях.

Вплив соціально-економічного чинника головним чином складається зі зацікавленості держави і інвесторів в інтеграції енергоефективних технологій в архітектуру і будівництво, що виражається в наявності нормативно-правового забезпечення проектування будівель такого типу, а також підвищення рівня науково-технічного розвитку суспільства. За кордоном впровадженні системи сертифікації будівель за критерієм енергоефективності, такі як американська система Leadership in Energy & Environmental Design (LEED) – рейтингова система для енергоефективних та екологічно чистих будівель і британська система Building Research Establishment (BRE) Environmental Assessment Method (BREEAM) - провідний в світі метод екологічної оцінки будівель в поєднанні з поінформованістю суспільства націлюють інвесторів на замовлення проектів, які відповідають цим, або подібним стандартам.

Архітектурно-художній фактор. Архітектурно-художній фактор впливає головним чином на створення художнього образу будівлі, доцільність, сучасність проектного рішення, вибір і використання довговічних, практичних, і відповідають естетичним вимогам матеріалів. Кольорове рішення, закладене в оздоблювальних матеріалах будівлі, так само впливає на енергетичні витрати будівлі (в зв'язку з фізичними особливостями кольору – його здатністю

поглинати і відштовхувати світлові промені). Наприклад, в проекті будівлі «City Hall», Лондон, 2002 арх. Foster and Partners (Мал. 2.2.4 (а, б)) забезпечення самозатінення зіграло ключову роль при формуванні архітектурного образу будівлі. У будівлях The Bahrain World Trade Center Towers (Мал. 2.2.5 (а, б)) і Pearl River Tower (Мал. 2.2.5 (с-е)) - форма будівлі направляє потоки вітру, що сприяє більш ефективній роботі вітрогенераторів. У будівлі Al Bahr Towers, Абу-Дабі, ОАЕ – архітектурним акцентом є динамічна фасадна система, яка зменшує проникнення сонячних променів в приміщення, перешкоджаючи перегріву і тим самим зменшуючи навантаження на системи кондиціонування (Мал. 2.2.6 (а-с)).



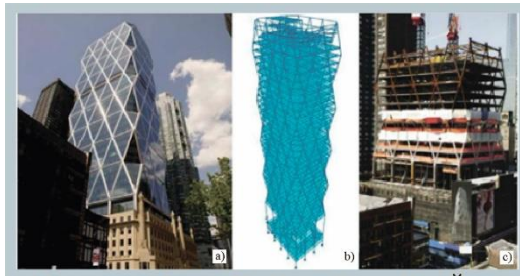
Функціонально-планувальний фактор. Основними складовими функціонально-планувального фактору є: організація основних груп приміщень, організація технічних приміщень, комунікації між приміщеннями, а також зв'язок будівлі з зовнішнім середовищем. У енергоефективних висотних будівлях одним з найбільш важливих завдань, яке можна вирішити за рахунок функціонально-планувальних засобів, є забезпечення денним світлом приміщень. Необхідність зменшити проникнення прямих сонячних променів в будівлю в жаркий період року, та збільшити у прохолодні дні, таким чином зменшити навантаження на системи кондиціонування повітря.

Конструктивний фактор. Оптимальність конструктивного рішення дозволяє скоротити енергетичні та матеріальні витрати на виробництво елементів конструкцій, а також заощадити матеріали і час при зведенні будівлі. Унікальність має на увазі облік всіх особливостей об'єкта, можливість витримувати додаткові навантаження, пов'язані з роботою енергоактивного обладнання – гармонічне поєднання архітектурних та інженерних рішень.

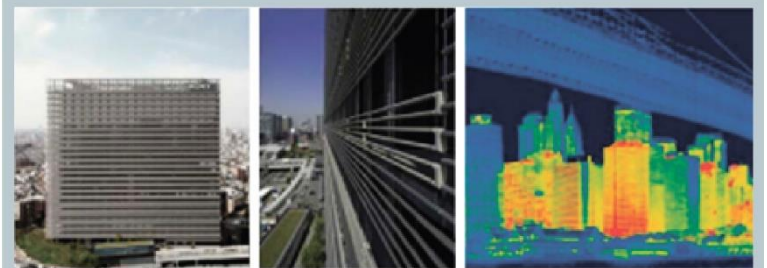
Граник Ю.Г., Магай А.А виділяють наступні особливості висотних будівель: переважаюче значення горизонтальних (в першу чергу, вітрових) навантажень над вертикальними; дуже високе навантаження на несучі конструкції, в тому числі на основи і фундаменти; підвищена значущість впливу ряду природних факторів (сейсміка, сонячна радіація, аеродинаміка) і техногенних (вібрації, шуми, аварії, пожежі, диверсійні акти, локальні руйнування) на безпеку експлуатації; проблеми забезпечення спільної роботи в несучих конструкціях таких матеріалів, як сталь і бетон, а також неоднаково навантажених елементів конструкцій, наприклад, колон і стін [55].

Характерним прикладом застосування ефективних сучасних конструкцій в енергоефективний висотному офісному будинку можна вважати The Hearst Tower, Нью-Йорк, арх. Foster and Partners (Мал. 2.2.7 (а-с)). Про ефективну

конструктивної системі The Hearst Tower пише її розробник Ахмед Рахіміан: "... діагональна сітка надала значні переваги при виконанні вимог стійкості вежі під дією сили тяжіння, вітрових і сейсмічних навантажень. В результаті була розроблена дуже ефективна конструктивна система, для якої треба було на 20% менше сталі в порівнянні з традиційними конструкціями " [56].



Малюнок 2.2.7 (a-c): The Hearst Tower, Нью-Йорк, арх. Foster and Partners: a) загальний вигляд; b) комп'ютерна модель конструктивної системи; c) конструктивна система (фото)



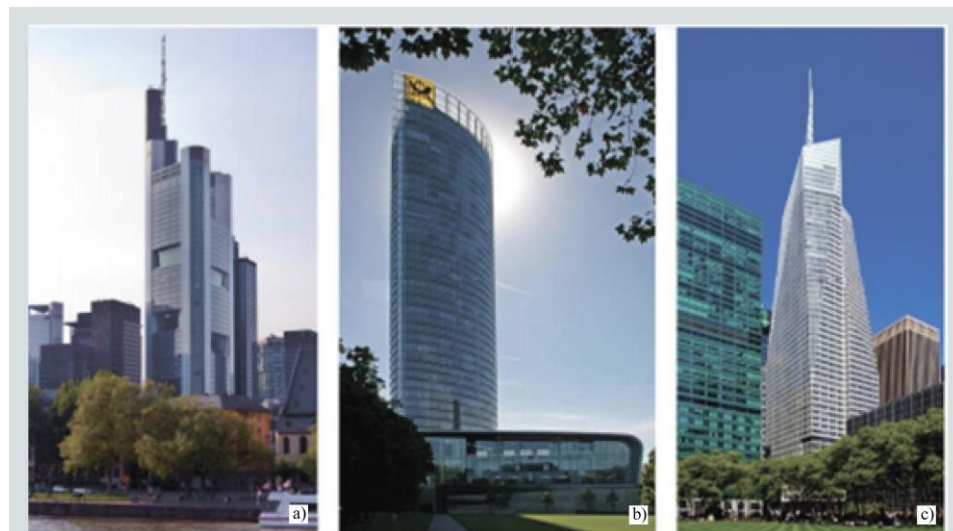
Малюнок 2.2.8 (a-c): a) Sony City Osaki, загальний вигляд; b) Sony City Osaki, елемент фасаду; c) Інфрчервона фотографія району Манхеттен (Нью-Йорк), (фото Tyrone Turner / National Geographic)

Важливе значення має використання металу, що підлягає повторній переробці, що значно скорочує енергетичні витрати на його виробництво, здешевлюючи вартість будівництва і екологічне навантаження. правильно підібрані огорожувальні конструкції будівлі так само здатні мінімізувати витрати енергії на експлуатацію, а в деяких випадках навіть дозволяють вирішити проблему перегріву території прилеглих до будівлі кварталів. Прикладом може слугувати будинок Sony City Osaki, для якого була розроблена фасадна система BIO SKIN, що перешкоджає ефекту підвищення температури, характерному для великих міст (Мал. 2.2.8 (a, b)). В той же час використання деяких типів традиційних огорожувальних конструкцій призводить до перегріву міських територій, така ситуація характерна для районів з щільною висотною забудовою як наприклад район Нью-Йорка - Манхеттен (Мал. 2.2.8c).

Інженерно-технічний фактор перш за все у своєму складі містить інженерні системи, що змушують закладати в проєкті приміщення спеціального призначення (для інженерно-технічного обладнання) Про вплив інженерно-технічного рішення на формування висотних будівель пише В. Шуллер:

«Системи енергопостачання можуть бути сконцентровані в спеціальних шахтах, органічно пов'язаних зі стволами жорсткості. Іноді для системи інженерного устаткування передбачаються спеціальні місця біля зовнішніх стін або технічні поверхи для розміщення складних систем комунікацій. Всі ці рішення впливають на загальний зовнішній вигляд будівлі і вибір економічної конструктивно-планувальної схеми» [57].

Головним чином виділено три типи інженерних систем: інженерні системи відкритого типу, інженерні системи закритого типу, а також інженерні системи комбінованого типу. Прикладом системи закритого типу можуть служити Commerzbank Tower, Post Tower, Bank of America Tower. У таких будівлях об'ємно-планувальне рішення підпорядковане завданню енергоефективності, але архітектурно-художній образ будівлі асоціативно не пов'язаний з вирішенням даного завдання (Мал. 2.2.4(а-с))



Малюнок 2.2.4(а-с)

а) Commerzbank Tower, Франкфурт, Німеччина (арх. Foster and Partners);
b) Deutsche Post Tower, Бонн, Німеччина (арх. Helmut Jahn, Murphy / Jahn); c)
Bank of America Tower, Нью-Йорк, США (арх. COOKFOX Architects)

Таким чином, інженерно-технічний фактор може помітно впливати на формування об'ємно-планувального рішення будівлі. Залежно від творчого

задуму архітектора можливо врахувати і виявити цей вплив за допомогою різних архітектурно-планувальних прийомів.

Головні внутрішні та зовнішні фактори, що впливають на формоутворення будівлі зображені на схемі 2.2.1.

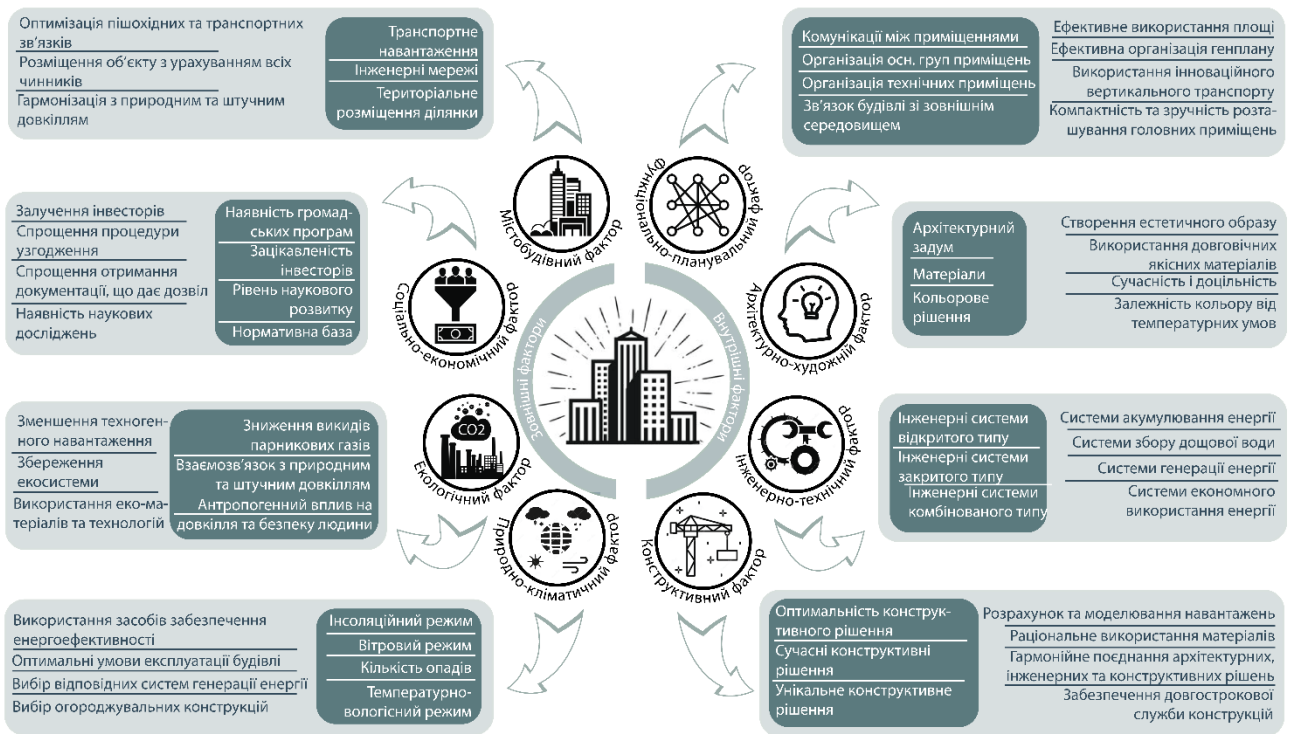


Схема 2.2.1. Головні внутрішні та зовнішні фактори, що впливають на формоутворення будівлі

2.3 Аналіз потенціалу України у використанні ВДЕ. Переваги та недоліки.

За підрахунками фахівців, поновлювані джерела енергії здатні на 74 відсотків забезпечити Україну електроенергією. На сьогоднішній день ВДЕ забезпечують всього 8% електрогенерації в Україні, при цьому переважна частина припадає на велику гідроенергетику [58].

Найбільші перспективи розвитку має вітрова електроенергетика - потенційно вона здатна забезпечити потреби країни в електроенергії на 49 відсотків. За нею йде біоенергетика - переробка біомаси здатна покрити потреби енергоринку на 22%, найменший потенціал має сонячна енергетика – 5% (див.Схема.2.3.1).

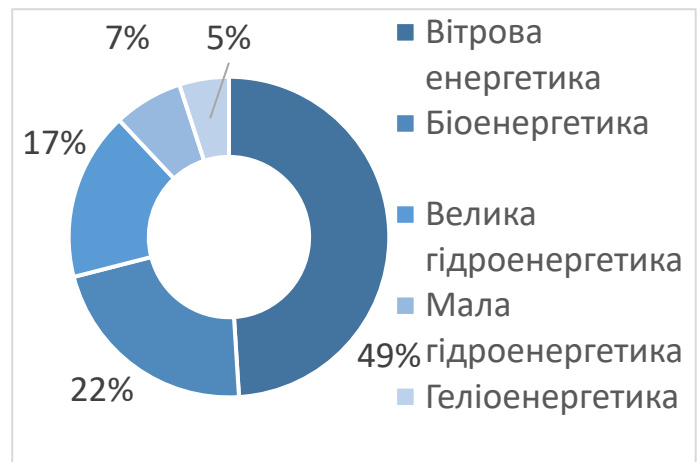
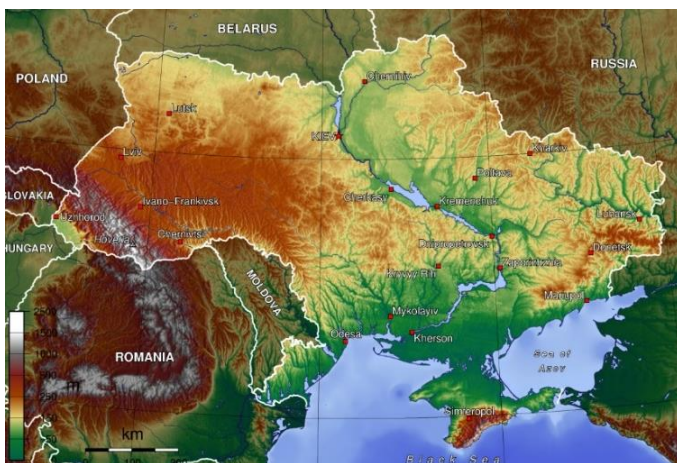


Схема 2.3.1 Потенціал України у можливості використання ВДЕ

Аналіз фізичної карти України (див. Мал.2.3.1). Україна майже повністю складається з родючих рівнин. Центральну частину країни становить Придніпровська низовина. Інші низовини простягаються уздовж берегів Чорного і Азовського морів на півдні України. Протяжність Карпатських гір в Західній Україні становить понад 240 км. Всі основні річки (Дніпро, Дон і Дністер) протікають через рівнини на південь. Велика частина русла Дніпра, що є найважливішою рікою України, забудована греблями для гідроелектростанцій, управління водними ресурсами і зрошення.



Малюнок.2.3.1 Фізична карта України



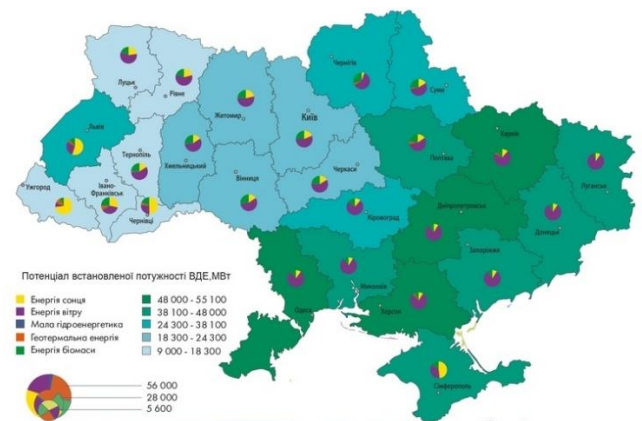
Малюнок.2.3.2 Кліматична карта України

Аналіз кліматичної карти України (див. Мал.2.3.2). Довідник «Всесвітня книга фактів» характеризує клімат як помірно-континентальний. Оподи розподіляються нерівномірно, їх рівень є найвищим на півночі та заході і знижується на сході та південному сході. Зими варіюють від м'яких на узбережжі Чорного моря до холодних на віддаленій від моря території. На більшій частині країни літо тепле, а на півдні - спекотне.

