

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра архітектури

**ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ**  
Завідувач кафедри архітектури

Дорошенко Ю.О.

«\_\_\_» грудня 2020 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**  
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «МАГІСТР»  
СПЕЦІАЛЬНОСТІ 191 "АРХІТЕКТУРА ТА МІСТОБУДУВАННЯ",  
ОПП "ДИЗАЙН АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА"

Тема: Принципи проектування енергоефективних житлових комплексів

Виконавець: Полозюк Сергій Юрійович, магістрант групи Ар-202м

Науковий керівник: Мартинів Вячеслав Леонідович, д.т.н., професор

Керівник: Мартинів Вячеслав Леонідович, д.т.н., професор

Консультанти з окремих розділів дипломної роботи і пояснювальної записки:

Конструктивна частина: Мартинів В'ячеслав Леонідович, д.т.н., доцент

ІКТ та BIM-технології: Гордюк Іван Васильович, старший викладач

Охорона навколишнього середовища: Білик Тетяна Іванівна, к.б.н., доцент

Охорона праці та безпека життєдіяльності: Гулевець Вадим Дмитрович, к.т.н., доцент

Нормоконтроль: Костюченко Ольга Анатоліївна, старший викладач

Київ–2020

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет архітектури, будівництва та дизайну

Кафедра архітектури

Галузь знань 19 «Архітектура та будівництво»  
(шифр, найменування)

Спеціальність 191 «Архітектура та містобудування»  
(шифр, найменування)

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Дорошенко Ю.О.

« 01 » вересня 2020 р.

## ЗАВДАННЯ

### на виконання дипломної роботи

Полозюка Сергія Юрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

1. Тема дипломної роботи «Принципи проектування енергоефективних житлових комплексів»

затверджена наказом ректора від « 31 » серпня 2020 р., №1263/ ст.

2. Термін виконання роботи: з 14 жовтня 2020 р. по 22 грудня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи: літературні джерела; дисертаційний фонд; Інтернет-ресурси; опорний план місця проектування; матеріали фотофіксації місцевості та об'єктів, що розташовані поряд з об'єктом проектування; графічні матеріали та результати обстеження місця розміщення об'єкту проектування.

4. Зміст пояснювальної записки: анотації українською, російською та англійською мовами; перелік використаних термінів та скорочень; вступ; огляд використаних джерел і вибір напрямків дослідження; загальна методика та основні методи дослідження; відомості про проведені теоретичні та/або експериментальні дослідження; аналіз та узагальнення результатів дослідження; методичні рекомендації щодо застосування результатів дослідження у архітектурному проектуванні; вихідні дані для проектування; архітектурно-планувальне рішення; конструктивно-технічне рішення; використання ІКТ, САПР та BIM-технологій; охорона навколишнього середовища; охорона праці та безпека життєдіяльності; список використаних джерел; додатки (копії опублікованих праць, акти впровадження, додаткові матеріали, альбом креслень (ф. А3) – окремо).

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: 3 планшети розміром 600x840: презентація ходу наукового пошуку та його результатів; ситуаційний план, схема розміщення території об'єкта в системі міста; генеральний план (М 1:500); планувальні рішення (М 1:100, 1:200, 1:500); фасади (М 1:100, 1:200); архітектурно-конструктивні розрізи (М 1:200); наочні зображення об'єкту (перспектива чи аксонометрія); інтер'єри приміщень.

## 6. Календарний план-графік

№№ з/п	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Збирання вихідних матеріалів	01.09.2020р	
2	Аналіз джерельної бази. Вибір напрямків дослідження. Обґрунтування теми дипломної роботи	03.10.2020р	
3	Розробка теоретичної частини дипломної роботи	05.10.2020р	
4	Розробка методичних рекомендацій до архітектурного проектування за результатами дослідження	10.10.2020р.	
5	Виконання проектної частини дипломної роботи	18.10.2020р.	
6	Розробка планшетної експозиції та комп'ютерної презентації	28.10.2020р.	
7	Написання пояснювальної записки та автореферату	18.11.2020р	
8	Попередній захист	24.11.2020р	
9	Контрольний перегляд, допуск до захисту	14.12.2020р	
10	Захист	22.12.2020р.	

## 7. Консультанти з окремих розділів

Розділ		Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
			Завдання видав	Завдання прийняв
I	Наукова частина	Професор кафедри архітектури, д.т.н., професор Мартинов В'ячеслав Леонідович		
II	Архітектурна частина	Професор кафедри архітектури, д.т.н., професор Мартинов В'ячеслав Леонідович		
III	Конструктивна частина	Професор кафедри архітектури, д.т.н., доцент Мартинов В'ячеслав Леонідович		
IV	ІКТ та BIM-технології	Старший викладач кафедри архітектури Гордюк Іван Васильович		
V	Охорона навколишнього середовища	Доцент кафедри екології, к.б.н., доцент Білик Тетяна Іванівна		
VI	Охорона праці та безпека життєдіяльності	Доцент кафедри цивільної та промислової безпеки, к.т.н., доцент Гулевець Вадим Дмитрович		
VII	Нормоконтроль	Старший викладач кафедри архітектури Костюченко Ольга Анатоліївна		

8. Дата видачі завдання: « 01 » вересня 2020 р.

Науковий керівник дипломної роботи \_\_\_\_\_ Мартинов В.Л.  
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Полозюк С.Ю.  
(підпис випускника) (П.І.Б.)

## АНОТАЦІЯ

### **Полозюк С.Ю. Принципи 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

Дослідження присвячено проблемі принципам проектування енергоефективних житлових комплексів. Метою дослідження є розробка та обґрунтування основних принципів та методичні рекомендації проектування у різних містобудівних умовах для підвищення їх функціональності та естетичної привабливості, підвищення якості життя населення.

Досліджено та проаналізовано зарубіжний досвід проектування і будівництва енергоефективності житлових будівель з поновлювальними джерелами енергії (далі – ПДЕ). Виявлено основні етапи та особливості розвитку архітектури даного типу об'єктів, що відповідають їм енергетичні парадигми.

Проведено аналіз функціонально-планувальних рішень висотних будівель з ПДЕ:- встановлено процентне співвідношення застосування ПДЕ в висотних ПЕК; - визначений функціональний склад висотних будівель з ПДЕ. Визначено конкретні процентні співвідношення по кожній функції в багатофункціональних об'єктах.

Визначено групи факторів, що впливають на формування архітектури висотних поліфункціональних будівель з ПДЕ. За ступенем впливу вони ранжовані наступним чином: архітектурні, природно-кліматичні, соціально-економічні, інженерно-технічні, екологічні, містобудівні.

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

Сформульовано принципи формування архітектури ПЕК на основі виявлених особливостей ПДЕ 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 87 обладнання, що працює на ПДЕ.

Складено методичні рекомендації щодо принципів проектування енергоефективних комплексів.

**Ключові слова:** *Енергоефективний будинок, вікна в пасивному будинку, Загальна площа квартири (житлового будинку), підсобні приміщення квартири, оболонка будівлі, пасивний будинок, повітрообмін, приміщення технічні прибудинкова ділянка, сонячна батарея, тамбур.*

## ABSTRACT

### **Polozyuk SY. Principles of designing energy efficient residential complexes – manuscript.**

Master's degree in architecture in the specialty 191 "Architecture and urban planning", educational and professional program "Design of architectural environment" - National Aviation University. Kyiv, 2020.

The study is devoted to the problem of design principles of energy efficient residential complexes. The purpose of the study is to develop and substantiate the basic principles and guidelines for design in different urban conditions to improve their functionality and aesthetic appeal, improve the quality of life. The foreign experience of designing and construction of energy efficiency of residential buildings with PDE is researched and analyzed. The main stages and features of architecture development of this type of objects corresponding to their energy paradigms are revealed.

The analysis of functional-planning decisions of high-rise buildings with PDE is carried out: - the percentage of application of PDE in high-rise fuel and energy complex is established; - the functional composition of high-rise buildings with PDE is determined. Specific percentages for each function in multifunctional objects are determined. Groups of factors influencing the formation of the architecture of high-rise multifunctional buildings with PDE are identified. According to the degree of influence, they are ranked as follows: architectural, climatic, socio-economic, engineering, environmental, urban.

It is established that the use of engineering equipment running on solar and wind energy has a complex impact on the FEC architecture. The main methods of architecture formation using PDE data are varying the location of power plants in the structure of a high-rise building, the use of different types and sizes of devices - shapes and types of wind turbines, the ability to simulate patterns and textures of facades with solar panels.

The principles of formation of architecture of fuel and energy complex on the basis of the revealed features of PDE and classification of types of objects are formulated. The principles allow to streamline the design process of this type of objects, to enrich the architectural solution by including in the three-dimensional structure of engineering 87 equipment operating on PDE. Methodical recommendations on the principles of designing energy-efficient complexes have been made.

**Keywords:** *Energy efficient house, windows in a passive house, the total area of the apartment (residential building), outbuildings of the apartment, the shell of the building, a passive house, air exchange, technical premises adjacent plot, solar panel, vestibule.*

## АННОТАЦИЯ

**Полозюк С.Ю. Принципы проектирования энергоэффективных жилых комплексов – рукопис.**

Дипломная работа магистра архитектуры по специальности 191 «Архитектура и градостроительство», образовательно-профессиональной программы «Дизайн архитектурной среды», - Национальный авиационный университет. Киев, 2020.

Исследование посвящено проблеме принципам проектирования энергоэффективных жилых комплексов. Целью исследования является разработка и обоснование основных принципов и методические рекомендации проектирования в различных градостроительных условиях для повышения их функциональности и эстетической привлекательности, повышение качества жизни населения. Исследованы и проанализированы зарубежный опыт проектирования и строительства энергоэффективности жилых зданий с ВИЭ. Выявлены основные этапы и особенности развития архитектуры данного типа объектов, соответствующих им энергетические парадигмы.

Проведен анализ функционально-планировочных решений высотных зданий с возобновляемыми источниками энергии (далее - ВИЭ): - установлено процентное соотношение применения ВИЭ в высотных ТЭК; - определенный функциональный состав высотных зданий с ВИЭ. Определены конкретные процентные соотношения по каждой функции в многофункциональных объектах. Определены группы факторов, влияющих на формирование архитектуры высотных полифункциональных зданий с ВИЭ. По степени влияния они ранжированы следующим образом: архитектурные, природно-климатические, социально-экономические, инженерно-технические, экологические, градостроительные.

Установлено, что комплексное воздействие на архитектуру ТЭК оказывает применение инженерного оборудования, работающего на энергии солнца и ветра. Основными приемами формирования архитектуры при использовании данных ВИЭ является варьирование расположения энергоустановок в структуре высотного здания, применение различных типов и размеров устройств - форм и видов ветрогенераторов, возможности имитации рисунков и текстур фасадов с помощью гелиопанелей. Сформулированы принципы формирования архитектуры ТЭК на основе выявленных особенностей ВИЭ и классификации типов объектов. Принципы позволяют упорядочить процесс проектирования данного типа объектов, обогатить архитектурное решение путем включения в объемно пространственную структуру инженерного 87 оборудования, работающего на ВИЭ. Составлены методические рекомендации о принципах проектирования энергоэффективных комплексов.

**Ключевые слова:** *Энергоэффективный дом, окна в пассивном доме, общая площадь квартиры (жилого дома), подсобные помещения квартиры, оболочка здания, пассивный дом, воздухообмен, помещение технические придомовой участок, солнечная батарея, тамбур.*

ЗМІСТ.....	4
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	6
ВСТУП.....	12
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЗАКОРДОННОГО ДОСВІДУ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ КОМПЛЕКСІВ З ПОНОВЛЮВАЛЬНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ.....	19
1.1. Передумови виникнення та особливості розвитку архітектури енергоефективних будівель з ПДЕ.....	19
1.2. Аналіз існуючого стану проектування та будівництва енергоефективних висотних будівель з поновлювальними джерелами енергії.....	23
1.3. Основні тенденції в проектуванні і будівництві енергоефективних висотних будівель з поновлювальними джерелами енергії.....	39
ВИСНОВКИ ДО ПЕРШОГО РОЗДІЛУ.....	41
РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ АРХІТЕКТУРИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ З ПОНОВЛЮВАЛЬНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ.....	43
2.1. Фактори формування та критерії оцінки енергоефективних будівель з поновлювальними джерелами енергії.....	43
2.2. Визначення впливу на архітектуру енергоефективних житлових будівель застосування відновлювальних джерел енергії.....	54
2.3. Класифікація та пропозиції по розміщенню енергоефективних будівель з поновлювальними джерелами енергії.....	60
ВИСНОВКИ ДО ДРУГОГО РОЗДІЛУ.....	68
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ФОРМУВАННЯ ПРИНЦИПІВ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ.....	69
3.1. Принципи формування архітектури енергоефективних житлових комплексів з поновлювальними джерелами енергії.....	69
3.2. Методика проектування енергоефективних комплексів з поновлювальними джерелами енергії.....	81
3.3. Пропозиції щодо розміщення геліоргоустановок в архітектурних рішеннях енергоефективних комплексів і перспективи розвитку даного об'єктів.....	82
3.4. Розробка методики підвищення класу енергоефективності будівель за рахунок раціонального розташування геліосистем.....	84
ВИСНОВКИ ДО ТРЕТЬОГО РОЗДІЛУ.....	93
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ.....	94
4.1. Вихідні дані для проектування об'єкту.....	94
4.2. Природно-кліматичні особливості ділянки забудови.....	94
4.3. Геодезичні та гідрологічні дані.....	96
4.4. Розташування території та екологічні особливості місцевості.....	96
4.5. Містобудівна ситуація.....	97
4.6. Функціонально-планувальна організація проектування. Генеральний план.....	98

4.7. Архітектурна ідея об'єкту проектування .....	100
4.8. Зовнішнє та внутрішнє опорядження будівлі.....	101
4.9. Техніко економічні показники.....	102
ВИСНОВКИ ДО ЧЕТВЕРТОГО РОЗДІЛУ.....	104
РОЗДІЛ 5. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ.....	105
5.1. Обґрунтування прийнятого конструктивного рішення.....	105
5.1.1 Основна конструктивна схема будівлі.....	105
5.1.2. Фундаменти, цоколь, їх конструктивне рішення.....	106
5.1.3. Стіни та перегородки.....	106
5.1.4. Перекриття та підлоги.....	107
5.1.5. Вертикальні комунікації.....	108
5.1.6. Покриття.....	108
5.1.7. Несучий каркас.....	109
5.2. Конструктивні рішення енергоефективного житлового комплексу.....	109
5.2.1. Опалення та вентиляція та їх конструктивне забезпечення.....	109
5.2.2. Заходи для забезпечення високого рівня енергоефективності будівель...	112
5.2.3. Водопостачання і водовідведення.....	115
5.2.4. Електропостачання.....	115
ВИСНОВКИ ДО П'ЯТОГО РОЗДІЛУ.....	117
РОЗДІЛ 6. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОБ'ЄКТУ.....	118
6.1. САПР ТА ВІМ-технології.....	118
ВИСНОВКИ ДО ШОСТОГО РОЗДІЛУ.....	121
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	122
7.1. Вплив енергоефективного будівництва на навколишнє середовище.....	122
7.2. Заходи щодо охорони навколишнього середовища при будівництві.....	124
7.3. Енергобудівництво, впровадження еко технологій.....	125
7.4. Енергозберігаючі технології.....	126
7.5. Альтернативні джерела енергії.....	127
ВИСНОВКИ ДО СЬОМОГО РОЗДІЛУ.....	130
РОЗДІЛ 8. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....	131
8.1. Небезпечні та шкідливі чинники при організації енергоефективності житла.....	131
8.2. Організаційні та технічні заходи по усуненню небезпечних та шкідливих виробничих чинників. Захист та зниження шкідливих речовин.....	132
8.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки.....	135
ВИСНОВКИ ДО ВОСЬМОГО РОЗДІЛУ.....	141
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	142
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	143
Додаток А. Копії публікацій	
Додаток Б. Альбом креслень	



## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

**Енергоефективний будинок** - енергоефективними називаються такі будівлі, при проектуванні яких був передбачений комплекс архітектурних та інженерних заходів, що забезпечують істотне зниження витрат енергії на тепlopостачання цих будинків у порівнянні зі звичайними (типовими) будівлями при одночасному підвищенні комфортності мікроклімату в приміщеннях.

**Вікна в пасивному будинку** - енергозберігаючі вікна - обов'язкова складова пасивного будинку. Але важливим при цьому є не тільки теплопровідність самого склопакета, а й теплопровідність рами, якість з'єднання рами і склопакета, а також рами і стіни.

**Загальна площа квартири (житлового будинку)** - сумарна площа житлових і підсобних приміщень з урахуванням лоджій, балконів, веранд і терас.

Нежиле приміщення - приміщення в структурі житлового будинку, що не відноситься до житлового фонду. Є самостійним об'єктом цивільно-правових відносин.

**Підсобні приміщення квартири** - приміщення, призначені для гігієнічних або господарсько-побутових потреб мешканців (ванна, вбиральня, душова, кухня, комора), а також передпокій, половину висоти та ін.

**Оболонка будівлі** - це все без винятку огорожувальні конструкції будівлі, які межують із зовнішнім середовищем: повітрям або твердими тілами: земля, стіни інших будівель і т.з. У пасивному будівлі оболонка будівлі по-винна бути повністю герметичною.

**Пасивний будинок** (з нім. Passivhaus) - це будинок з малим споживанням енергії (близько 10% від звичайного енергоспоживання). Будинок проектується таким чином, щоб не активно (за допомогою інженерного обладнання та використання енергоресурсів), а пасивно (тобто за допомогою архітектурно-планувального рішення) поглинати, акумулювати і зберігати максимальну кількість тепла (а влітку - холоду) з навколишнього середовища. Це досягається за допомогою відповідного архітектурного проектування, який забезпечує потрапляння всередину будівлі максимальної кількості низького зимового сонця, захист від перегріву високим річним, максимально довге збереження цього

отриманого тепла / або холоду / за допомогою якісної теплоізоляції та відповідного просторово-планувального рішення (що базується на принципі зонування).

**Пасивний будинок** - незалежна енергосистема (будинок нульової енергії). Опалення, охолодження, вентиляція та гаряче водопостачання пасивного будинку забезпечується, в ідеалі, альтернативними джерелами енергії (тепло / холод землі, тепло сонця, енергія вітру), за рахунок установок поновлюваної енергії: теплових насосів, сонячних колекторів, земляних теплообмінників і т.д. Європейський стандарт пасивного будинку передбачає споживання енергії на опалювання будинку не більше 15 кВт год / рік на квадратний метр будівлі.

**Повітрообмін** - це часткова або повна заміна повітря в приміщенні.

**Приміщення технічні** - приміщення для розміщення обладнання теплових вузлів, бойлерних, електрощитових, венткамер, комутаторів, радіовузлів, машинних відділень ліфтів, холодильних установок і ін.

**Прибудинкова ділянка** - земельна ділянка, що примикає до житлового будинку з безпосереднім виходом на нього.

**Сонячна батарея** - (панель) є фотоелектричним генератором, принцип роботи якого заснований на фізичних властивостях напівпровідників. На сьогоднішній день на ринку збуту переважають в основному три види сонячних батарей - це тонкоплівкові, монокристалічні і полікристалічні сонячні панелі. Найбільш популярними серед покупців є монокристалічні сонячні батареї. Цей тип батарей складається з величезної кількості силіконових осередків. Силіконові осередки виконують функцію перетворення електричної енергії з сонячних променів, що потрапляють на їх поверхню. Найбільш оптимальною кількістю осередків у монокристалічних батареях вважається 36. Це досить добре відбивається на виробленні електроенергії. Монокристалічні батареї досить легкі й компактні, здатні трохи згинатися. Завдяки цій властивості, не складе особливих труднощів установка даних батарей на нерівних поверхнях, де складно буде домогтися правильного кута нахилу.

**Тамбур** - прохідний простір між дверима, призначений для захисту від проникнення холодного повітря, диму і запахів при вході до будинку, у сходову клітку або інші приміщення.

**Багатоквартирна забудова** - територія житлової забудови або її частини, у межах якої розташовуються багатоквартирні житлові будинки.

**Багатоквартирний житловий будинок** – житловий будинок, до складу якого входить більше ніж одна квартира. Може бути зблокованого, секційного, галерейного і терасного типів.

**Багатофункціональні споруди** - будинки і комплекси, які формуються з приміщень, їх груп, різного громадського, житлового та іншого призначення, поєднання яких обумовлене економічною доцільністю і містобудівними вимогами.

**Балкон** – виступаюча з площини стіни фасаду обгороджена площадка.

**Блакитні лінії** - лінії обмеження висоти та силуету забудови, спрямовані на регулювання естетичних та історико-містобудівних якостей забудови.

**Вбудовано-прибудовані приміщення** – приміщення які розташовуються у габаритах будинків та в об'ємах, розміщених поза габаритами будинку більше ніж на 1,5м.

**Відсоток забудови** - відношення площі під забудовою житлового будинку з урахуванням площі в контурах, що виступають, до площі земельної ділянки.

**Галерея** – комунікаційний простір у вигляді критого переходу, аркади, колонади, антресолі або подовженого балкону, що з'єднує приміщення чи частини будинку; може бути глухою, заклошеною чи не бути огороженою (крім перил).

**Допоміжні приміщення енергоефективного житлового будинку** – приміщення, призначені для забезпечення евакуації будинку та побутового обслуговування його мешканців (колясочні, комори, сміттєзбірні камери, горища, підвали, шахти і машинні відділення ліфтів, вентиляційні камери, тощо).

**Еркер** – заклошена виступна з площини фасаду частина приміщення, яка дозволяє збільшити внутрішній простір житла, а також поліпшити його освітленість та інсоляцію.

**Житлова група** - два та більше житлових будинків, планувально об'єднаних загальним двором простором.

**Житлове приміщення (житлова кімната)** – опалюване приміщення, розташоване у надземному поверсі, призначене для цілорічного проживання.

**Зона житлової забудови** - зона населеного пункту, призначена для розміщення житлової забудови і пов'язаних з нею громадських центрів, підприємств повсякденного та періодичного обслуговування населення, зелених насаджень та вулично-дорожньої мережі.

**Зона обслуговування** - територія, яка охоплена певними видами обслуговування населення, що мешкає на цій території.

**Зона регулювання забудови** - забудована чи призначена під забудову територія за межами охоронної зони пам'яток культурної спадщини, що визначається для збереження домінуючої ролі пам'яток у композиції і пейзажі населеного пункту.

**Квартира** – комплекс взаємопов'язаних приміщень, що використовуються для проживання однієї сім'ї різного чисельного складу, який включає: основні приміщення – житлову(житлові) кімнати та допоміжні приміщення – кухню, ванну, туалет, а також передпокій, комору чи вбудовану шафу.

**Кухня** – підсобне приміщення для приготування їжі, зберігання продуктів, їх термообробки.

**Кухня-їдальня** – кухня, в якій передбачено місце для приймання їжі, характерна для багатокімнатних квартир.

**Кухня-ніша** – невідокремлений перегородкою простір у структурі житлової кімнати чи передпокою для розміщення кухонного обладнання без обіднього місця; може освітлюватись природним або «другим» світлом через фрамугу.

**Ліфтовий хол** – приміщення перед входом до ліфта, що має огорожувальні конструкції з дверима у прорізах.

**Лоджія** – перекрите й обгороджене у плані з трьох боків приміщення, відкрите до зовнішнього простору або застелене.

**Пішохідна зона** - площі, майданчики, парки, сквери, бульвари, проходи і вулиці в забудові населеного пункту, що призначені для руху пішоходів та можливості проїзду (під'їзду) лише спеціального транспорту.

**Площа квартири** – сумарна площа житлових і підсобних приміщень квартири без урахування лоджій, балконів, веранд і терас, холодних комор і зовнішніх тамбурів.

**Поверх** – частина будинку між двома перекриттями, що являє собою ряд приміщень і проходів, розташованих на одному рівні і з'єднаних вертикальними комунікаціями з іншими поверхами. Висота поверху визначається від його підлоги до підлоги наступного поверху.

**Протяжний будинок** - будинок довжина якого у три і більше разів перевищує його висоту.

**Радіус обслуговування** - умовна нормативна відстань від закладів та установ повсякденного, періодичного або епізодичного обслуговування до житлових будинків або території житлової забудови населеного пункту, яка встановлюється містобудівною документацією з урахуванням пішохідної чи транспортної доступності.

**Світловий карман** – приміщення з прямим природним освітленням, що примикає до коридору і служить для його освітлення.

**Світловий ліхтар** - засклена конструкція покриття для верхнього освітлення приміщень.

**Соціальна інфраструктура** - комплекс закладів, установ та підприємств обслуговування, які забезпечують соціальні запити населення у сфері охорони здоров'я, виховання й освіти, культури, фізичної культури та спорту, торгівлі, побутового, житлово-комунального обслуговування.

**Суміщений санвузол** – приміщення, обладнане унітазом, ванною (чи душевим піддоном), умивальником.

**Сходово-ліфтовий вузол** – приміщення, призначене для розміщення вертикальних комунікацій: сходової клітки, ліфтів.

**Тераса** – споруда, обгороджена відкрита прибудова до будинку у вигляді площадки для відпочинку, що може мати дах; розміщується на землі або над розташованим нижче поверхом.

**Транспортна інфраструктура** - система транспортних споруд і мереж.

**Функціональна зона** - частина території населеного пункту з явно вираженою переважною функцією її містобудівного використання: житлова, громадська, виробнича та рекреаційна, що відображається у містобудівній документації

**Функціонально-планувальна структура** – просторова модель пов'язаних між собою територій, призначених для розташування різних видів соціальної, виробничої, комунікаційної діяльності, рекреаційного та ландшафтного комплексу.

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** Проблема досягнення енергоефективності в усіх сферах людської діяльності потребує невідкладного вирішення. Велику вагу в проблемі енергоефективності має галузь архітектури і будівництва[15].

Процес впровадження енергоефективних технологій в сучасну практику будівництва і архітектури України об'єктивно потребує охоплення нових сфер їх застосування: для будівель різних типологічних груп, в умовах нового будівництва та при реконструкції. За даними Державної служби статистики України з 1990 року в Україні введено в експлуатацію 27 364,8 млн м<sup>2</sup> нового житла. При підвищенні енергоефективності житлового фонду в Україні важливим аспектом. В Україні діють Закони «Про енергозбереження», «Про енергетичну ефективність будівель», впроваджені Програми «Енергоефективна оселя», «Теплі кредити»; працює фонд енергоефективності, асоціація «Енергоефективні міста України»; розроблено План Дій зі сталої енергетики та клімату (SECAP); підписана Угода Мерів для вирішення проблем раціонального використання енергії; впроваджують досвід країн Європейського Союзу у підвищення енергоефективності[87].

У дослідженнях останніх років розглянуті підходи до окремих питань (містобудівних, архітектурних, конструктивних та інженерних) з підвищення енергоефективності будівель.

Вивченням архітектури житла та його реконструкції займались: Л.Г. Бачинська, Т.М. Заславець, В.П. Король, О.О. Костюк, К.С. Чечельницька, Г.Д. Яблонська, Д.Н. Яблонський; проблеми архітектури багатоквартирного житла висвітлені в роботах науковців: І.П. Гнеся, Л.М. Ковальського, В.І. Книша, В.В. Куцевича, В.П. Мироненка, І.Г. Новосад та ін.; проблеми енергозбереження в архітектурі України розглядалися дослідниками: В.Л., Мартиновим С.Г Буравченком, О.М. Печеником, Г.В. Казаковим, Т.О. Кащенко, Г.Н. Хавхун, Л.О. Шулдан та ін.; питання енергозбереження в будівництві – В.Ф. Гершковичем, В.Л. Мартиновим, О.В. Сергейчуком, Г.Г. Фаренюком, Є.Г. Фаренюком, Р.А. Фертом, Л.П. Хохловою, Г.Ф. Черних, В.Л., Мартиновим та ін.; характер впливу

клімату на проектування будівель та питання інсоляції житлових приміщень досліджували: В.Л., Мартинов, В.С. Буравченко, О.Б. Василенко, О.В. Сергейчук, І.Н. Скриль, П.І. Скриль, І.П.Козятник, І.І. Устінова Пов'язана з потребою в створенні науково обгрунтованих принципів з проектування енергоефективних житлових комплексів поновлюваними джерелами енергії (ПДЕ). [45].