Аналіз екологічної карти України (див. Мал.2.3.3). До надзвичайно забруднених областей відносяться: Дніпропетровська, частина Запорізької і Кіровоградської областей, шматочок Донецької. Окремі території цих же областей можна віднести і до дуже забруднених, їх забарвлення відповідає рожевого кольору. Жовтим позначені забруднені, а зеленим - умовно чисті. Можна сказати що більше 50% території зазнали забруднення. Інша частина не чиста, а «умовно» чиста.



Малюнок.2.3.3 Екологічна карта України



Малюнок.2.3.4 Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України

Аналіз Атласу енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України (див. Мал.2.3.4) [59]. Можливості у використанні ВДЕ можна скерувати не лише на генерацію теплової та електроенергії, а й для створення довгострокових запасів енергоносіїв у вигляді водню. Загальний потенціал України (включно з Кримом і тимчасово окупованими територіями Донбасу) у виробництві «зеленого» водню Інститут ВДЕ оцінює у 505 млрд куб. м (або 45

млн тонн). З цього обсягу до 3 млрд куб. м може бути використано як акумулюючий енергоносіє. А залишок можна скерувати на декарбонізацію української енергетики загалом, на потреби комунального сектору, транспорту, промисловості або на експорт.

Більш детально роздивитися потенціал відновлюваних джерел енергії можна на карті сонячної та вітрової активності, а також на карті гідроенергетичного потенціалу малих річок та карті потенціалу геотермальної енергії України.

Аналіз карти сонячної активності (див. Мал.2.3.5). Ефективність сонячних пристроїв залежить від регіону. Чим південніше регіон, тим активніше сонце і вище ефективність роботи. На території України сонячні колектори мають великий потенціал використання. В середньому на 1м² землі за рік падає від 1000 до



Малюнок.2.3.5 Карта сонячної активності

сонячних пристроїв залежить від регіону. Чим південніше регіон, тим активніше сонце і вище ефективність роботи. На території України сонячні колектори мають великий потенціал використання. В середньому на 1м² землі за рік падає від 1000 до

1350кВт·ч сонячної енергії. Це еквівалентно 120-140м³ газу.

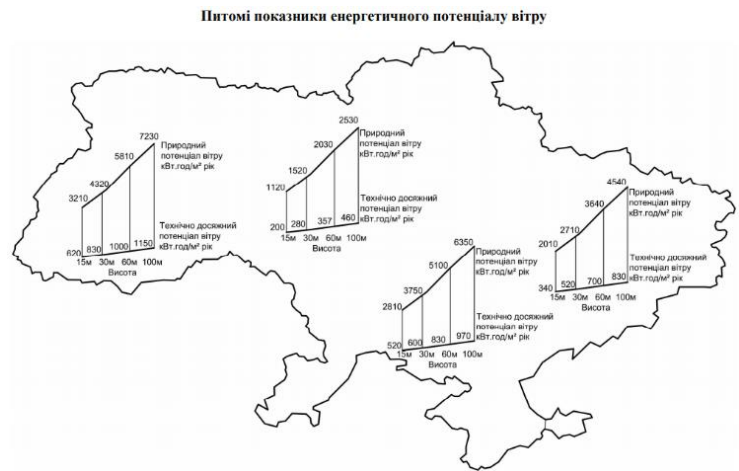
Переваги

- висока надійність;
- низькі поточні витрати (безкоштовне паливо – енергії сонця, відсутність рухомих частин);
- екологічність (оскільки при використанні СП не спалюється паливо і немає рухомих частин, то вони є безшумними та екологічно чистими)
- модульність;
- низькі витрати на будівництво (зазвичай сонячні енергосистеми розташовують близько до споживача, а значить лінії електропередач не потрібно потягувати на далекі відстані, як це необхідно у випадку підключення до ЦЕС).

Недоліки

- низький ККД фотоелектричних елементів
- сонячні батареї, що виготовлені методом водневого відновлення з трихлорсилану (що є найбільш поширеним способом промислового виробництва) при створенні використовують шкідливі, корозійні і пожежонебезпечні речовини, що в процесах синтезу трихлорсилану і тримання полікремнію виробляють багато твердих та газоподібних відходів

Аналіз карти вітрової активності (див. Мал.2.3.6). Україна має потужні ресурси вітрової енергії: річний технічний вітроенергетичний потенціал дорівнює 30 млрд. КВт/рік. В результаті обробки статистичних метеорологічних даних по швидкості і повторюваності швидкості вітру проведено районування території України по швидкостях вітру і визначено питомий енергетичний потенціал вітру на різній висоті відповідно до зон районування.



Малюнок.2.3.6 Карта вітрової активності

В умовах України за допомогою вітроустановок можливим є використання 15 ÷ 19% річного обсягу енергії вітру, що проходить крізь перетин поверхні вітроколеса. Очікувані обсяги виробництва електроенергії з 1 м² перетину площі вітроколеса в перспективних регіонах складають 800 ÷ 1000кВтг/м² за рік. Застосування вітроустановок для виробництва електроенергії в промислових масштабах найбільш ефективно в регіонах України, де середньорічна швидкість вітру > 5 м / с: на Азово-Чорноморському узбережжі, в Одеській, Херсонській, Запорізькій, Донецькій, Луганській, Миколаївській областях, АР Крим і в районі Карпат.

Вітроенергетика в Україні не може замінити традиційну енергетику. Вона може тільки доповнити її. Як і в усьому світі, вітроенергетика України в сучасних

умовах високовитратна і в найближчій перспективі не може бути рекомендована для впровадження в великих обсягах через високу питомої вартості ВЕУ, низького коефіцієнта використання встановленої потужності установок (0.15÷0.25), слабкості економіки та інших чинників .

Переваги

- безкоштовність та екологічна чистота;
- територіальна розповсюдженість і доступність в кожній точці Землі;
- тривалість існування на перспективу

Недоліки

- стохастичний характер надходження;
- в окремих випадках можливість завдання шкоди фауні;
- можливі шумові та електромагнітні впливи під час роботи вітрових установок.

Аналіз потенціалу гідроенергетики в Україні (див. Мал.2.3.7). Україна має значний потенціал використання ресурсів малих річок (головним чином у західних регіонах), що складає майже 28% загального гідропотенціалу всіх рік України. Для вирішення проблем розвитку малої гідроенергетики Україна має достатній науково-технічний потенціал і значний досвід в галузі проектування і розробки конструкцій гідротурбінного обладнання. Українські підприємства мають необхідний виробничий потенціал для оснащення малих ГЕС вітчизняним обладнанням.

Енергія води не забруднює атмосферу. Гідроенергетика становить 8% від загальної встановленої потужності електрогенеруючих об'єктів нашої країни, нові об'єкти можуть потенційно розміщуватись у будь-якому регіоні, який має малі або великі річки. В Україні понад 22 тис. річок, але лише 110 із них довші за 100 км., тому основні ресурси гідроенергетики зосереджені на малих річках. Водночас, внаслідок спорудження гідроенергетичних об'єктів можуть затоплюватися великі ділянки землі, зникати цінні породи риб та втрачатися родючі ґрунти. Тому подальший розвиток гідроенергетики потребує усунення екологічних ризиків.

Переваги

- відсутнє порушення природного ландшафту і навколишнього середовища в процесі будівництва і на етапі експлуатації;
- відсутній негативний вплив на якість води;
- практично відсутня залежність від погодних умов.

Недоліки

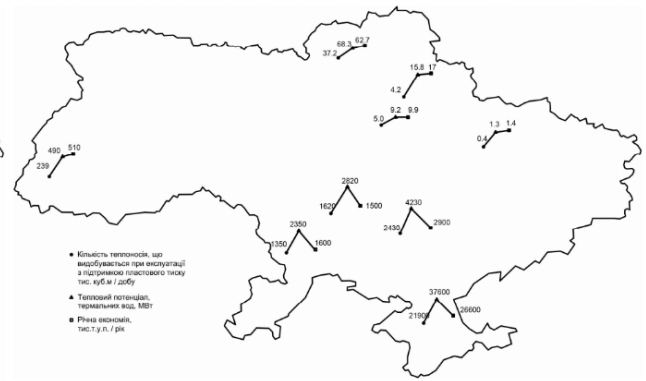
- даний вид ВДЕ не має територіальної розповсюженості, внаслідок чого використання даного ресурсу обмежується географічними та кліматичними умовами, в яких розташований автономний споживач;
- оскільки стоки річок нерівномірні, то на повній потужності мікро-ГЕС працюють лише у період повеней та паводків; таким чином коефіцієнт використання потужності знижується на 15-20 %;
- відсутність басейнів добового регулювання.

Питомі показники енергетичного потенціалу малих ГЕС



Малюнок.2.3.7 Карта потенціалу гідроенергетики в Україні

Питомі показники потенціалу геотермальної енергетики України



Малюнок.2.3.8 Карта потенціалу геотермальної енергетики в Україні

Аналіз потенціалу геотермальної енергетики в Україні (див. Мал.2.3.8).

Великі запаси термальних вод виявлено і на території Чернігівської, Полтавської, Харківської, Луганської та Сумської областей. Сотні свердловин, які виявили термальну воду і знаходяться в консервації, можуть бути відновлені для їх подальшої експлуатації в якості системи видобування тепла. При розрахунку кількості можливих обсягів споживання низькотемпературних геотермальних ресурсів в геокліматичних умовах різних регіонів України необхідно врахувати, що інтенсивна їх експлуатація може привести до зниження температури ґрунтового масиву та їх швидкому виснаженню.

Необхідно підтримувати такий рівень використання геотермальної енергії, який

дозволив би експлуатувати джерело енергетичних ресурсів без шкоди для навколишнього середовища. Для кожного регіону України існує певна максимальна інтенсивність видобування геотермальної енергії, яку можна підтримувати тривалий час.

Переваги

- екологічна чистота та економічність;
- незалежність від умов навколишнього середовища.

Недоліки

- автономний споживач повинен бути розташований поблизу геотермальних ресурсів, які існують не в кожній місцевості;
- вартість спорудження свердловини зростає із збільшенням глибини;
- може забруднювати середовище, оскільки в атмосферу надходить додаткова кількість розчинених в підземних водах сполук сірки, бору, миш'яку, аміаку, ртуті; викидається водяна пара, збільшуючи вологість.

Біоенергетика в Україні. Під терміном біомаса розуміють органічні речовини рослинного і тваринного походження (деревина, солома, гній тощо), що містять вуглець. Основним джерелом біомаси, незаперечно, є ліс і сільськогосподарські рослини. В основі виробництва біомаси лежить механізм фотосинтезу рослин, за допомогою якого акумулюється сонячна енергія, перетворюючись у хімічну.

Переваги

- великі потенційні запаси та різноманітність культур;
- підтримка інтегрованого с/г виробництва;
- покращення екології довкілля;
- ефективне використання супутніх продуктів (відходів, стоків).

Недоліки

- збіднення та ерозія ґрунтів;
- використання генної інженерії може викликати появу невідконтрольних організмів;
- перевезення біомаси до місця переробки завантажує транспорт;
- помилки в проектуванні і відсутність замкнутого циклу перероблення можуть призвести до забруднення середовища.

2.4 Способи та пристрої для отримання енергії з відновлюваних джерел

Способи отримання енергії від сонця.

Способи перетворення енергії сонця для отримання різних видів енергії, використовуваної людиною, можна розділити за видами одержуваної енергії і способам її отримання, це [61]:

Перетворення в електричну енергію.

- Шляхом застосування *фотоелектричних елементів*. Панелі розрізняються за структурою (полікристалічні, монокристалічні, з напленням кремнію), габаритним розмірам і потужності.
- Шляхом застосування *термоелектричних генераторів*.

Перетворення в теплову енергію.

- Шляхом використання *колекторів різних типів і конструкцій*. Вакуумні колектори (трубчастого виду і у вигляді плоских колекторів)
- Шляхом використання *геліотермальних установок*.
- «Інтегровані будівельні фотоелектричні модулі ».

Особливості геліоенергопристроїв

Критерії класифікації	Результати (варіанти)
Тип одержуваної енергії	- електрична (геліопанелі);
	- теплова (геліоколектори)
Типи кремнієвих пластин геліопанелей	- монокристалічні (ККД 19-22%, термін служби - 40-50 років);
	- полікристалічні (ККД 14-18%, термін служби - 25-40 років);
	- тонкоплівкові або аморфний кремній (ККД 15-17%, термін служби - 10-15 років)
Матеріал геліопанелей	кремній;
	телурид кадмію;
	- мідь, індій, селен, галій;
	- полімери (Поліфенілен, вуглецеві
	фуллерони, фталоцианин міді)
Типи конструкції геліоколекторів	плоскі;
	трубчасті (вакуумні);
	відкриті
Область застосування геліоколекторів	підтримка опалення;
	забезпечення гарячого водопостачання;
	підігрів басейнів
Тип підключення до мережі	мережвий вітрогенератор;
	автономний вітрогенератор;

Геліопанелі

Монокристалічні



Полікристалічні



Тонкоплівкові



Геліоколектори

Плоскі



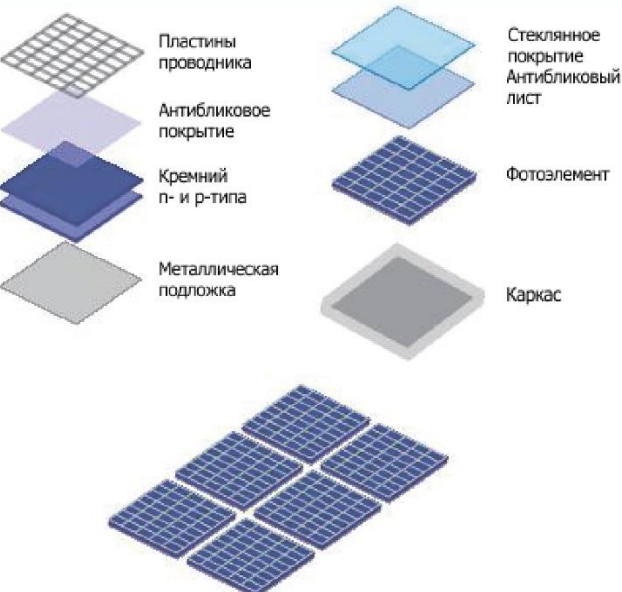
Трубчаті



Відкриті



Складові частини сонячної панелі



Пластини проводника

Антибликкове покриття

Кремний p- и r-типа

Металлическая подложка

Стеклоанное покритие

Антибликковый лист

Фотоэлемент

Каркас

Плоска пластина



Сонячна черепиця



Фасадний модуль



Прозорий модуль



Конусні панелі




2 World Trade Center



Модернізація фасаду сонячними панелями



CIS Solar Tower



Harmony Tower



Сонячні панелі, що обертаються



Crain Communications Building



Solar Roof, Tesla



Telus Sky Tower



Kingkey 100



Технологія «інтегрувальна будівельних фотоелектричних модулів» («Building Integrated Photovoltaics» (BIPV))	
Поверхня установки	Тип модуля
плоский дах	плоска пластина
скатна покрівля	«Сонячна» черепиця
фасад	фасадний модуль
скління	прозорий модуль

Основні види вітрогенераторів.

Моделі вітрогенераторів бувають різної конструкції, розрізняються за геометрією обертання, за кількістю лопатей, матеріалом лопатей, за потужністю, за кроковими ознаками гвинта та за типом підключення до мережі. За геометрією обертання осі основного ротора їх поділяють на (див. схема 2.4.1)

Позитивні сторони вертикальних вітрогенераторів: використання генераторів можливо навіть при слабкому вітрі. Чи не налаштовуються на вітрові потоки,

тому що не залежать від його напрямку. Встановлюються на короткій щоглі, що дозволяє здійснювати обслуговування систем на землі. Шум в межах 30 дБ. Різноманітний, приємний зовнішній вигляд.

Основний недолік - використовують силу і енергію вітру в повному обсязі через невисоку обертальної швидкості ротора



Схема 2.4.1 Види вітрогенераторів

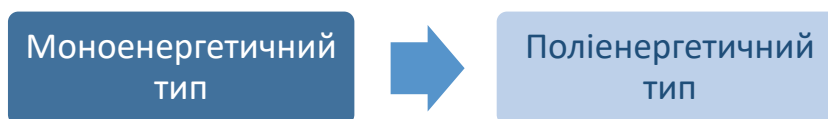
Позитивні сторони горизонтальних (крильчастих) вітрогенераторів: Різні модифікації горизонтальних установок мають від однієї до трьох лопатей і більш. Тому коефіцієнт корисної дії набагато вище, ніж у вертикальних. Недоліки вітрогенераторів - в необхідності орієнтувати їх на напрямок вітру. Постійне переміщення знижує швидкість обертання, що знижує його продуктивність.

Особливості вітроенергоустановок

Критерії класифікації	Результати (варіанти)
Розташування осі обертання щодо поверхні землі	- карусельні (з вертикальною віссю обертання); - крильчасті (з горизонтальною віссю обертання);
Кількість лопатей	- однолопастний; - двухлопастні; - трилопатеві; - багатолопатеvu; - безлопатеві
Матеріал лопатей	- жорсткі; - вітрильні
Потужність	- великої потужності (понад 1 МВт); - середньої потужності (від 100 кВт до 1 МВт); - малої потужності (від 5 до 99 кВт); - дуже малої потужності (менше 5 кВт)
Кроковий ознака гвинта	- із змінним кроком; - з фіксованим кроком
Тип підключення до мережі	- мережевий вітрогенератор; - автономний вітрогенератор;

2.5. Структурні моделі поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії

На основі проведеного аналізу світового досвіду проектування будівель з використанням альтернативних джерел енергії можливо виділити наступні структурні моделі [68]:



Моноенергетична модель висотної будівлі є набагато розповсюдженою, ніж поліенергетична. Це зумовлено тим, що значно простіше впровадити систему, яка працює тільки на одному відновлювальному джерелу енергії. При використанні лише одного виду альтернативного джерела енергії спрощується взаємозв'язок з іншим інженерним обладнанням будівлі. Використання цієї спрощеної моделі дозволяє створювати такі об'ємно-просторові рішення, які будуть збільшувати коефіцієнт корисної дії енергоефективної установки, яка працює на відновлювальній енергії.

У якості прикладу можливо відзначити такі будівлі, які працюють тільки на енергії сонця, використовуючи динамічний фасад, який повертається дотримуючись траєкторії сонця. Або будівля, яка ловить вітер та виробляє енергію, будівлі, які працюють на енергії води чи землі.

На підставі цього можливо виділити основні типи моноенергетичні моделі:

Тип 1. Будівля «Геліос»

Будівля, яка використовує енергію сонця. Такі будівлі в значній мірі мають фасад, який облицьований сонячними панелями, інтегрованими фотоелектричними модулями та ін. Також використовують похилі площини або покрівлі, та забезпечують такий кут, який дорівнює куту падіння сонця, завдяки цьому досягається найбільша ефективність обраної енергоефективної системи.



Тип 2. Будівля «Флюгер»

Будівля, яка використовує енергію вітру. Використовується таке інженерне обладнання, яке перетворює вітрову енергію. Існують два підвиди: об'єкт зі наскрізними отворами в будівлі, в яких влаштовуються вітрогенератори, а також об'єкт із вітрогенераторами, які розташовуються на відкритих просторах (наприклад, покрівлі).

Тип 3. «Гео» будівля

Будівля, яка використовує енергію землі. В даний тип впроваджуються тепло насосні пристрої для гарячого водозабезпечення, які використовують тепло ґрунту та видаляемого вентиляційного повітря. Це рішення дозволяє отримати зниження використання енергії з міських мереж. Даний тип енергії впливає на планувальне рішення перших та підземних поверхів [69].

Тип 4. Будівля «Гідро».

Будівля, яка використовує енергію води. Об'єкти даного типу зводяться поруч з водним джерелом, річкою або океаном. Обраний вид енергоустановки в подальшому впливає на планувальне рішення нижніх поверхів, зокрема стилобатної частини. В більшості випадків це невеликі гідроелектростанції, які працюють на

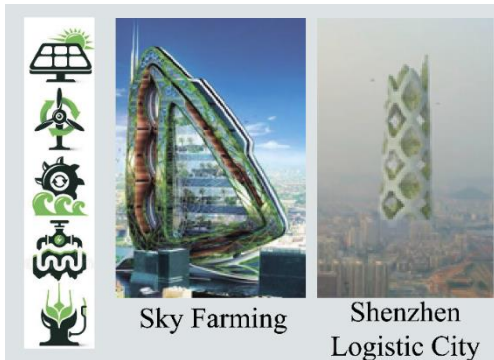
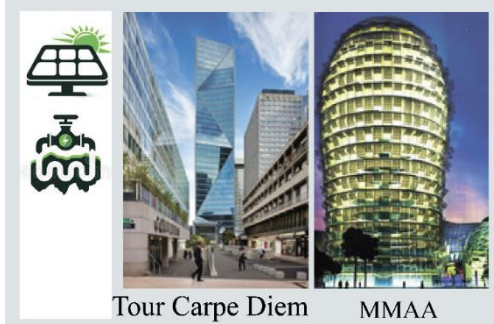
приливної енергії. У зв'язку з цим, водні акваторії зі стоячою водою або слабкою течією не підходять для даного типу.

Тип 5 Будівля «Біо»

Будівля, яка використовує енергію біомаси. На сьогодні біомаса посідає четверте місце у світі як паливо. Вона забезпечує до 15 % загальносвітового виробництва енергії і належить до найдинамічнішого сектору енергетики країн ЄС, США і Канади. Виокремлюють два різновиди біомаси: рослинну, що утворюється на основі фотосинтезу і включає різні види рослин, і тваринного походження, що становить собою відходи життєдіяльності і переробки тварин. Згідно з міжнародною класифікацією, до рослинної біомаси належить і торф. Однак, моноенергетичну модель не можливо назвати повністю автономною, тому що не завжди використання одного типу установок для вироблення енергії може забезпечити усі енергетичні потреби будівлі або цілого комплексу. Тому для того, щоб будівлю можливо було вважати «Нульовою» чи автономною, пропонується поліенергоефективної моделі. Маючи ряд основних відновлювальних джерел енергії можливо створити їх симбіоз в одній будівлі.

Поліенергетична модель висотної будівлі – автономна споруда з боку енергоефективності, яка є самодостатнім елементом структури міста, в якому використані два чи більше відновлювальних джерел енергії. Виходячи з розглянутих вище видів альтернативних джерел енергії, виявлено, що найбільш розповсюдженими є чотири основні типи альтернативної енергії: сонця, вітру, води та землі. Тому створивши симбіоз з цих чотирьох типів альтернативних джерел з'являються нові типи.

Тип 1. Симбіоз енергії вітру та сонця. Така модифікація інженерного впровадження в будівлю на сьогоднішній день є найрозповсюдженою. Використання вітрових та сонячних установок дозволяє отримати велику кількість енергії, практично в будь-якій кліматичній зоні. Найчастіше технічні можливості обладнання, яке переробляє енергію впливає на архітектурно-



планувальні особливості будівлі. Такі будівлі можуть бути динамічними за рахунок вітрової енергії. Потужність забезпечується саме за рахунок використанням додатково до вітрової енергії ще сонячної енергії, які у сукупності здатні забезпечити достатньою кількістю енергії.

Тип 2. Симбіоз енергії сонця і землі. Застосування двох даних ПДЕ енергії раціонально в зв'язку з відсутністю у них негативних експлуатаційних недоліків, наприклад, вібрації у вітрогенераторів (висотна будівля «Кактус» в Катарі). Зведення будинків з цими джерелами можливо поблизу водних акваторій, що крім енергетичної складової також позитивно позначається на композиційної характеристиці висотної будівлі і можливості психологічного розвантаження відвідувачів у зв'язку з розташованої поруч водою. Перетворення сонячної енергії може бути забезпечено шляхом облицювання (може бути частковою) фасадів будівлі, похилих частин, які виступають фальш елементами.

Тип 3. Симбіоз енергії сонця, вітру, води. Дана модифікація – комплексний об'єкт, в енергосистему якого включено одразу три відновлювальних джерела енергії. Дуже часто спостерігається біонічна форма у

архітектурному обліку будівлі. В деяких випадках відмічається спиралевидна, закручена форма . це зв'язано з тим, що завдяки використанню трьох енергоносіїв можливо переправити вітрові потоки й зробити необхідний похил фасаду для сприйняття сонячного світла [70].

Тип 4. Симбіоз енергії сонця, вітру, води, землі. Для цього типу модифікації характерні досить великі розміри висотної будівлі. Це пов'язане з великою кількістю інженерних установок під кожний вид генерації енергії, котрі мають немалі розміри . Використовуються розвинені стилобатні частини [72].

Тип 5. Симбіоз енергії сонця, вітру, води, землі. Це вертикальний місто - об'єкт, який вміщує кілька тисяч чоловік, площа поверху від 5000 м² і більше. Побудованих подібних висотних будівель на сьогоднішній момент немає, проте, існує кілька десятків проектів. Як правило, це мегаструктури, як з точки зору архітектури, так і з точки зору конструкцій та інженерних комунікацій. Оскільки, енерговитрати на таку систему будуть колосальні, в проект закладається можливість застосування всіх ПДЕ, вертикального озеленення, збору дощової води і ряду інших рішень. Можливим стає застосування експериментальних розробок, таких як облицювальні панелі, наповнені розчином з водоростями, здатними грати роль сонцезахисту і одночасно перетворювати світло в електричну енергію. Також перспективним напрямком є можливість застосування модульної архітектури, що дозволяє добудовувати як житлові (або функціонально інші) осередки, так і доповнювати енергосистему об'єкта необхідною кількістю енергетичних модулів, що перетворюють ВДЕ.

На сьогодні у світі приблизно рівне співвідношення поліенергетичних та моноенергетичних будівель [69]. Встановлено співвідношення застосування ПДЕ в висотних будівлях. Таб. 2.5.1.

Таблиця 2.5.1 Співвідношення застосування ВДЕ в моно-
і поліенергетичних будівлях

Найменування джерела, типу будівлі	Займана частка від загальної кількості, %
МОНОЕНЕРГЕТИЧНОГО БУДІВЛІ	
сонце	50,0
вітер	40,0
вода	3,33
земля	3,33
біомаса	3,34
ПОЛІЕНЕРГЕТИЧЕСКІЕ БУДІВЛІ	
Тип 1 (сонце + вітер)	72,0
Тип 2 (сонце + земля)	12,0
Тип 3 (сонце + вітер + вода)	8,0
Тип 4 (сонце + вітер + вода + земля)	4,0
Тип 5 (сонце + вітер + вода + земля + біомаса)	4,0

Перелік будівель, що були проаналізовані при написанні роботи:

Дубайське Вертикальне Місто(DubaiVerticalCity)
«Вежа Перлової Річки» («The Pearl River Tower»)
Вежа «Голка»
«Спіральний хмарочос»
«Логістичний місто» («Logistic City»)
«Вежа Влада» («Tower of Power»)
«Гігантська яйце» («Giant Eco-Egg»)
Башти «Металіка» («Metallica» Towers)
«Геодезична Структура» («Structural Geodesics»)
«Бурж-Аль-Таква» («The Burj-Al-Taqa»)
«Штаб-квартира Інвестиційної Ради Абу-Дабі»
(«Abu Dhabi Investment Council Headquarters»)
«Бурж Халіфа» («Burj Khalifa»)
«Вежа-Маяк» («The Lighthouse Tower»)
«Проект Веб» («Web Project»)
«Зелений Центр Ухань» («Wuhan Greenland
Center»)
«Чиказька Сонячна Вежа» («Chicago Solar
Tower»)
«Вежа Чистих Технологій» («Clean Tech
Tower»)
«Будівля КОР» («COR Building»)
«Кристалічний острів» («Crystal Island»)
«Зелений проект« Урожай »»(« Harvest Green
Project »)
«Вежа Мераас» («Meraas Tower»)
«Міаполіс» («Miapolis»)
«Вежа Святого Хреста» («Swietokrzycka
Tower»)
«Висотна Структурна Емблема» («Tall Emblem
Structure by B + U »)
«Всесвітній Торговий Центр» в Бахреїні («The
Bahrain World Trade Center»)
«Вита вітряна вежа»
«Небесна село Бангарам»
«Штаб-квартира Страхової Компанії КНР» («
Headquarter of China Insurance Group »)

«Літаючий Парк» («Light Park»)
«Вежа Страта» («Strata Tower»)
Вежа «Гідра» («The Hydra Tower»)
«Тропічні Гриби» («Tropicool Mushrooms»)
«Танцюючі дракони»
«Штаб-квартира корпорації« Манітоба» («
Manitoba Hydro Place »)
«Ековежа Азурі» («Azouri Brothers»)
«Сонячна Вежа-Факел» («Link Solar Tower»)
«Вежі Гавані і Пляжу» («Marina & Beach
Towers»)
«Сонячна Міська Вежа» («Solar City Tower»)
«Штаб-квартира страхової компанії« CIS »»(«
The CIS Tower »)
«Енергетичний Квітка Ухань» («The Wuhan
Energy Flower»)
Хмарочос- «кактус»
«Сонячне гуртожиток»
«Бандра Ом» («Bandra Ohm»)
«Лови Момент» («Carpe Diem»)
«Штаб-квартира корпорації« PNC »»(« Tower at
PNC Plaza »)
«Вежа 10 МВт» («10 MW Tower»)
«Вежа Золотого Узбережжя» («Gold Coast'sEvo»)
«Бухта Іриси» («Iris Bay»)
«Коло Життя» («Life Cycle»)
«Спіралевидний Сонячний Хмарочос»
(«Spiraling Solar Powered Skyscraper»)
«Сонячний» житловий будинок («The Solaire»
або Twenty River Terrace)
«Парк Заабіл» («Zaabeel Park»)
«Вертикальний ліс»
«Хмарочос з соломинок» («Strawscrapers»)
«Чарівна Птах» («Avis Magica»)

Висновки до розділу 2

1. Визначено 8 факторів, що впливають на формоутворення Smart-комплексів, а саме: містобудівний, природно-кліматичний, екологічний та соціально-економічний, архітектурно-художній, функціонально-планувальний, конструктивний та інженерно-технічний.

2. Виявлено потенціальні джерела енергії для України (вітро-, геліо-, гідро-, біоенергетика та геотермальна енергетика). Розкрито нагальність вирішення проблем з екосистемою через аналіз екологічного стану території України.

3. Проаналізовано види відновлюваних джерел енергії (енергія сонця, вітру, води, землі та біомаси). Зазначено позитивні і негативні сторони та характеристики пристроїв, що перетворюють первинну енергію у вторинну. Визначено шляхи забезпечення енергетичної незалежності висотної будівлі.

4. Розглянуто способи та пристрої для отримання енергії з відновлюваних джерел. Розібрані прийоми використання засобів вітроенергетики в структурі будівель.

5. Зазначені структурні моделі поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії, а саме 5 моно- та 5 поліенергетичних типів. Визначено співвідношення поліенергетичних і моноенергетичних будівель та їх «лідери». Для моноенергетичних будівель це об'єкти, що використовують енергію сонця і вітру, для поліенергетичних тип 1, тип 2, тип 3. Встановлено співвідношення застосування ПДЕ в висотних будівлях.

6. Виявлено що рішення, які використовують енергію води, землі і біомаси впливають на функціонально-планувальне, архітектурно-художнє і містобудівні рішення. Застосування енергоустановок на основі вітру і сонця відбивається всіх аспектах проектування об'єкта.

Існуючі технології дозволяють застосовувати облицювання фотоелектричними панелями на будь-якій поверхні, формуючи геометричний візерунок, заданий малюнок шляхом компоновання різних модулів. Можливості впровадження вітрогенераторів також широкі: установка генератора на завершення будівлі, створення отворів в обсязі з установкою туди інженерного обладнання для перетворення вітру, монтаж подібних пристроїв на виступаючих частинах або на даху стилобату. Можливі варіанти комбінування подібних рішень в одному висотній будівлі.

РОЗДІЛ 3. Наукові засади формування висотних поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії

3.1. Принципи побудови поліфункціональних енергетичних висотних комплексів на відновлювальних джерелах енергії

У найближчі десятиліття, на стику періодів вичерпання традиційних і недостатнього розвитку нових енергоджерел, виникне дефіцит енергоресурсів та різке їх подорожчання, і завдання економії ресурсів стане пріоритетним [72].

Розвиток конструктивних систем, будівельних матеріалів, виробів та обладнання на початку XXI століття буде відбуватися за традиційними і новими напрямками, що задовольняє вимоги енергозбереження, екологічної безпеки. Впровадження енергозберігаючих технологій в будівельну індустрію, реалізація пропонуваніх в роботі концептуальних, методичних і проектних рішень буде

сприяти поліпшенню умов проживання громадян, вирішення питань ресурсо- та енергозбереження, техніко-економічній та соціальної ефективності.

1. Містобудівний (урбоекологічний) принцип

Принцип ґрунтується на взаємодії природного та штучного середовища в умовах міста та зон їх впливу, а також на створенні екосистеми міста, мегаструктури та мегаполісів. В рамках цього процесу досліджується вплив урбанізації на штучне середовище та розробляються містобудівні пропозиції, що враховують наступні спрямування: охорону здоров'я міського населення, зниження впливу та зменшення збитків всім оболонкам Землі (літосфери, гідросфери, атмосфери, біосфери). [73]

Місто перш за все багаторівнева структура, що складається з таких понять як інфраструктура, природне та штучне, соціально-культурне та виробниче середовище, висхідна популяція та висока щільність забудови.

При проектуванні багатоповерхових висотних комплексів архітектор намагається досягти рівноваги міського середовища, що неможливе без врахування наступних аспектів:

Баланс території

Інженерне навантаження

Візуальне сприйняття

Головним чином містобудівний принцип зобов'язує проектувати висотні комплекси, що створюють єдність силуету будівлі із загальною панорамою міста та намагатися органічно впровадити його у вже сформовану міську структуру.

Для формування гармонійного містобудівного середовища запропоновано взаємне підпорядкування вертикальних акцентів із виявленням їх ієрархії за художньо-композиційними функціями: висотні домінанти першого порядку, що є основою міського середовища та позначають головні містобудівні вузли; другого порядку, які призначені підтримувати основні просторові зв'язки та

фіксувати додаткові композиційні вісі міста; третього порядку, що повинні підтримувати векторні ряди об'єктів для візуального виявлення напрямлень основних міських магістралей.