Аналіз попередніх досліджень свідчить про недостатність розгляду міждисциплінарних питань формування енергоефективного багатоквартирного житла в архітектурному середовищі, які б мало на меті врахування підходів до підвищення енергоефективності житлових будинків при збереженні ідентичності архітектури житлового середовища [20].

У дослідженнях енергоефективності багатоквартирного житла також недостатньо чітко визначені обмеження, пов'язані з особливостями оточуючого архітектурного середовища; не в повній мірі формалізовані фактори, що впливають на підвищення енергоефективності житлової забудови середовищі; не завжди враховуються соціальні, психологічні аспекти, пов'язані з експлуатацією енергоефективної будівлі мешканцями. Потребує активізації дослідження перспективного розвитку із застосуванням технологій енергозбереження та реалізація комплексного підходу до розгляду архітектурно-планувальних рішень енергоефективних багатоквартирних житлових будинків в архітектурному середовищі [35].

Таким чином, актуальність дослідження визначається потребою у цілісному підвищенні енергоефективності житлових комплексів.

Однією з особливостей експлуатації подібних будівель є їх енергоспоживання. Велика частина енергії для енергоефективності 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 [19].

За словами міністра екології та природних ресурсів України, "найближчим часом" країна зіткнеться з проблемою відсутності місць для видобутку природних ресурсів [1].



В Україні розвідка надр відбувається повільніше, ніж видобуток корисних копалин. Він зазначив, що через нестачу фінансування Україна бурить в 100 разів менше дослідних свердловин, ніж в 1990-і роки. Біомаси робить негативний вплив на навколишнє середовище: збільшене споживання деревини, розростання пустель, газоподібні забруднення середовища при спалюванні органічних відходів. [17].

«За розрахунками Міжнародного енергетичного агентства (ІЕА), видобуток нафти і газу з розвіданих родовищ 2030 р впаде на 40-60%». І це на тлі вибухового зростання споживання енергії в економіках, що розвиваються Китаю, Індії та Бразилії. Лідерами по споживанню енергії є Саудівська Аравія, Сінгапур і США, якщо всі країни почнуть споживати стільки ж енергії, розвідані запаси нафти на землі закінчаться вже раніше, ніж через 10 років. При прогнозованому зростанні населення планети до 9 млрд. Чоловік протягом найближчих 40 років у людства немає іншого вибору, окрім як перейти на альтернативні джерела енергії [21].

Одним з варіантів розв'язання проблеми є новий напрямок проектування і будівництва енергоефективних житлових комплексів із застосуванням поновлюваних джерел енергії. Подібні об'єкти є однією з перспективних форм забудови міських територій, що обумовлено їх енергетичної самостійністю і екологічно чистими джерелами енергії, які в них використовуються. [29].

«Відновлювана енергія - енергія з джерел, які за людськими масштабами є невичерпними і поповнюються природним шляхом, таких як сонячне світло, вітер, дощ, припливи і геотермальна теплота».

«Поновлюваний (альтернативний викопному паливу) джерело енергії – пристрій або споруду, що дозволяє отримувати необхідний вид енергії». США, Китаї, країнах Європи, ОАЕ зведено вже велика кількість будівель з ПДЕ. Україні в даний час малими кроками розпочинає набирати обертів в побудові енергоефективних житлових комплексів з використанням ПДЕ. [45].

*Актуальність даної теми обумовлена наступними проблемами:*

- значне енергоспоживання енергоефективних житлових комплексів, як наслідок, це збільшене навантаження на міські енергомережі;

- наближається криза традиційної енергетики, в силу нестачі фінансування Україна бурить в 100 разів менше дослідних свердловин, ніж в 1990-і роки;
- виконання затвердженої енергостратегії України на 2035 рік
- відсутність розроблених на даний час в Україні принципів формування архітектури енергоефективних житлових комплексів з ПДЕ [33].

Для повного зняття навантаження енергоспоживання з міської мережі пропонується новий тип будівлі: ПЕК (енергоефективний комплекс) - гібрид електростанції і будівлі будь-якої функції (житловий, суспільної, офісної і т.д.).

Незважаючи на різнобічну спрямованість робіт, присвячених дослідженню ефективності використання енергії в процесі експлуатації різних об'єктів, відсутнє комплексне наукове вивчення принципів проектування енергоефективних житлових комплексів розглянутих на основі використання ПДЕ. [45].

Отже, виникає необхідність узагальнення досвіду їх формоутворення і виявлення принципів особливостей об'ємно-планувальної організації енергоефективних житлових комплексів на базі вивчення побудованих житлових комплексів і проектно-теоретичного матеріалу метою вдосконалення архітектурних рішень енергоефективних житлових комплексів шляхом впровадження інноваційних технологій забезпечення енергією комплексів на основі ПДЕ. [55].

Таким чином, за наведеним вище матеріалом можна стверджувати про наявність суспільної суперечності між нагальною сучасною потребою населення в енергоефективних комплексах з належним функціональним забезпеченням та її неповним задоволенням наявним станом архітектури і майже відсутністю практичних принципів планувальної організації таких архітектурних об'єктів. На певне усунення виявленої соціальної суперечності й спрямовується дане дослідження за темою **«Принципи проектування енергоефективних житлових комплексів»**.

**Зв'язок роботи з науковими програмами.** Робота виконана на кафедрі архітектури Факультету архітектури, будівництва та дизайну Національного

авіаційного університету відповідно до чинного Навчального плану підготовки магістрів архітектури в межах науково-дослідницької тематики кафедри.

Магістерське дослідження спрямоване на основні положення необхідність застосування принципів в енергозбереженні базується на ряді законодавчих документів, постанов і програм: Законах України «Про енергетичну ефективність будівель», «Про енергозбереження», Постанові Кабінету міністрів «Про державну експертизу з енергозбереження», Комплексній Державній програмі енергозбереження України, Національній енергетичній програмі та інших.

**Мета дослідження** – розробити основні принципи проектування енергоефективних комплексів.

**Завдання дослідження:**

- 1.). *провести* аналіз науково-теоретичних, проектних розробок і виявити особливості архітектури енергоефективних комплексів із застосуванням ПДЕ;
- 2). *визначити* фактори, що впливають на формування архітектури з ПДЕ;
- 3). *сформувати* критерії оцінки архітектурних рішень, класифікувати енергоефективних комплексів з поновлюваними джерелами енергії і дати пропозиції щодо їх використання у вітчизняній науковій та проектній практиці;
- 4). *розробити* принципи формування архітектури енергоефективних комплексів з ПДЕ;
- 5). *дати концепцію* зі створення архітектурних рішень ПЕК, що підвищують раціональність використання ПДЕ в їх структурі;
- 6). *визначити* основні напрямки перспективного розвитку архітектури ПЕК з ПДЕ.

**Об'єкт дослідження** – енергоефективні житлові висотні комплекси.

**Предмет дослідження** - принципи проектування енергоефективних житлових комплексів з використанням відновлюваних джерел енергії.

**Методи дослідження:**

теоретичні методи: вивчення літературного аналізу джерел і матеріалів досліджень, присвячених проблемам енергоефективних житлових комплексів; вивчення та аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду проектування і

будівництва енергоефективних житлових комплексів їх співвідношення з використовуваними ПДЕ можливостями в різні періоди;

емпіричні методи: спостереження за предметом дослідження у його ретроспективі і розвитку, порівняльний аналіз експериментальне проектування, систематизації та класифікації проектування енергоефективних житлових комплексів

### **Наукова новизна одержаних результатів:**

- *вперше* науково обґрунтовано енергетичний жилавий комплекс використовуваними ПДЕ, як комплексний об'єкт з різними обслуговуючими функціями;

- *досліджено* еволюцію формування енергоефективних комплексів;

- *удосконалено* класифікацію енергоефективних житлових комплексів та встановлено відмінність звичайни, як об'єктів соціальної, педагогічної та психологічної реабілітації дітей з обмеженими можливостями;

- *сформульовано* основні принципи проектування енергоефективних житлових комплексів;

- *розроблено* принцип проектування архітектурно-планувальних та об'ємно-просторових рішень висотних будівель з ПДЕ представлений в табличній формі;

- *класифіковано* висотних будівель з поновлюваними джерелами енергії за типами застосовуваних ПДЕ і їх сполученням

отримали подальший розвиток Методику підвищення класу енергоефективності будівель за рахунок раціонального розташування геліосистем на гранях будівель.

### **Практичне значення одержаних результатів.**

Можливість: впровадження результатів досліджень в науково-методичну роботу в освітньому процесі (курс лекцій з енергоефективних технологій в архітектурі, методичних посібників для студентів);

- застосування розробленої методики в практиці проектування;

- застосування висновків і результатів дослідження при розробці нормативних документів для проектування енергоефективних житлових комплексів.

Розроблено методичні рекомендації щодо принципів проектування енергоефективних житлових комплексів. На основі цих рекомендацій проведено експериментальне проектування енергоефективних житлових комплексів.

**Особистий внесок здобувача.** Основний зміст роботи опублікований у 5-х публікаціях разом із співавтором Мартиновим В.Л.. У доповідях та публікаціях були розглянуті такі результати дослідження:

- розвиток та принципи енергоефективних житлових будівель комплексів;
- фактори що впливають на формування енергоефективних житлових будівель;
- удосконалено методику підвищення класу енергоефективності будівель за рахунок раціонального розташування геліосистем на гранях будівель;
- принципи проектування енергоефективних житлових комплексів.

**Апробація та впровадження результатів магістерської дисертації.** Основні положення та результати дослідження були апробовані в доповідях на науково-практичній конференції: «Архітектура та екологія»: Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції (17 листопада 2020 р.). м.Київ.

**Публікації.** Результати дослідження опубліковано у 5 публікаціях, зокрема у 1 статті у фаховому виданні, включеному до переліку ВАК України та у 4 тезах доповідей розміщених у збірнику конференцій.

**Структура і обсяг дослідження.** Магістерська дисертація складається зі вступу, 8 розділів, висновків до кожного з розділів, загальних висновків, списку використаної літератури, додатку. Текстова частина складає 154 сторінок, містить: 42 рисунки, 8 таблиці. Додатки розміщено на 7 сторінках. Список використаних джерел містить 92 найменувань.

## РОЗДІЛ І

### **АНАЛІЗ ЗАКОРДОННОГО ДОСВІДУ ПРОЕКТУВАННЯ, БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ З ПОНОВЛЮВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ**

За даними багатьох вчених і дослідників (А. Тетіора, Б.С. Істоміна, Н.А. Гаряева) «в кінці ХХ століття стали помітні ознаки глобальної екологічної кризи та техногенної еволюції міст пропонується тільки один спосіб: скоротити площу антропогенно змінених і забудованих земель, повернути значну частину (близько третини) «освоєних» і забруднених територій в природний стан. Такий «повернення» неможливий при наблюдающемся зростанні урбанізованих територій і зростанні чисельності людства» [15].

В якості альтернативи пропонується «створення принципово нових об'єктів (будівель, споруд, поселень), родинних природи, не відторгнених нею і включаються в природні екосистеми. Це положення робить виключно актуальним завдання практичного застосування технологій, які використовують відновлювані джерела енергії та використання в проектах архітектурно-будівельної екології» [25].

У зв'язку з високою концентрацією функцій і соціальних сценаріїв життєдіяльності людини, обґрунтованим рішенням стає впровадження в міську забудову висотних будівель. Зведення висотних будівель в структурі міського середовища має ряд позитивних якостей - підвищується щільність функцій при мінімізації площі, займаної будівлею; рівень комфорту проживання за рахунок збільшеної площі квартир і наявності установ сфери обслуговування в будівлі; в районі забудови з'являється «знакова» будівля, що має велике містобудівне значення. Одним з основних несприятливих аспектів експлуатації подібних будівель є високе енергоспоживання, що призводить до великих фінансових витрат при утриманні цих споруд. [75].

#### **1.1 Передумови виникнення і особливості розвитку архітектури енергоефективних будівель за кордоном**

У кожному мегаполісі з населенням понад 1 млн. Чоловік на сьогоднішній день побудовані об'єкти висотою понад 75 метрів. Будівництво висотних

будівель в містах пострадянського простору почалося в 1990-х роках. Спочатку це були бізнес-центри, в подальшому з'явилися житлові комплекси і багатофункціональні об'єкти.

У світі з'явилася нова тенденція - впровадження в об'єкти ПДЕ. Ця ідея в даний час доводить свою ефективність в реальних умовах. Існують будівлі, які на 10-20% забезпечують себе енергією, в КНР вдалося збільшити цю цифру до 60.

Історія розвитку висотних будівель і поновлюваних джерел енергії порівнянна за своїми хронологічних рамок. Відправною точкою розвитку можна вважати кінець XIX століття (1880-і рр.), В цей час були створені перші дослідні зразки енергогенераторів і новий тип будівель. До 1970-х рр. ці два напрямки не перетиналися. Запроектовані і побудовані енергоустановки були технічними пристосуваннями, а не повноцінними будинками [51].

В 1973 - 1974 роках настав енергетична криза, країни-експортери нафти перестали її поставляти на західні ринки, одночасно піднявши ціни на цей енергоносій. Європейські країни відреагували на це збільшенням уваги до сфери енергозбереження, включаючи це аспект в проектуванні будинків. «Фахівці Міжнародної енергетичної конференції ООН (МІРЕК) заявили про те, що сучасні будівлі володіють величезними резервами підвищення їх теплової ефективності, але дослідники недостатньо вивчили особливості формування їх теплового режиму, а проектувальники не вміють оптимізувати потоки тепла в будинках» [50].

Напрямок розвитку енергозберігаючих будівель з'явилося як наслідок кризи, воно продовжило своє існування і після подолання негативної фази у розвитку енергетики. «З плином часу змінювався і розширювався об'єкт вивчення - ефективність використання енергії в будівлі» [47].

Умовно можна розділити зміну об'єктів 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 [21].

У світі з'явилася нова тенденція - впровадження в об'єкти ПДЕ. Ця ідея в даний час доводить свою ефективність в реальних умовах. Існують будівлі, які на 10-20% забезпечують себе енергією, в КНР вдалося збільшити цю цифру до 60.

Історія розвитку енергоефективних будівель і поновлюваних джерел енергії порівнянна за своїми хронологічних рамок. Відправною точкою розвитку можна вважати кінець XIX століття (1880-і рр.), В цей час були створені перші дослідні зразки енергогенераторів і новий тип будівель. До 1970-х рр. ці два напрямки не перетиналися. Запроектовані і побудовані енергоустановки були технічними пристосуваннями, а не повноцінними будинками [27], [34].

В 1973 - 1974 роках настав енергетична криза, країни-експортери нафти перестали її поставляти на західні ринки, одночасно піднявши ціни на цей енергоносій. Європейські країни відреагували на це збільшенням уваги до сфери енергозбереження, включаючи це аспект в проектуванні будинків. «Фахівці Міжнародної енергетичної конференції ООН (МІРЕК) заявили про те, що сучасні будівлі володіють величезними резервами підвищення їх теплової ефективності, але дослідники недостатньо вивчили особливості формування їх теплового режиму, а проектувальники не вміють оптимізувати потоки тепла в будинках».

Напрямок розвитку енергозберігаючих будівель з'явилося як наслідок кризи, воно продовжило своє існування і після подолання негативної фази у розвитку енергетики. «З плином часу змінювався і розширювався об'єкт вивчення - ефективність використання енергії в будівлі» [38].

Умовно можна розділити зміну об'єктів 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 [40].

«В основі концепції проектування сучасних будівель лежить ідея того, що якість навколишнього нас середовища безпосередньо впливає на якість нашого життя як вдома, так і на робочому місці або в громадських просторах, що становлять основу наших міст» [44].



Таким чином, передумова більш економно і абсолютно 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. Це положення, в подальшому, лягло в основу таких напрямів в архітектурі як біоніка, біокліматична архітектура, аркологія і т.д. Крім перерахованих передумов (енергетичної та екологічної) найважливішу роль в появі енергоефективних будівель зіграли економіка і техніка [61].

Економічна передумова, бажання отримати при мінімальній площі забудови максимальну загальну площу будівлі, є однією з основ появи енергоефективного будівництва. Енергоефективна будівля являє собою консолідовану, єдину систему, яка включає в себе одну або кілька «якірних» функцій, другорядні функції та супутні елементи обслуговування. Зменшується необхідність будівництва додаткових споруд, для розміщення дрібних орендарів; економиться час людини, якщо місце проживання і прикладання праці знаходяться в одному об'єкті.

Енергоефективна будівля - економічно доцільний об'єкт, головним його мінусом завжди були високі витрати за споживання енергоресурсів. З початком впровадження ПДЕ 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 енергоефективна будівля «Хоум Іншуранс Білдінг» (10 поверхів, висота 55 метрів) було побудовано в Чикаго в 1885 році.(рис.1.) Місто стало забудовуватися подібними об'єктами після пожежі 1871 р який знищив значну його частину [71].

Історія будівництва показує значимість технічної складової при проектуванні, спорудженні та експлуатації енергоефективність будівель. Без розвитку будівельних матеріалів неможливий був би сам факт існування подібних будівель. Енергоефективна будівля - більш складний об'єкт, ніж багатопверхове, що обумовлено комплексом застосовуваних у ньому

технологій. Це доводить важливу роль технічної передумови в появі даного типу об'єктів [84].

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 багатокомпонентним. У процесі формування висотних будівель значимість кожної з перерахованих вище передумов виходила на перший план в різний час. Напочатку розвитку це були економічна і технічна передумови, в подальшому до них додалися енергетична і екологічна.

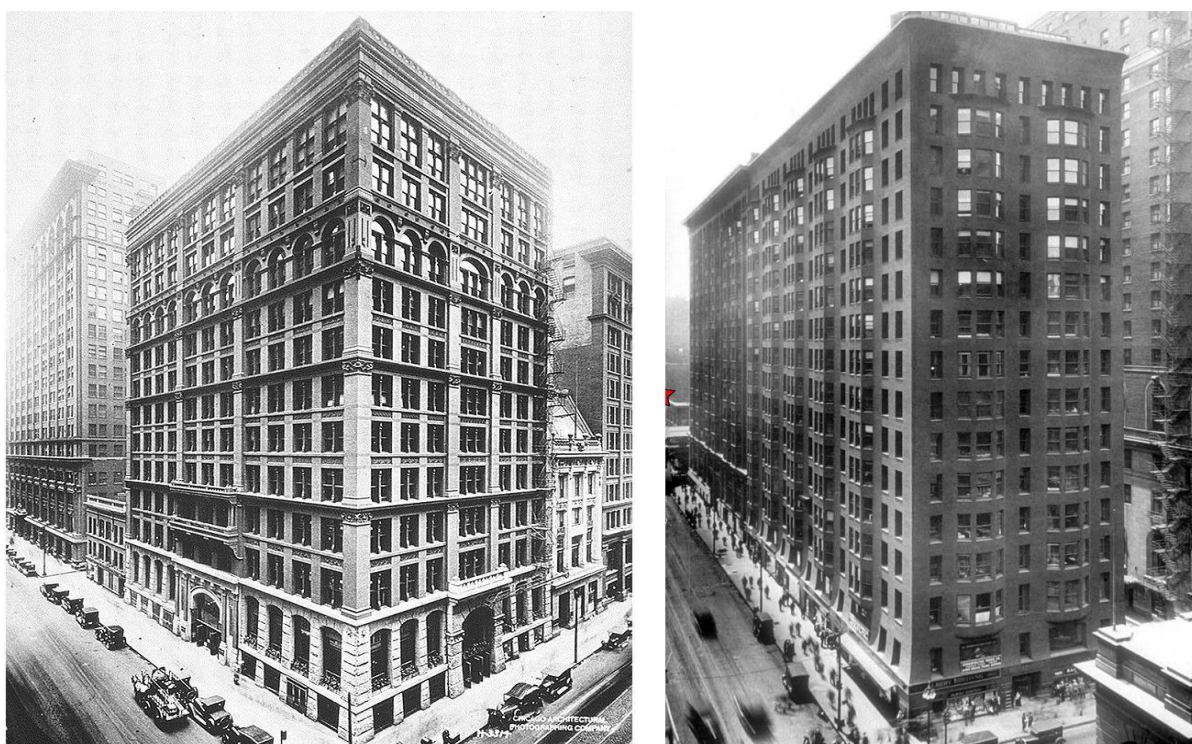


Рис.1. Загальний вигляд будівель «Хоум Іншуранс Білдінг» і «Монаднок Білдінг»

## **1.2 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 [55].

У даній роботі ми будемо розглядати 3 джерела.

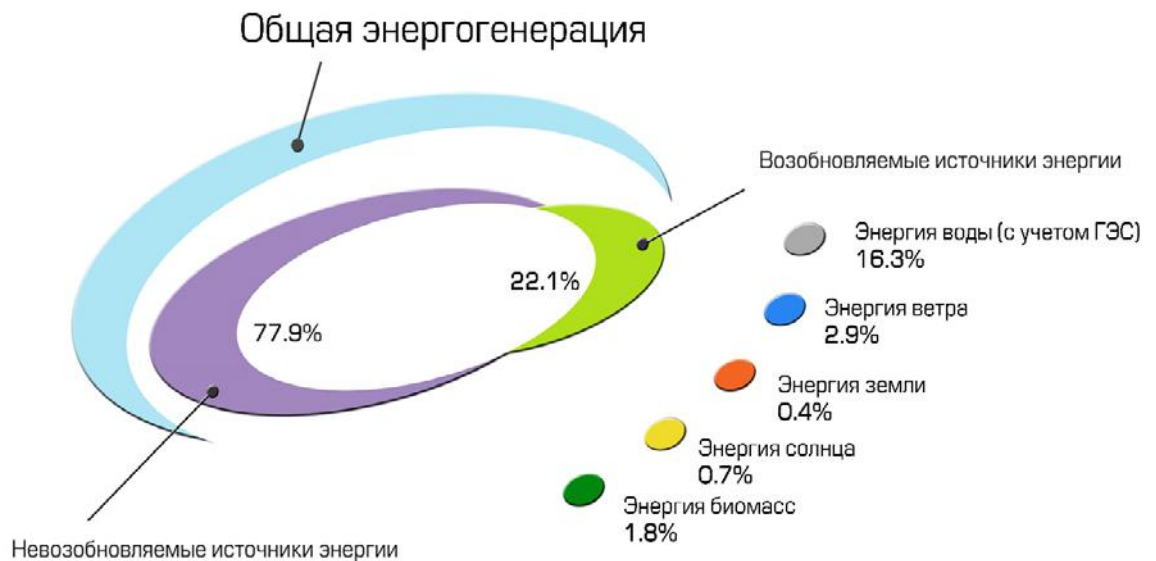


Рис. 2. Частка ПДЕ в енергогенерації в світі за 2015 рік

«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».

Проте, далі розглядатиме 3 джерела: сонце, вітер, земля. Зупинимося на кожному більш докладно.

1. **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 [47].

2. **Енергія вітру** «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» [49].

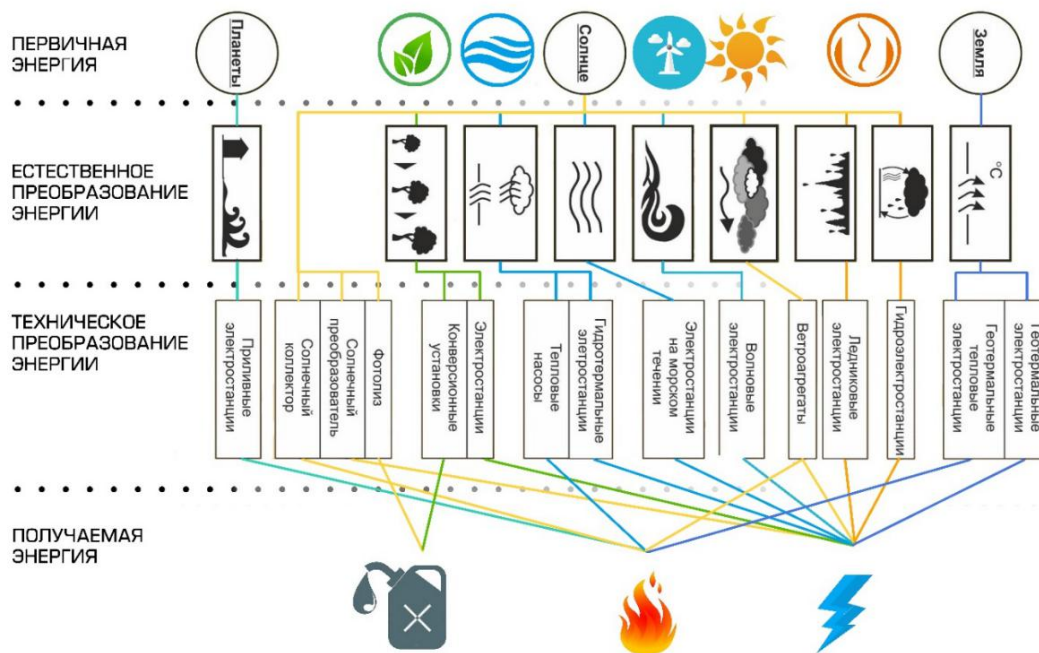


Рис. 3. Види поновлюваних джерел енергії

3. **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» [53].

4. **Енергія землі.** «Ресурси геотермальної енергії поділяються на 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" гарячих породах, становить близько 99% від загальних ресурсів підземної теплової енергії» [47].

5. **Енергія біомаси** «Включає в себе природні і спеціально вирощені рослини і лісу (дрова), відходи тваринництва, птахівництва, рослинництва, відходи переробної харчової промисловості. Особливим видом біомаси є тверді побутові відходи, стічні води міст і населених пунктів, спеціально вирощувані водорості» [66].

Проектування енергоефективних 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. Проект першого

енергоефективного будинку почав здійснюватися в 1972 році в Манчестері, штат Нью-Хемпшир, США. Автори - архітектори Ніколас Ісаак (Nicholas Isaak) і Ендрю Ісаак (Andrew Isaak). Це було федеральне 6-поверхова будівля загальною площею 16350 м<sup>2</sup>, з підземною двоярусною автостоянкою [62].

У цій будівлі було застосовано велику кількість енергоефективних технологій, таких як рекуперація тепла, інтелектуальна система штучного освітлення і ряд інших. Об'ємно-просторове рішення будівлі представляло собою прямокутний паралелепіпед з скошеними кутами.



Рис.4. Перше енергоефективне будівлю в Манчестері, штат Нью-Хемпшир.

Дах будівлі була плоскою, і виступала щодо основного обсягу споруди. На ній були розташовані сонячні колектори.

Спроби використовувати сонячну енергію застосовувалися і набагато раніше. Перші проекти геліоактивності будівель з'явилися в 30-40-х рр. ХХ століття. Серед вдалих прикладів можна відзначити павільйон «Будинок завтрашнього дня» на виставці в Чикаго. Автором є Джордж Кек, який вже в 1933 році експериментував з ідеєю енергопасивних сонячних будинків. У 1980-х роках проектувалися будівлі з геліоколекторами: «Сонячний будинок Міхельсона» (СРСР), «Сонячний будинок Селіванова» (СРСР), «Масаносукє Янгімачі» (Японія) і ряд інших. Ці будівлі були першими спробами впровадити поновлювані джерела енергії в об'ємно-планувальне рішення об'єкта [69].