Також важливо відзначити, що висотні комплекси рекомендується розташовувати на ділянках, які мають хороший контакт з основними магістралями та вулицями. Допускається будівництво об'єктів у центральній частині міста, виключно для формування його об'ємно-просторової структури [74]. Але в умовах щільної забудови та вже сформованої структури міста створення нового висотного багатофункціонального комплексу може негативно вплинути на естетичні, інженерно-технічні та мікрокліматичні показники. Більш доцільно та екологічно розташовувати такі об'єкти на вільних територіях. Також необхідно намагатися максимально зберегти існуючий природний ландшафт, та створити якомога більше екологічних просторів, як на території генплану так і у самій будівлі.

2. Соціально-економічний принцип

Соціально-економічний принцип вимагає створення архітектурного середовища, що відповідає суспільним потребам і цінностям, а також забезпечує ефективність матеріальних витрат на організацію і експлуатацію архітектурного середовища, її оновлення і розвиток. Створення енергоефективних комплексів обумовлено природою ринкових відносин, необхідністю глибоких якісних перетворень середовища життєдіяльності, появою нових технологій і підвищенням вимог людини до навколишнього середовища. Невід'ємними властивостями таких будівель є їх новизна, економічна і соціальна доцільність. Вони і в перспективі будуть затребувані суспільством [75].

Архітектурне середовище повинне втілювати основні ідеологічні принципи суспільства, характерні ознаки суспільних відносин, відповідати загальноновизнаним або домінуючим формам світогляду.

Соціальна ефективність виражається в позитивних для населення наслідках від реалізації проектів інноваційних будівель: поліпшення якості життя при збільшенні обсягу нових об'єктів і послуг, які вони функцій; створення комфортної для людини середовища з першорядним урахуванням його соціальних (індивідуально-сімейних, групових (колективних) і громадських) потреб, антропометричних і психологічних особливостей з метою досягнення більшої узгодженості та взаємодії системи «людина - архітектура - природне середовище».

Інноваційні будівлі, сформовані з використанням нових технологій і засобів досягнення комфорту, дозволяють поліпшити соціально-психологічний стан людини; оптимізувати штучне архітектурне середовище, надавши їй властивості, що сприяють соціальній взаємодії людей. Такі будівлі сприяють розвитку сусідських і громадських контактів, занять спортом, організації дитячого дозвілля завдяки включенню в їх структуру природної складової. Подібні об'єкти з високими вищевикладеними показниками підвищують індивідуальний комфорт людей і, як наслідок, загальну соціальну ефективність всієї архітектурного середовища і прогрес людства. Інноваційні будівлі раціонально використовують матеріальні, фінансові і трудові ресурси в будівництві, що дозволяє розробляти ефективні проектні рішення, що задовольняють потреби людини протягом усього життєвого циклу об'єкта.

3. Екологічний принцип

Названий принцип найбільш актуальний у в рамках розвитку сучасної архітектури, головною метою якого є зниження витрат природних енергетичних

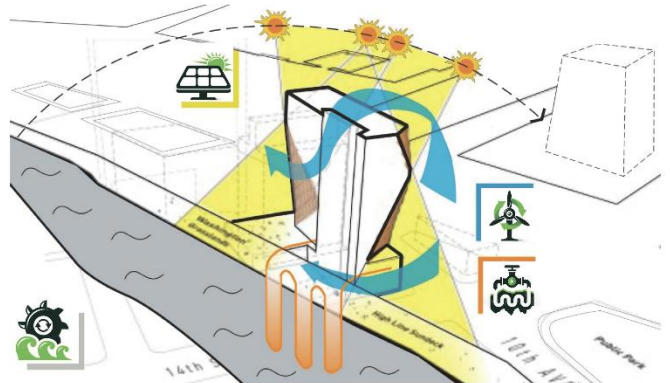
ресурсів при будівництві і експлуатації сучасних поліфункціональних енергетичних комплексів. Головним чином це можливо за рахунок використання альтернативних джерел енергії та конструкцій, що знижують витрати на споживання.

Засобами, що сприяють підвищенню рівня енергетичної незалежності та теплової ефективності, це вибір певних форм будівлі, конструкцій, орієнтація будівлі, а також використання відповідних матеріалів та інженерних систем.

Отже основою екологічного принципу є енергетична незалежність, що передбачає використання альтернативних джерел енергії, використання екологічних оздоблювальних та будівельних матеріалів, оцінювання енергетичного потенціалу території для будівництва, використання поліенергоефективного інженерного обладнання, використання засобів оптимізації та контролю обладнання та інноваційних технологій.

4. Природно-кліматичний принцип

Даний принцип засновується на використанні позитивних умов клімату (орієнтація будівлі з урахуванням інсоляції сонячних батарей, по активній розі вітрів, позитивній середньорічній температурі).



Малюнок 3.1.1 Принцип формування архітектури в залежності від природно-кліматичних умов

Важливою особливістю є досягнення максимального результату від ВДЕ (Мал 3.1.1.). Так, наприклад, високе вітрове навантаження може бути прийнято

як джерело для отримання енергії за рахунок вітрогенераторів. При цьому сильні горизонтальні навантаження та можливі вібрації можливо знівелювати шляхом створення отворів з вітряками, що вловлюють вітрові потоки.

Прийоми реалізації:

орієнтація об'єкта згідно траєкторії руху сонця для отримання максимальної тривалості часу освітленості;

орієнтація об'єкта згідно розі вітрів для сприйняття і використання вітрових потоків;

у разі недостатньої швидкості вітрових потоків, можливо прийняття рішення про збільшенні висоти об'єкта, для доцільності застосування вітроенергоустановок;

використання гідро-, геотермальної енергії;

використання енергії припливів і відливів;

розміщення об'єкта в зонах з максимальним потенціалом сировини для виробництва біомаси.

5. Функціонально-планувальний принцип

Сутність принципу полягає в тому, що функціонально-планувальне рішення впливає на вибір майбутнього складу енергетичних джерел об'єкта. Проведене дослідження дозволило виділити 8 найбільш вживаних функцій у висотних будівлях і дати оптимальнеспіввідношення в них ВДЕ (Мал. 3.1.2).



Малюнок 3.1.2 Процентне співвідношення ВДЕ у різних функціях

В даному принципі не враховується точний «вага» функції у висотній будівлі. Наведено конкретні показники застосування ВДЕ по кожній функції.

Виявлено взаємозв'язок вибору ВДЕ від функціонального рішення об'єкта, яка полягає в поділі функцій за часом перебування і фазами активності людини. У функціях з довгостроковим перебуванням людини (житлова, готельна, рекреаційна) та пасивної фазою (відпочинок, сон, лікувальні процедури) не рекомендується використовувати вітроенергоустановки (внаслідок виникають шумів і вібрації при великому розмірі) та біомасу (необхідність підвозу сировини порушує режим відпочинку мешканців і вимагає окремого під'їзду до об'єкта). У висотних будівлях офісного призначення і з точками громадського харчування (середньострокове перебування, активна фаза) варто обмежитися енергією сонця, вітру, води і землі. Подібні будівлі найчастіше проектуються в центрі міста, на перетині людних вулиць.

Прийоми реалізації:

облік природно-кліматичних факторів (принцип 4). Це дозволить встановити наявність і визначити потенціал наявних ВДЕ;

зонування приміщень за показниками тепловиділення;

розміщення лестнично-ліфтового вузла в центрі будівлі;

вільне планування типових поверхів для можливості розміщення будь-якого орендаря;

комфортність середовища проживання (розміщення об'єктів соціально побутового призначення в будівлі);

варіативність середовища проживання (можливість розміщення квартир будь-якого типу, для сімей різного фінансового достатку)

б. Інженерно-технічний принцип

Основою принципу є облік груп архітектурних та інженерно-технічних факторів формування висотних будівель. Передбачає збагачення архітектурного рішення висотної будівлі шляхом застосування виявлених у другому розділі особливостей при розміщенні інженерного обладнання, що працює на ВДЕ (Табл. 3.1.1)

Прийоми реалізації:

облік природно-кліматичних факторів (принцип 4);

облік залежності вибору поновлюваних джерел енергії від функціонального рішення висотної будівлі (принцип 5);

компоновка об'ємно-планувального рішення з впровадженням інженерного обладнання, що має максимальний коефіцієнт корисної дії.

Джерело відновлюваної енергії	Особливості інженерного обладнання	Можливі архітектурні рішення висотної будівлі	Приклади
 Сонце	Сонячні колектори Фотоелектричні панелі Плівка з фотоелектричними панелями	   <p>Збагачення фасадного рішення об'єкта за рахунок масивів, острівців або малюнків, сформованих за допомогою «текстури» геліопанелей</p> <p>Можливість застосування в будь-якій точці будівлі створення криволінійних «Малюнків» на панорамному скліні.</p>	 Центр оптоволоконних досліджень ОРПС  Вежа Мері-Екс
 Вітер	Вітроустановки з горизонтальною віссю обертання Вітроустановки з вертикальною віссю обертання Універсальні вітроустановки	   <p>Акцентування уваги глядача на певній поверхні (верхня частина стилобату) або частини поверху будівлі (виступаюча консоль) за допомогою змонтованих вітрогенераторів.</p>	 Веселивний торговий центр (BWTC)  Pearl River Tower
 Вода	Приливна електростанція	 <p>Прибережне місце розташування об'єкта</p>	 Solar City Tower  Main Tower
 Земля	Облаштування свердловин	 <p>Місцерозташування у місцях геотермальної активності</p>	 Solar City Tower  Main Tower
 Біомаса	Встановлення для переробки біопалива	 <p>-</p>	 Sky Farming  Agora Garden

Таблиця 3.1.1. Зміни архітектурно-планувального рішення в залежності від застосування інженерного обладнання, що працює на ВДЕ

7. Архітектурно-художній принцип

Даний принцип полягає в зміні об'ємно-просторового і архітектурно-художнього рішень для максимальної виразності об'єкта. Він передбачає створення порізаного або пластичного фасаду, застосування ламаних і похилих фальшьелементів, динамічних, модульних частин будівлі, що сприяють ефективній роботі ВДЕ. Можливе формування комплексу об'єктів, об'єднаних спільним рішенням і принципом побудови об'ємно-просторових рішень [76].

Специфіка полягає у впровадженні в об'ємно-планувальне рішення висотної будівлі просторових елементів, що підсилюють вироблення кожного виду відновлюваної енергії (Табл. 3.1.2)

Джерело відновлюваної енергії	Особливості інженерного обладнання	Можливі архітектурні рішення висотної будівлі	Приклади
 Сонце	Похила покрівля, облицьована сонячними панелями з кутом, оптимальним для отримання максимального КПД сонячного світла	Пристрій покрівлі або її частини і окремих елементів в верхній частині висотної будівлі. Створення похилих поверхонь на всю висоту (від верху до низу) об'єкту	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;">  Центр оптимального позиціонування OPTIC </div> <div style="width: 50%;">  Проект енергоактивного мосту в Лондоні </div> <div style="width: 50%;">  Сонячні батареї встановлені Samsung Electronics </div> <div style="width: 50%;">  Еко-будівля, Фрайбург </div> </div>
	Виступи на будівлі, облицьовані геліопанелями	Різноманітні виступаючі елементи, включені в загальний архітектурний задум об'єкта	
	Розміщення геліопанелей на стилістичній частині і поруч з об'єктом (так зване «Геліополе»)	Додання певного образу стилістичної частини за допомогою «текстури» геліопанелей Організація прилеглої території з урахуванням розміщення геліополя	
	Динамічний геліофасад (Обертання в режимі стеження за сонцем, розкриття в залежності від інтенсивності сонця)	Оболонка, яка повертається відповідно до траєкторії руху сонця. Форма оболонки повинна підтримувати об'ємно-планувальне рішення висотної будівлі в будь-якій точці знаходження. Інший варіант – другий фасад або його частина, що складається з елементів, що реагують на щільність сонячного потоку і відповідно збільшують свою площу.	
 Вітер	Розміщення вітроустановок в верхній частині об'єкта	Створення завершення висотного ПЕК для розміщення вітроустановок. Отвори можуть розміщуватися в будь-якій частині висотного будинку. Висота і доцільність розміщення визначається ефектом Вентурі	<div style="display: flex;"> <div style="width: 50%;">  Strata Tower </div> <div style="width: 50%;">  Pearl River Tower </div> </div>
	Об'ємно просторове рішення об'єкта, що включає в себе отвори зі встановленими вітрогенераторами	Об'ємно просторове рішення об'єкта, що концентрує, направляє і підсилює вітрові потоки	
 Вода	Пристрій установки, працюючий на енергії води. Це можливо в випадку прибережного розміщення будівлі.	Розвиток стилістичної частини об'єкта в сторону. Освоєння водного простору: пірси, пристані, прогулянкові зони і тл.	<div style="display: flex;"> <div style="width: 50%;">  Висотний торговий центр (BWTC) </div> <div style="width: 50%;">  Dubai City Tower </div> </div>
	Облаштування свердловин в приміщеннях нижче нульової позначки.	Розміщення інформації про використаний ПДЕ на фасадах будівлі. Застосування медіафасадів.	
 Біомаса	Пристрій установки для переробки біомаси на перших поверхах висотної будівлі.	Розміщення інформації про використаний ПДЕ на фасадах будівлі. Застосування медіафасадів.	<div style="display: flex;"> <div style="width: 50%;">  Main Tower </div> <div style="width: 50%;">  Sky Farming </div> </div>
	Облаштування свердловин в приміщеннях нижче нульової позначки.	Розміщення інформації про використаний ПДЕ на фасадах будівлі. Застосування медіафасадів.	

Таблиця 3.1.2. Змінення елементів об'ємно-планувального рішення висотної будівлі в залежності від застосовуваних ВДЕ

Прийоми реалізації:

облік природно-кліматичних факторів (принцип 4);

облік залежності вибору поновлюваних джерел енергії від функціонального рішення висотної будівлі (принцип 5);

облік раціонального інженерного обладнання (принцип 6);

зміна пластики фасаду висотного будинку в залежності від кута падіння сонця шляхом влаштування похилих площадок, виступаючих елементів, покрівлі під певним кутом;

облік ефекту Вентурі: зміна об'ємно-просторового рішення висотної будівлі відповідно до руху вітрових потоків, включення в структуру об'єкта отворів, поділ корпусу споруди на кілька блоків.

застосування модульної системи при зведенні об'єкту. Можливість заміни застарілих осередків, можливість збільшення геометричних параметрів шляхом додавання окремих частин;

створення об'єктів за схемою «1-0-1»: висотна будівля має стилобат без розривів, вище (на висоті приблизно 10-15 поверху) відбувається поділ на кілька корпусів, які об'єднуються воедино в верхній частині (можливо не повне злиття, а «зв'язки» кількома поверхами)

8. Конструктивний принцип

Несучий конструктивний остов будівлі, що включає в себе комплекс інженерних заходів, що забезпечують використовувати енергію сонця (схема 3.1.2), вітру (Схема 3.1.1), землі, як єдиної енергетичної системи, а також надання конструкціям будівлі активної аеродинамічної форми та створення конструкцій для інженерного обладнання геліоенергетики.

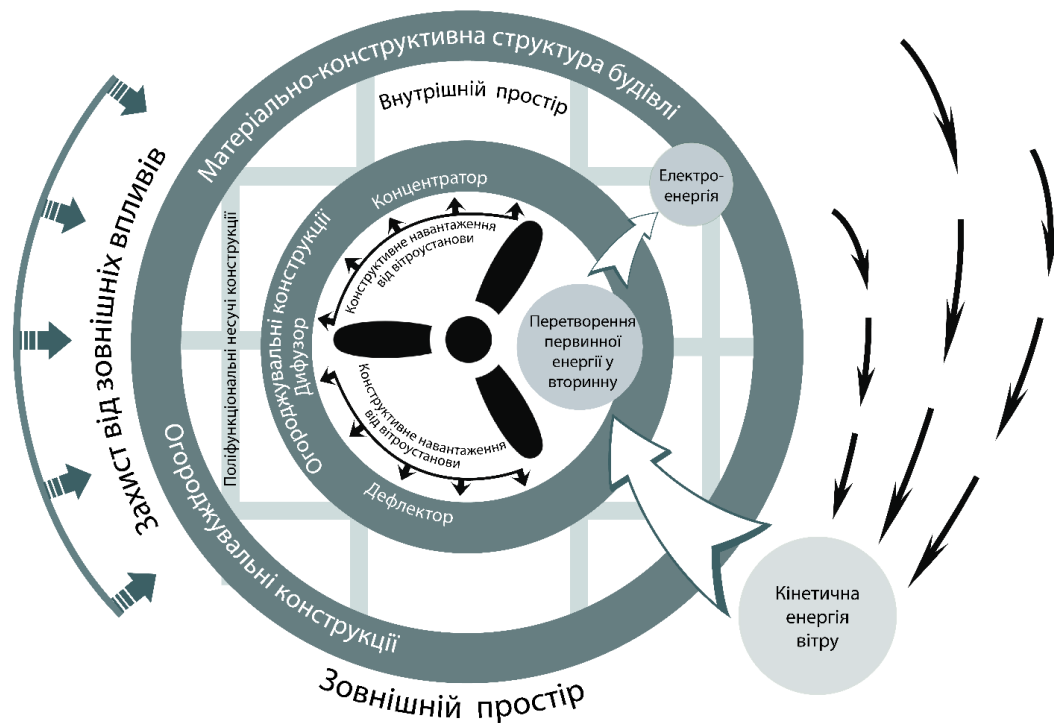


Схема 3.1.1 Принципова схема поліфункціонального використання засобів вітроенергетики в структурі будівлі

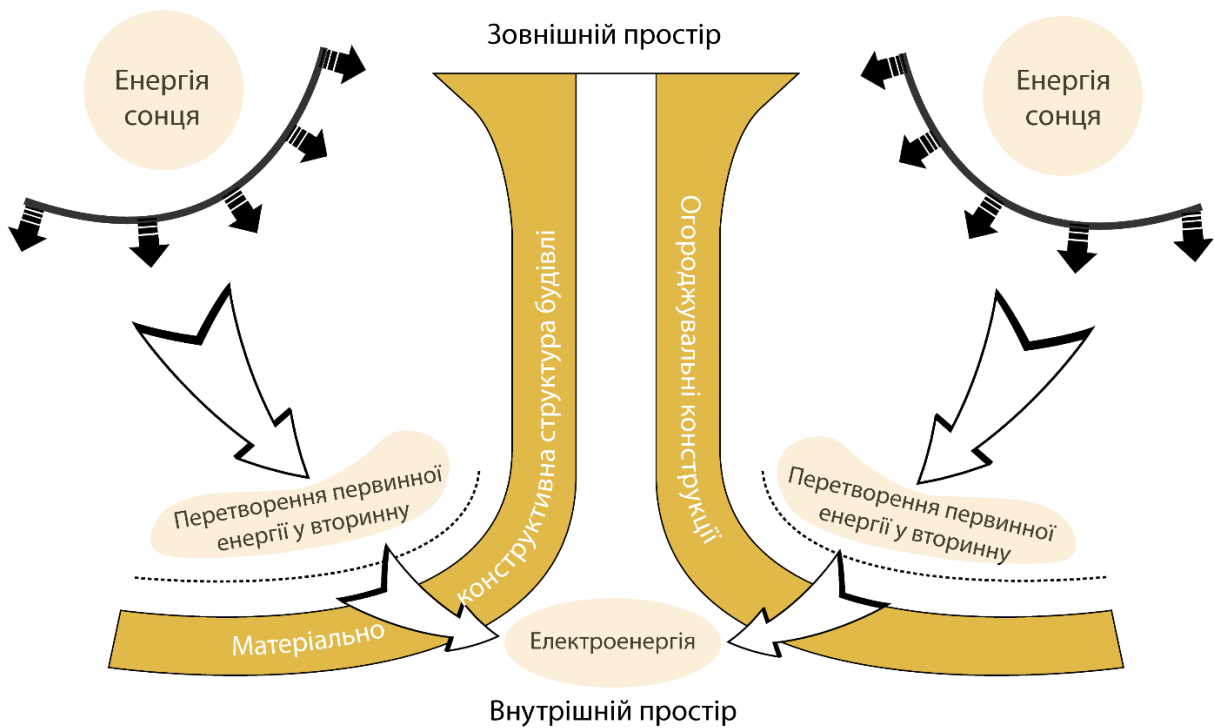


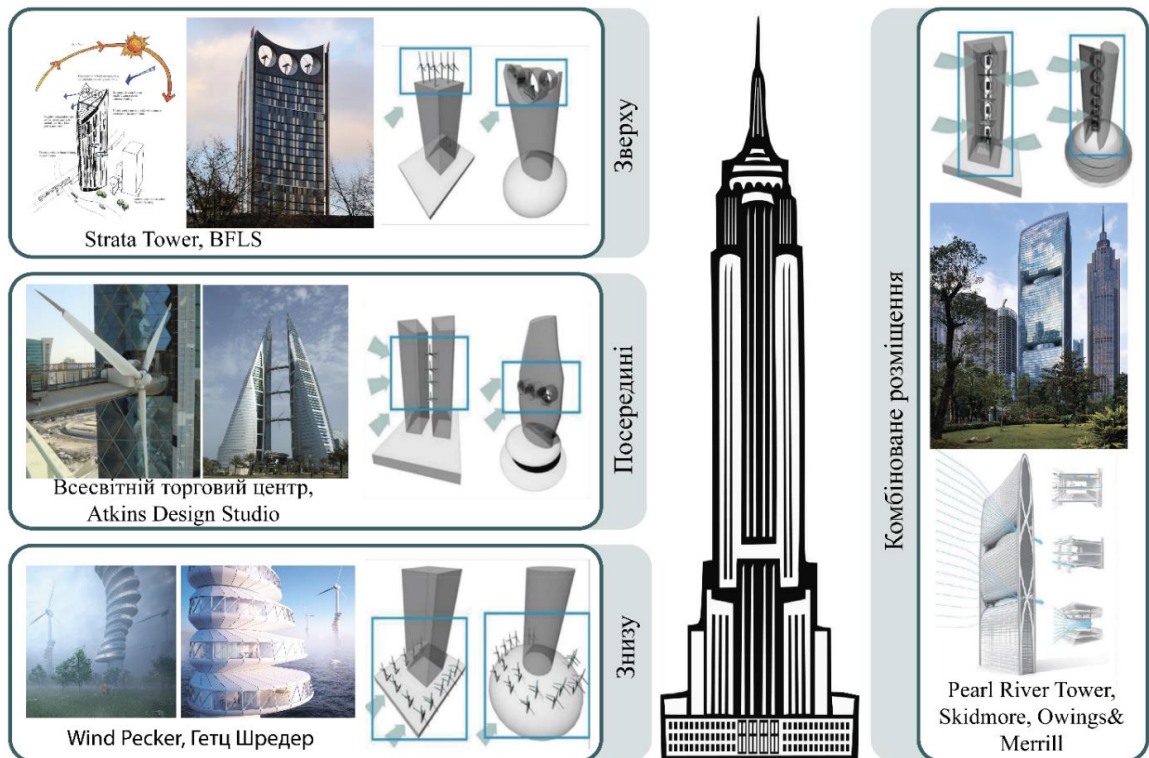
Схема 3.1.2 Принципова схема поліфункціонального використання засобів геліоенергетики в структурі будівлі

3.2. Особливості архітектурно-планувальної організації поліфункціональних енергетичних комплексів

3.2.1 Пропозиції щодо розміщення енергоустановок в архітектурних рішеннях висотних будівель

Будівлі, що використовують енергію вітру.

Застосування енергії вітру в ПЕК. Велика частина рішень будівель, які використовують вітроенергетику, підпорядковується ефекту Вентурі (італійський фізик Джовані Вентурі). «Його фізична сутність полягає в прискоренні повітряного потоку при проходженні через плавне звуження». У застосуванні до висотних будівель ефект полягає в перерозподілі повітряних потоків: 60% потужності йде в верхній потік, близько 40% в нижній, таким чином, середня частина об'єкта є несприятливим ділянкою для розміщення вітрогенераторів.

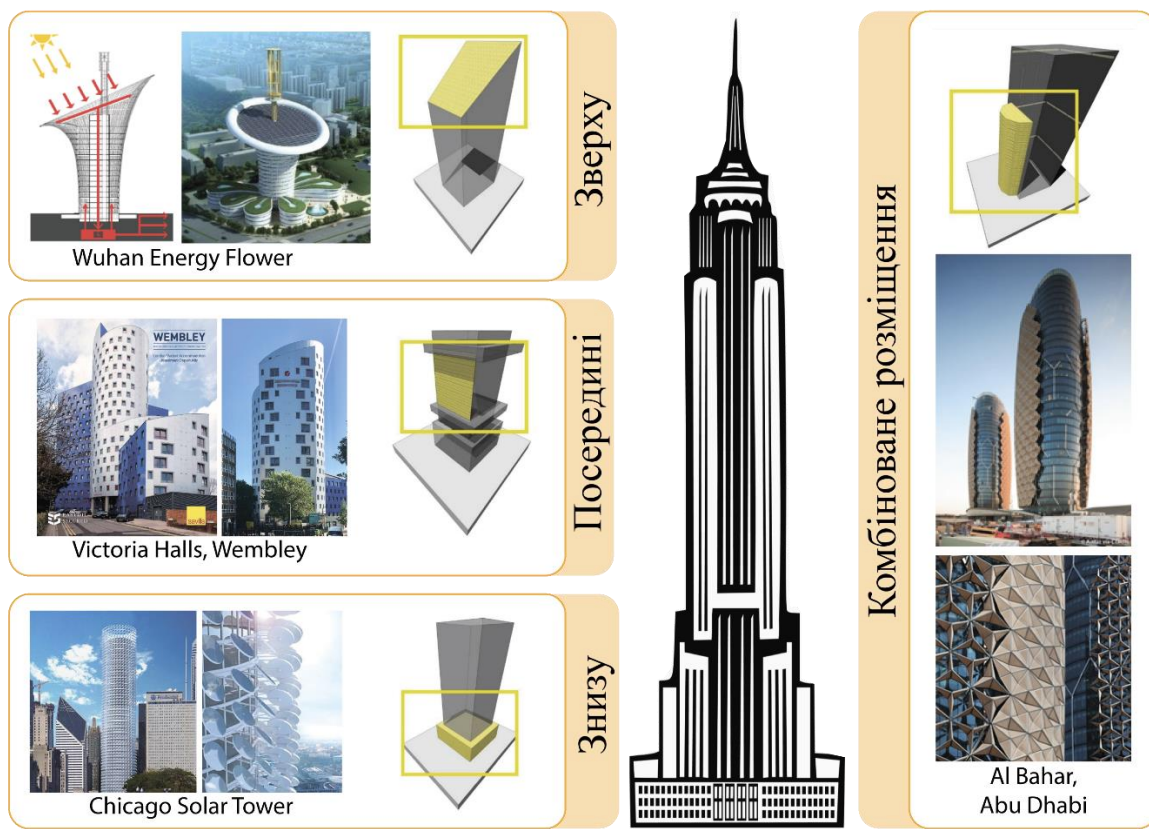


Малюнок 3.2.1.1 Пропозиції розміщення вітрових енергоустановок

Найоптимальнішим, з точки зору ефекту Вентурі, є розміщення інженерного обладнання у верхній і нижній частинах будівлі, приклади подібних проектів (див. Мал 3.2.1.1). Якщо ж об'ємно-просторове рішення об'єкта вимагає розміщення вітрогенераторів в середній частині, то ефективним прийомом є творення форми, яка було прискорювати і направляти потоки вітру. Такий тип об'єктів отримав назви «вітровловлюючі» будівлі. Комбіноване розміщення означає, що вітрогенератори розміщені точково [77].

Будівлі, що використовують енергію сонця.

Існує загальне правило, що дозволяє ефективно застосовувати сонячну енергетику - облік кута падіння сонця в залежності від широти місцевості. Для кореляції з запропонованими варіантами, які використовують енергію вітру також розглянемо чотири основних розташування фотоелектричних панелей в висотних будівлях



Малюнок 2.3.4 Пропозиції розміщення геліоенергоустановок

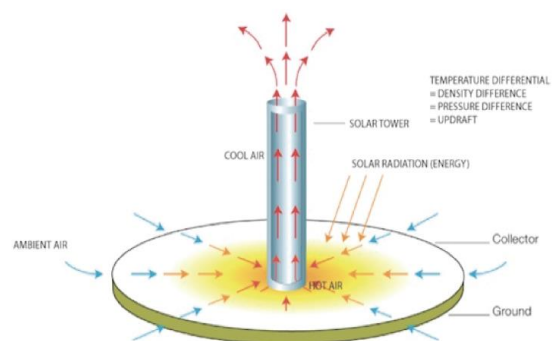
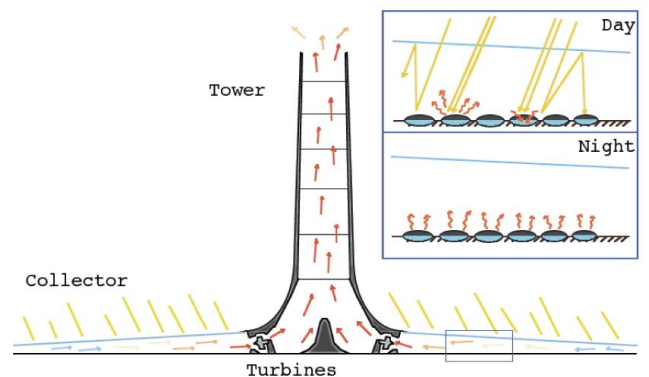
У верхній частині об'єкта можливе застосування фотоелектричних панелей, які можуть перебувати на похилій поверхні покрівлі об'єкта. Частим прийомом є скління фасаду будівлі та верхню його частину фотоелектричними панелями, або застосування скла з впровадженої до складу плівкою, що дозволяє перетворювати сонячне світло в електроенергію.

У середній і нижній (в тому числі стилобат) частинах висотних будівель застосовується облицювання фотоелектричними панелями, рідше - сонячними колекторами. Можливе розміщення окремо розташованих сонячних панелей.

Комбіноване розташування передбачає застосування фасаду з фрагментами скла, вловлює сонячне світло. Інше рішення - динамічна подвійний фасад.

3.2.2 Будівлі та споруди, що покладені в основу Smart-комплексу

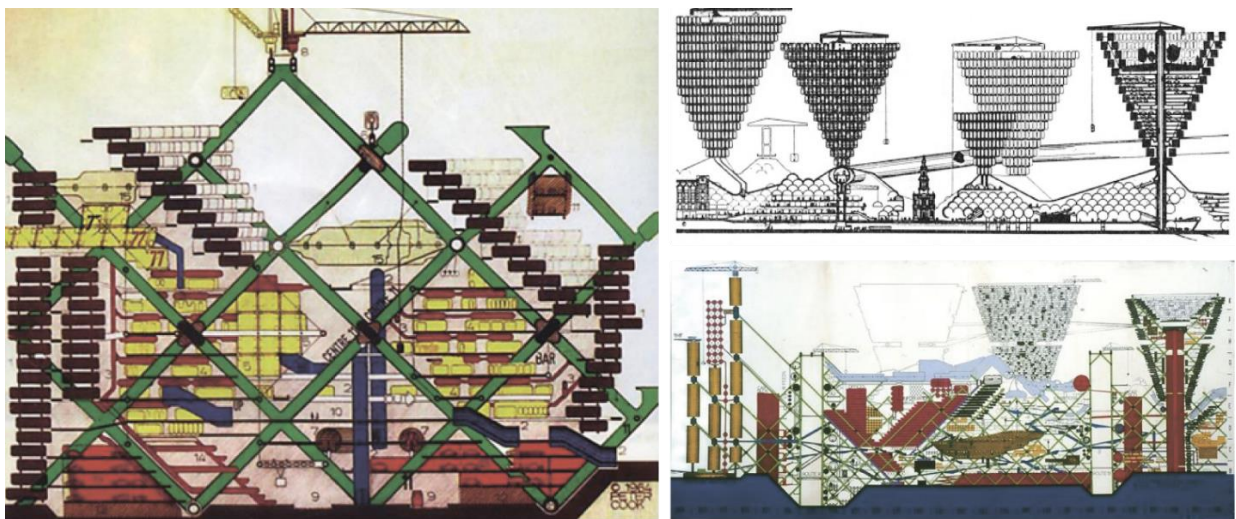
В основі запропонованого поліфункціонального енергетичного комплексу закладено принцип забезпечення енергією як в установці Solar Tower (Мал.3.2.2.1), конструктивний стрижень на який чіпляються різні функції як у проєктах Archigram (Мал.3.2.2.2), та комунікаційний стовбур як у проєкті Wadala Tower (Мал.3.2.2.3).



Мал.3.2.2.1 Solar Tower, Австралія

Принцип роботи Solar Tower. Сонячне світло нагріває повітря під дуже широкою теплицеподібною критою колекторною конструкцією, що оточує центральну основу дуже високої димохідної вежі. Отримана конвекція викликає вивід гарячого повітря у башті під дією димоходу. Цей потік повітря приводить в дію вітряні турбіни, розміщені в витяжній трубі димоходу або навколо основи димоходу, для виробництва електроенергії [78].

Метою проекту City Plug-in, Archigram (Мал.3.2.2.2) було переосмислення міського питання на основі великих багатофункціональних архітектурних споруд, що дозволило сформулювати динамічні процеси, такі як приріст населення, мобільність та гнучкість. Одним з проектів, що приносять найбільшу користь міській поверхні, щоб повідомити про те, що означала поп-культура, є місто підключень 1964 р. [79].



Мал.3.2.2.2 City Plug-in, Archigram

У тексті виставки «Живе місто» 1963 р., Куди був включений проект, говорилося: «Коли на Оксфорд-стріт іде дощ, архітектура не важливіша за дощ, адже погода, мабуть, пов'язана з пульсацією на той момент ». (Кук 1999, 20). Місто підключень складається з набору шаблонів, пов'язаних з логікою споживання та обміну, у структурі, що дозволяє коливати та трансформувати

функції. "На висотах і перерізах підключається міста можна побачити напіврешітку, яка поєднує критерії як побічно, так і ієрархічно.

Місто підключень трактувалось як щось, що поєднує всі елементи. Більше, ніж проект, це була стратегія, що пропонувала привілейований тип взаємозв'язку між частинами та цілим: заздалегідь визначена загальна структура та велика різноманітність заздалегідь створених частин, які призупиняли або підключали до цієї структури, утворюючи цілу систему відносно відчинено.

Пропозиція Wadala Tower архітектора Джеймса Лоу пропонує гігантську конструкцію штопора. За його ідеєю, будівля буде використовуватися для кількох готелів та численних розкішних квартир навколо центральної колони, де розміщуватимуться необхідні схеми та швидкісні ліфти, необхідні для роботи всієї будівлі [80].