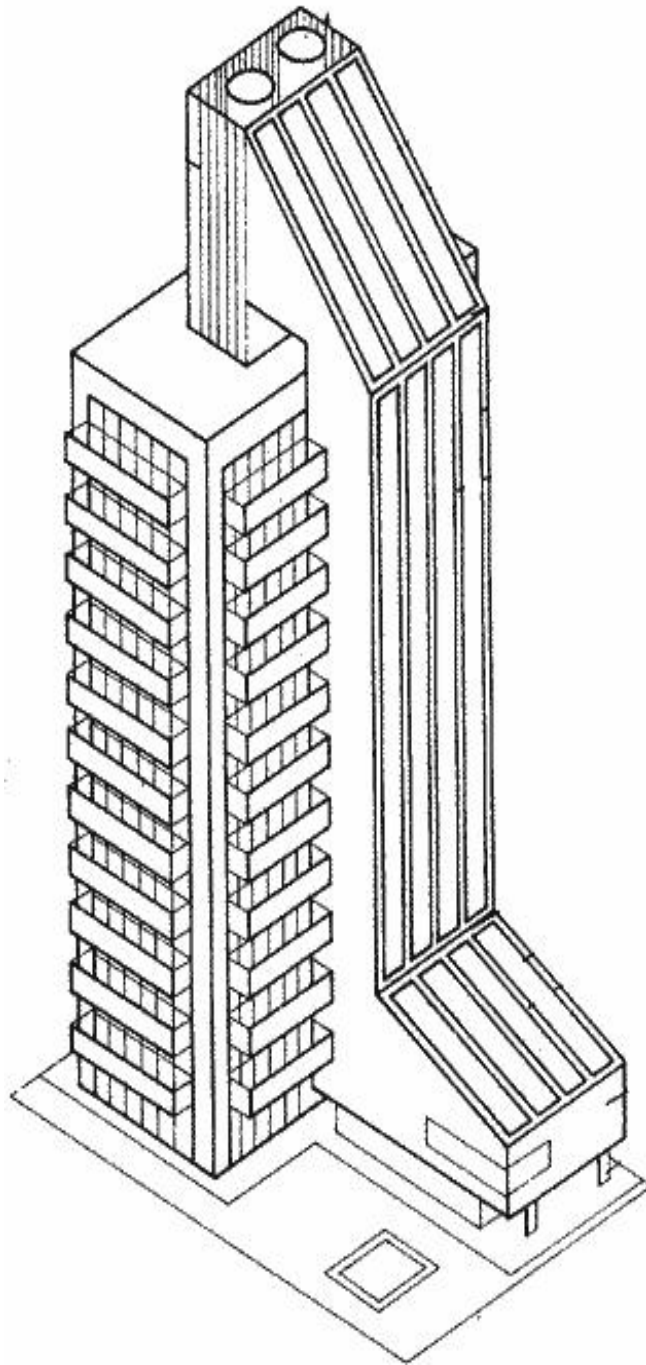


Рис. 5. Ілюстрація до патенту SU 1262016 А1 «Багатоповерхова енергоактивна будівля»

У 1981 році був зареєстрований патент SU 1262016 А1 «Багатоповерхову енергоактивну будівлю». У ньому описано 11-поверхова будівля з плоским сонячним колектором, поєднаним з похилим зовнішнім огорожею [76].

До кінця ХХ століття енергія вітру, води, біомаси та геотермальна енергія вироблялася в основному за допомогою електростанцій. Це такі об'єкти як «Балаклавська Вітроенергостанція», «Саяно-Шушенська гідроелектростанція Паужетская геотермальна енергостанція» та інші.

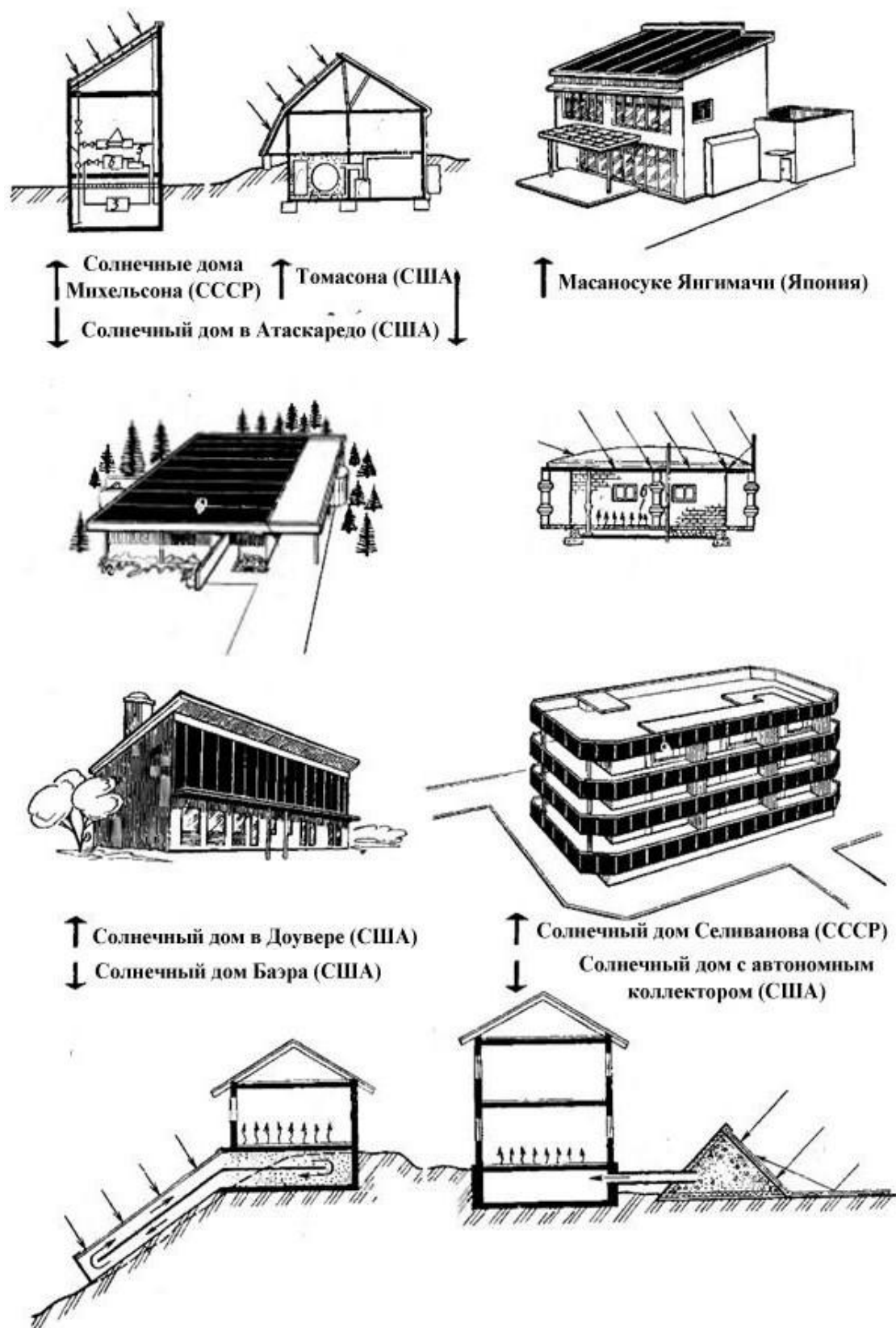


Рис. 6. Перші проекти геліоактивності будівель

Дані споруди мали велике значення для розвитку і вдосконалення сфери відновлюваної енергетики, але вони є інженерними спорудами, тому їх докладний розгляд не входить в межі дослідження [89].

У кінці ХХ століття почався бум будівництва висотних будівель. Одним із знакових об'єктів стало будівлю «Коммерцбанк» («Commerzbank») у

Франкфурті-на-Майні (1997 г.). Його висота становить 259 метрів, висота з антеною - 300 метрів (24-е місце в світі по висоті в той час). Будівля, розроблене студією «Фостер і партнери» («Foster and Partners»), являє собою радикальний перегляд усієї концепції будівництва висотних будівель. «Центральна частина будівлі, в якій зазвичай розташовуються ліфтові шахти, зайнята величезним трикутним центральним атриумом, що проходить по всій висоті будівлі. Кожен поверх має три крила, два з яких виділені під офісні приміщення, а третє є частиною одного з чотириповерхових зимових садів» [90]

У цій будівлі вже була досягнута значна економія коштів при експлуатації, проте, поновлювані джерела енергії ще не були впроваджені. Успішне зведення та експлуатація «Комерцбанку» послужили фактичним доказом реальності споруди висотної будівлі більш низькими витратами, ніж це було раніше. Серед безлічі висотних будівель, запроєктованих і побудованих в період з 2000 по 2014 роки, можна виділити кілька найцікавіших і новаторських для свого часу об'єктів [37].

У 2002 році був зведений житловий будинок «Будівля двадцяти терас» («Twenty River Terrace»), розташований в Нью-Йорку на березі річки Гудзон. Загальна площа енергоефективної будівлі складає - 76 метрів, воно включає в себе 27 поверхів. У будинку більше 280 квартир, розрахованих на проживання 774 осіб [51].

В об'єкті застосовані фотоелектричні панелі, здатні покрити 5% від загальної витрати електричної енергії. Незважаючи на скромний показник по заміщенню споживаної енергії за допомогою відновлюваної енергетики, даний об'єкт продемонстрував реальну можливість і користь від впровадження подібних технологій. Фотоелектричні панелі розміщені на фасаді основного 46-метрового блоку і на даху будівлі. Вони розташовані на одній з п'яти груп простінків і заповнюються собою весь простір з 2 до 14 поверху. При цьому, геоліопанелями облицьована частина стін будівлі, віконні прорізи виконують тільки стандартну функцію. Фотоелектричні панелі створюють на фасаді активний геометричний малюнок, який за колірною гамою перегукується з кольором води затоки Гудзон [77].



У 2008 р був відкритий «Всесвітній Торговий Центр» в Бахреїні («Bahrain World Trade Center») автор проекту - архітектурне бюро «Еткінс» («Atkins»). Кожна з двох 50-поверхових веж має висоту 240 м. «Обидві будівлі з'єднані по висоті трьома мостами завдовжки 31,7м, на кожному з них закріплені вітряні генератори електроенергії з діаметром лопатей 29м. Мости мають спеціальні конструкції, які дозволяють будівлям рухатися на 0,5 м по відношенню один до одного». Архітектурна форма обох веж дозволяє посилити швидкість вітру, що проходить через турбіни, до 30%. Цей комплекс був першим великим об'єктом, що використовують масштабні вітрогенератори. Вони виробляють 11-15% від річного споживання енергії. [68]



Рис. 7. Всесвітній Торговий Центр в Бахреїні.



Рис. 8. Загальний вигляд багатоповерхового будинку в Вест- Енді.

В 2009 році побудований енергоефективний житловий будинок в Вест-Енді. Це багатофункціональний комплекс, що складається з 22 надземних і 5

підземних поверхів. У проекті застосовано сонячний колектор площею 126м<sup>2</sup> і чотири вітрогенератора з діаметром лопатей 3,65 метрів розташовані на даху.

Будинки «Вітрогенератори розраховані на виробництво близько 10 000 кВт · год електроенергії на рік, що становить 1% від повного споживання електроенергії офісної частини будівлі або повне електроспоживання системи ліфтів і елеваторів в будівлі. Цей проект став першим досвідом застосування вітрогенераторів на даху багатоповерхового будинку, розташованого в щільній міській забудові» [36].

Наступним знаковою будівлею стала «Вежа Страта» ( «Strata Tower») в Лондоні (2010 р, автор проекту - архітектурне бюро «Фланаган Лоуренс» («Flanagan Lawrence»)). Вежа має висоту 147 метрів, складається з 42 поверхів.

Основною особливістю висотної будівлі стали розташовані у верхній частині три отвори з енергогенераторам, кожен з яких має діаметр 2,8м. В цілому вони виробляють 50 МВт год енергії, покриваючи 8% потреб об'єкта. «Вбудовані турбіни будівлі мають п'ять, а не три, як це буває зазвичай, лопатей, що дозволяє значно знизити рівень шуму і вібрації. Аеродинаміка конструкції була спланована таким чином, щоб вітер крутив турбіни з максимальною ефективністю протягом усього року» [87].

Будівля за формою нагадує електробритву. Розташовані у верхній частині енергоефективного будинку отвори дозволили створити запам'ятовується і легко впізнаваний силует об'єкта [89].

Функціонально об'єкт представляє собою житлової комплекс з торговими площами, паркувальними місцями і спортивним клубом.



Рис.9. Загальний вигляд висотної будівлі "Вежа Страта". Отвір з енергогенератором у верхній частині об'єкта.

У січні 2010 року в місті Дубаї (Об'єднані Арабські Емірати), було відкрито найвищий будинок у світі "Бурдж-Халі фа" («Burj Khalifa»), архітектурне бюро «Skidmore, Owings and Merrill» («SOM»). Висота об'єкта становить 818 метрів, кількість поверхів - 162. Вежа частково покриває власну потребу в електроенергії (точних даних немає, на стадії проекту планувалася повна енергонезалежність). Для цього використовуються: вітротурбіна діаметром 61 м., розташована в шпилі об'єкта, а також велика кількість сонячних панелей (площа становить 15 000 м<sup>2</sup>), якими облицьовано частину фасадів висотного будинку. Геліопанелі суцільним шаром покривають частину фасаду будівлі, використана технологія, що дозволяє поєднувати в шибці кілька властивостей одночасно. воно здатне перетворювати сонячне світло в електроенергію, зберігаючи прозорість, і відбиваючи надлишки тепла для запобігання перегріву приміщень [59].



Рис. 10. Загальний вигляд будівлі "Бурж Халіфа"

Інший приклад - «Вежа Перлової Річки» («Pearl River Tower»), Гуанчжоу, КНР, архітектурне бюро «SOM», 2013 рік. Вона повинна була стати першим енергетично автономним висотною будівлею. У будівлі використовується велика кількість різних енергогенеруючих і енергоефективних технологій, ось деякі з них:

- використання вентиляваного подвійного фасаду з механізованими жалюзі;
- широкомасштабна інтеграція фотоелектричної системи в південний фасад будівлі;
- віротурбіни, здатні виробляти енергію від будь-яких потоків повітря, що обертаються у всіх напрямках;
- системи рециркуляції повітря, води;
- 50 міні-електростанцій (в контурі будівлі) здатних працювати на гасі, біогазі, дизельному паливі, метані, пропані і природному газі [60].

В реальності об'єкт забезпечує себе 60% необхідної енергії. В об'ємно планувальному рішенні висотного будинку передбачені отвори, для посилення

швидкості руху вітрових потоків. Завдяки цьому даний об'єкт сьогодні є еталоном в аспекті власного енергозабезпечення.

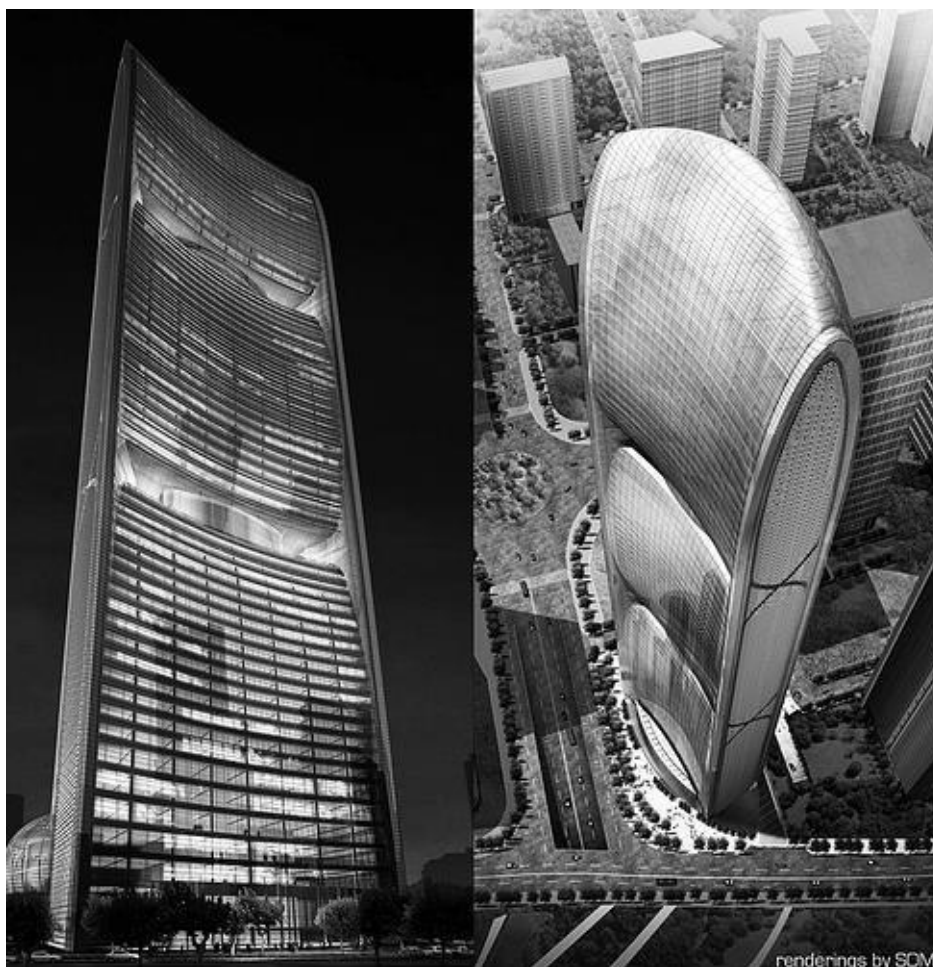


Рис. 11. Загальний вигляд висотної будівлі "Вежа Перлової Річки"

В даний час можна виділити кілька проектів енергоефективних будівель з поновлюваними джерелами енергії з високим відсотком самозабезпечення енергій. Компанія «Еткінс» («Atkins») розробила для Дубаї (ОАЕ) офісне висотна будівля «Маяк» («Lighthouse»). Запроектовано будівля висотою 400 метрів, яке буде споживати електроенергії на 60-65% менше в порівнянні з об'єктами, що мають схожі об'ємно-просторові параметри. Це буде досягнуто застосуванням трьох вітротурбін діаметром 29 метрів (потужність кожної складе 225 кВт) і 4 тис. Фотоелектричних панелей, розміщених на південному фасаді висотного будинку. [44] Особлива конструкція лопатей вітрогенераторів дозволить їм пристосовуватися до вітрових потоків для досягнення максимального ККД. У висотній будівлі планується розміщення атріумів з системою вертикальних садів.



Рис. 12. Загальний вигляд будівлі "Маяк"

«Бурж Аль-Таква» («Burj Al-Taqa») - вежа, запроектована для ОАЕ, німецьким архітектором Екхард Гербером висотою 322 метри (68 поверхів). У ній буде реалізовано декілька десятків сучасних технологій. Найважливішими з них є: природне кондиціонування приміщень, як за допомогою вітру з зовнішнього фасаду, так і з центрального атриуму; вступник повітря буде попередньо охолоджуватися через фільтри з морською водою; спеціально розробленої вакуумне скління повинно бути на 60% ефективніше сучасних технологій; обертається екран, який займає 1/6 частину будівлі, може забезпечити тінь і в той же час, на ньому встановлені фотоелектричні панелі, для виробництва електроенергії; на вершині будівлі встановлена вітрова турбіна. Висотна будівля споживатиме на 60% менше енергії, ніж зіставні з ним аналоги [47].



Рис. 13. Загальний вигляд будівлі «Бурж Аль-Таква»

Вежа «Голка», спроектована в Тайванській гавані командою з IALab Тайванської Університету. «Зелена» вежа буде використовувати кілька передових технологій: опріснення морської води, генерацію енергії за рахунок вітру і сонця та переробку відходів порту. Фасад будівлі планується покрити водоростями, які за рахунок сонця і кисню будуть виробляти біопаливо [72].

«Небесна село Бангарам» - модульний гексагональний висотний комплекс-сад проект молодого архітектора Джосефіна Тернер з Австралії. Основою модуль - трикутник. Формування комплексу відбувається шляхом комбінування і поєднання цієї форми. Вона взята з-за геометричною жорсткості елемента і можливості розміщення в ньому необхідних приміщень. Для з'єднання модулів між собою архітектор запропонувала використовувати хрестоподібні вузли, які мають назву «павукові зчленування». Подібна система дозволяє створювати вежі різної конфігурації і висоти [53].

Переміщення між корпусами комплексу може здійснюватися по «містах», якими вони з'єднані на різній висоті. Функціонально енергоефективний комплекс містить в собі житлову, торговельну, туристичну та сільськогосподарську функції. У ньому запроєктовані вітроустановки і сонячні електростанції.



Рис. 14. Загальний вигляд комплексу «Небесна село Бангарам»

Розглянуті проекти і будівлі дозволяють виділити тенденцію зміни об'ємно-просторових рішень висотних будівель при використанні поновлюваних джерел енергії. Спочатку свого розвитку це були будівлі простої форми, в яких були використані енергоустановки. При цьому вони не були інтегровані в архітектурне рішення об'єкта, а були присутні як елемент інженерно-технічного рішення висотного об'єкта. З плином часу, удосконалювалися технології перетворення енергії, наростала необхідність зниження витрат на енергозабезпечення таких об'єктів. [40] Це призвело до того, що в архітектурі останніх проектів використовуються поновлювані джерела енергії як частина об'ємно-планувального і художнього рішень енергоефективних будівель. Крім різних особливостей, пов'язаних з характеристиками огорожуючих конструкцій,

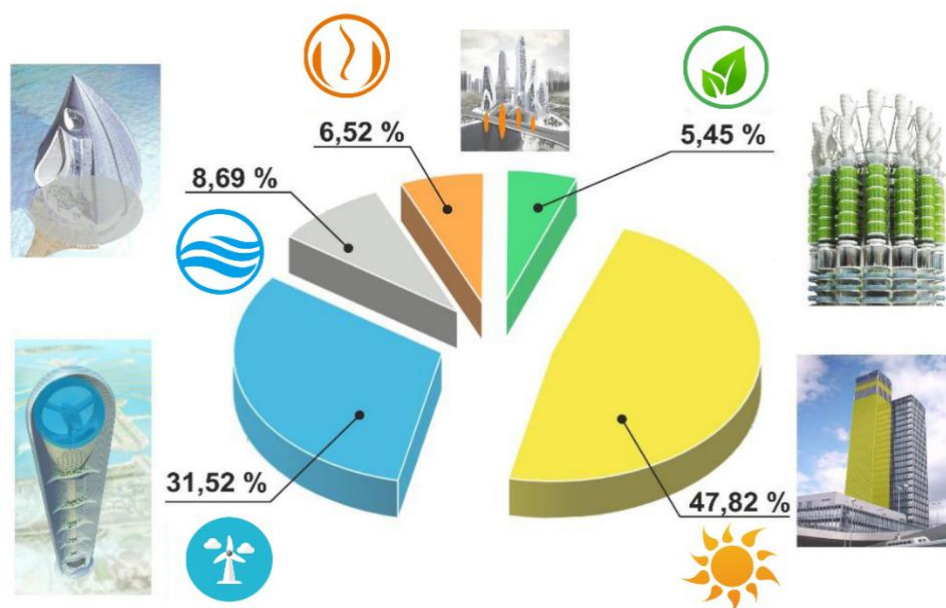


систем опалення та вентиляції важливим для нас моментом є застосування теплонасосної установки для гарячого водопостачання, що використовує тепло ґрунту і повітря, що видаляється вентиляційного повітря. У зарубіжній практиці нечасто в висотному будівництві застосовується обладнання, що використовує енергію землі, в цьому плані, це досить унікальний об'єкт. Застосування даного поновлюваного джерела впливає на планувальне рішення будівлі, не зачіпаючи об'ємно-просторового рішення. В результаті здійснення проекту за розрахунками фахівців головною науковою організацією НП -АВОК вдалося знизити втрати енергії будівлі на 34%, а економія енергії в порівнянні з базовим будинком склала 45,5%.[12]

Для виявлення функціонального складу і пріоритетів в застосуванні відновлюваних джерел енергії було розглянуто 55 висотних будівель і проектів. Для зручності і наочності аналізу всі дані були зведені в 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%;

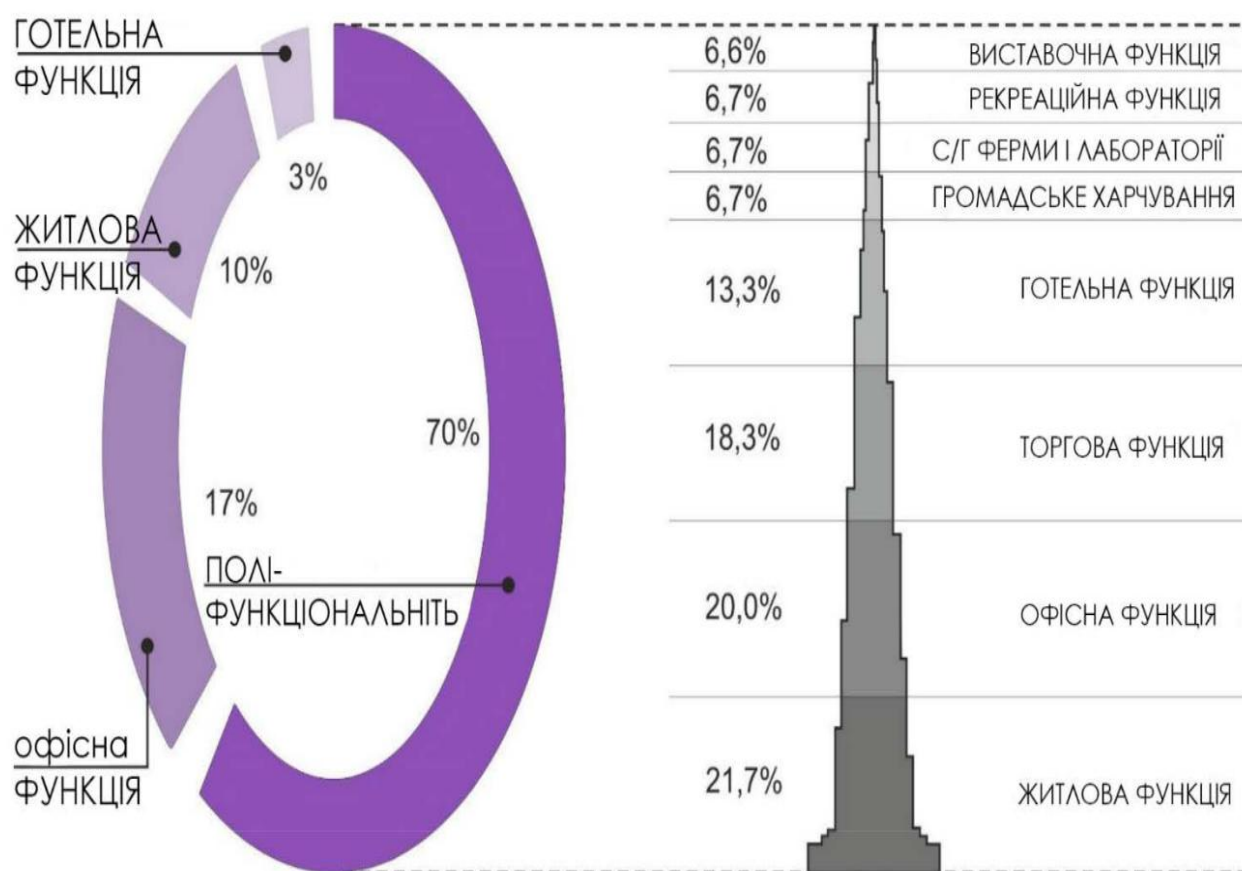
#### ПРОЦЕНТЕ СПІВВІДНОШЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ПДЕ У СВІТІ



- для виявлення взаємозв'язку функціонально-планувального рішення висотної будівлі і вибору ПДЕ визначено їх функціональний склад: багатофункціональні будівлі - 70%, офісна функція - 17%, житлова - 10%,

готельна - 3%. 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%. [30]

## СПІВВІДНОШЕННЯ ІСНУЮЧИХ ФУНКЦІЙ У ВИСОТНИХ БУДІВЛЯХ. ЧАСТКА І ЧАСТОТА ЗАСТОСУВАННЯ ФУНКЦІЙ В БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОМУ ОБ'ЄКТІ



### 1.3. Основні тенденції та актуальні проблеми в проектуванні і будівництві енергоефективних будівель з поновлюваними джерелами енергії

Висотні будівлі, в силу свого масштабу, часто критикуються, що породжує в суспільстві масу об'ґрунтованих і не дуже «міфів» про їхні характеристики, системах, здоров'я людей, що знаходяться в них. Виходячи з аналізу зарубіжного

і вітчизняного досвіду проектування і експлуатації висотних будівель, були виділені актуальні тенденції та проблеми:

1. **Високе енергоспоживання.** Енергоспоживання висотних будівель можна порівняти із забезпеченням енергією невеликого населеного пункту. Будівля «Страхової компанії КНР» («Headquarter of China Insurance Group») витрачає 4166 т.у.п. в рік, «Коммерцбанк» («Commerzbank») - 5 380 т.у.п. / Рік, «Вежа Сірс» («Sears Tower» / «Willis Tower») - 10 411 т.у.п. / Рік, "Бурж Халіфа" («Burj- Khalifa») 53 801 т.у.п. / Рік. Для порівняння енергоспоживання малого міста (наприклад, Ярцево) - 108 877 т.у.п. / Рік, великого міста (Смоленськ) - 1 905 000 т.у.п. / Рік, найбільшого міста (Москва) - 28 239 000 т.у.п. / Рік (рис13).

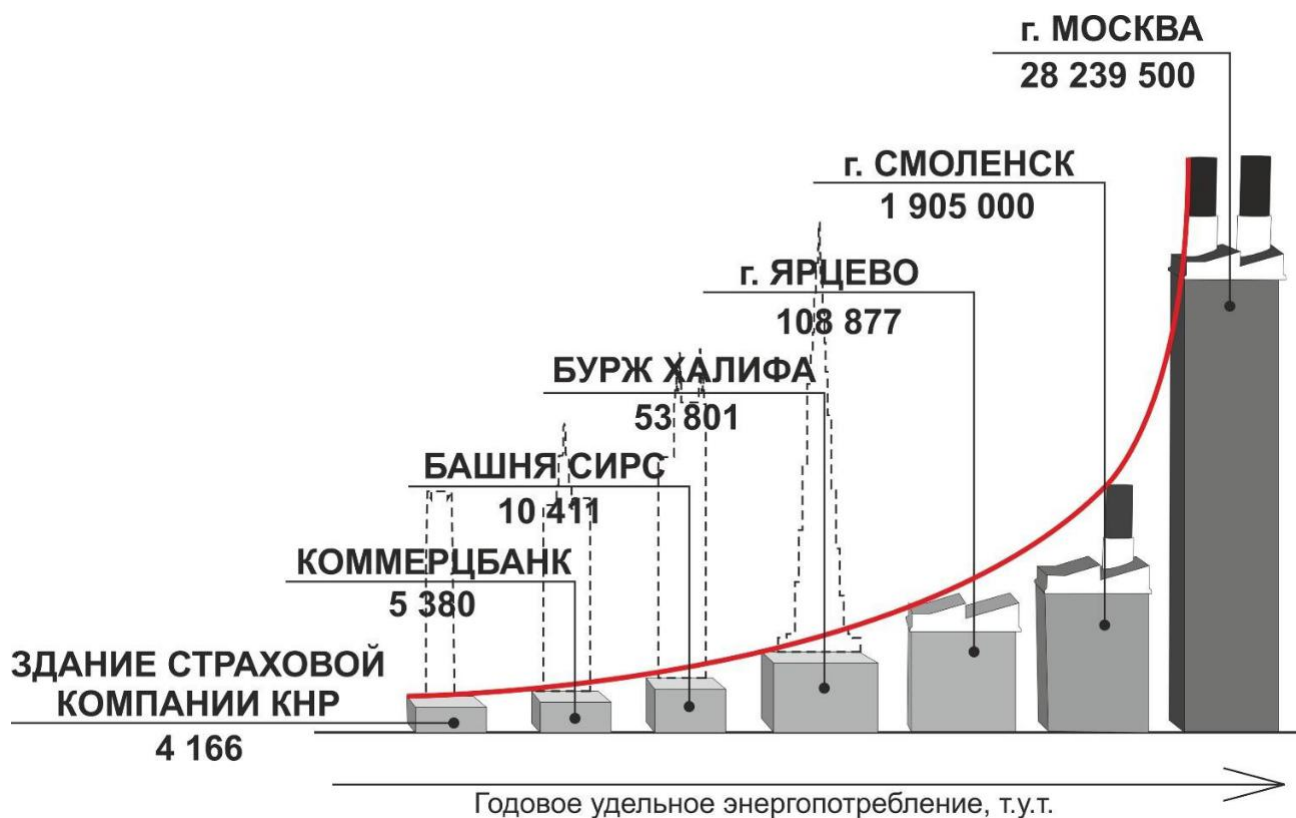


Рис. 13. Порівняння енергоспоживання висотних будівель і міст (За Досліджень Семікін П.П.)

Дані свідчать про те, що сучасні енергоефективні будівлі фактично стають «вертикальними містами», наближаючись за обсягом споживаних ресурсів до звичайних міст. Рішенням цієї проблеми може стати впровадження технологій, які використовують відновлювані джерела енергії, а також систем, що дозволяють знизити енергоспоживання (рекуперація тепла, використання подвійного фасаду інтелектуальні системи освітлення і клімат-контролю) [68].

## ВИСНОВКИ ДО ПЕРШОГО РОЗДІЛУ

1. На стику ХХ-ХХІ століть з'явився новий тип будівель – енергоефективна житлова будівля. Сьогодні «середній» об'єкт за витратами енергії можна порівняти з невеликим населеним пунктом. Тому включення ПДЕ в структуру енергоефективних будівель стало закономірним етапом їх розвитку. Це дозволяє створювати будівлі з більш виразним архітектурним виглядом, а також скоротити кількість шкідливих викидів, одержуваних при застосуванні традиційних джерел енергії і мінімізувати збиток, що наноситься природному середовищу.

2. У наслідок аналізу розвитку ПДЕ, енергетичних парадигм і висотних будівель за кордоном виявлено 10 етапів, що охоплюють часовий відрізок з 1880 по 2020 рр. Точкою відліку можна вважати кінець ХІХ століття. В цей час в Чикаго стали з'являтися висотні будівлі, а в Європі - експериментальні установки, що працюють на поновлюваних джерел енергії. До 1930-го року тривав перший етап розвитку світової енергетики. Час дослідно-конструкторських розробок, конструювання енергоустановок, при відносно невисокому споживанні енергії людством. Енергоефективне будівництво переживало період становлення в Чикаго. 1930 по 1990 рр. - другий цикл розвитку світової енергетики. Характерний тим, що перед людством постала проблема виснаження традиційних природних джерел енергії (нафта, вугілля, газ). Стали з'являтися будівлі, в тому числі висотні, з інженерним обладнанням, що дозволяє перетворювати енергію з відновлюваних джерел. Енергоефективні будівлі в той час являли собою «експериментальний майданчик», на якій проходили апробація різного роду рішення і технології.

Починаючи з 2000-х років потреби людства в області енергії почали рости в геометричній прогресії. Збільшені поставки сировини в країни-споживачі, підвищені темпи вироблення родовищ, зростання енергоспоживання висотних будівель, весь цей комплекс чинників стимулював розвиток і вдосконалення процесу перетворення відновлюваної енергії. Установки стали впроваджуватися безпосередньо в будівлі, забезпечуючи їх енергією на 10-30%. Архітектура

висотних будівель отримала новий виток у розвитку, при впровадженні ПДЕ. Даний напрямок активно розвивається в даний час.

3. Визначено відсоткове співвідношення застосування ПДЕ в енергоефективних будівлях: енергія сонця - 47,82%, вітру - 31,52%, води - 8,69%, землі - 6,52%, біомаси 5,45%.

4. Розглянуті проекти і будівлі дозволяють виділити тенденцію зміни об'ємно-просторових рішень висотних будівель при використанні ПДЕ. Прикладом можуть служити енергоефективні будівлі, що дозволяють збільшити швидкість вітру, шляхом включення в об'ємно-планувальне рішення вертикальних, горизонтальних отворів, будівництва декількох корпусів комплексу для створення «пастки» для вітру; або енергоефективного комплексу, з похилими поверхнями, подвійними фасадами (включаючи динамічні) мають впорядковану геометричну «текстуру» за рахунок застосування фотоелектричних панелей.

5. Діюча система правил і стандартів не забезпечує необхідну нормативну базу для проектування енергоефективних житлових комплексів з ПДЕ, а лише встановлює параметри мікроклімату і контроль нормованих теплотехнічних і енергетичних параметрів при експлуатації будівлі. Норми, які регламентують проектування та будівництво енергоефективних житлових комплексів, носять одиничний або індивідуальний характер, визначаючи стандарти для багатоповерхових будівель на регіональному або міському рівні. У зв'язку з великою протяжністю території і різноманіттям природно-кліматичних умов України має великі запаси відновлюваної енергії. Затвердження державних стандартів на поновлювані джерела енергетики свідчать про активний розвиток даної сфери в Україні.

## РОЗДІЛ II.

### ОСОБЛИВОСТІ АРХІТЕКТУРИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ (БУДІВЕЛЬ) ІЗ ПОНОВЛЮВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

При проектуванні енергоефективних будівель (і будівель в принципі) існує сукупність рішень, які є в кожному об'єкті. До них відносяться: містобудівне, об'ємно-планувальне, функціонально планувальне, архітектурно-художнє, конструктивне, інженерне рішення. Якщо в проекті застосовуються ПДЕ, то вони впливають на перераховані аспекти, ступінь якого - різна. Найбільш масштабний вплив, що зачіпає всі види рішень об'єкта, надають енергоустановки на основі вітру і сонця. Це обумовлено тим, що інженерне обладнання для перетворення даних ПДЕ може розміщуватися вбудь-якій частині будівлі, навіть на прилеглій до об'єкту території. Далі слідують установки, що перетворюють енергію води в електричну, які впливають на містобудівне, функціонально-планувальне, архітектурно-художнє, інженерне рішення. Найбільш поширений тип установок - приливні електростанції. Розміщуватися вони можуть тільки в нижній частині об'єкта. Вимагають наявності акваторії, тобто прибережного розташування будівлі і серйозним чином не відбиваються на об'ємно-планувальному рішенні. Інженерне обладнання, що дозволяє перетворювати енергію біомаси та землі також має незначний вплив на зовнішній вигляд висотних будівель, відбиваючись на функціонально-планувальному, інженерному і у випадку з біомасою, ще й містобудівному рішеннях. Дані висновки були зроблені виходячи з наявного світового досвіду впровадження інженерних пристроїв в реальному будівництві та їх технологічні особливості ПДЕ, таких як необхідність постійного підвезення сировини, як у випадку з енергією біомаси. [78]

#### **2.1 Фактори формування та критерії оцінки енергоефективних будівель з поновлюваними джерелами енергії**

У першому розділі були виявлені 4 основних передумови, що зробили великий вплив на появу і розвиток енергоефективних житлових комплексів (будівель): економічна, енергетична, технічна та екологічна. Надалі, вони

ускладнилися і перетворилися в ряд чинників, що впливають на формування енергоефективних житлових комплексів з ПДЕ [22].

#### Містобудівні фактори:

1) *Територіальна організація ділянки.* Незважаючи на вертикальну розвиненість енергоефективних будівель спочатку вони сприймаються з рівня людського зросту. Дуже важливими є прийоми по створення продуманого ландшафту прилеглої до об'єкта території. Для енергоефективних житлових комплексів, в яких розташовуються квартири, створюють фірмовий стиль і індивідуальний логотип, останній часто відтворюється поруч з об'єктом за допомогою зелених насаджень і малих архітектурних форм. Іншим варіантом може бути формування ефектною графічної композиції з контрастними елементами. Також можливо плавне «перетікання» будівлі з висоти безпосередньо на прилеглу ділянку. Грамотна робота поверхнями різного рівня (виступаючі або западають елементи, шаблі, пандуси) і текстурами дорожнього покриття здатна доповнити загальний архітектурний задум об'єкта і «зв'язати» його з рівнем землі [31].

*Оптимізація транспортно-пішохідної мережі.* Більшість сучасних енергоефективних житлових комплексів - багатофункціональні об'єкти. Крім продуманої роботи вертикальних комунікацій, необхідно передбачити окремі підходи до входних груп якірних функцій. Наприклад, «Всесвітній Торговий Центр» в Шанхаї має окремі входи для офісної, готельної, житлової функцій та дорогу для в'їзду на парковку, а також кілька під'їздів для доставки вантажів в будівлю. Загальна організація ділянки забезпечує мінімальне перетин шляхів руху пішоходів і автомобілів, незважаючи на те, що вони знаходяться в одному рівні. При зведенні енергоефективних житлових комплексів необхідно проводити перерахунки всієї транспортної системи міста, для збереження допустимої проникної здатності доріг і магістралей. Набирає популярність стає рішення, що дозволяє розвести потоки людей і машин. Йдеться про створення «другого поверху» - додаткового простору, піднятого щодо рівня землі на 4-5 метрів, яке призначене для пішоходів. Автомобілям залишається дорога і вся інфраструктура внизу. Даний підхід може бути використаний для створення

виразного архітектурного рішення об'єкту. Стилосатна частина висотного будинку об'єднується з рівнем землі, з'являється можливість розміщення функцій, відкритих для городян, в силу раціонально організованою транспортно-пішохідної мережі [37].

3) *Вписування об'єкту в навколишню забудову.* Сучасні міста дуже швидко розвиваються. Зносяться старі будівлі, на їхньому місці зводять нові. У випадку з висотними об'єктами особливо важливо грамотно вписати їх в існуючу забудову. Значну роль при цьому грає архітектурне рішення стилосатної частини, як найбільш близькою по поверховості до оточуючих будівель. Енергоефективна будівля є візуальною домінантною, тому форма його силуету повинна бути пізнавана здалеку і служити орієнтиром для городян. Ефектним рішенням може стати будівництво подібного будівлі на перетині кількох доріг, або зведення об'єкта недалеко від в'їзду в місто, як «візитної картки» [40].

#### Архітектурні фактори:

1) *Функціонально-планувальне рішення.* Це впливає на доступність функцій в об'єкті і взаємозв'язку між ними. Крім загального функціонального наповнення шикуються також окремі технологічні «ланцюжка» такі як місця громадського харчування з повним циклом приготування продукції, магазини, що виробляють та реалізують товари (пекарні, сувенірні лавки). Кожна функція співвідноситься з необхідними площами приміщень. Здійснюється зонування кожного поверху і загальне вертикальне функціональне зонування, що особливо значимо в висотній будівлі [48].

2) *Об'ємно-планувальне рішення.* Розміщення приміщень в обсязі будівлі і визначення їх параметрів - форми, висоти, ширини і т.д. Це побудова внутрішньої структури об'єкта в момент встановлення функціонально-планувальне рішення. Компонування вузла вертикальних комунікацій, виявлення допустимої глибини приміщень, можливість впровадження атриуму в його структуру, застосування поверхів з кутом повороту і т.д. Визначення основних характеристик приміщень таких як необхідність інсоляції, можливість створення дворівневих просторів. Створюється об'ємно-планувальне рішення, що враховує розміщуються функції, фактично це набір просторів-«Кубиків», які



перетинають лінії вертикальних комунікацій. Це рішення визначає загальні габарити висотної будівлі, але практично не відбивається на його зовнішньому вигляді. [27]

*Об'ємно-просторове вирішення.* Побудова зовнішньої форми обсягу будівлі, об'ємної композиції. Це рішення включає в себе два попередніх і визначає візуальну складову висотного об'єкта. Можливо надання загальної форми, що знижує вплив вітрових потоків, для запобігання коливань на верхніх поверхах. Іншим варіантом є пристрій отворів для посилення швидкості вітру і установки відповідних енергогенераторів. прикладів є енергоефективна будівля «Pearl River Tower», в Гуанчжоу[59].

Природно-кліматичні чинники:

1) *Кількість сонячних днів в році.* Визначається загальна тривалість годин сонячного сяйва на рік. Іншою важливою характеристикою є кількість сонячної енергії, що падає на 1 м<sup>2</sup> поверхні. Ці параметри показують наскільки раціональним

є застосування в даній місцевості геліоенергоустановок.



Рис. 15. Загальний вигляд висотної будівлі «Pearl River Tower»

2) *Повторюваність, напрямок і швидкість вітрових потоків.* Характеристики визначаються за допомогою рози вітрів. Вона показує також і сезонність вітрів. Сукупність параметрів дозволяє застосувати певний тип вітрогенераторів і найбільш грамотно вписати його в об'ємно просторове рішення енергоефективної житлової будівлі. [83]

*Наявність геотермальних джерел.* Визначається за допомогою геологічних вишукувань або відповідної карти. Залежно від отриманих результатів встановлюється доцільність застосування даного ПДЕ. Слід враховувати, що при будівництві енергоефективних комплексів будівель часто використовується свайне поле, тому потрібно заздалегідь передбачити коректне розташування гео-, гідротермальних свердловин. [81]

#### Соціально-економічні:

1) *Наявність зацікавлених фінансових структур.* Енергоефективна будівля завжди зводяться на кошти конкретних Замовників. Ними можуть виступати великі корпорації («Штаб-квартира Міжнародної Фінансової Корпорації», КНР), держави, міста («Вежа Шанхай», КНР) або окремі фізичні особи («Вежа Трампа», США). У зв'язку з високими фінансовими витратами, як правило, в енергоефективна будівля інвестують кошти кілька великих девелоперів, які визначають якірних орендарів в майбутньому. [46]

2) *Соціальних комфорт середовища проживання.* Йдеться про житловій інфраструктурі. Енергоефективна будівля - «вертикальний місто», який для свого жителя створює комфортні умови: перукарня, прання та хімчистка, магазини, навіть театри. Всі ці установи розміщуються в сучасних об'єктах, для того, щоб людина могла реалізовувати власні потреби. Крім того, варіюється рівень комфортності самих житлових приміщень. Залежно від фінансових можливостей кожна людина може знайти підходяще по класу житло. [47]

3) *Зменшення споживання енергії з міських мереж.* Використання ПДЕ дозволяє частково покривати енергозатрати об'єкта. Це зменшує навантаження на загальноміські мережі і дозволяє економити фінансові кошти

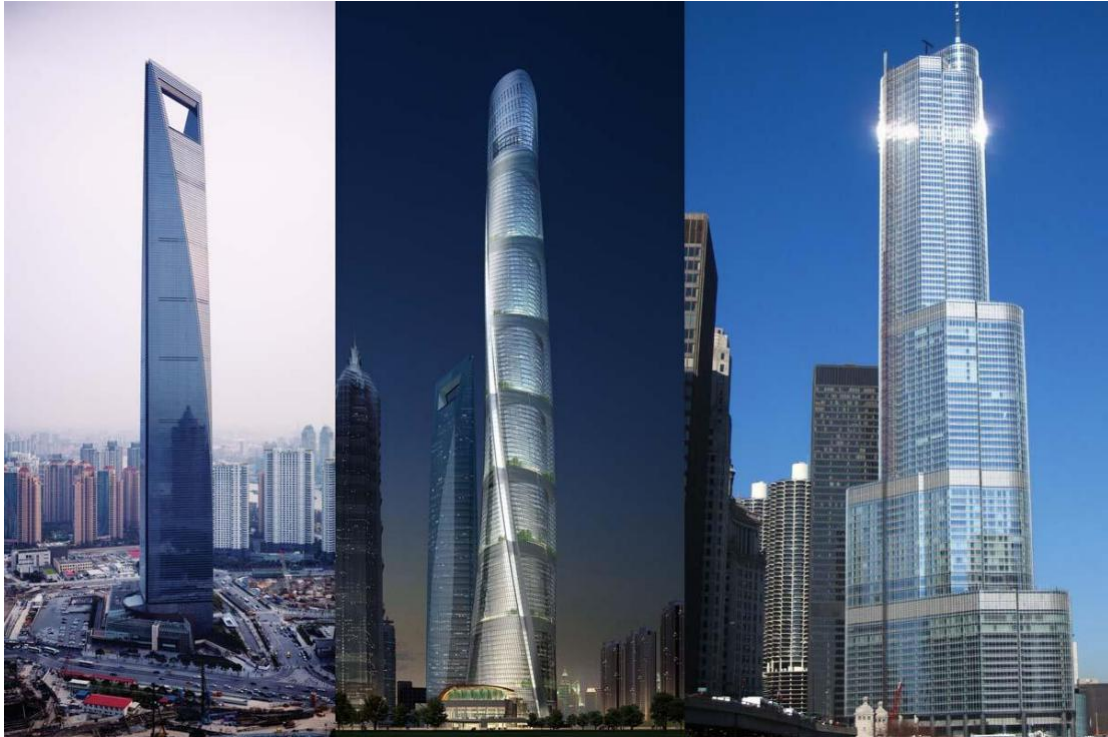


Рис. 16. Зліва направо: «Штаб-квартира Міжнародної Фінансової Корпорації», «Вежа Шанхай», «Вежа Трампа»

4) *Термін окупності енергосистеми і об'єкта в цілому.* Ці показники розраховуються на перших стадіях проектування висотної будівлі. Термін окупності об'єкта залежить від його класу, престижності місця розташування, орендарів. «Середньосвітовий показник - близько 15 років». Терміни окупності енергосистем з ПДЕ коливаються в межах 10-15 років. Таким чином, їх застосування в висотній будівлі виправдано, навіть з точки зору збігу часу повернення вкладених коштів. [37]

#### Інженерно-технічні:

1) *Застосування ПДЕ.* Використання в енергоефективній будівлі інженерного устаткування що працює на енергії сонця, вітру, води, землі і біомаси. У деяких випадках виправдано спроектувати об'єкт так, щоб архітектурне рішення максимально підсилювало вироблення одного джерела енергії. Наприклад, при постійних панівних вітрах логічно використовувати їх в більшій мірі, ніж інші джерела. Інший варіант - вертикальна сільськогосподарська ферма, гармонійної частиною якої може служити установка, для переробки біомаси. [29]

*Енергетична система комбінованого типу.* Це не просто підсумовування традиційної енергосистеми об'єкта і ПДЕ. Основна ідея - отримання енергії з різних

джерел, при певних умовах. Наприклад, якщо ми нагріваємо воду за допомогою сонця, то логічно її пустити в опалювальну систему, а не використовувати в санвузлах, через малу кількість. Якщо у енергоефективному житловому комплексі встановлені постійно працюють вітрогенератори, розумно буде жити від них енергозберігаюче освітлення, а для інших потреб використовувати енергію з традиційних джерел. [71]

#### Екологічні:

1) *Зниження кількості шкідливих викидів в атмосферу.* При спалюванні традиційних видів палива виділяються шкідливі речовини. Заміщаючи їх в енергобалансі будівлі поновлюваними джерелами, можна зменшити відсоток викидів в атмосферу.

2) *Застосування екологічних матеріалів і технологій.* Подібна практика все більше поширюється при зведенні висотних будівель за кордоном. Максимально захищається ділянку будівництва, щоб не руйнувати сформований рельєф місцевості. Застосовуються не автомобільні або рейкові крани, в сучасні рішення, які прикріплюються до несучих конструкцій будівлі і дозволяють виробляти монтаж верхніх поверхів. Використовуються вдруге перероблені матеріали, наприклад, арматура або металеві конструкції, пристрої для виконання будівельних робіт (троси, опалубка), створені на базі вторсировини. [57].

3) *Взаємозв'язок природного і штучного середовища.* Проживання на верхніх поверхах висотної будівлі дозволяє отримати доступ до ефектним видів з вікон, однак, позбавляє контакту людини з землею, зеленими насадженнями. Проектувальники вирішують цю задачу за допомогою пристрою мережі зелених садів всередині будівлі. У багатьох роботах Кена Янга (архітектор, прихильник біокліматичного і екологічного підходів) простежується принцип «зеленої спіралі»: «всередині висотної будівлі створюється система зелених садів, що йдуть по всій його висоті з поворотом через кожні 3-4 поверху». У стилобатной частині спіраль, перетворюється в довгий озеленений відрізок, який плавно «входить» в природний ландшафт. Створюється ілюзія того, що будівля «виростає» з існуючих зелених насаджень з рівня землі. [63]

Виявлені групи факторів визначають характеристики висотних будівель з ПДЕ за шістьма основними напрямками. Найбільш важливими є містобудівні, архітектурні, природно-кліматичні та інженерно-технічні фактори. Ці групи впливають на майбутнє архітектурне рішення об'єкта. [45]

Розроблено критерії оцінки архітектурних рішень висотних будівель з ПДЕ. Вони спираються на архітектурний і інженерно-технічний фактори.



Рис. 17. Загальний вигляд «Вежі Чонгкінг».

Критерії дозволяють здійснювати оцінку різних характеристик висотних будівель за бальною шкалою. Чим вище бал, тим більш складні і сучасні рішення застосовані в об'єкті. Параметри для оцінювання були розбиті на чотири групи.

1. Використання ПДЕ. Найбільш очевидна характеристика. Кількість одержуваних будівлею балів відповідає застосовуваним джерел енергії.

2. Об'ємно-планувальне рішення.

- Висота об'єкта. Взяті критерії висотності «Всесвітньої ради з висотних будівель і міського середовища». Чим вище будівля, тим більше кількість балів. Максимально - 3 бали.

- Поворот поверху. Цей параметр дозволяє вловлювати висхідні вітрові потоки, а також може збільшувати площу освітлюється сонцем поверхні фасаду. Критерій дозволяє оцінити ступінь повороту плану поверху щодо осі. Можливий максимум  $>15$  градусів. Форма плану. За допомогою розвиненої форми плану можлива реалізація оригінального архітектурного рішення висотної будівлі. У складний, порізаний план складніше вписати необхідні функції, вузли

комунікацій та інші елементи. Велика площа поверхні фасадів дозволяє реалізувати більший потенціал ПДЕ. [69]



Рис. 18. Загальний вигляд проекту «Вежа Страта» в ОАЕ

*Об'ємно-просторове вирішення.*

- Отвори для посилення швидкості вітрового потоку. «При відношенні діаметрів вхідного і вихідного отворів конфузора 8-10 ... коефіцієнт посилення конфузора по швидкості повітряного потоку складе 5,0-5,5».

«Конфузора - профільований звужується канал, в якому дозвукова швидкість рідини або газу зростає в результаті перетворення потенційної енергії в кінетичну». Таким чином, отвори в висотній будівлі можуть бути застосовані для посилення вітру. Їх впровадження в об'ємно-просторове рішення здатне істотно збільшити швидкість вітрового потоку. [36]

- Ветроулавлівающая форма будівлі. На англійську мову перекладається як «Wind-catcher» - «ловець вітру». За кордоном будівлі цього типу проектуються з різними об'ємно-просторовими рішеннями, але підлеглими мети.