Мал.3.2.2.3 Wadala Tower

Варіанти конструктивних систем висотних будівель (Мал.3.2.4) [81]:

а – каркасно-стовбурава;

б – стовбурово-стінова;

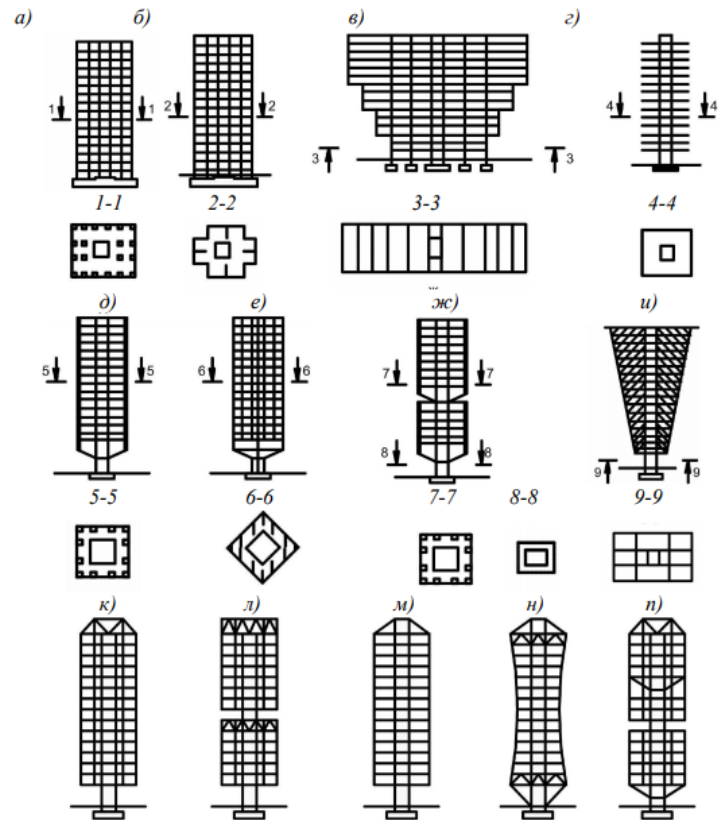
в – каркасно-ствольна з консольними поверхами;

г – стовбурава з консольними конструкціями перекриття кожного поверху;

д, е – стовбурава з консольним поясом в нижньому рівні;

ж – з консольними поясами в двох рівнях;

и – з трапецієподібної консоллю на висоту будівлі;
 к – з підвіскою перекриття до консольного оголовка в верхньому рівні;
 л – те ж, до оголовка і проміжного поясу;
 м – те ж, до вершині стовбура на відтягненнях і підвісках;
 н – з попередньо напруженими підвісками, які працюють спільно зі стовбуром на горизонтальні впливу;
 п – комбінована система з консольними поясами і підвісками



Малюнок 3.2.4 Варіанти конструктивних систем висотних будівель

3.3. Апробація одержаних результатів магістерської роботи

В результаті дослідження з'явилася проектна пропозиція, що заснована на принципах формоутворення перелічених вище.

Енергетична незалежність будівлі забезпечується за рахунок використання енергії вітру та сонця (див. Схема 3.3.1). Сонячні батареї розташовані на горизонтальній поверхні (над громадським простором та каналом для забору повітря) нагрівають плоскість під собою, таким чином будівля починає працювати як димохідна електростанція Solar Tower у Австралії, а саме холодне повітря заходить у повітрозбірники під дією сонця у горизонтальній площині нагрівається та витягується у вертикальному напрямку через канали у яких розташовані вітрогенератори з вертикальною віссю обертання. Окрім того будівля має прорізні отвори через кожні шість поверхів. Вони мають рекреаційне

призначення, а також в них можуть розташовуватися вітрогенератори з горизонтальною віссю обертання.

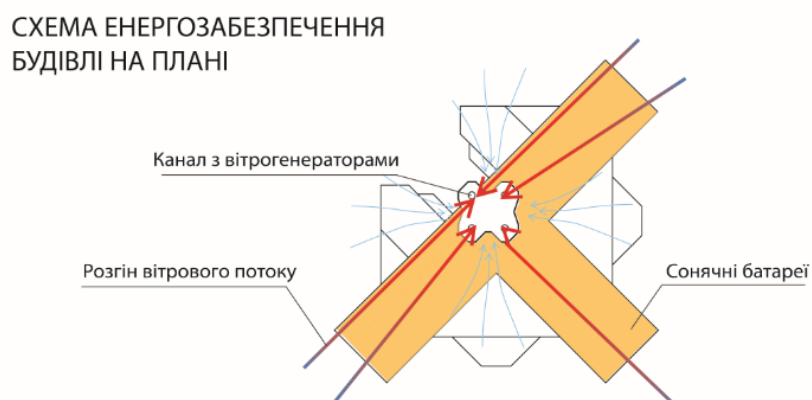


Схема 3.3.1 Енергозабезпечення будівлі на розрізі та плані

Запропонована схема роботи потребує влаштування каналів великої довжини, тому будівля має великі розміри. Проаналізувавши територію м. Дніпро виявлено що Smart-комплекси можуть мати наступні варіанти розташування (див. Схема 3.3.2):

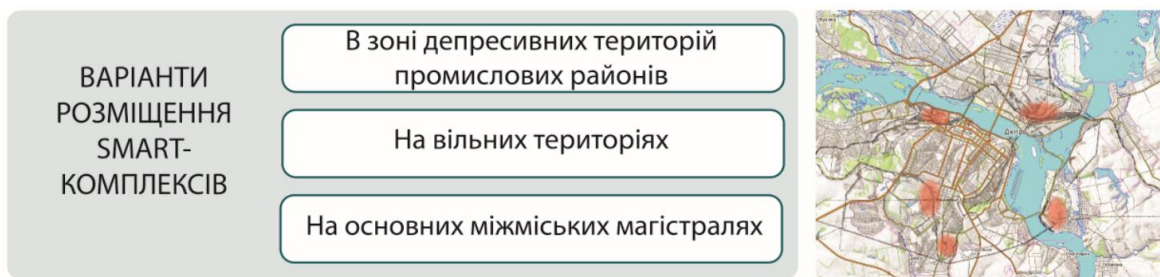
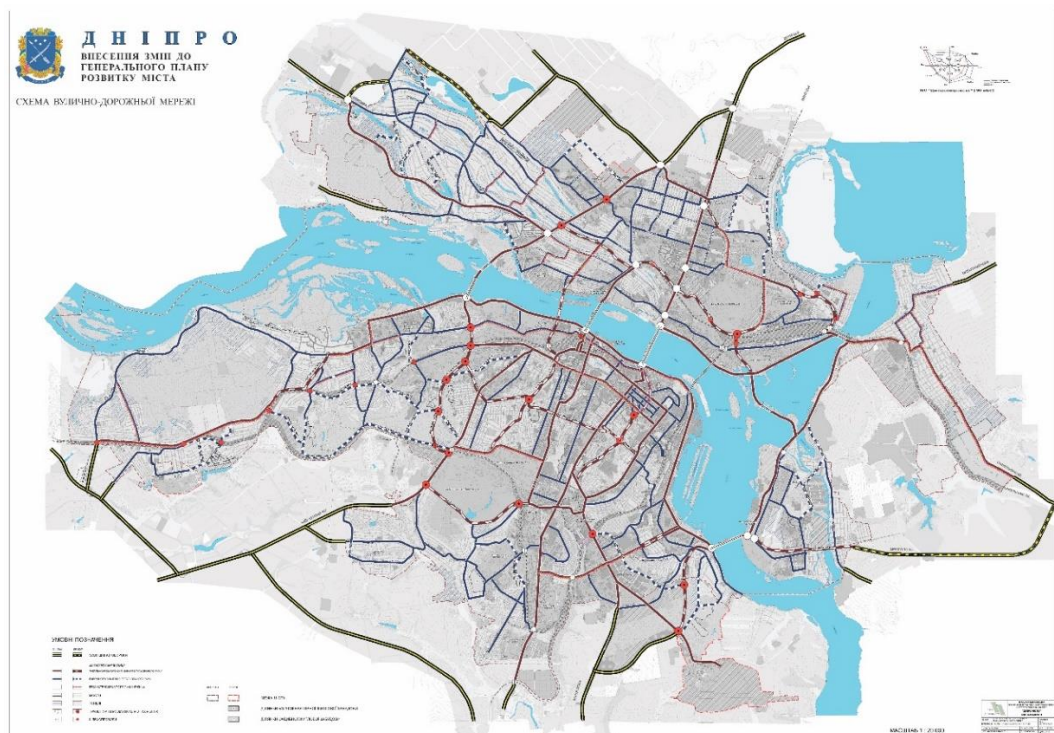
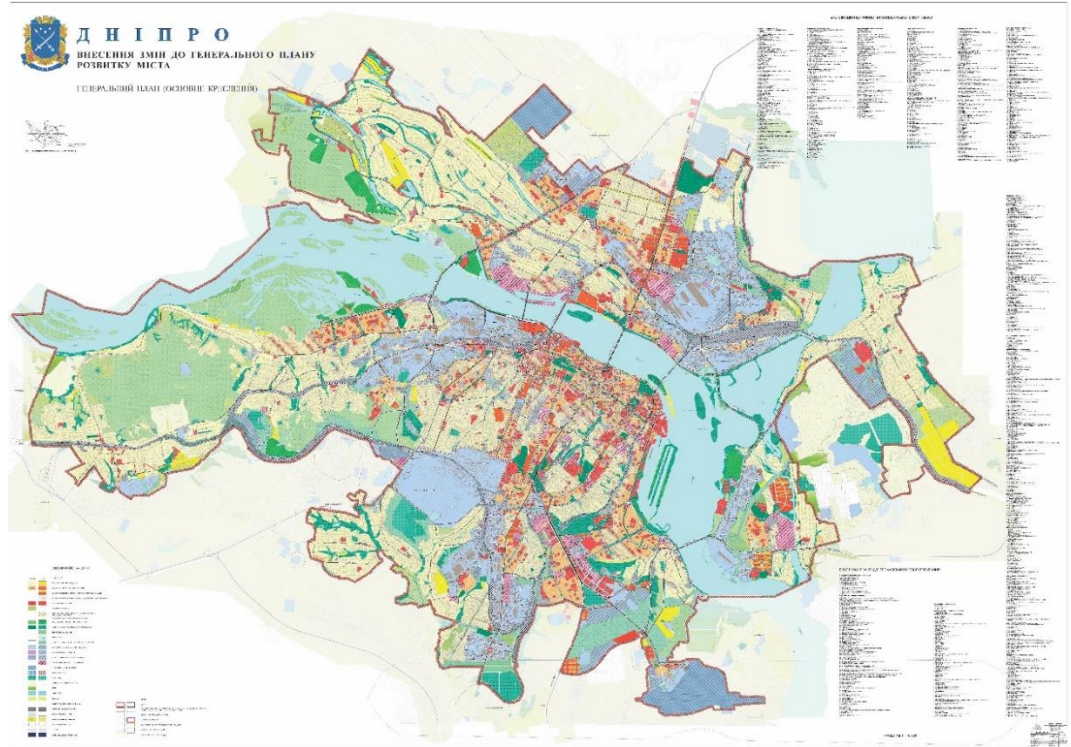


Схема 3.3.2 Варіанти розміщення Smart-комплексів

Відповідне розміщення пов'язане з тим, що:

- Центральна частина міста має щільну забудову;
- Транспортна система вже сформована
- Радіуси доступності сформовані



Аби не порушувати мікроклімат вже сформованої території було обрано ділянку по вулиці Гаванська, між р. Дніпро та Ігреньською заповідною територією. Ділянка згідно з генеральним планом міста позначена як садибна забудова. Поряд проходить міжміська магістраль (Схема 3.3.3).

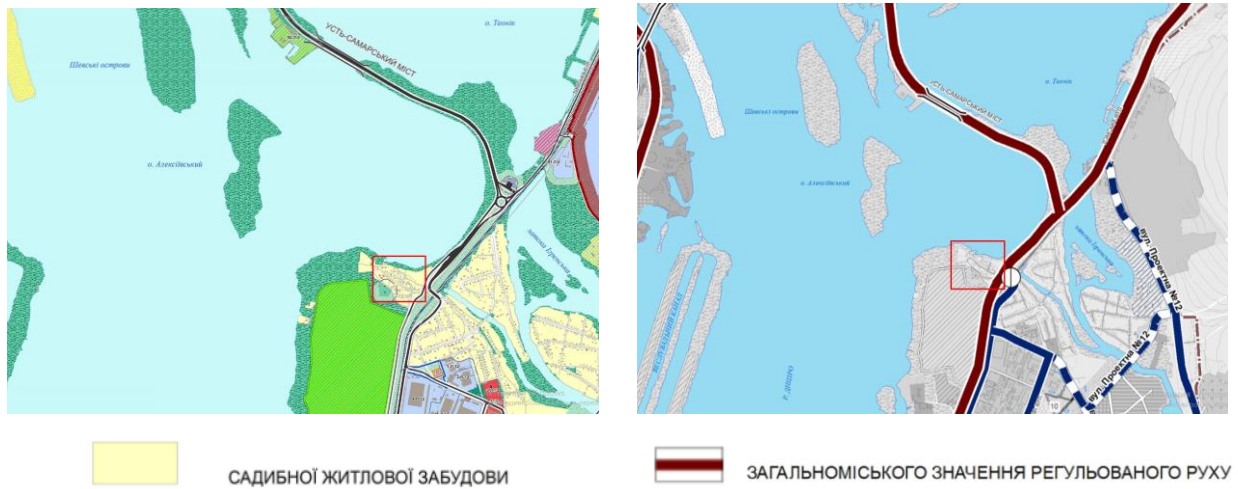


Схема 3.3.3 Ділянка, що була обрана для розміщення Smart-комплексу

Серед особливостей даної території можна виділити безпосередню близькість до міської магістралі, наявність великої території придатної під забудову та близькість до природи та наявність мальовничого виду на ріку та місто. Територія не належить до історично цінного ареалу.

Комплекс зорієнтовано згідно розі вітрів та траєкторії руху сонця. Та таким чином щоб повітрозбірники нічого не затіяло (див. Схема 3.3.4).