«Зловити» і направити потоки вітру. Висотні об'єкти можуть мати форму спіралі, гіперболоїда, свердла і т.д. Можливий варіант застосування вітрогенераторів посилення потоків за допомогою двох частин одного висотного комплексу. Будинки розміщуються таким чином, щоб посилювався проходить через простір між ними потік вітру. [57]

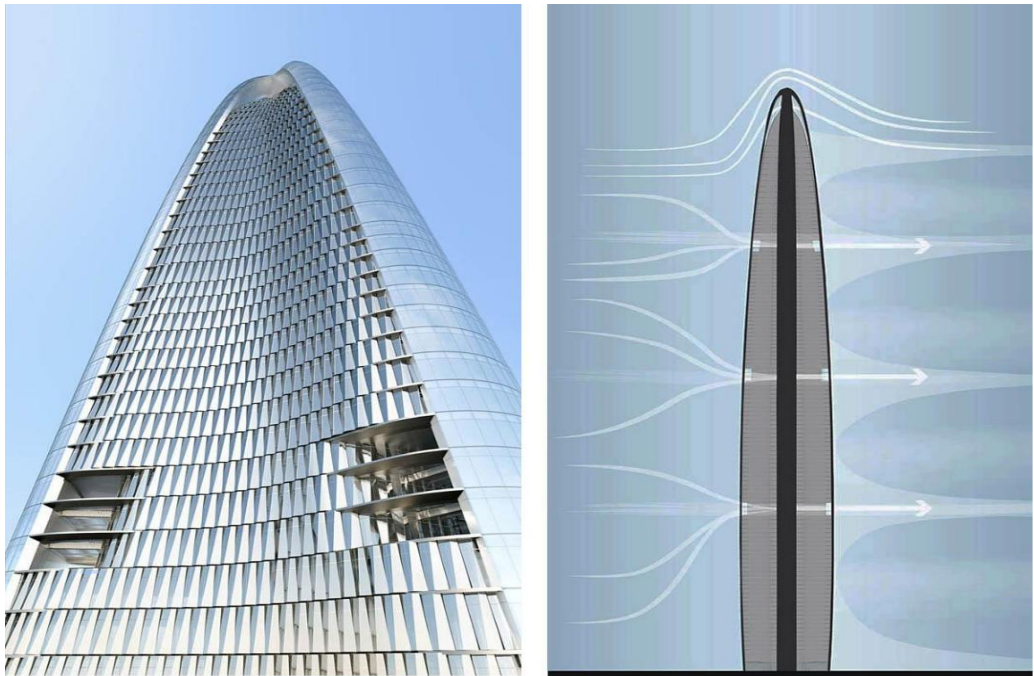


Рис. 19. Загальний вигляд «Зеленого центру Ухань», КНР.



Рис. 20. Загальний вигляд «спіральних хмарочоса» в Індії.

- Інтегровані фотоелектричні модулі (BIPV). Можлива установка на даху, похилій поверхні, стіни або склінні фасаду. Модулі виконуються різних типорозмірів і можуть виконувати функцію скла у віконному отворі, дозволяючи при цьому виробляти електроенергію. Комбінуючи прозорі і глухі панелі можна створювати малюнки, візерунки і текстури на фасадах висотної будівлі.

### 3. Інженерно-технічне рішення

- Системи, що стежать за траєкторією сонця. Йдеться про двох найпоширеніших технологіях: динамічний і поворотний фасади. Перший складається з елементів певної форми, які в темний і похмурий час доби

знаходяться складеному стані, а в ясний день розкриваються подібно парасольці, сприймають енергію сонця і перетворюють її в електричну. Це може бути частина фасаду, або навіть кілька, розміщених на різній висоті. Друга технологія являє собою екран, який повертається і сприймає максимальну кількість сонця за світловий день. Як правило, екран несе ще функцію світлозахист, що актуально в жаркому кліматі. Поворотний фасад займає зазвичай 1 / 6-1 / 5 від загальної площі зовнішніх огорожувальних конструкцій.

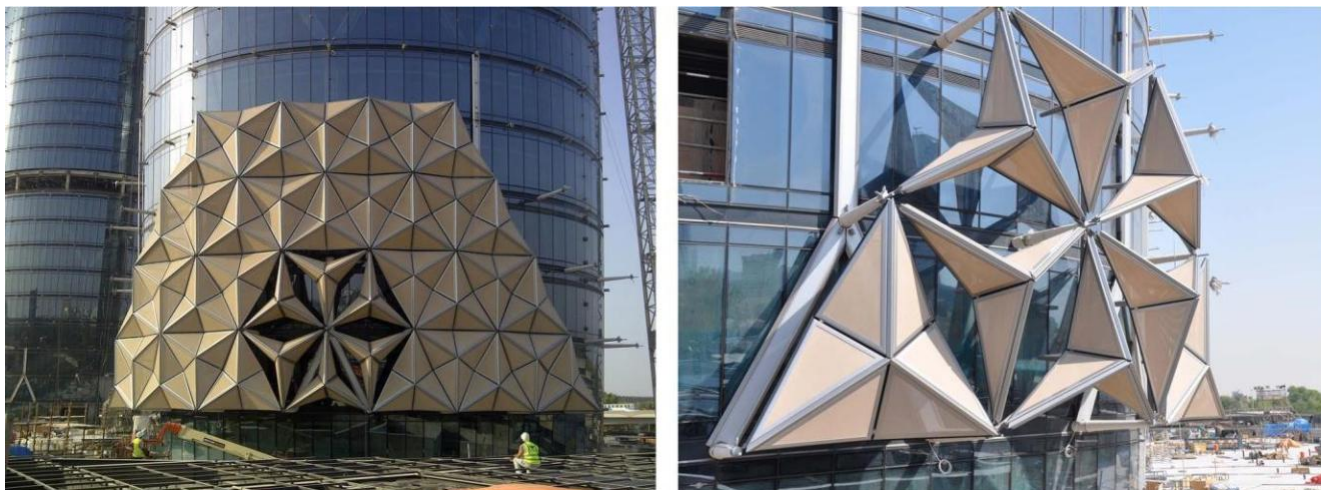


Рис. 21. Частина динамічного фасаду «Штаб-квартири Інвестиційної Ради Абу-Дабі», ОАЕ

Динамічне будівництво. Основна ідея - обертання поверхів один щодо одного. Це дозволяє створити яскравий, змінюється образ висотного будинку. Крім того, між ними можлива установка вітрогенераторів. [63]



Рис.21. «Динамічна архітектура» Девіда Фішера



Застосування п'єзоелектричних елементів. «Існує концепція вітрогенератора в вигляді стовпа, чий діаметр плавно зменшується з 30 до 5 см, покритого п'єзоелементами, вигляді перекривають один одного лусочок. Коли вітер нахилиє стовп, його поверхня пружно деформується, з-за чого п'єзоелементи стискаються і починають виробляти струм. Мала потужність одного стовпа-генератора компенсується їх великою кількістю - до 3-4 генераторів на 1 кв. м ». Застосування цієї технології на фасадах висотної будівлі створює виразний художній образ. Об'єкт стає «пухнастим», через коливання весь час змінюється його силует. Позитивними сторонами цих енергогенераторів є відсутність вібрації, електромагнітного поля і безпеки для птахів. [69]

## **2.2 Визначення впливу на архітектуру ПЕК застосування відновлюваних джерел енергії**

«Енергія вітру, як варіант енергії Сонця, освоєна людиною дуже давно. Згодом системи ускладнювалися, напочатку ХІХ століття був сконструйований вітрогенератор Савоніуса (з вертикальною віссю обертання), а в 1890 р перші вітрогенератор з горизонтальною віссю обертання».

На сьогодні побудовано велику кількість різних установок, що дозволяють використовувати і перетворювати енергію вітру. Існує ряд параметрів, за якими їх можна класифікувати. Для наочності всі дані зведені в таблицю. Результати будуть ілюстровані архітектурними рішеннями висотних будівель з вітрогенераторами. Таб.2.2

Таблиця 2.2.

### **Особливості вітроенергоустановок**

<b>Критерії класифікації</b>	<b>Результати (варіанти)</b>
Розташування осі обертання щодо поверхні землі	- карусельні (з вертикальною віссю обертання); - крильчасті (з горизонтальною віссю обертання);
Кількість лопатей	- однолопастний; - двухлопастні; - трилопастеві; - багатолопастеву; - безлопастеві

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;

У КНР був представлений проект «Вежа Влада». Огороджувальні конструкції представляють собою оболонку складної форми з пустотами. У місцях перетину цього «каркаса» встановлені вітрогенератори. Таким чином, крім незвичайного візуального рішення висотної будівлі, проектувальники обіцяють і значна кількість вироблюваної електроенергії.



Рис. 22. Типи вітрогенераторів і проекти висотних будівель з їх застосуванням.

Наступний розглянутий поновлюване джерело енергії - сонце.

## ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ

### ГЕЛІОПАНЕЛІ

#### МОНОКРИСТАЛІЧНІ



#### ПОЛІКРИСТАЛІЧНІ

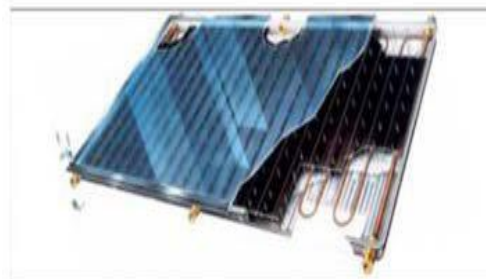


#### ТОНКОПЛІВКОВІ



### ГЕЛІОКОЛЕКТОРИ

#### ПЛОСКІ



#### ТРУБЧАТІ



#### ВІДКРИТІ



Рис. 23 Типи геліопристроїв

### 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	мережевий вітрогенератор;
	автономний вітрогенератор;
Технологія «інтегрувальна будівельних фотоелектричних модулів» («Building Integrated Photovoltaics» (BIPV))	
<b>Поверхня установки</b>	<b>Тип модуля</b>
плоский дах	плоска пластина
скатна покрівля	«Сонячна» черепиця
фасад	фасадний модуль
скління	прозорий модуль

Найпоширеніший варіант переклад сонячної енергії в електричну за допомогою нагрівання кремнієвого складу, напиляного на пластину. Він застосуємо як у висотному, так і в малоповерховому будівництві. Другий варіант - переклад сонячної енергії в теплову за допомогою нагріву теплоносія в трубках.

Рішення частіше застосовується в мало- і середньоповерхових будівлях для опалення та гарячого водопостачання. [29]

Нещодавно з'явилося нове покоління геліопанелей - «Інтегровані будівельні фотоелектричні модулі». Їх основна особливість - можливість монтажу на будь-яку поверхню будівлі: покрівля, похила площина, вертикальна стіна або скління. Особливий інтерес представляють прозорі панелі, які здатні пропускати денне світло і при цьому перетворювати сонячну енергію. (таб.2.2) Сучасні геліоустановки мають коефіцієнт корисної дії рівним 20-25%, існують дослідні зразки з показником в 35-40%. Обчисливши середнє арифметичне від висот всіх проаналізованих об'єктів отримуємо середній будинок висотою 290 м. Якщо брати стандартну панель, що виробляє 80 кВт-ч / день, то буде потрібно площу близько 7000-8000 шт. або близько 10000 м<sup>2</sup> для забезпечення 56 МВт/ч енергії. Якщо брати усереднене значення загального енергоспоживання висотної будівлі 50 000 МВт/ч. Таким чином, за допомогою енергії сонця можна забезпечити будівлю чистою енергією на 8-10% від загального необхідної кількості. Приблизний термін окупності 10-15 років. [75]



Рис.24. Встановлені енергозберігаючі панелі на будівлі

ВИДИ ІНТЕГРОВАНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ  
МОДУЛІВ.  
ПРИКЛАДИ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ З ЇХ ЗАСТОСУВАННЯМ



Панелі фотобіореактори (рис 2.2).на комплексі «Вежі Марина», США.  
Концепт Архітектурне рішення висотної будівлі може бути більш різноманітно,  
за рахунок застосування інженерного обладнання, що використовує ПДЕ.

Впершу чергу це стосується установок, що перетворюють енергію вітру і сонця [66].

### **2.3 Класифікація ПЕК з поновлюваними джерелами енергії.**

Було проведено аналіз 55 будівель та проектів будівель з ПДЕ. Спираючись на ці дані, складена класифікація ПЕК. В її основу покладено поділ будівель за кількістю і набору застосовуваних ПДЕ. Здійснено велике розподіл на моноенергетичні і поліенергетическіє об'єкти. У перших застосований один з п'яти джерел, у другій групі - кілька, в різних поєднаннях. Кожна з груп розбивається на окремі типи. Розглянемо докладніше моноенергетичні типи висотних будівель (рис.2.3):

Будинки, які використовують енергію вітру. Тип об'єктів характеризується застосуванням інженерного обладнання, заснованого на перетворенні вітрової енергії. Він ділиться на два види: об'єкти з наскрізними отворами, в яких встановлені вітрогенератори і будівлі з вітроустановками, розміщеними на відкритих поверхнях. Перший характеризується особливим об'ємно-просторовим рішенням, яке концентрує і направляє потоки вітру. Розігнані і посилені, вони проходять крізь встановлений на їх шляху вітрогенератор, що дозволяє збільшити його ККД. Характерні приклади: «вежа Страта» (Великобританія), «Всесвітній торговий центр» (Бахрейн). Другий - об'єкти, в структуру яких на різній висоті впроваджені вітроустановки (вежа «Влада», КНР, «Гігантська яйце», США). Один з найпоширеніших прийомів - установка вітрогенератора в верхній частині висотного будинку. [15]

Будинки, які використовують енергію сонця. Значна частина зовнішнього облицювання об'єктів цього типу - геліопанелі. Вони визначають членування і фактуру фасадів. Можливий монтаж на висотній будівлі спеціальної конструкції (наприклад, екрану), на якому будуть розміщуватися фотоелементи геліосистеми, як в «Комплексі інвестиційної ради» в Абу-Дабі (ОАЕ). Іншим поширеним варіантом є створення похилій поверхні або даху, кут якої дорівнює куту падіння сонця, для найбільшої ефективності системи («Бухта Іриси», ОАЕ).

- Будинки, які використовують енергію води. Об'єкти зводяться поруч з водним джерелом, як правило, річкою або океаном. Планувальне рішення нижніх

поверхів (стилобатной частини) визначається конструкцією енергоустановки. У більшості випадків це невеликі гідроелектростанції, які працюють на приливній енергії. У зв'язку з цим, водні акваторії зі стоячою водою або слабким перебігом не підходять для даного типу. [24]

Прикладів подібних будівель не так багато, в зв'язку з частою відсутністю прямого виходу на водну поверхню з нижньої частини об'єкта. Одним з вдалих проектів є «Вежа Золотого узбережжя» (Австралія).

Будинки, які використовують енергію землі. Прикладом використання даного виду енергії є «17-ти поверховий енергоефективний житловий будинок в мікрорайоні Нікуліно-2» в Москві. У будівлі впроваджена теплонасосная установка для гарячого водопостачання, яка використовує тепло ґрунту і повітря, що видаляється вентиляційного повітря. Застосоване рішення укупі з іншими технологіями дозволили домогтися зниження споживання енергії з міських електромереж. Це багатоповерховий будинок, але не висотне. Серед останніх можна виділити «Імператорської Вежу» і «Вежу Індії», обидва об'єкти запроектовані в Індії. Даний ПДЕ впливає на планування перших і підземних поверхів об'єкта. [36]

#### Поліенергетическіє( рис.2.3а)

- Тип 1. Енергія сонця і вітру. Сьогодні є одним з найпоширеніших типів висотних будівель. Використання «зв'язки» вітро- і геліоустановок дозволяє отримати велику кількість енергії, практично в будь-якій кліматичній зоні. Об'ємно-просторове рішення в кожному випадку строго індивідуально, і обмежується лише фантазією архітектора і технічними можливостями обладнання, для перетворення енергії. Прикладами подібних об'єктів є "Бурж Халіфа" (ОАЕ), «Вежа Мераас» (ОАЕ). Перша висотна будівля виробляє електроенергію, використовуючи 61-метрову турбіну, розташовану у верхній частині, а також масив сонячних панелей (частково розташовуються на стінах вежі) загальною площею близько 15 тис. м<sup>2</sup>.



# МОНОЕНЕРГЕТИЧНІ ТИПИ

## БУДІВЛІ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ЕНЕРГІЮ ВІТРУ



## БУДІВЛІ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ЕНЕРГІЮ СОНЦЯ



## БУДІВЛІ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ЕНЕРГІЮ ВОДИ



## БУДІВЛІ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ЕНЕРГІЮ ЗЕМЛІ



## БУДІВЛІ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬ ЕНЕРГІЮ БІОМАСИ



Рис.25. Моноэнергетичні типи панелей

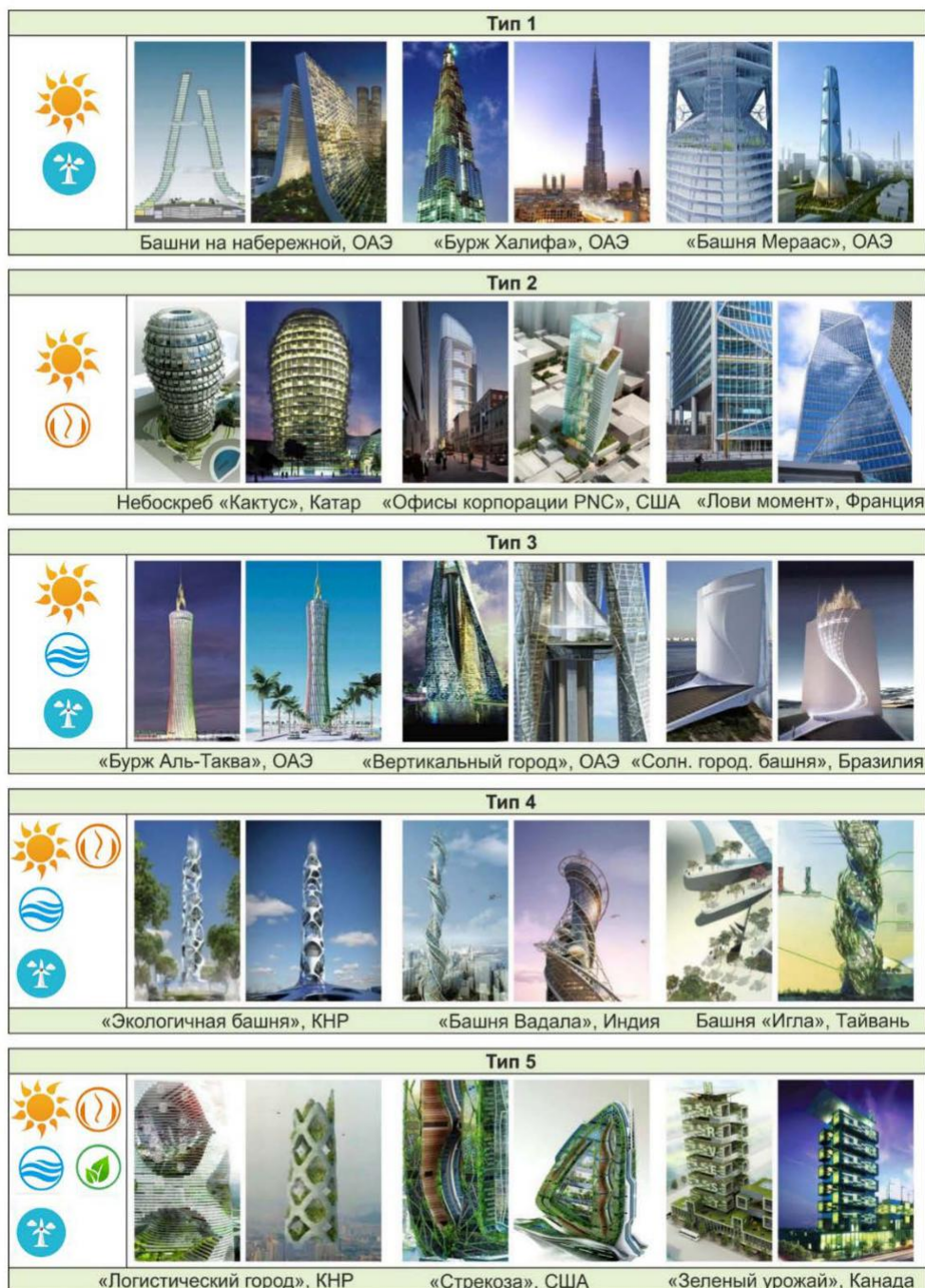


Рис. 26. Поліенергетичні будівлі

Другий об'єкт практично повністю облицьований склом, зі шаром, що дозволяє перетворювати сонячну енергію в електричну, по бокам трьох різних висотах розташовані вітрогенератори з горизонтальною віссю обертання. Рішення, що використовують енергію вітру спираються на ефект Вентурі [85].

- Тип 2. Енергія 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 розташованою поруч водою. Перетворення сонячної енергії може бути забезпечено шляхом облицювання (може бути частковою) фасадів будівлі, похилих частин, які виступають фальшьелементов. [19]

- Тип 3. Енергія сонця, вітру і води. Даний тип - комплексний об'єкт, в енергосистему якого включено відразу три ПДЕ. Основною архітектурною особливістю є, як правило, плавна біонічна форма, можливо наявність динамічних деталей. У ряді об'єктів простежується спиралевидная, закручена форма. Це пов'язано в тим, що даний прийом дозволяє перенаправити вітрові потоки і одночасно дати необхідний вигин і нахил частини фасаду, для сприйняття сонячного світла. Приклад подібного рішення - «Вертикальний місто» в ОАЕ. Форма висотної будівлі дозволяє інтенсифікувати вироблення ПДЕ. [54]

- Тип 4. Енергія сонця, вітру, води і землі. Для даного типу характерні значні розміри висотної будівлі, як правило, з розвиненою стилобатной частиною. Можливі застосування масштабних рішень, наприклад, розміщення геліополя або масиву вітрогенераторів на даху стилобатной частини, застосування прозорої фотоелектричної плівки у вікнах об'єкта, фасаду, що перетворює сонячну енергію і розкривається подібно бутону квітки, в залежності від інтенсивності освітлення ( «Екологічна вежа», КНР;). [44]

- Тип 5. Енергія сонця, вітру, води, землі і біомаси. Даний тип представляє з себе найбільше спорудження. Це вертикальний місто - об'єкт, який вміщує кілька тисяч чоловік, площа поверху від 5000 м<sup>2</sup> 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 ПДЕ. Форма цих осередків може бути різною, найбільш часто зустрічаються в проектах 3 типи: куляста, трикутна і гексагональна. Одним із прикладів може служити «Логістичний місто», КНР. Подібні проекти існують і для Об'єднаних Арабських Еміратів, і Сполучених Штатів Америки. куляста, трикутна і гексагональна. Одним із прикладів може служити «Логістичний місто», КНР. Подібні проекти існують і для Об'єднаних Арабських Еміратів, і Сполучених Штатів Америки. куляста, трикутна і гексагональна. Одним із прикладів може служити «Логістичний місто», КНР. Подібні проекти існують і для Об'єднаних Арабських Еміратів, і Сполучених Штатів Америки. [56]

Більш ніж 50% побудованих і проєктованих висотних будівель використовуються кілька ПДЕ. Дана особливість дозволяє урізноманітнити архітектурне рішення і підвищити ефективність енергосистеми об'єкта. В даний час простежується тенденція зведення будівель все більшої висоти. Крім вертикальної розвиненості дані об'єкти мають значні розміри в плані. Ці обставини, укупі з підвищеним енергоспоживанням, дозволяють припустити продовження практики застосування декількох ПДЕ і поява нових типів висотних будівель.

Об'ємно-просторове рішення висотних будівель часто є візуальним «маніфестом», застосовуваних технологій. Застосування ПДЕ позитивно позначається як на ментальності людей, так і на екологічну ситуацію. В цілому ця тенденція позитивно відбивається на іміджі висотних будівель. На даний час в світі приблизно рівне співвідношення поліенергетических і моноенергетичних будівель. У кожній групі є свої «лідери». Для моноенергетичних будівель це об'єкти, що використовують енергію сонця і вітру, для поліенегетических тип 1, тип 2, тип 3. Встановлено співвідношення застосування ПДЕ в висотних будівлях. Таб. 2.3. [55]

Співвідношення застосування ПДЕ  
в моно- і поліенергетических висотних будівлях

Найменування джерела, типу будівлі	Займана частка від загальної кількості, %
<b>МОНОЕНЕРГЕТИЧНОГО БУДІВЛІ</b>	
сонце	50,0
вітер	40,0
вода	3,33
земля	3,33
біомаса	3,34
<b>ПОЛІЕНЕРГЕТИЧЕСКІЕ БУДІВЛІ</b>	
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

Виявлено залежність вибору поновлюваних джерел енергії від закладається функції в енергетическій об'єкт. Інженерні пристрої, переробні енергію сонця, води і землі, можуть бути встановлені у об'єктах з будь-яким набором функцій. Енергію вітру не рекомендується застосовувати в будівлях (в разі монофункціональності) і на поверхах (у разі поліфункціональності) з наступними функціями: житлова, рекреаційна, готельна. Установки для переробки біомаси та біогазу рекомендується використовувати в сільськогосподарських висотних фермах і лабораторіях, в торговельній та виставкової функціях. Висотні будівлі з офісною функцією як правило розташовуються в центральній або серединній зонах міста.

Розглянемо енергетичний потенціал України по кожному з джерел, виходячи з карт енергоресурсів країни.