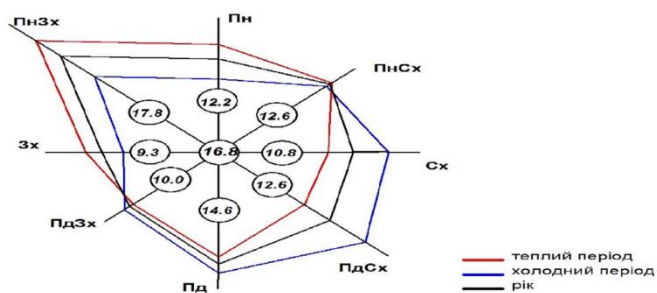
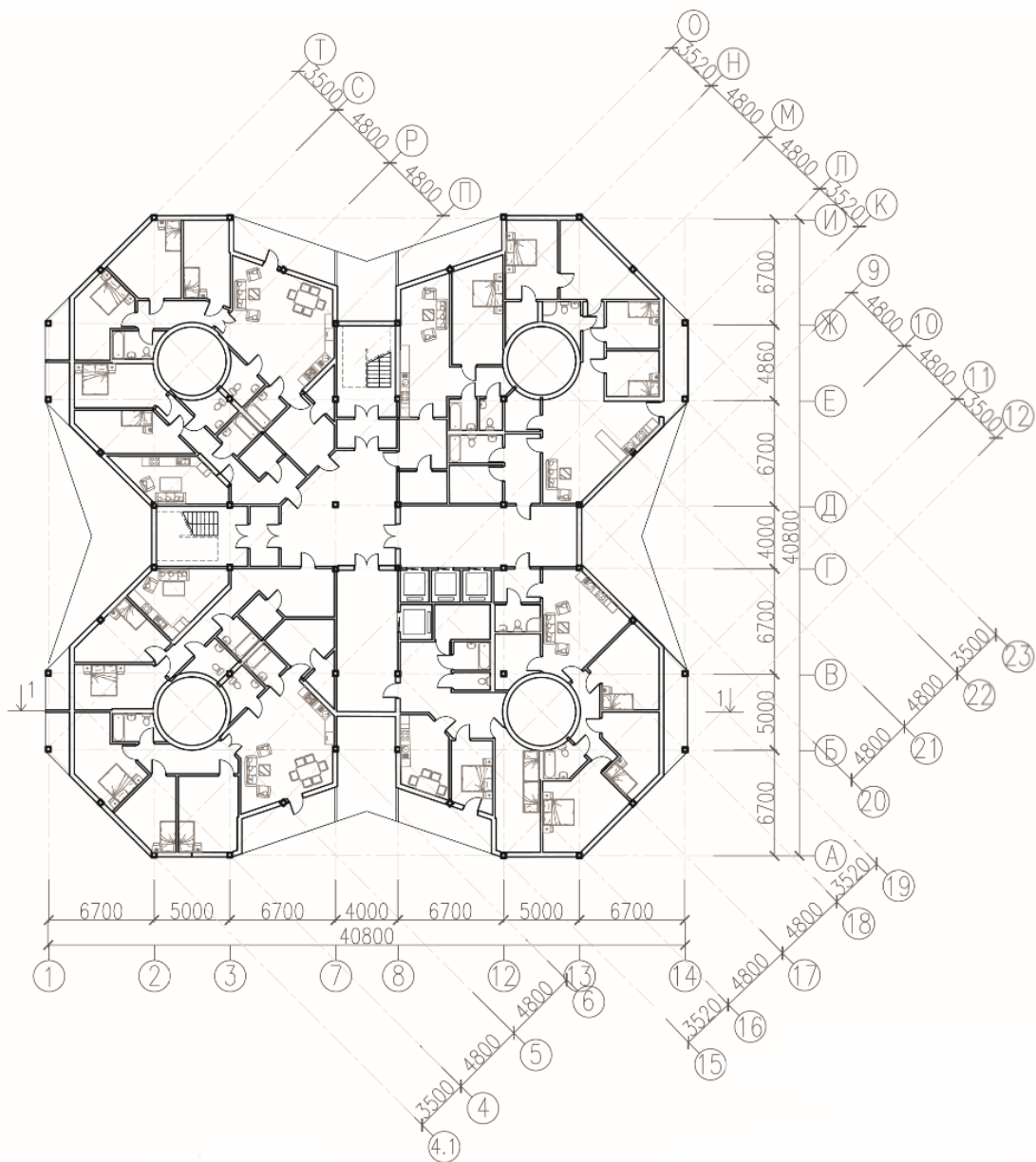
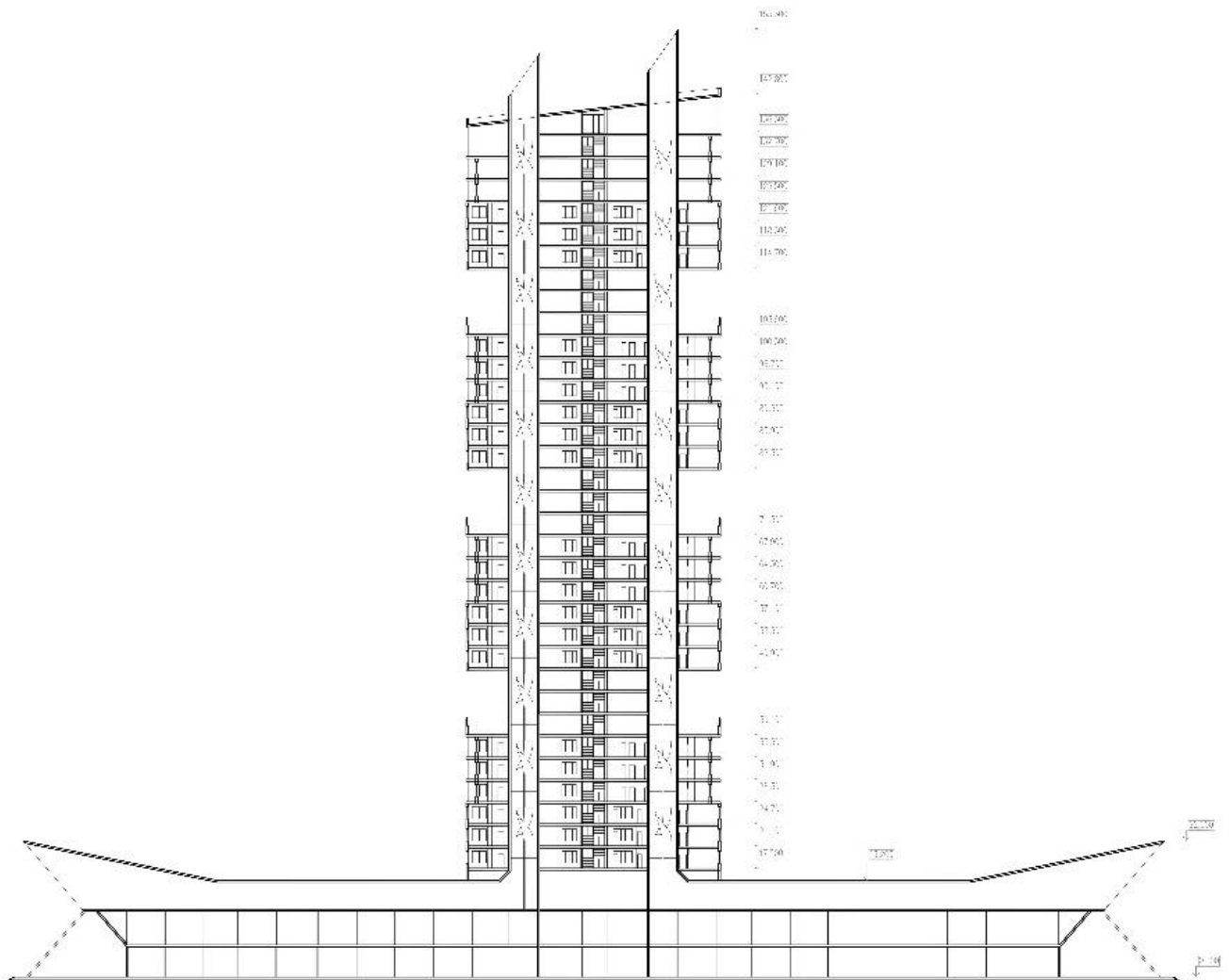


Схема 3.3.4 Роза вітрів та орієнтація будівлі

Будівля має багатофункціональний склад, серед головних функцій: житлова (див. Мал. 3.3.1), рекреаційна, громадська (офісна, торгова, готельна, громадське харчування та багато інших). Перші поверхи – громадські (мають велику площу) видовжені по горизонталі, а житлові поверхи – по вертикалі (мають порівняно невелику площу, ширина приміщень задовольняє норми інсоляції), рекреаційна функція розташовується кожні 6 поверхів (див. Мал. 3.3.2).



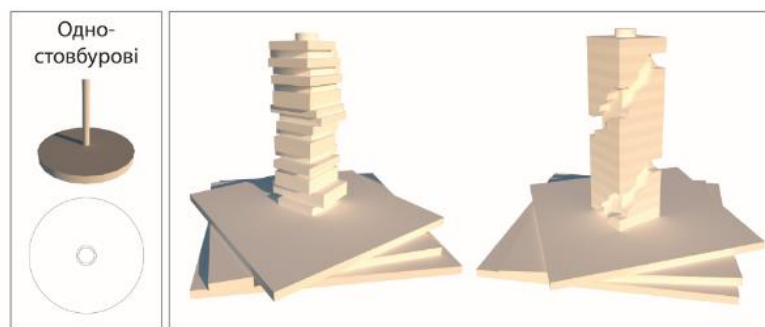
Малюнок. 3.3.1 План житлового поверху

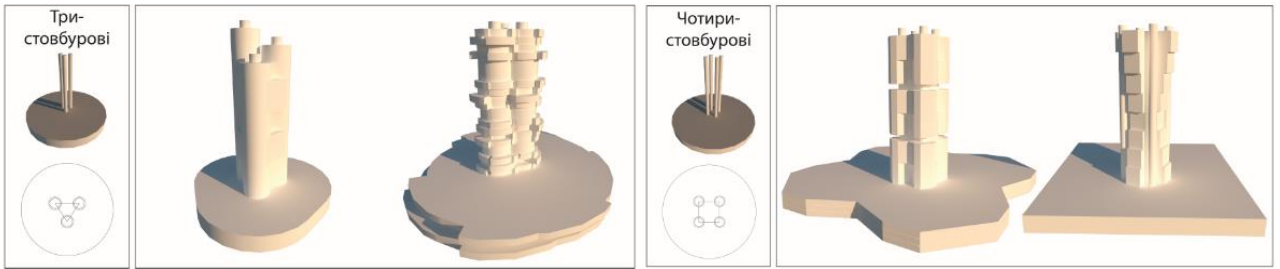


Малюнок. 3.3.2 Розріз Smart-комплексу

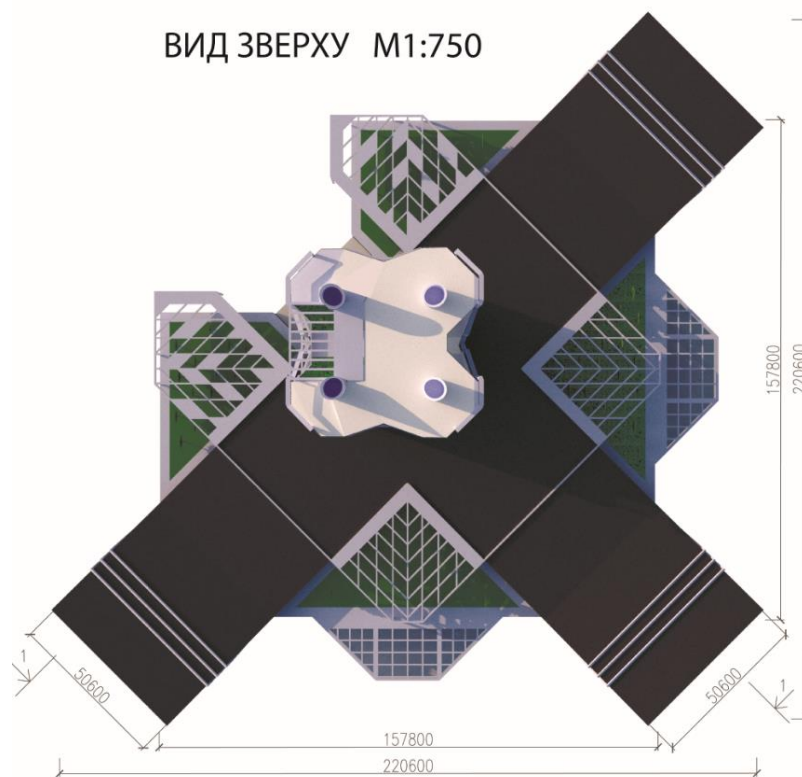
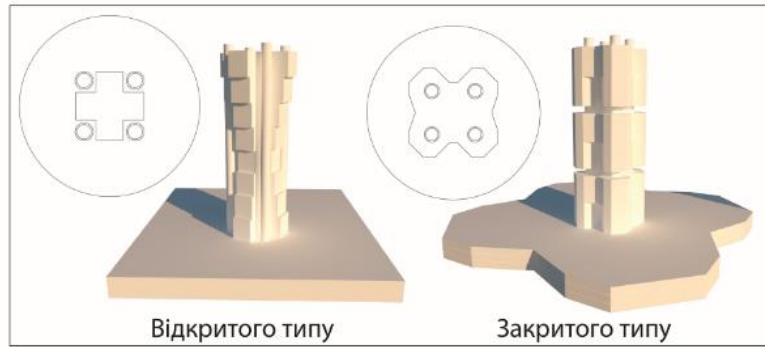
Конструктивний остов будівлі – це канали з вітрогенераторами та комунікаційні зв'язки. Він може мати наступні варіації:

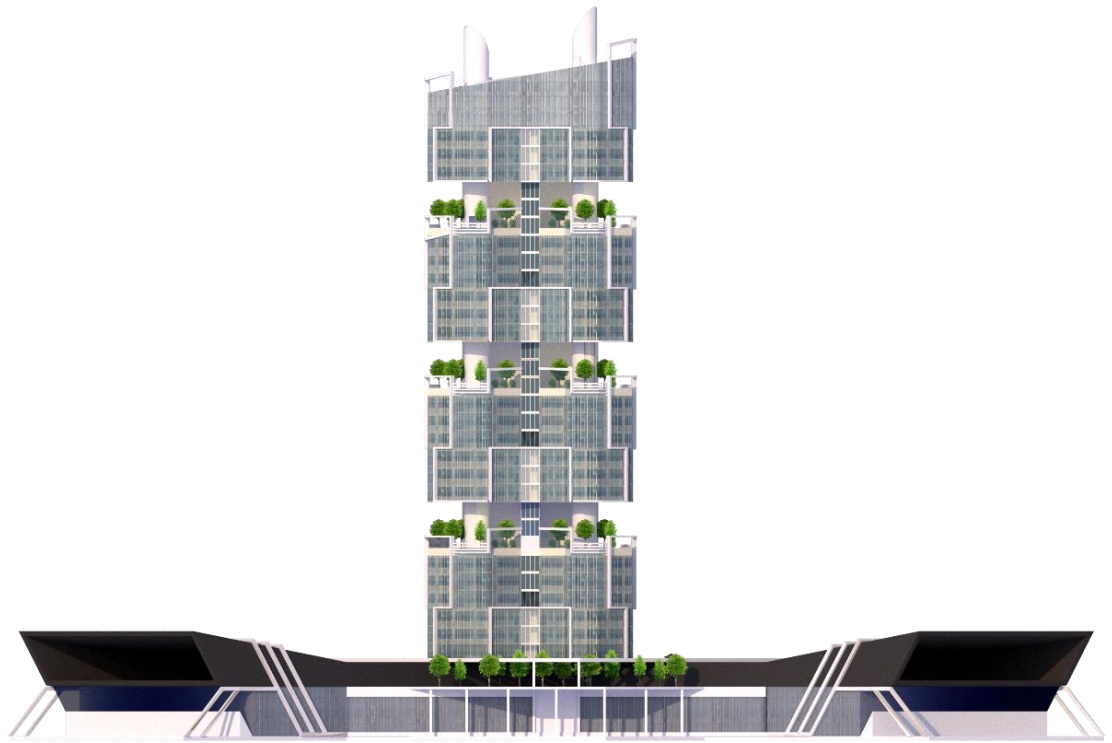
За кількістю стовбурів з вітрогенераторами:



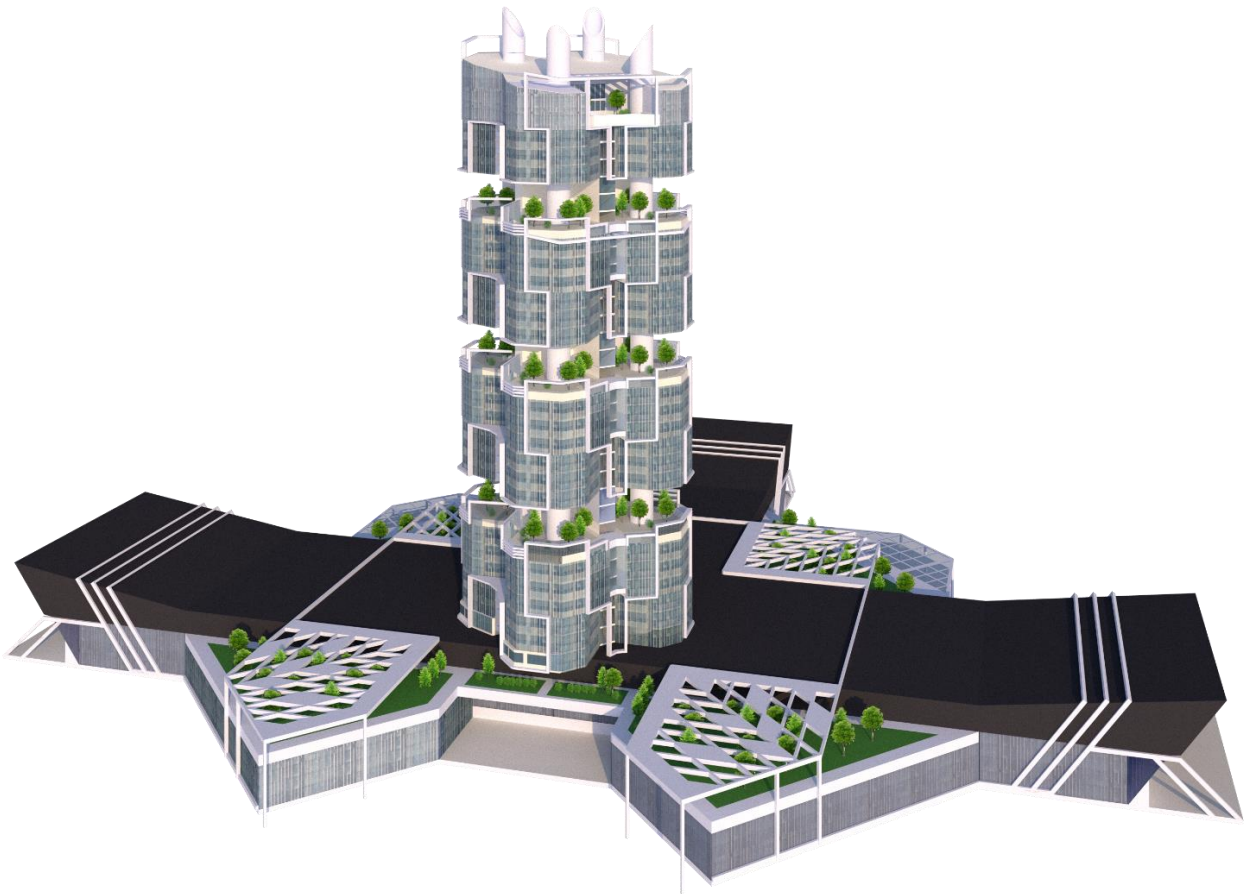


За місцезнаходженням каналів з вітрогенераторами





Фасад 1-14



Перспективне зображення

Висновки до розділу 3

1. Розроблено 8 принципів побудови полі функціональних енергетичних висотних комплексів на ВДЕ: містобудівний (урбоекотологічний), соціально-економічний, екологічний, природно-кліматичний, функціонально-планувальний, інженерно-технічний, архітектурно-художній та конструктивний принцип

2. Надано пропозиції щодо використання геліо- і вітрогенераторів в висотних будівлях. Визначено 4 основних місця розташування енергообладнання: у верхній, середній, нижній частинах об'єкта та комбіноване. Наведено схеми та конкретні приклади по кожному варіанту.

3. Проаналізовано та використано за основу Smart-комплексу принцип забезпечення енергією як в установці Solar Tower, конструктивний стрижень на який чіпляються різні функції як у проектах Archigram та комунікаційний стовбур як у проекті Wadala Tower.

4. Розроблено концептуальне проектне рішення поліфункціонального енергетичного комплексу, та надані пропозиції щодо функціонального наповнення та інженерного обладнання такого типу будівель.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Досліджено та проаналізовано український і зарубіжний досвід проектування і будівництва висотних будівель з ВДЕ. Виявлено основні етапи та особливості розвитку архітектури даного типу об'єктів. Проведено аналіз функціонально-планувальних рішень висотних будівель з ВДЕ: встановлено процентне співвідношення застосування ВДЕ в висотних будівлях; визначений функціональний склад висотних будівель.

2. Визначено групи факторів, що впливають на формування архітектури висотних будівель з ВДЕ. За ступенем впливу вони ранжовані наступним чином: архітектурний, природно-кліматичний, соціально-економічний, інженерно-технічний, екологічний, містобудівний, архітектурно-художній, функціонально-планувальний та конструктивний

3. Встановлено що комплексний вплив архітектуру висотних будівель надає застосування інженерного обладнання, що працює на енергії сонця і вітру. Основними прийомами формування архітектури при використанні даних ВДЕ є варіювання розташування енергоустановок в структурі висотної будівлі, застосування різних типів і розмірів, форм і видів вітрогенераторів, можливості імітації малюнків і текстур фасадів за допомогою геліопанелей.

4. Складена класифікація висотних будівель з ВДЕ на основі аналізу 55 проектів і об'єктів, яка виявила 10 типів будівель по виду використовуюваного джерела. П'ять з них – моноенергетичні об'єкти, що використовують один ВДЕ, ще п'ять - поліенергетичні, в складі яких 2 і більше ВДЕ.

5. За результатами оцінки потенціалу України виявлено варіанти розміщення типів висотних будівель з ВДЕ на території країни.

6. Сформульовано принципи формування архітектури висотних будівель на основі виявлених особливостей ВДЕ і класифікації типів об'єктів. Принципи дозволяють упорядкувати процес проектування даного типу об'єктів, збагатити архітектурне рішення шляхом включення в об'ємно просторову структуру інженерного обладнання, що працює на ВДЕ.

7. Розроблено схеми розміщення геліо- і вітрогенераторів в висотних будівлях. Для установок, що перетворюють енергію вітру найбільш вигідними є розташування у верхній і нижній частинах, для сонячної енергії - в середній і верхній частинах. Високоєфективним прийом - впровадження динамічних частин в архітектурне рішення висотної будівлі. Визначено основні перспективи проектування будівництва висотних будівель з ВДЕ: прагнення до енергетичної самодостатності, збільшення розмірів об'єкта, поява поліфункціональних об'єктів.

8. Практичне застосування розробленої методики представлено при проектуванні висотної будівлі з ВДЕ у м. Дніпро. Проект ілюструє ефективність методики і достовірність сформульованих принципів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН 2.2-24:2009. «Будинки і споруди проектування висотних житлових і громадських будинків» К.: Мінбуд України, 2009. – 101 с
2. Генцлер И.В. Энергосбережение в многоквартирном доме” Научная книга/ Петрова Е.Ф., Сиваев С.Б.: Тверь, 2009. — 130 с.
3. В.Г. Сліпченко, Екологічний моніторинг: альтернативні джерела енергії : навч. посіб. / О.В. Коваль, Л.Г. Полягушко та ін.- Київ : КПІ ім. І. Сікорського : Політехніка, 2019. - 368 с.
4. Молодкин С.А. Принципы формирования архитектуры высотных энергоэффективных жилых зданий: Дисс. канд. арх. М., 2007. – 124 с.
5. Мергалимова А.К., Айтмагамбетова М.Б. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. - Нур-Султан: КазАТУ им.С.Сейфуллина, 2020. - 146 с
6. Гэйдучький І.П. Інвестування низьковуглецевої економіки: теорія, методологія, практика : монографія. - К., 2014. - 374 с.
7. The EU emissions trading system (EU ETS) [Електронний ресурс], - Режим доступу: [https:// ec.europa.eu/clima/policies](https://ec.europa.eu/clima/policies).
8. До 2100 року Земля нагріється більше, ніж передбачає Копенгагенська угода [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <https://cikavo.com.ua/do-2100-roku-zemlya-nahrijetsya.html>.
9. Агибалов С. Копенгагенское соглашение - новая парадигма решения климатической проблемы / С. Агибалов, А. Кокорин // Вопросы экономики. - 2010. -№ 9.~ С. 115-132
10. Українська кліматична мережа [Електронний ресурс]. - Режим доступу : [http:// climategroup.org.ua](http://climategroup.org.ua)
11. MIR M. ALI, «The efficient architecture and building system to address global warming», Leadership Manage. Eng., 2008, 8(3): 113-123
12. Проектирование будущего [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <https://designing-the-future.org/>

13. Ю.Шкодовський, До проблеми екологічної реабілітації архітектурного середовища міста/ Зб. наукових праць вищих навчальних закладів художньо-буд. профілю України і Росії, Харків: ХХП, №3-4, 2003, №1-2, 2004.- С.245-249.
14. Шкодовский Ю.М. Пространственный анализ экологической ситуации городской среды/ Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2004, “Науковий вісник будівництва” (Научно-технический сб., вып. 25).- С.5-16.
15. Шкодовский Ю.М., Мироненко В.П. Эколого-психологический подход к решению проблем гуманизации окружающей среды/ Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2004, “Науковий вісник будівництва” (Научно-технический сб., вып. 27).- С.5-19.
16. Ю.Шкодовский, В.Мироненко. Проблема интеграции экологического знания в теории урбанизации// Устойчивое развитие городов. Современные проблемы обеспечения комфортной среды.- Коммунальное хозяйство городов.- Научно-технический сб. -Вып. 70. - Киев: Техника, 2006.- С.63-71.
17. Ковальський Л. М. Проблеми розвитку архітектури навчально-виховних будівель: автореферат ... д-ра арх.: 18.00.02. Київ. нац. ун-т буд-ва і арх. Київ, 1996.-339 с
18. ДСТУ-Н Б А.2.2-13:2015 «Енергетична ефективність будівель» К.: Мінрегіонбуд України, 2015. – 25 с
19. ДБН В.2.2-41:2019 «Висотні будівлі» Мінрегіонбуд України, 2019. – 53 с
20. ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки» та ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки і споруди»
21. О.П. Авдієнко, Концептуальні підходи до розробки нормативного документа «Проектування висотних будинків та споруд житлово-громадського призначення. Основні положення» / В. С. Балицький, А. А. Нечепорчук (та ін.) // Нові технології в будівництві. – К. : НДІБВ, 2008 - №1(15). – с. 7-36.

22. Невгомоний Г.У., Пестрикова А.Г., Погорелая Е.С. / Архитектурная концепция проектирования высотных полифункциональных энергетических комплексов (ПЭК) // Сборник научных трудов, вып 59, т 2, «Стародубовские чтения-2011». Днепропетровск, 2011, - С. 169- 172.
23. С. Н. Смирнова, «Принципы формирования архитектурных решений энергоэффективных жилых зданий» Автореф. Дис. ... канд. арх.: 1800.02 / Смирнова Светлана Николаевна; Нижний Новгород – 2009 – с.22
- 24.. Марков Д.И. - История, принципы и перспективы развития биоклиматической энергоэффективной архитектуры / Марков Д.И. // Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ), СанктПетербург, Россия
25. 20 лет спустя: энергетика мира [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://www.factograph.info/a/30299344.html>
26. Статистический ежегодник мировой энергетики. «Доля возобновляемых источников в производстве электроэнергии» [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://yearbook.enerdata.ru/renewables/renewable-in-electricity-production-share.html>
27. Мергалимова А.К., Айтмагамбетова М.Б. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. - Нур-Султан: КазАТУ им.С.Сейфуллина, 2020. - 146 с.
28. Городской сайт Днепра. Крутогорный - градостроительный ансамбль [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://gorod.dp.ua/archi/?pageid=784>
29. European property awards development «Jack House» [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://jackhouse.com.ua/ua/>
30. Киев стандарт «Небоскреб в центре Киева» [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://kievstandard.com.ua/klovskiy-7a>
31. Офіційний сайт Dolnik&Co [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=36&Itemid=36>

32. Archive.today «СМИ: Gulliver - один из лучших бизнес-центров мира»
[Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://kiyany.obozrevatel.com/life/75192-kievskij-gulliver-odin-iz-luchshih-biznes-tsentrov-mira-weltexpress.htm>
33. Парус (бизнес центр) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://ru.wikipedia.org/wiki>
34. Городской сайт Днепра «МОСТ-Сити центр» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://gorod.dp.ua/archi/?pageid=460>
35. Городской сайт Днепра «Еврейский общественный центр "Менора"»
[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gorod.dp.ua/archi/?pageid=337>
36. Офіційний сайт BARTOLOMEO RESORT TOWN [Электронный ресурс]. –
Режим доступа: <https://bartolomeo-town.com.ua/>
37. Tour Carpe Diem / Robert A.M. Stern Architects [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.archdaily.com/576113/tour-carpe-diem-robert-a-m-stern-architects>
38. Building guides «Iris Bay Tower, Business Bay» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bayut.com/buildings/iris-bay/>
39. «GREEN TOWERS AND ICONIC DESIGN: Cases from Three Continents»,
Kheir Al-Kodmany, ArchNet-IJAR, 2014 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: academia.edu
40. «Sustainability, Energy and Architecture: Case Studies in Realizing Green Buildings» Ali Sayigh Academic Press, 2013 – 552 стор. [Электронный ресурс].
- Режим доступа: https://books.google.com.ua/books?id=nkIobvJdjwC&hl=uk&source=gbs_navlinks_s
41. Э. Хассел, Современная архитектура / Д. Бойл, Д. Харвуд, Арт-родник, 2009.
с.122-127
42. Алоян Р.М., Федосов С.В., Опарина Л.А. Энергоэффективные здания – состояние, проблемы и пути решения – Иваново: ПресСто, 2016. – 276 с.

43. Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач, Н. В. Шилкин «Энергоэффективные здания» - М.: АВОК-ПРЕСС, 2003 г. — 200 стр.
44. Интернет-журнал о дизайне и архитектуре Berlogos 2016г [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.berlogos.ru/>
45. 25 Masterpieces That Prove 2016 Was an Incredible Year for Architecture [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.wired.com/>
46. Журнал «Экотехника» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/>
47. The Plans for the 1.55-Mile-High Skyscraper in, You Gussed It, Dubai», Jesus Diaz 2008 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://gizmodo.com/the-plans-for-the-1-55-mile-high-skyscraper-in-you-gue-5065406>
48. J. Peronto, Data Flow and Communication in the Design of Complex Architectural Forms / К. Maschke, R. Sinn, F. Xu, B. Raines, D. Rehill [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://papers.cumincad.org/data/works/att/acadia09_159.content.pdf
49. Jerry Yudelson, The Green Building Revolution, Island Press 2010 - 272 с
50. Wadala Tower concept an avant-garde design driven by strong image of Indian snakes, 2017 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://gbplusamag.com/snaking-into-the-future/>
51. Thomas Schröpfer, Birkhäuser, Dense + Green: Innovative Building Types for Sustainable Urban Architecture, 2015 - 304 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://books.google.com.ua/books?id=0vM-CwAAQBAJ&hl=uk&source=gbs_navlinks_s
52. Marina + Beach Towers design | Oppenheim Architecture + Design, [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.arch2o.com/marina-beach-towers-design-oppenheim/>

53. Е.К. Ляшенко, Факторы, влияющие на формирование объемно-планировочных решений энергоэффективных высотных офисных зданий, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев, Украина [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://marhi.ru/AMIT/2013/3kvart13/lyashenko/lyashenko.pdf>
54. Усов Я. Ю «Факторы, влияющие на формирование архитектурных решений биоклиматических жилых зданий // устойчивая архитектура: настоящее и будущее. Тезисы докладов международного симпозиума, 17-18 ноября 2011 г. – М.: МАРХИ, 2011 - С.130-131
55. Граник Ю.Г. Архитектурно-конструктивные особенности высотных зданий за рубежом // Информ. сборник «Уникальные и специальные технологии в строительстве». - М.: Архитектурно-строительный центр «Дом на Брестской», 2004. - №1.
56. Ahmad Rahimian, Yoram Eilon. New York's Hearst Tower. A Restoration, an Adaptive Reuse and a Modern Steel Tower Rolled Into One // Structure magazine 2006. - №02, - p. 25-29
57. Шулер В. Конструкции высотных зданий: пер. с англ. Л.Ш. Килимника / под ред. Г.А. Казиной. – М.: Стройиздат, 1979. – 248 с. (Перевод изд.: High-Rise Building Structures / W. Schueller. – New York, London, Sydney, Toronto: John Wiley & Sons, Inc., 1977).
58. EnergyUA «Возобновляемые источники энергии способны покрыть до 74% потребности Украины в электричестве» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://eenergy.com.ua/ru/news-ru/vozobnovlyaemye-ystochnyky-energyu-ukrayny/>
59. «Углубленный обзор политики и программ УКРАИНЫ в области энергоэффективности» Секретариат Энергетической Хартии, 2013 Boulevard de la Woluwe, 56 B-1200 Brussels, Belgium

60. Надходження/Виробництво електроенергії [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://sm.enera.ua/nadhodzhennya-vyrobnyctvo-elektroenergiyi?language=en>
61. Сонячна Енергія. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://alter220.ru/solnce/solnechnaya-energiya.html>
62. Мургул В.А. Возможности использования солнечной энергии для энергоснабжения жилых зданий исторической застройки Санкт-Петербурга и улучшения качества городской среды / В.А.Мургул // Международный электронный научнообразовательный журнал «АМІТ». – 1 (22). – М.:МАРХИ, 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://marhi.ru/AMIT/2013/1kvart13/murgul/abstract.php>
63. И.А. Поляков, Использование средств альтернативной энергетики при формировании художественного образа в архитектуре / С.В. Ильвицкая Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия
64. Чесноков С.А., Использование тонкопленочных солнечных модулей в архитектуре /А.Г. Чесноков, С.Г. Прилипко // ОАО «ГИС», 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://glassinfo.ru/index.php?page=page42>
65. Аронова Е.С. Оценка целесообразности использования технологий солнечной энергетики в исторической застройке Санкт-Петербурга и климатических условиях Северо-запада / Е.С. Аронова, А.В. Ефимов // Международный электронный научнообразовательный журнал «АМІТ». – 2 (23). – М.: МАРХИ, 2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://marhi.ru/AMIT/2013/2kvart13/aronova_murgul/abstract.php
66. Мелен П. Ветрогенераторы на крыше здания / П. Мелен, К. Бриско, М. Дек // Здания высоких технологий: электронный журнал. – 2013. – № 3. – С.47-57 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://zvt.abok.ru/upload/pdf_issues/11.pdf

67. Семикин П.П. Принципы формирования архитектуры высотных зданий с возобновляемыми источниками энергии / П.П.Семикин. Диссертационная работа на соиск. уч. ст. канд. арх. – М., 2014. – С. 40 – 41.
68. Полозюк С.Ю. Принципы проектування енергоефективних житлових комплексів - рукопис. Дипломна робота магістра архітектури зі спеціальності 191 «Архітектура та містобудування», освітньо-професійної програми «Дизайн архітектурного середовища», - Національний авіаційний університет. Київ, 2020
69. Васильев Г.П. Энергоэффективный экспериментальный жилой дом в микрорайоне Никулино-2 // АВОК – 2002. – № 4. – С. 10-21.
70. Комплексное использование возобновляемых источников энергии / Г. И. Денисенко. - Киев : о-во "Знание" УССР, 1984. - 33 с. : ил
71. Коротич А. В. Композиционные особенности структурного формообразования оболочек высотных зданий / А. В. Коротич, М. А. Коротич // журнал «Академический вестник УралНИИпроект РААСН». - 2009. - №2. - с.66- 69
72. Невгомонный Г.У. Пестрикова А.Г., Погорелая Е.С. / Архитектурная концепция проектирования высотных полифункциональных энергетических комплексов (ПЭК) // Сборник научных трудов, вып 59, т 2, «Стародубовские чтения-2011». Днепропетровск, 2011, - С. 169- 172
73. И.А. Литвенкова Экология городской среды: урбэкология Курс лекций. – Витебск: Издательство УО «ВГУ им. П.М.Машерова», 2005 – 163 с
74. Чижмак Д. А., Принципи архітектурно-планувальної організації екологічних висотних адміністративних будівель : автореф. дис. ... канд. архіт. : 18.00.02 / Д. А. Чижмак; Київ. нац. ун-т буд-ва та архіт. - К., 2012. - 21 с. - укр.

75. Генезис формирования инновационных зданий и сооружений в городской среде : монография / Н. Я. Крижановская, О. В. Смирнова ; Харьков. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А. Н. Бекетова. – Харьков : ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2016. – 189 с.
76. Масловская О. В. Формообразование и архитектурно-художественная интерпретация высотной застройки на прим. городов США. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. архитектуры.- М.: 2002. – 24 с.
77. Кащенко Т.О. Архітектурне проектування на засадах енергоефективності. Науково - практична конференція КНУБА «Сучасна архітектурна освіта. Методологічний простір архітектурного проектування» 12.2009
78. Solar updraft tower [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_updraft_tower
79. The Archigram Archival Project [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://archigram.westminster.ac.uk/>
80. Towers of India [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garciabarba.com/cppa/torres-de-la-india/?lang=en>
81. Мустакимов В.Р., Проектирование высотных зданий: Учебное пособие / В.Р. Мустакимов, С.Н. Якупов.– Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2014.–243 с [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.kgasu.ru/upload/iblock/f47/POSOBIE-po-Vysotkam_Pdf.pdf