1. Енергія сонця. Територія країни поділяється на 4 «пояса» згідно тривалості сонячного сйва. Найбільш сприятливими районами є південні

області країни. Це такі міста як Дніпро, Донецьк, Херсон Запоріжжя, Луганськ, Миколаїв, Херсон, Одеса і республіка Крим. Тут спостерігається тривалість сонячного саява більш 1200кВт в рік.(рис. 2.3б.) [29]

2. Енергія вітру.Згідно з картою здійснено Четирехчастная поділ України в залежності від середньорічної швидкості вітру. Основна частина території країни лежить в зоні із середніми швидкостями вітру від 3 до 5 метрів в секунду. Вимірювання швидкості вітру проводиться на висоті 10 м.(рис. 2.3в.) [29]

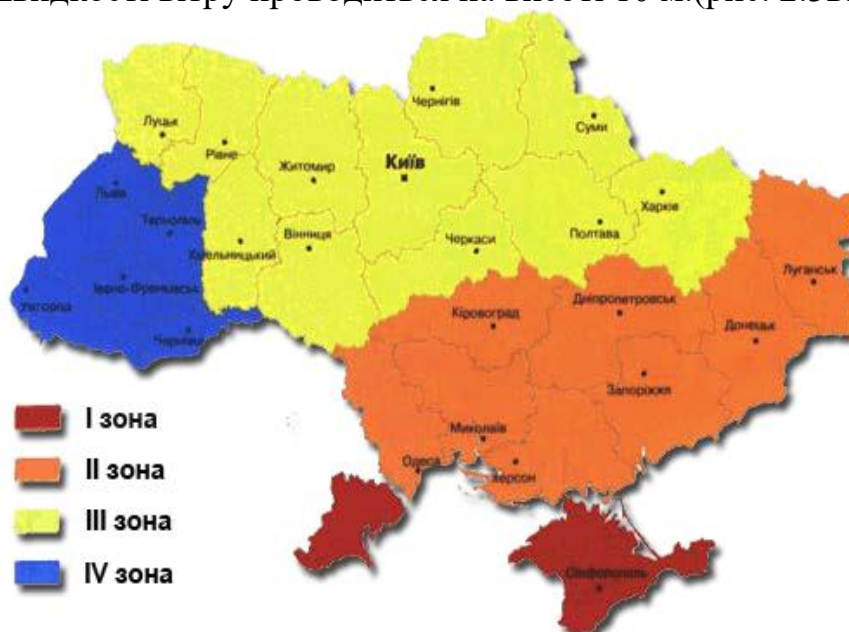


Рис. 27. Карта сонячного потенціалу України

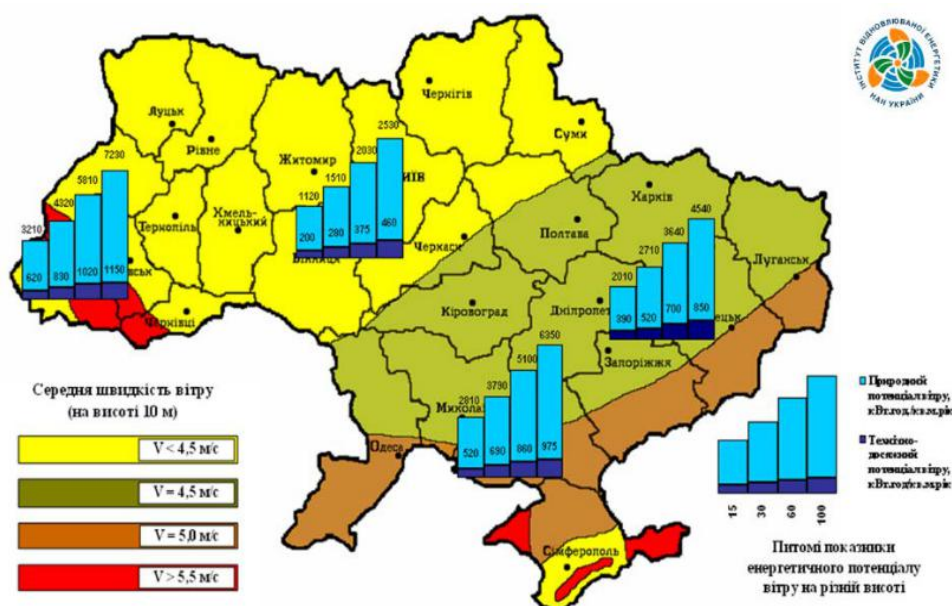


Рис. 28. Карта вітрового потенціалу України

## ВИСНОВКИ ДО ДРУГОГО РОЗДІЛУ

1. Визначено 6 основних груп факторів, що впливають на формування висотних будівель з ПДЕ. Кожна група налічує по 4 елементи. Виявлено 20 окремих характеристик, що охоплюють велику частину сторін створення висотних будівель: архітектурні, природно-кліматичні, соціально-економічні, інженерно-технічні, екологічні, містобудівні. Виявлено взаємозв'язок вибору функціонального рішення ПЕК в залежності від висотності.

2. Розроблено критерії оцінки архітектурних рішень ПЕК з ПДЕ. Оцінюються наступні параметри: висота об'єкта, форма плану, отвори для посилення вітру, ветроулавліваюча форма будівлі, зовнішній продувається каркас, що інтегруються фотоелектричні модулі, системи, що стежать за траєкторією сонця, п'єзоелектричні елементи і наявність ПДЕ.

3. Складено класифікація типів ПЕК з ПДЕ. Вона включає в себе 5 моноенергетичних і 5 поліенергетических типів будівель. Класифікація сформована на основі аналізу 55 об'єктів і проектів. Серед моноенергетичних типів найпоширенішими ПДЕ стали сонце і вітер, серед поліенергетических типів лідирує тип 1.

4. Встановлено, що включення в структуру електростанції, що працює на ПДЕ впливає на архітектуру будинку.

5. 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 компонування 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. Можливі варіанти комбінування подібних рішень в одному висотній будівлі.

## РОЗДІЛ ІІІ

### МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ФОРМУВАННЯ ПРИНЦИПІВ

#### ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЖИТЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ

У результаті узагальнення даних, отриманих в попередніх розділах, був складений ряд принципів, що визначають особливості архітектури енергетичних житлових комплексів з ПДЕ. Вони базуються на виявлених факторах формування, критерії оцінки, класифікації та особливості архітектури, характерних для даного типу об'єктів. Принципи побудовані як взаємодоповнюючі ієрархічна система. Кожен наступний принцип враховує попередній, при цьому їх порядок строго визначений. Обрана логіка дозволяє реалізувати сценарний проектування, залишаючи при цьому, значну свободу як для архітекторів, конструкторів, так і для інших учасників проекту. Кожен принцип має ряд прийомів, що представляють собою конкретні заходи або стратегії поведінки.

#### **3.1. Принципи формування архітектури ПЕК з поновлюваними джерелами енергії**

Сформульовано 5 основних принципів, кожен з яких характерний для поліфункціонального енергетичного комплексу з ПДЕ. Це специфічні особливості при формуванні вищевказаного типу будівель і в наявному вигляді не можуть бути застосовані для іншого об'єкта.

##### **1) Принцип формування архітектури в залежності від природно-кліматичних факторів**

Він заснований на використанні позитивних умов клімату (велика кількість сонячних днів в році, сильні домінуючі вітру, позитивна середньорічна температура) шляхом застосування карти зонування території України з урахуванням ПДЕ. Його основна відмінність від однойменного принципу використовуваного зараз полягає в орієнтуванні на отримання максимального потенціалу ПДЕ. В даний час проектувальники в основному прораховують стандартні параметри впливу природно-кліматичних характеристик на майбутній об'єкт: інсоляція приміщень, товщина снігового покриву в зимовий час, рівень ґрунтових вод і інші. Дані характеристики важливі, але їх значення при



проектуванні будинків з ПДЕ може відрізнитися від традиційного. Для прикладу візьмемо вітрове вплив на верхню частину будівлі. Вважається, що це негативний аспект з яким необхідно боротися, т. к. він викликає вібрації і навіть коливання всієї будівлі, що особливо відчутно на висоті. У разі застосування ПДЕ ми можемо з даного явища отримати практичну користь шляхом впровадження вітрогенераторів в верхню частину об'єкта. Крім особливого об'ємно-планувального рішення, можливості самостійного вироблення частини енергії для будівлі, ми також усуваємо сильні горизонтальні навантаження і можливі вібрації. Це досягається шляхом фокусування і напрямки вітрових потоків через отвори, в яких встановлені вітряки. Якщо ж брати даний принцип для мало- і середнетажних будівель з ПДЕ, то при проектуванні висотних будівель він має велику ефективність т.к висотні будівлі по визначенню мають великі розміри, що дозволяє впроваджувати в їх структуру більш масштабні енергоустановки. Бажання девелоперів створити унікальний об'єкт, об'єкта, застосовуючи експериментальні інноваційні розробки в галузі відновлюваної енергетики [48].

#### 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 первинному 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 [52].

## **2) Підбір функції в залежності від ПДЕ**

Суть принципу полягає в тому, що функціонально-планувальне рішення залежить від складу енергоджерел об'єкта. Проведене дослідження дозволило

виділити 8 найбільш затребуваних функцій у висотних будівлях і дати оптимальне (за сукупністю порівнянь впроваджених і впроваджуваних об'єктів) співвідношення в них ПДЕ. Основою принципу є облік груп природно-кліматичних і архітектурних чинників формування висотних будівель, розроблених в розділі 2. (таб. 3.1.) [57].

Таблиця 3.1.

### Процентне співвідношення ПДЕ в різних функціях

Найменування функції	Застосовування ПДЕ	Відсоток ПДЕ в функції
<b>ОСНОВНІ ФУНКЦІЇ</b>		
Житлова	сонце	59,62%
	вода	15,38%
	земля	25,00%
Офісна	сонце	41,43%
	вітер	31,34%
	вода	12,86%
	земля	14,37%
Торгова	сонце	34,09%
	вітер	25,90%
	біомаса	13,64%
	вода	13,63%
	земля	13,63%
Готельна	сонце	67,39%
	земля	19,64%
	вода	13,04%
<b>ДРУГОРЯДНІ ФУНКЦІЇ</b>		
Громадське харчування	сонце	30,56%
	вітер	22,22%
	вода	16,67%
	земля	30,55%
	сонце	25,00%

Сільськогосподарські ферми і лабораторії	вітер	25,00%
	біомаса	16,67%
	вода	16,66%
	земля	16,66%
Рекреаційна	сонце	73,65%
	вода	10,11%
	земля	16,24%
Виставкова	сонце	25,71%
	вітер	22,86%
	біомаса	14,29%
	вода	20,00%
	земля	17,14%

У даному принципі не враховується точний «вага» функції в ПЕК. Наведено конкретні показники застосування ПДЕ по кожній функції. Дані цифри отримані шляхом порівняльного аналізу і підсумовування даних по 55 об'єктам і проектам. По кожному з них розглянуті функціональний склад (при можливості виділені «якірні» функції), що застосовуються ПДЕ. [56]

Далі були виявлені процентні співвідношення функцій як зустрічаються окремо, так і в багатофункціональних об'єктах. Після цього вибиралася одна з функцій, всі випадки, коли вона була основною, підсумовувалися ПДЕ, визначалося їх процентне співвідношення. Має намір не були взяті поєднання декількох функцій, тому що в такому випадку пропадає специфіка і виходить за можливе застосовувати практично всі ПДЕ. Варто відзначити, що також відкидалися джерела, які використовувалися в одиничних проектах, в силу незначності займаної ними процентної частки. Крім того, виключалися ПДЕ, при експлуатації яких були виявлені негативні сторони. Таким чином вийшло співвідношення ПДЕ щодо кожної з 8 виділених функцій. У разі проектування ПЕК неминуче виникнуть «збігаються» джерела, які раціональні для будь-якої функції, але можуть бути і розбіжності. Виявлено взаємозв'язок вибору ПДЕ від

функціонального рішення об'єкта, яка полягає в поділі функцій за часом перебування і фазами активності людини. У функціях з довгостроковим перебуванням людини. 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 проєктуються в центрі міста, на перетині жвавих вулиць. Установки на основі біомаси не рекомендується використовувати в силу необхідності регулярного підвезення палива для них, і як наслідок, підвищеного навантаження на транспортну мережу, що буде створювати дискомфорт для працюючих в будівлі людей. У трьох, що залишилися функції: торгова, виставкова і сільськогосподарська, можливе застосування всіх 5-ти джерел. Для цих функцій характерно короткострокове перебування людини в них і активна фаза діяльності (розумова і фізична активність). [59]

#### Прийоми реалізації:

- облік природно-кліматичних факторів (принцип 1). Це дозволить встановити наявність і визначити потенціал наявних ПДЕ;
- 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). [60]

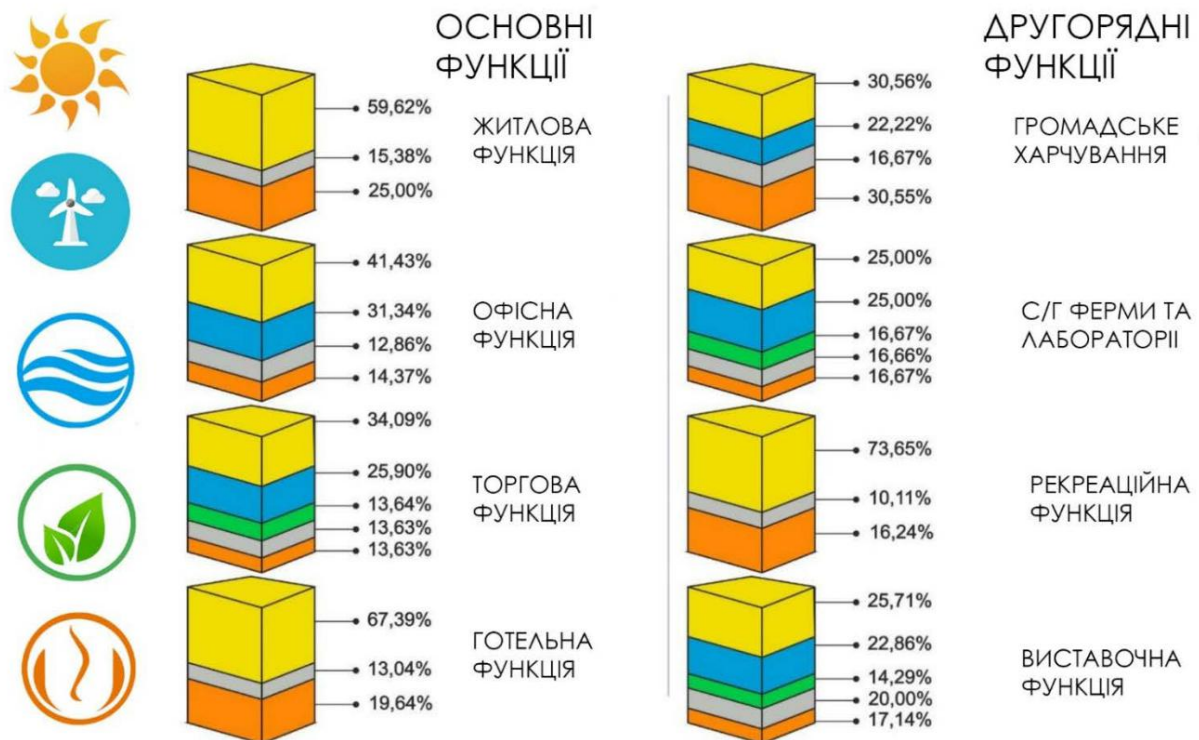


Рис. 29. Принцип вибору ПДЕ для різних функціонально-планувальних рішень.

**3) Принцип вибору обліку в архітектурно-планувальному рішенні інженерного обладнання, що працює на ПДЕ.** Передбачає збагачення архітектурного рішення висотного ПЕК шляхом застосування виявлених у другому розділі особливостей при розміщенні інженерного обладнання, що працює на ПДЕ. Основою принципу є облік груп архітектурних та інженерно-технічних факторів формування висотних будівель. На цьому етапі формується об'ємно-планувальне рішення (таб.6). Зміни архітектурно-планувального рішення в залежності від застосування інженерного обладнання, що працює на ПДЕ:

Прийоми реалізації:

- облік природно-кліматичних факторів (принцип 1);
- облік залежно вибору відновлюваних джерел енергії від функціонального рішення висотної будівлі (принцип 2);
- компоновка об'ємно-планувального рішення з впровадженням інженерного обладнання, що має максимальний коефіцієнт корисної дії. [54]

**Архітектурні та інженерно-технічних фактори  
формування висотних будівель**

Джерело відновлюваної енергії	Особливості інженерного обладнання	Можливі архітектурні рішення висотної будівлі
Сонце	сонячні колектори	Збагачення фасадного рішення об'єкта за рахунок масивів, острівців або малюнків, сформованих за допомогою «текстури» геоліопанелей
	фотоелектричні панелі	
	плівка з фотоелектричними панелями	Можливість застосування в будь-якій точці будівлі. створення криволінійних «Малюнків» на панорамному склінні.
Вітер	вітроустановки з горизонтальною віссю обертання	Акцентування уваги глядача на певній поверхні (верхня частина стилобату) або частини поверху будівлі (виступаюча консоль) за допомогою змонтованих вітрогенераторів.
	вітроустановки з вертикальною віссю обертання	
	Універсальні вітроустановки (сприйняття вітрового потоку будь-якого напрямку)	
Вода	приливна електростанція	Прибережне місце розташування об'єкта
Земля	облаштування свердловин	-
Біомаса	встановлення для переробки біопалива	-

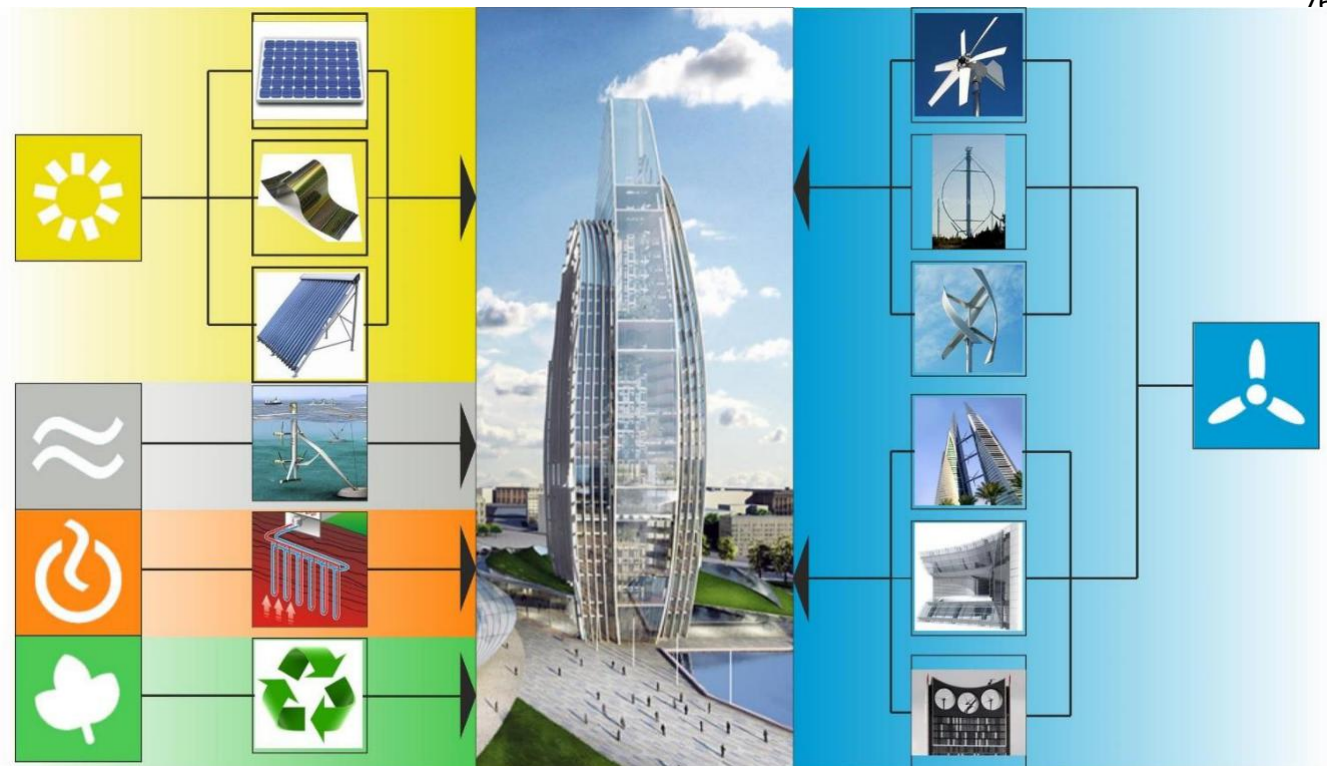


Рис. 30. Принцип вибору обліку в архітектурно-планувальному рішенні інженерного обладнання, що працює на ПДЕ

#### 4) Принцип розміщення ПДЕ в об'ємно-планувальній структурі енергоефективного комплексу

Специфіка полягає у впровадженні в об'ємно-планувальне рішення висотного ПЕК будівлі просторових елементів, підсилюють вироблення кожного виду відновлюваної енергії.

Зміна елементів об'ємно-планувального рішення ПЕК в залежності від застосовуваних ПДЕ табл..3.1.

Таблиця 3.1.

ПЕК в залежності від застосовуваних ПДЕ

Джерело відновлюваної енергії	Особливості інженерного обладнання	Можливі архітектурні рішення ПЕК
	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 висотої будівлі. Створення похилих поверхонь на всю висоту (від верху до низу) об'єкта
	Виступи на будівлі, облицьовання геліопанелями	Різноманітні виступаючі елементи, включені в загальний

Сонце		архітектурний задум об'єкта
	Розміщення геліопанелей на стилобатній частині і поруч з об'єктом (так зване «Геліополе»)	Додання певного образу стилобатної частини за допомогою «текстури» геліопанелей. Організація прилеглої території з урахуванням розміщення геліополя
	Динамічний геліофасад (Обертання в режимі стеження за сонцем, розкриття в залежно від інтенсивності сонця)	Оболонка, яка повертається відповідно до траєкторії руху сонця. Форма оболонки повинна підтримувати об'ємно-планувальне рішення висотного будівлі в будь-який точці знаходження. Інший варіант - другий фасад або його частина,
Вітер	Розміщення вітроустановок в верхній частині об'єкта.  Об'ємно просторове рішення об'єкта, що включає в себе отвори зі встановленими вітрогенераторами	що складається з елементів, що реагують на щільність сонячного потoku і відповідно збільшують свою площа. Створення завершення висотного ПЕК для розміщення вітроустановок Отвори можуть розміщуватися в будь- якій частині висотного будинку. Висота і доцільність розміщення визначається ефектом Вентурі
	Об'ємно просторове	Висотна будівля, обсяг



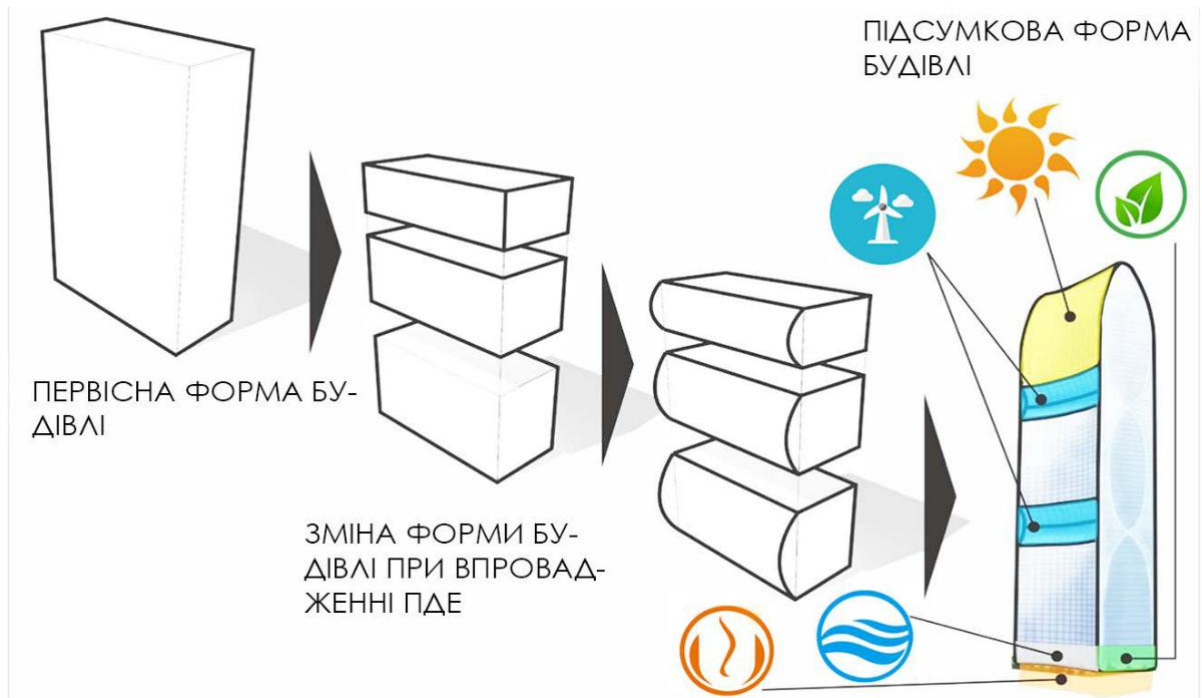
	рішення об'єкта концентруюче, направляюче і підсилююче вітрові потоки	якого представляє собою «Відокремлені» блоки, щілини (Зазори, отвори) з встановленими вітряками, між якими збільшується швидкість вітру
Вода	Пристрій установки, працюючий на енергії води. Це можливо в випадку прибережного розміщення будівлі.	Розвиток стилобатної частини об'єкта в сторону. Освоєння водного простору: пірси, пристані, прогулянкові зони і т.д.
Земля	Облаштування свердловин в приміщеннях нижче нульової позначки	Розміщення інформації про використаний ПДЕ на фасадах будівлі. Застосування медіафасади.
Біомаса	Пристрій установки для переробки біомаси на перших поверхах висотної будівлі	Розміщення інформації про використаний ПДЕ на фасадах будівлі. Застосування медіафасадів.

## 5. Принцип розміщення ПДЕ в об'ємно-планувальній структурі комплексу

### Прийоми реалізації:

- облік природно-кліматичних факторів (принцип 1);
- облік залежно вибору відновлюваних джерел енергії від функціонального рішення висотної будівлі (принцип 2);
- облік раціонального інженерного обладнання (принцип 3);
- 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. [65].



**6. Принцип формоутворення ПЕК з ПДЕ, який 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 фальшьелементов, динамічних, модульних частин будівлі, що сприяють ефективній роботі ПДЕ. Можливе формування комплексу об'єктів, об'єднаних спільним рішенням і принципом побудови об'ємно-просторових рішень. Елементом, що зв'язує будівлі в комплекс може бути Стилобатна частина. Прикладами подібних будівель: «Всесвітній торговий центр» (Бахрейн), «Еко-кібернетичний місто» (Іспанія). «Гексагональний хмарочос-сад» (Австралія). [74]

Прийоми реалізації:

- облік природно-кліматичних факторів (принцип 1);
- облік залежності вибору ПДЕ від функціонально-планувального рішення висотної будівлі (принцип 2);
- облік раціонального інженерного обладнання (принцип 3);

- облік розміщення ПДЕ в об'ємно-планувальній структурі будинку (принцип 4);

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

- створення об'єктів за схемою «електростанція + функція»,

- вертикальна труба і базис працюють, як єдина електростанція,

вже на готовий енергетичний об'єкт нанизується функція.

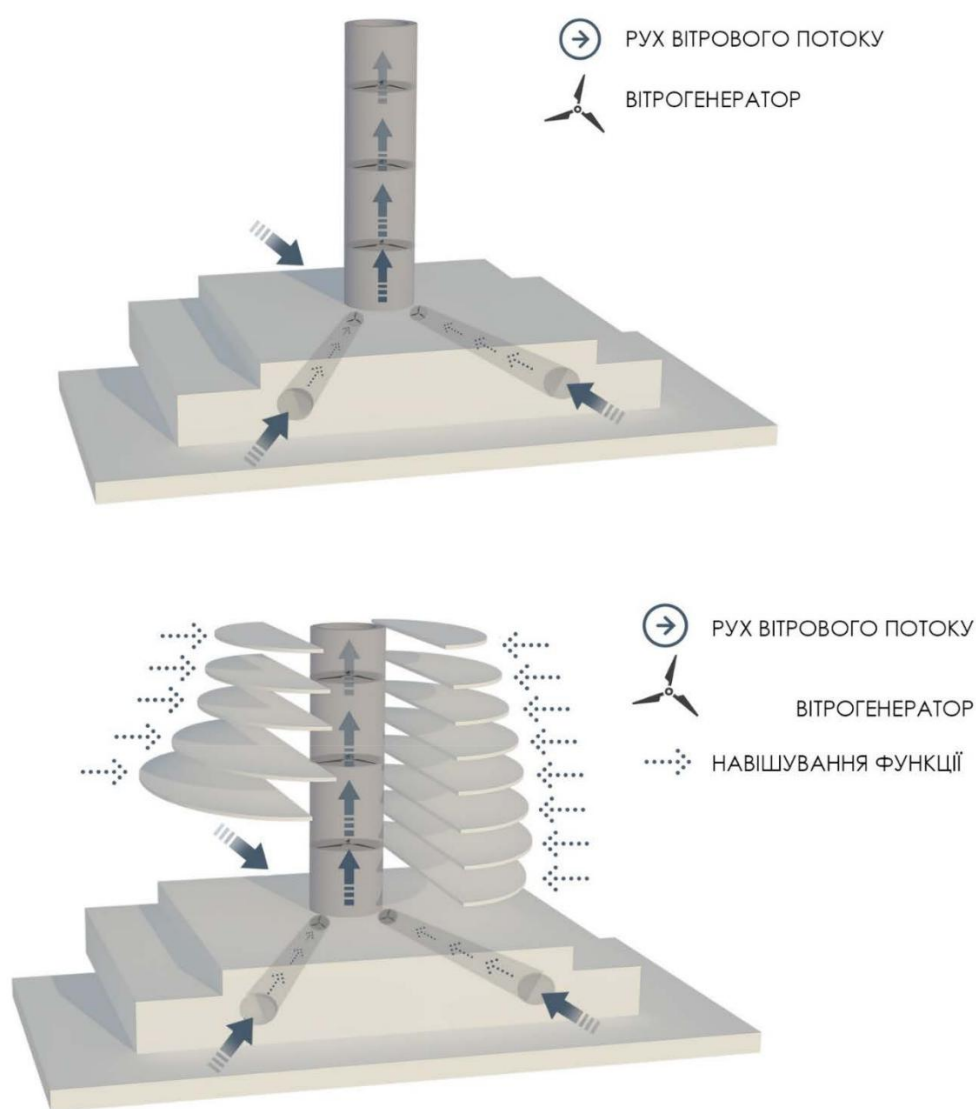


Рис. 30. Принцип формування ПЕК з ПДЕ

Принципи дозволяють інтегрувати інженерне обладнання, яке працює на відновлюваних джерел енергії в об'ємно-просторове рішення будівлі і навпаки.

Це може бути, як окреме впровадження енергоустановок, так і масштабний симбіоз традиційної енергосистеми і ПДЕ. [63]

### **3.2. Методика проектування ЕК з поновлюваними джерелами енергії**

На базі розроблених принципів сформульована методика проектування ПЕК з ПДЕ, яка складається з п'яти основних пунктів:

1. Визначення оптимального місця розташування об'єкта відповідно до карти зон з найбільшим потенціалом ПДЕ в Україні. У разі фіксованого регіону проектування потрібно розглядати конкретні характеристики дрібніших утворень (місто, район, квартал і т.д.).

2. Орієнтація об'єкта згідно розі вітрів і траєкторії руху сонця, пошук можливості застосування геотермальної та водної енергії та біопаливних ресурсів, використання природних особливостей місцевості.

3. Визначення застосовуваних ПДЕ і можливого функціонального наповнення об'єкта. Формується об'ємно-планувальне рішення, яке включає в себе загальні габарити приміщень, поверхів, комплексу. Проводиться вертикальне і поверхове функціональне зонування об'єкту.

4. Визначення концепції розташування інженерного обладнання, що працює на ПДЕ. Вибирається місце розташування по висоті, по типу, розмір і кількість застосовуваних енергогенераторів.

5. Синтез об'ємно-просторового рішення об'єкта з урахуванням використовуваних ПДЕ. Архітектурне рішення об'єкта коригується для інтенсифікації роботи інженерного обладнання, що працює на «чистої» енергії.

Застосування даної методики спрощує процес проектування ПЕК; дозволяє архітекторам використовувати всі засоби (функціонально планувальні, об'ємно-просторові, технологічні, організаційні та ін.) для створення об'єкта, не тільки того, хто дотримується чинних нормативів, але і враховує географічні, кліматичні, енергетичні та інші аспекти його розташування. У даній роботі не розглядається покрокова процесуальна стратегія в роботі проектувальника, що включає створення ескізів, спілкування з Замовником, оформлення креслень і т.д. Методика позиціонується як сукупність принципів, здатних допомогти в

проектуванні висотної будівлі з ПДЕ. Принципи концентрують увагу проектувальника на ключових точках майбутнього об'єкта. [38]

### **3.3 Пропозиції щодо розміщення енергоустановок в архітектурних рішеннях ПЕК і перспективи розвитку даного типу об'єктів**

Впровадження в структуру ПЕК свого роду електростанції і додавання функціонального наповнення. Застосування технологій, які використовують енергію сонця і вітру, зачіпає об'ємно-просторове і архітектурно-художнє рішення. Дані взаємозв'язку будуть розглянуті далі (рис3.3).

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.

Можна виділити дві основні групи будівель, які використовують енергію вітру: об'єкти з наскрізними отворами, в яких встановлені вітряки, і об'єкти з окремо розміщеними вітроустановками. У розроблених пропозиціях здійснено розподіл об'єктів по місцю розташування вітрогенераторів: у верхній, середній або нижній частині будівлі. Також можливо і комбіноване розміщення. [48]

Найоптимальнішим, з точки зору ефекту Вентурі, є розміщення інженерного обладнання у верхній і нижній частинах будівлі, приклади подібних проектів: «Вежа Страта» (Великобританія). «Вежа-Маяк» (ОАЕ), «Бурж-Халіфа» (ОАЕ), «Висотний ресторан» в Дубаї (ОАЕ), «Вита вітряна вежа» (Великобританія). Якщо ж об'ємно-просторове рішення об'єкта вимагає розміщення вітрогенераторів в середній частині, то ефективним прийомом є створення форми, яка буде прискорювати і направляти потоки вітру. Такий тип об'єктів отримав назви «ветроулавліваючі» будівлі, прикладами можуть служити «Всесвітній торговий центр» (Бахрейн), «Спіральний хмарочос» (Індія), «Будинок-концентратор» (концепція проекту для Євросоюзу).


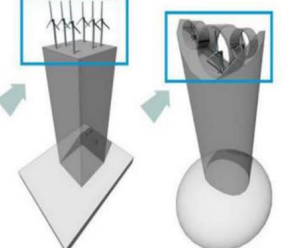
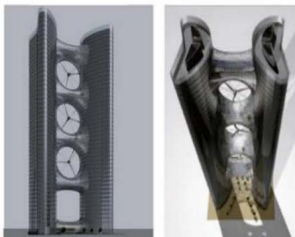
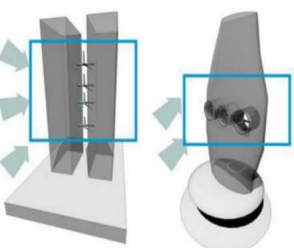

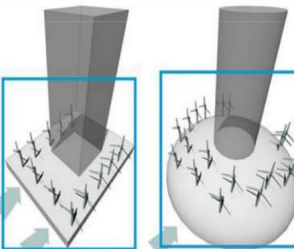

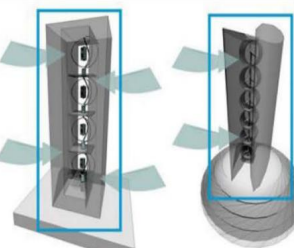
Місцерозташування поновлюваного джерела енергії	ПРИКЛАДИ БУДІВЕЛЬ І ПРОЄКТІВ	СХЕМА РОЗМІЩЕННЯ
верхня частина будівлі	 <p>Башня Страта, Великобританія</p>	
середня частина будівлі	 <p>Здание-концентратор, Євросоюз</p>	
нижня частина будівлі	 <p>Витая ветряная башня (Великобританія)</p>	
комбіноване розміщення	 <p>Башня Жемчужной реки, КНР</p>	

Рис. 31. Пропозиції щодо розміщення вітроенергоустановок

Пропозиції щодо розміщення вітроенергоустановок в архітектурних рішеннях висотних будівель:

Найоптимальнішим, з точки зору ефекту Вентурі, є розміщення інженерного обладнання у верхній і нижній частинах будівлі, приклади подібних проєктів: «Вежа Страта» (Великобританія), «Вежа-Маяк» (ОАЕ), «Бурж-Халіфа» (ОАЕ), «Висотний ресторан» в Дубаї (ОАЕ), «Вита вітряна вежа» (Великобританія). Якщо ж об'ємно-просторове рішення об'єкта вимагає розміщення вітрогенераторів в середній частині, то ефективним прийомом є створення форми, яка буде прискорювати і направляти потоки вітру. Такий тип об'єктів отримав назви «ветроуправляючі» будівлі, прикладами можуть служити «Всесвітній торговий центр» (Бахрейн), «Спиральний хмарочос» (Індія), «Будинок-концентратор» (концепція проєкту для Євросоюзу). [59]

Комбіноване розміщення включає в себе точкове розміщення вітрогенераторів і отворів в будівлях ( «Вежа Перлової Річки», КНР), а також динамічну архітектуру. Автором цього напрямку є Девід Фішер, який розробив систему, при якій поверхи будівлі знаходяться в постійному русі з малою швидкістю, щоб не створювати дискомфорт у проживаючих людей. Між поверхами розташовані лопаті вітрогенераторів. Через постійну ротацію змінюється напрямок вітру і форма потоків, що дозволяє, за словами автора, збільшити ККД, одержуваний від перетворення вітру. Включення інженерного обладнання, заснованого на перетворенні енергії вітру, у структуру ПЕК будівлі є раціональним рішенням з кількох причин. Перше, швидкість вітру збільшується на 5 м / с кожні 100 метрів у висоту, відповідно, чим вище будівля, тим більше швидкість вітру і ККД вітроенергоустановки. Друге, в даний час розроблені універсальні вітроустановки, які здатні сприймати як вертикальні, так і горизонтальні вітрові потоки. Існує негативний аспект ветротехнологій - вібрація, яка передається на конструкції і викликає дискомфорт у відвідувачів будівлі. Однак, розміщення вітроустановок в технічних поверхах, до спеціальних заходів, які приглушують коливання, здатне лікувати даний недолік. Крім того, у безлопатева вітрогенераторів і установок. [66]

Застосування енергії сонця в ПЕК. Існує загальне правило, що дозволяє ефективно застосовувати сонячну енергетику - облік кута падіння сонця в залежності від широти місцевості. Залежно від орієнтації по сторонах горизонту і кута нахилу змінюється процентна кількість річний інсоляції. Для кореляції з запропонованими варіантами, які використовують енергію вітру також розглянемо чотири основних розташування фотоелектричних панелей в висотних будівлях.

Кути падіння сонця в залежності від широти місцевості

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

(Енергетичний квітка «Калла», КНР). Іншим рішенням виступає похила поверхня, що розміщується на плоскій покрівлі об'єкта, приклади: «Екобашня Азурі» (Ізраїль). [56]

- У середній і нижній (в тому числі стилобатной) частинах висотних будівель застосовується облицювання фотоелектричними панелями, рідше - сонячними колекторами. Можливе розміщення окремо розташованих сонячних панелей. Прикладами є «Сонячне гуртожиток» (Великобританія), «Сонячна вежа в Чикаго» (США).

- Комбіноване розташування передбачає застосування фасаду з фрагментами скла, вловлює сонячне світло. Інше рішення - динамічний подвійний фасад. Прикладом може служити побудований «Комплекс інвестиційної ради» в Абу-Дабі (ОАЕ). Це дві будівлі, які мають бочкообразную форму, в яких зовнішній фасад повертається відповідно до траєкторії сонця, при цьому, складові його частини, подібно квіткам, розкриваються в залежності від інтенсивності падаючого світла. [59]

Сучасні сонячні панелі виробляють електрику за οποї погоди, навіть якщо небо вкрите хмарами, що значно збільшує діапазон їх застосування. У більшості регіонів України в період негативних температур гостро постає питання обмерзання панелей. В даний час впроваджені розробки, що дозволяють розтоплювати лід шляхом підігріву поверхні або контуру панелі, що дає можливість отримувати енергію в повному обсязі навіть в зимовий період.

Включення в структуру ПЕК інженерного обладнання, що працює на енергії вітру і сонця, впливає на архітектуру будинку. Як показує практика проектування і будівництва, подібні рішення дозволяють відвідувачам візуально визначати використання в об'єкті поновлюваних джерел енергії, що позитивно позначається на його образі. Ментально люди розуміють, що подібні будівлі завдають менше шкоди навколишньому середовищу, є більш екологічними і енергоефективними в порівнянні з об'єктами, які повністю залежать від міської енергосистеми.

Спираючись на виявлені типи і ряд праць сучасних архітекторів, визначені найбільш ймовірні перспективи розвитку висотних будівель з ПДЕ. «З 2003 року проектування і будівництво хмарочосів вступило в новий етап своєї історії -



поява« sustainable building »- це альтернатива прагненню людини« підкорити »природу. Вона включає в себе вивчення можливості використання екологічно чистих відновлюваних джерел енергії, оптимального використання енергії, збереження водних ресурсів, застосування будівельних матеріалів повторного використання, поліпшення якості середовища проживання людини ». [73]

«У травні 2013 року були розпочаті роботи зі зведення Вежі Королівства (Бурдж- аль-Валід) в Джидді (Саудівська Аравія) заввишки більше 1 км. В кінці 2014 року очікується відкриття хмарочоса «Шанхайського Небесного міста» в Китаї висотою 838 метрів »[65]. Результати конференцій, проведених Всесвітньою радою

висотних будівель і міського середовища за останні 5 років, дозволяють прогнозувати поступове поява «вертикальних міст». Будинки вміщують все більше людей, їх системи укрупнюються і ускладнюються, тому такий об'єкт стає невеликим містом з власною інфраструктурою. Принциповою відмінністю від звичайного міста є неможливість модифікування середовища. У мегаполісі ми можемо знести застарілі будівлі, замінивши їх новими, іноді з іншим функціональним наповненням, або облаштувати (мікро) район збагативши його установами соціально-побутового обслуговування [21, 32]. Висотна будівля має чіткі геометричні розміри, вийти за які сьогодні не представляється можливим. У разі виникнення необхідності зміни функціонального призначення приміщень це можливо в вузьких межах, якщо ж знадобиться розширення площі об'єкта, єдиним рішенням стає будівництво нових корпусів. Виходом з даної ситуації може бути застосування модулів. Подібна ідея не нова, проте у випадку з висотними будівлями вона набуває особливого змісту. Модульність, можливість розвитку структури об'єкта, шляхом приєднання додаткових частин, дозволить в майбутньому, будувати «розвиваються» будівлі. При подібному підході зводиться будівля під конкретні умови, в разі зміни, модифікується модульна структура. Можливою формою таких утворень може стати виноградне гроно, можливо, перевернуте. «Виноградинка» в такому разі, окремий модуль. Їх розміри, характеристики і функції можуть відрізнятися. Головною перешкодою впровадження подібних рішень є нерозвиненість технологій. Йдеться в першу

чергу про матеріали, що дозволяють легко зрошувати модулі. Інша проблема - навантаження на фундамент, при збільшенні будівлі, зростає маса, яку несе підземна частина, можлива деформація або руйнування всієї конструкції. З архітектурної точки зору подібний модульний підхід несе позитивні аспекти: можливість створення мінливою композиції об'єкта, реалізація масштабних структур, будинків-фракталів і т.д. За 130 років висотні будівлі зробили великий стрибок у розвитку. Розробляються сьогодні технології в недалекому майбутньому допоможуть удосконалити методи будівництва і використовувані матеріали. [44]

Інший напрямок, яка отримує розвиток в останні роки - спеціалізація висотних будівель. У кожному місті є свої соціально-економічні проблеми сучасності: брак озеленення в містах, нестача продуктів харчування, нестача паркувальних місць на землі і т.д. Можливим вирішенням цієї проблеми є будівництво висотних будівель. Серед пропонованих варіантів можна виділити наступні функції об'єктів: вертикальні сади, сільськогосподарські ферми, автостоянки, місця зі складування і заводи по переробці відходів, будівлі-очищувачі повітря, будівлі-опріснювачі води і навіть висотні кладовища. Енергозабезпечення буде здійснюватися шляхом застосування, ПДЕ. Прикладом реалізації такого підходу є дві вежі (80 і 112 метрів), будівництво яких закінчується в Мілані. У них будуть розміщуватися дерева, чагарники і невеликі рослини, що за площею еквівалентно 1 гектару звичайного лісу. «В основі концепції вертикального лісу лежить ідея поліпшення екології міських районів: фасади покриваються листям різної форми і розміру, яка поглинає пил з повітря, створює сприятливий мікроклімат і захищає від сонячних променів. Це свого роду біологічна архітектура, де в питаннях екологічної раціональності не застосовується строго технологічний і механізований підхід» [44]

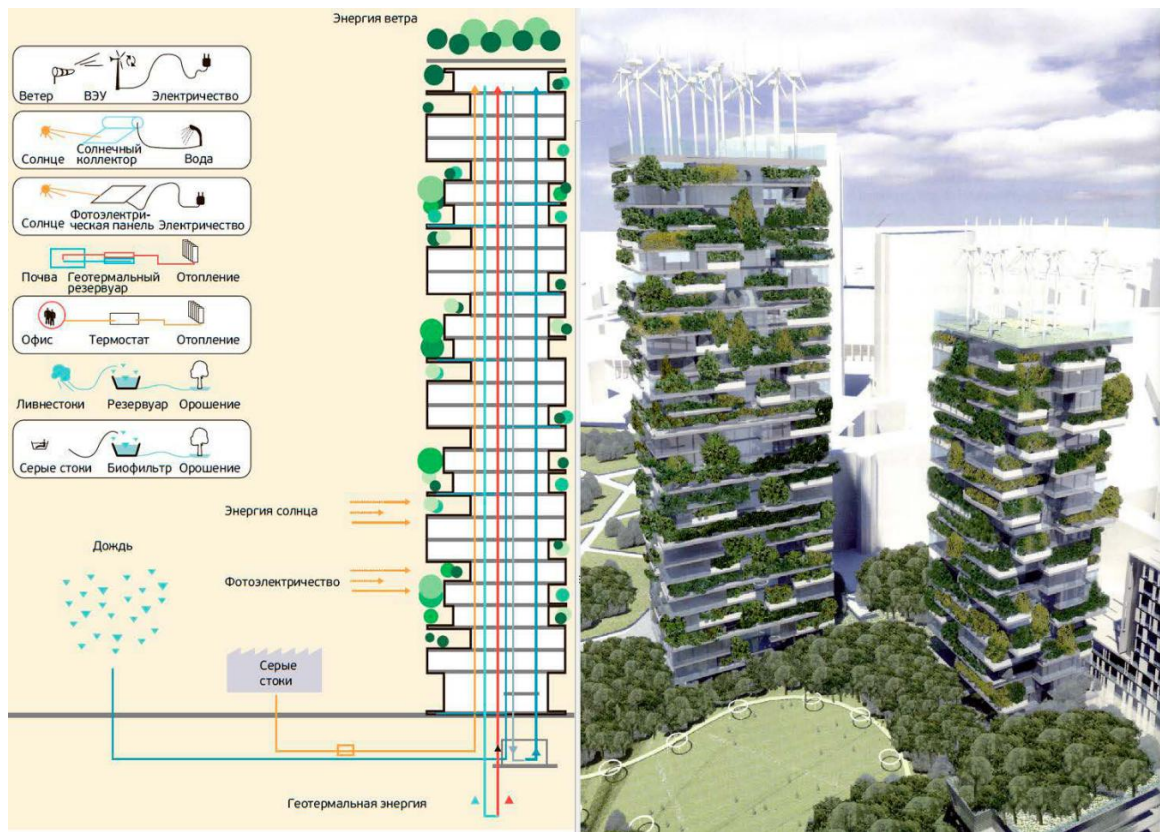


Рис 32. Вертикальний ліс в Мілані

Загальний вигляд і схема інженерного обладнання (рис. 32). Близько 20 років тому Паоло Солері сформулював поняття «Аркологія», яке стало поєднанням архітектури та екології, при домінуючій ролі першої. Проведене дослідження, виявило необхідність введення поняття «Архітектурної енергетики», як дисципліни, що розглядає два цих поняття в єдності. Такий підхід, дозволить в подальшому створювати будівлі, в які будуть органічно з початкового етапу проектування, інтегровані ПДЕ, як частина об'ємно-просторового рішення об'єкта. Вдосконаленням цієї ідеї стала концепція «будівлі з нульовим енергетичним балансом» («Net Zero Energy Building»). Це означає що об'єкт може бути повністю енергетично самодостатня, продаючи надлишки енергії в загальноміську мережу. Як пише Маріанна Бродач: «Ця мета (створення будівлі з нульовим енергетичним балансом) може бути досягнута тільки в результаті спільної творчої роботи архітектора, інженера, дослідника і самої природи, заснованої на оптимізації орієнтації і форми будівлі, використанні денного освітлення, природної вентиляції, застосуванні теплових насосів і поновлюваних джерел енергії і т.д.». Дана ідея особливо актуальна для висотних будівель. При її реалізації буде куповані головний недолік - високе енергоспоживання. В даний час в світі створено декілька програм, які

заохочують будівництво будівель з нульовим енергетичним балансом. Існує європейська резолюція до 2019 року і довгострокові програми в США до 2020-2050-х років. [73].

### **3.4 Розробка методики підвищення класу енергоефективності будівель за рахунок раціонального розташування геліосистем**

На сьогодні в Україні питання підвищення рівня енергоефективності будівель до відповідного класу, розроблення енергоефективних будівель та термомодернізація існуючого житлового фонду є вкрай актуальним. Клас енергоефективності залежить від рівня енергоспоживання будівель, який можливо зменшити за рахунок використання екологічно чистої відновлювальної енергії сонця, застосування геліосистем. Нині існують різні типи геліосистем (сонячні колектори, фотоелектричні модулі, фотоелектричні панелі та інше.). [81].

В останній час набувають широкого впровадження фотоелектричні облицьовувальні панелі, які суміщуються з огороджувальними конструкціями і є частиною зовнішнього оздоблення. Це пов'язано з тим, що не завжди звичайні сонячні електричні панелі ідеально вписуються в зовнішній дизайн будівель, особливо, коли потрібно строго дотримуватися задум архітектора або не порушити первісний вигляд історичної архітектури. [78].

Для вирішення такої проблеми деякі виробники придумали панелі з вибором різних відтінків. Звичайні, найпоширеніші панелі, мають темно-синій або фіолетовий відтінок. Ілон Маск і компанія SolarCity і зовсім представили сонячну черепицю, яка нічим не відрізняється від звичайної, але при цьому генерує електрику. Але не тільки дах можна розглядати, як корисну площу для розміщення сонячних панелей, а й фасад будівель (рис.1).



Рис. 33 Фотоелектричні облицьовувальні панелі на фасадах будівель

Для того, щоб перетворити фасад будівлі в поверхню, яка генерує електрику і при цьому не порушити дизайн, в ОАЕ створили спеціальні скляні панелі. На вигляд панелі Kromatix виглядають як звичайне скло, але якщо підійти ближче, то можна побачити, що це сонячна батарея (рис.2). Ці панелі можуть мати на вибір різні кольори. [79].

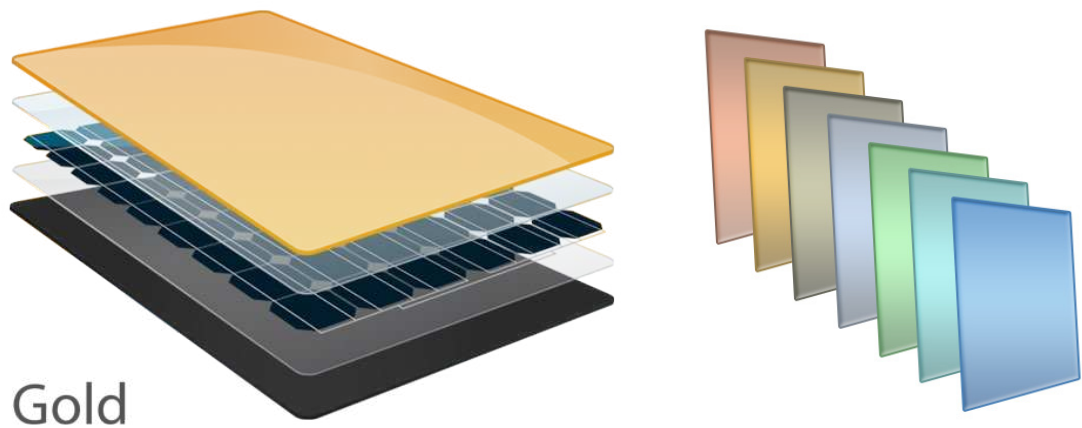


Рис. 34 Фотоелектричні облицьовувальні панелі

Рівень перетворення сонячної енергії в електричну залежить від просторової орієнтації та типу геліосистеми, широти місцевості та ін.

Архітекторів проектувальників при виконанні проекту треба в стислий час визначити орієнтацію ( $A\beta, \omega$ ) місце розташування, площу  $S$ , рівень перетвореної електричної енергії  $E_i$ . Існуючі засоби не дають змоги комплексно знайти оптимальні показники цих параметрів без проведення тривалих розрахунків. [80].

Розробили методику швидкого комплексного визначення раціональних параметрів орієнтації ( $A\beta, \omega$ ), площі  $S$ , рівня перетвореної електричної енергії  $E_i$ , для фотоелектричних облицьовувальних панелей без проведення тривалих розрахунків, з можливістю підвищення рівня енергоефективності будівель. [80].

Для вирішення питання з раціонально ( близького до оптимального) розташування фотоелектричних панелей на гранях будівель пропонується графічний спосіб розв'язання. Розроблено полярні моделі ( модель  $E_i = f(A\beta)$  при  $\omega = \text{const}$ ) залежності рівня електричної енергії виробленої енергогенеруючими панелями залежно від просторової орієнтації (азимута  $A\beta$  при заданому куті нахилу  $\omega$ ). [80].

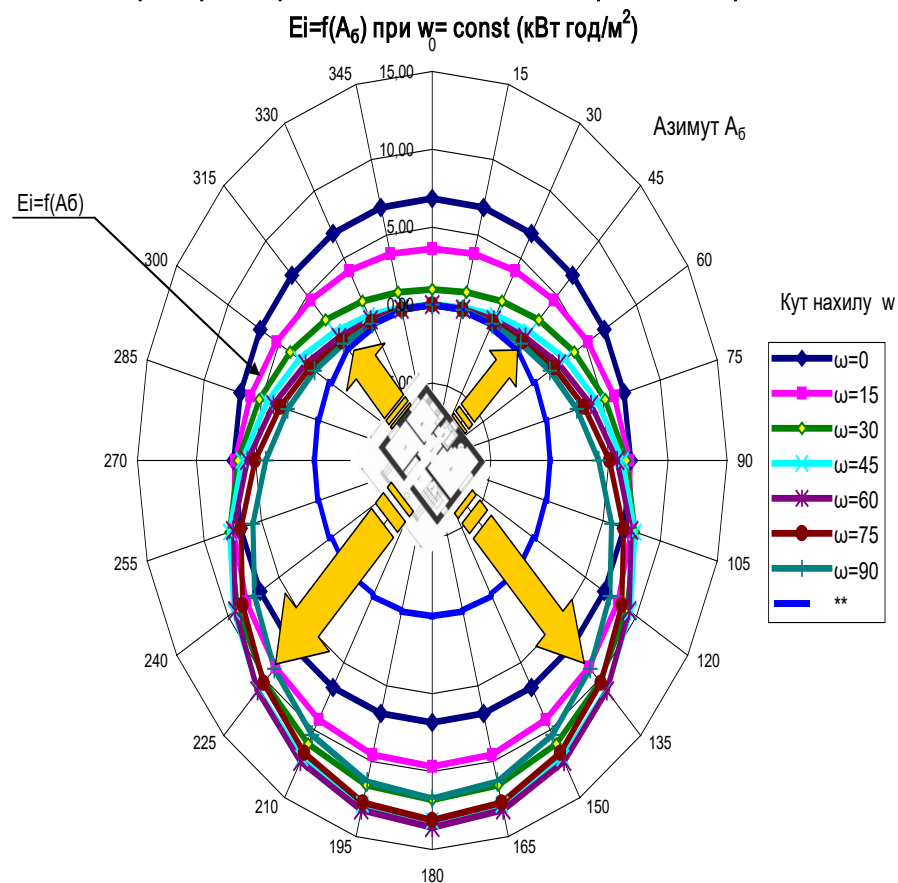


Рис. 35 – Визначення рівня перетворення електричної енергії фотоелектричними стіновими панелями, які інтегровані в стіни та схили даху будівлі, модель  $E_i = f(A_{\sigma})$  при  $\omega = \text{const}$

Проектувальник застосовує площинні полярні моделі надходження електричної енергії залежно від азимутальної орієнтації  $E_i = f(A_{\sigma})$  при  $\omega = \text{const}$  (кут нахилу  $0, 15, 30, 45, 60, 75, 90^{\circ}$ ). У центрі моделі, яку зображено на рис. 3, виділено зону для розташування креслень будівлі (плану поверху з розташованими панелями). Архітектор-проектувальник суміщує креслення будівлі та полярні моделі і визначає оптимальну грань для розташування фотоелектричних панелей та отримання максимальної кількості електричної енергії. [81].

Залежність надходження СР на площину геліоприймача  
від просторової орієнтації за опалювальний період для 50 град Пн.Ш.  
 $Q=f(A_6)$  при  $w = \text{const}$

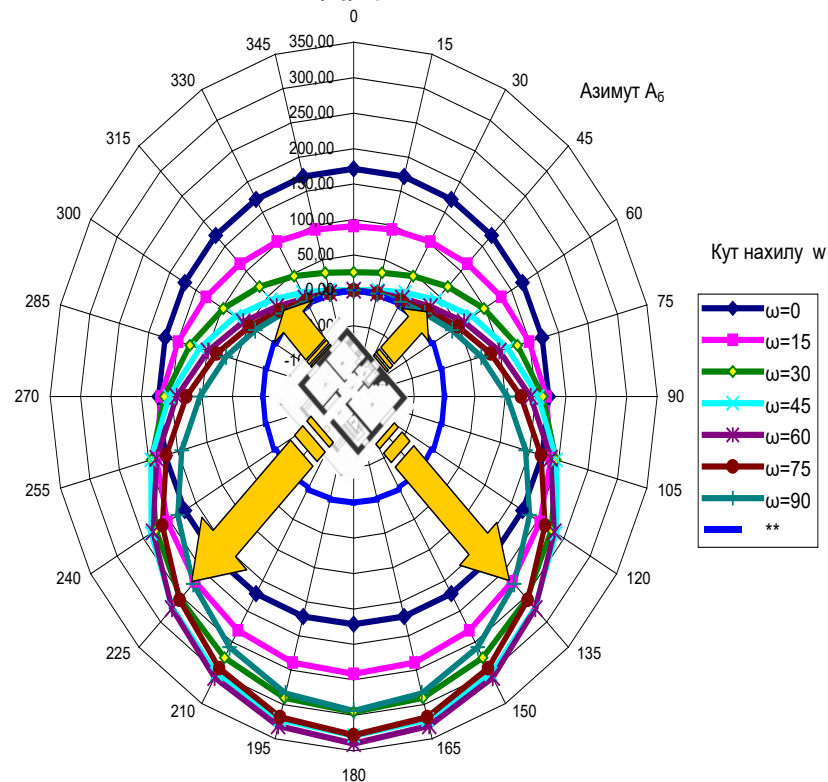


Рис. 36.– Визначення рівня надходження сонячної радіації на геліоприймачі, які розташовані на схилах даху та стінах будівлі, модель  $Q_{\text{крі}} = f(A_6)$  при  $\omega = \text{const}$   
Матеріали будуть використанні під час написання магістерської роботи.

Розроблено методику швидкого комплексного визначення раціональних параметрів орієнтації ( $A_6, \omega$ ), площі  $S$ , рівня перетвореної електричної енергії  $E_i$  без проведення тривалих розрахунків. Це буде сприяти підвищенню рівня енергетичної ефективності та відповідно класу будівлі. Методика буде застосована в дипломному та реальному проектуванні.

## ВИСНОВКИ ДО ТРЕТЬОГО РОЗДІЛУ

1. Розроблено методику проектування ПЕК з ПДЕ.
2. Сформульовано 5 принципів формування архітектури даного виду об'єктів.
3. Надано пропозиції щодо використання геліо- і вітрогенераторів в висотних ПЕК. Визначено 4 основних місця розташування по розміщенню енергообладнання: верхній, середній, нижній частинах об'єкта і комбіноване. Наведено схеми та конкретні приклади по кожному варіанту.
4. Розроблені принципи і методика апробовані в ескізному проекті енергоефективного житлового комплексу в м Києві. У ньому застосовані 2 ПДЕ: вітер, сонце. Отриманий багатофункціональний об'єкт має висоту 94 метрів, покриває потреби в енергії приблизно на 20% і співвідноситься з масштабом навколишньої забудови міста.
5. Визначено основні перспективи розвитку архітектури енергоефективних будівель з ПДЕ: будівлі, вирішальні прикладну соціально-економічну задачу в місті, країні;
  - енергетично цілком самодостатні будівлі;
  - зведення «вертикальних міст» для підкреслення іміджу міста, країни і вирішення проблеми ущільнення міської забудови.
6. Розроблено методику підвищення класу енергоефективності будівель за рахунок раціонального розташування геліосистем



## РОЗДІЛ IV

### АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ ВИРІШЕННЯ ОБ'ЄКТУ

#### 4.1. Обґрунтування вибору місця проектування

Обухівський район це муніципальне утворення, яке входить до складу Київської області, центром якого є місто з однойменною назвою. Лежить район в Правобережній Україні (по праву сторону від Дніпра). Район був утворений в шістдесят шостому році двадцятого століття. Головними річками, що перетинають територію Обухівського району є Стугна і Дніпро.

Район розташований у лісостеповій зоні Київщини. Правобережжі - Придніпровське плато - має вигляд крутого уступу, розчленованого глибокими ярами і членистими балками, в яких розмістилося більшість сіл Обуховщини. Дніпровські кручі, вкриті густим різнотрав'ям і підліском, долини приток Дніпра, зарослі кущами і деревами - це типові українські пейзажі лісостепу. [1].

#### 4.2. Природно-кліматичні особливості ділянки забудови.

Обухівський район це муніципальне утворення, яке входить до складу Київської області, центром якого є місто з однойменною назвою. Лежить район в Правобережній Україні (по праву сторону від Дніпра). Район був утворений в шістдесят шостому році двадцятого століття. Головними річками, що перетинають територію Обухівського району є Стугна і Дніпро.

Район розташований у лісостеповій зоні Київщини. Правобережжі - Придніпровське плато - має вигляд крутого уступу, розчленованого глибокими ярами і членистими балками, в яких розмістилося більшість сіл Обуховщини. Дніпровські кручі, вкриті густим різнотрав'ям і підліском, долини приток Дніпра, зарослі кущами і деревами - це типові українські пейзажі лісостепу. [7].

Клімат помірно континентальний, м'який, з достатнім зволоженням.

Згідно ДСТУ-Н.Б.В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», м. Обухів знаходиться у 1-му кліматичному районі та характеризується таб 4.2:

- середньою річною сумою опадів – 550-700мм;
- середня мінімальна річна температура повітря найбільш холодного місяця становить від -5 0С до -30С;
- середня максимальна температура повітря найбільш жаркого місяця

становить від 18 0С до 20 0С;

- середня річна вологість становить 74-76%;

#### *Аналіз температурного режиму району будівництва*

Середньорічна температура +7°С. Середня температура січня –6°, липня +19,5°. Тривалість вегетаційного періоду 198–204 дні. Найбільша кількість опадів припадає навесні на квітень-травень, а влітку на липень і серпень. Середня кількість опадів на рік становить 500-550 мм.

Сніговий покрив лежить до 100 днів. Напрямок вітру — південно-східний. Середня швидкість вітру — 11-14 м/с. Середня вологість повітря: літня — 73%, зимова — 78%.(рис.4.3а)

Таблиця 4.2

#### Усереднена характеристика клімату м. Обухів

	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Рік
Абсолютний максимум, °С	1,2	6,8	2,4	0,1	3,6	4,9	9,8	9,9	3,7	8,0	4,1	4,8	9,9
Середній максимум, °С	0,6	0	0,7	4,0	0,8	4,0	5,7	5,1	9,1	2,5	0	0,2	2,9
Средня температура, °С	3,2	2,5	1,1	4	6,2	9,1	1,2	0,7	4,9	0,8	0,9	2,3	1
Середній мінімум, °С	5,5	5,2	1,1	3	0,9	4,4	6,3	5,6	0,3	1	0	4,3	4
Абсолютний мінімум, °С	31,1	30,2	23,7	9,1	1,1	9	6	5	2,3	17,8	21,9	30,0	31,1
Норма осадків, мм	6	9	6	5	6	1	9	2	7	8	8	4	18

Таблиця 4.2а

#### Аналіз вітрового навантаження

Переважний напрямок	північно-західний
Річна кількість штилей	8%
Швидкість вітру (м/с):	
Середньорічна	4,2
Найбільша середньомісячна (лютий)	5,1
Найменша місячна (липень, серпень)	3,4
Максимальна розрахункова швидкість вітру	33,3 - 47,3

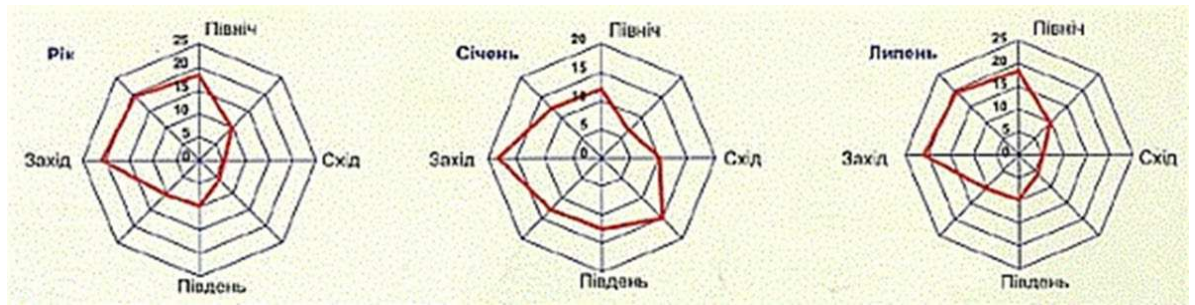


Рис. 4.26 Узагальнена повторюваність напрямків вітрів для території міста

Таблиця 4.2в

### Аналіз сонячної інсоляції

Місто	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Обухів	1,07	1,87	2,95	3,96	5,22	5,25	4,67	3,12	1,94	1,02	0,86	3,10

### 4.3. Геодезичні та гідрогеологічні дані

Поверхня території - горбиста рівнина із загальним нахилом до долини Дніпра. На півночі поширені дерново-підзолисті, в долинах рік - дерново-глеєві, лучні й болотні ґрунти. У центральній частині - опідзолені чорноземи, темно-сірі і світло-сірі лісові ґрунти; у південних районах - глибокі малогумусні чорноземи. На Лівобережжі зустрічаються лучно-чорноземні, лучні солонцюваті, солончакові і болотні солончакові ґрунти. На всій площі поширені льодовикові, моренні, лесові відклади (піски, глини, валуни). У структурі міста тече ріка Кобрин. [21].

Корисні копалини. Виявлені і розробляються переважно мінеральні будівельні матеріали: граніти, гнейси, каолін, глини, кварцеві піски. Є невеликі поклади торфу.

### 4.4. Розташування території та екологічні особливості місцевості

Територія міста Обухів є забрудненою у зв'язку з наявністю великих виробничих підприємств. У місті працюють 10 великих промислових підприємств, 8 будівельних організацій, 2 підприємства транспорту, 3 підприємства зв'язку, радгосп-комбінат «Обухівський», близько 800 суб'єктів

малого підприємництва. Ці зони і є небезпечними з точки зору техногенних катастроф, через велике скупчення небезпечних хімічних речовин і з'єднань, пилу, сміття, в атмосфері, гідросфері, ґрунті. Місцевість екологічно несприятлива і перевищує допустимі нормативи. Всі робочі підприємства впливають на навколишню природну середу шляхом і створюють забруднення. У місті у 1992 році засновано Інститут Промислової Екології. Основними напрямками діяльності Інституту є розробка та впровадження нових екологічно чистих технологій та обладнання для заощадження енергії та палива й захисту навколишнього природного середовища; проведення енергетичних та екологічних досліджень, експертиз та аудиту роботи промислових підприємств; розробка проектів Спільного Впровадження і за Схемою цільових екологічних (зелених) інвестицій зі скорочення викидів парникових газів у промисловості та системах енерго-, тепло-, водопостачання відповідно до механізмів Кіотського протоколу до РКЗК ООН.(4) [6].

#### 4.5. Містобудівна ситуація

Місто Обухів розташовано у 38 кілометрах від м. Києва. Територія, що відведена під забудову, знаходиться у центральній частині міста Обухів. Поруч знаходяться приватні садиби та громадські будівлі. До початку будівництва, на ділянці проведено земельні роботи, вирівнян верхній земельний шар, але є невеликий ухил до ріки Кобрин, що тече поруч.(рис.4.5)

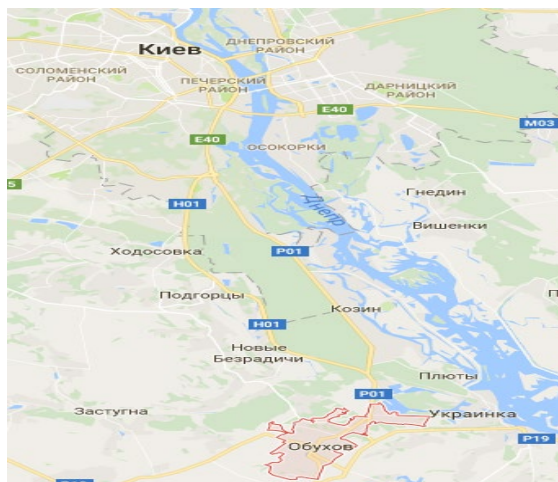


Рис. 4.5. Ситуаційна схема розташування ділянки забудови в межах країни (м.Обухів, Україна)



Рис. 4.5а Ситуаційна схема розміщення ділянки в структурі міста

Запроектована ділянка розташована в Обухові, в центральній частині міста. Будівельний майданчик розташований по вулиці міського значення «Київська». Система вулиць місцевого значення складає кістяк, що охоплює пд, пд-сх і пд-зх частини мікрорайону. Передбачається організація внутрішньо-квартальних проїздів, та організація нових пішохідних сполучень.(рис.4.5а)

#### **4.6. Функціонально-планувальна організація проектування.**

##### **Генеральний план**

Житлова група розташована у центральній частині міста Обухів. Ураховуються існуюча мережа міжквартальних проїздів та пішохідних шляхів.

Генеральний план території (рис.4.6) забудови включає в себе об'єкт будівництва – житлові будинки, також офісний центр, ландшафтно-рекреаційну зону, організація майданчиків для відпочинку. Місце проектування є забезпеченим транспортною мережею, представленою житловими дорогами та проїздами навколо території забудови шириною 3,5 м та 6 м, планується реконструкція зупинки громадського транспорту у структурі кварталу, для більш комфортного забезпечення мешканців зв'язком з іншими частинами міста.

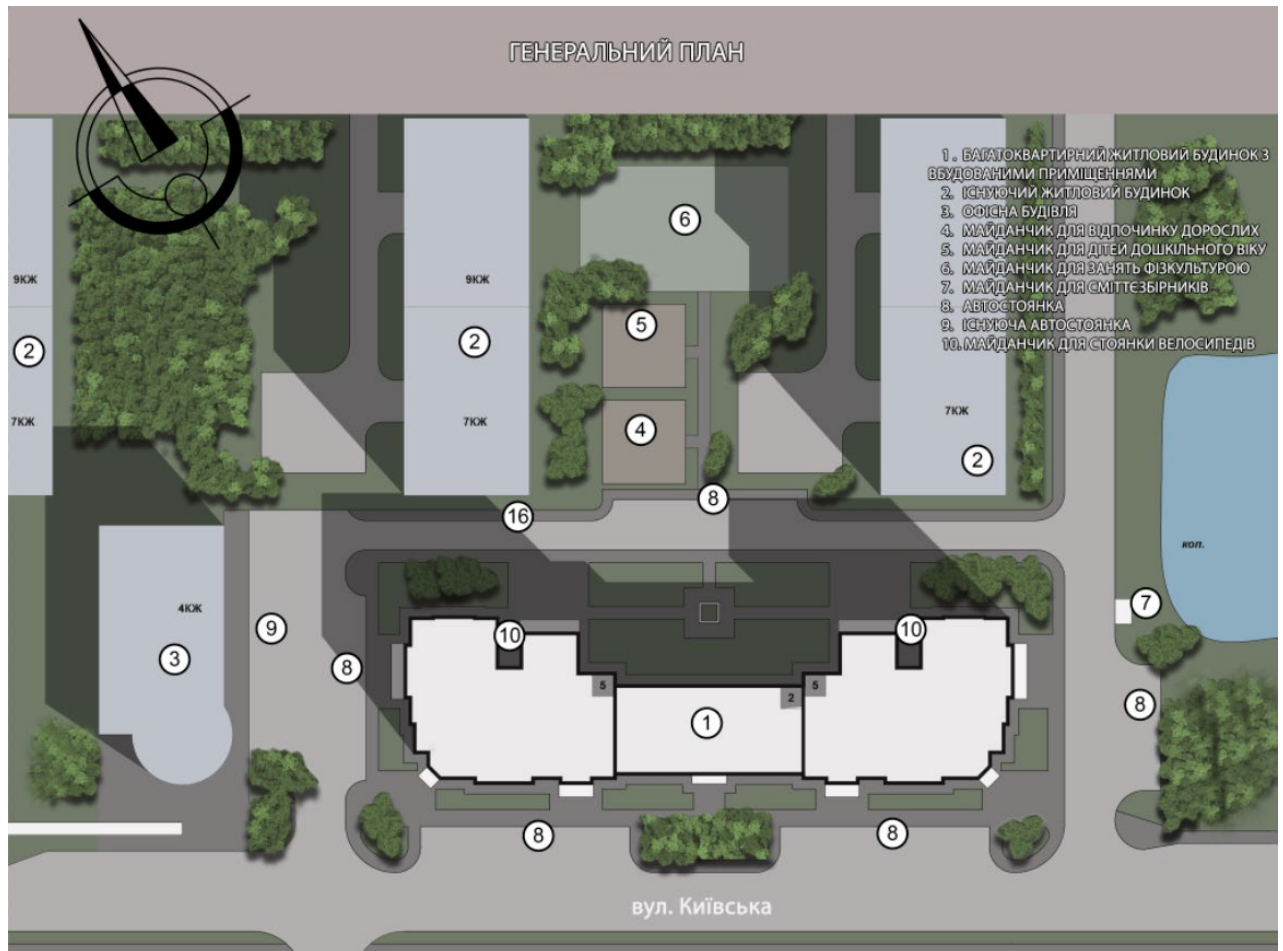


Рис.4.6 Генеральний план проекту

Проектом передбачено раціональне сполучення мешканців кварталу із усіма зонами відпочинку.

Схемою озеленення передбачається використання крупних та карликових дерев висотою 2-2,5 м, кущів та багатолітніх трав'яних рослин. Біля фонтану, на злегка піднятих клумбах створюються міксбордери з багаторічних рослин. Також максимально збережені вже існуючі дерева, котрі вплинули на проектування *дорожно-вуличної* мережі. Вздовж алей та доріжок висаджуються кущі – будлеї, спиреї, барбарису та сніжноягідника.

Крупні дерева(до 18 м), що застосовані у проекті: клен, каштан, іва, в'язь, черемуха та акація. Середні дерева(до 7 м): яблуня та клен польовий. Карлікові дерева (2-2,5м): калина та кизил. Кущі: спирея, будлея, сніжноягідник та барбарис. Багаторічні трави: ромашка полева, клівер та деревій.

Ширина проїздів до автомобільних стоянок – 3,5-6,0 м. Радіус закруглення кутів проїздів – 5-6 м.

Організовано пішохідні доріжки, які мають різні розміри –1,5 м, 1,0м. Тротуари піднесені на 15 см над рівнем проїздів.

Дитячі ігрові майданчики знаходяться в середині житлової забудови, в загальній рекреації. Покриття виконане з безшовного травмо-безпечного, водонепроникного покриття з гумової крихти. Мусорні контейнери огорожено глухою стіною та накрито навісами.

Для відпочинку населення передбачено рекреаційну зону, оздоблену клумбами, палісадниками, групами дерев, місцями для сидіння, де люди мають змогу відпочити.

#### **4.7. Архітектурна ідея об'єкту проектування**

Призначення комплексу будівель – житлова група.

Необхідні складові об'єкту – житлові будинки середньої поверховості з вбудованою громадською функцією.

Ємність об'єкту – розробка необхідної кількості варіантів житлових будинків для забезпечення потреб різних груп населення.

До будинків ставляться такі основні вимоги:

1. функціональної доцільності, тобто будинки повинні відповідати тому процесу, для якого він призначений (зручність проживання, праці, відпочинку тощо);
2. технічної доцільності, тобто будинки повинні надійно захищати людей від зовнішніх природних впливів (низьких чи високих температур, опадів, вітру), бути міцним та стійким, тобто витримувати різні навантаження, і довговічним, зберігаючи нормальні експлуатаційні якості протягом всього часу експлуатації;
3. архітектурно-художньої виразності, тобто будинки повинні бути привабливими за своїм зовнішнім (екстер'єр) і внутрішнім (інтер'єр) виглядом, позитивно впливати на психологічний стан та свідомість людей;
4. економічної доцільності, що передбачає найбільш оптимальні для даного виду будинків витрати праці, коштів та часу на його зведення. При цьому необхідно також поряд з одноразовими витратами на будівництво враховувати і витрати, зв'язані з експлуатацією будинку.

Художня образність проекту. На даній ділянці побудовані житлові будинки, які в архітектурному ансамблі гармонійно поєднуються з навколишньою середою. Ідея образу полягала в тому, щоб через використання архітектурних засобів (форми, фактур природних матеріалів, кольору) створити комфортне і водночас не одноманітне середовище для проживання людини, надати мешканцям відчуття спокою та гармонії.

Житлова група складається із будинків різних типів відповідно до потреб різних груп населення (молода сім'я, люди похилого віку, сім'я з 4 людей, інваліди) будинків. Відповідно до цього, будинки різняться за площею, необхідним оздобленням та відповідно об'ємом.

#### **4.8. Зовнішнє та внутрішнє опорядження будівлі**

Житлова група має закінчене композиційне рішення. Сприймається її художньо-образна цілісність завдяки гармонійному співвідношенню частин.

Під час проектування та будівництва житлового будинку за мету було взято створення умови для життєдіяльності усіх основних груп потенційних мешканців, зокрема маломобільного населення, тобто необхідно забезпечити доступність для інвалідів, що користуються кріслами-візками, прибудинкової території, внутрішніх комунікацій будівель і всіх приміщень квартир. [21].

Архітектура житлових будівель найбільш повно відбиває естетичні ідеали, вподобання і смаки свого часу. Естетичні якості є також результатом архітектурного осмислення цілої низки об'єктивних чинників – природно-кліматичних умов, містобудівної ситуації, об'ємно-планувальної структури будинку, його конструктивної схеми, технології зведення, використовуваних будівельних матеріалів. Важливий і суб'єктивний фактор – індивідуальний підхід до вирішення соціальних, планувальних, художньо-композиційних завдань. Для формоутворення житлового будинку важливе значення має співвідношення повторюваних і унікальних елементів або діалектика тотожності та відмінності вікон, балконів, декоративних прикрас, конструктивних елементів тощо. Багаті традиції має використання кольору, який дозволяє виявляти пластику фасадів, об'єднувати окремі деталі композиції в групи, виявляти акценти тощо. [15].



Вимоги до архітектурно-естетичної повноцінності житла є не менш важливими, ніж функціонально-планувальні вимоги. За Марком Вітрувієм естетичної довершеності можна досягнути тільки в гармонійній єдності з утилітарною та конструктивною складовими. Чистоту архітектурної форми, логіку конструктивного рішення завжди відображає зовнішній вигляд будівлі.

Використання основних принципів гармонізованості – застосування ритмічних, метричних співвідношень, гармонії кольору, що ґрунтуються на нюансах або контрастах, слід ширше застосовувати, зокрема, студентами при виконанні даного завдання. Особливе значення набуває вивчення стилістики сучасної архітектури. Як і на початку ХХ століття, зараз в архітектурі немає провідного стилю, період можна характеризувати як перехідний, ще не усталений. Тому немає чіткого набору елементів, їх форм, пропорцій і компонування, застосування яких визначило б належність саме до даного сучасного стилю. Наразі еkleктика визначає лад архітектури. Однак можлива орієнтованість на певні стилістичні течії, такі як постмодернізм чи постконструктивізм, ретроспективізм на основі класики або хайтек. Очевидно, що еkleктика – це не відсутність стилю, хаотичний набір погано поєднаних елементів, а їх гармонійне застосування. [27].

Естетика архітектури житла як і іншої архітектури повинна бути раціональною, людяною, а не помпезною. Підвищення естетичних якостей можна досягнути застосуванням нових будівельних матеріалів і конструктивних рішень – монолітного бетону, пластикових сплавів, облицювальної плитки, штукатурки з наповнювачами тощо. Приклади естетичної архітектури житла наведені.

#### **4.9. Техніко-економічні показники:**

- Найменування об'єкта будівництва – енергоефективний житловий комплекс
- Місце його розташування – м. Обухів
- Вид будівництва – нове будівництво
- Площа території кварталу – 4000 м<sup>2</sup>– 0,40 га
- Площа забудови – 1095 м<sup>2</sup>

- Поверховість забудови- 5 поверхів та двоповерхова офісна будівля.
- Кількість секцій – 2 шт.
- Загальна кількість квартир у будинку - 20 шт.
  - однокімнатних – 8 шт.
  - двокімнатних – 12 шт.
- Площа житлового будинку – 517,6 м<sup>2</sup>
- Населення житлової групи – 84 чоловік
- Кількість квартир у житловій групі – 40 шт.
- Висота першого поверху в будинках – 3,300 мм
- Висота типового поверху – 3,000 мм
- Загальний будівельний об'єм житлового будинку – 14681,2 м<sup>3</sup>
- Площа приміщень громадського обслуговування – 1335,4 м<sup>2</sup>

## ВИСНОВКИ ДО ЧЕТВЕРТОГО РОЗДІЛУ

У четвертому розділі «Архітектурно-планувальне рішення об'єкту проектування» надано загальне архітектурно-планувальне рішення енергоефективного житлового комплексу в м. Обухові згідно прийнятих рекомендацій.

На основі аналізу вихідних даних (природно кліматичних умов Київської області та загальної містобудівної ситуації) було розроблено функціональне зонування території енергоефективного житлового комплексу, пророблено генеральний план. Орієнтуючись на специфічні умови будівництва було прийнято проектувати житловий комплекс впритул до міської території для зручних функціональних зв'язків та мінімізації його впливу на навколишню територію.

Архітектурна ідея об'єкту проектування – створення енергоефективного житлового комплексу, на основі якого можна формувати різноманітні планувальні рішення. Житлова група складається із будинків різних типів відповідно до потреб різних груп населення (молода сім'я, люди похилого віку, сім'я з 4 людей, інваліди) будинків. Відповідно до цього, будинки різняться за площею, необхідним оздобленням та відповідно об'ємом.

Зовнішнє та внутрішнє опорядження будівлі обрано опираючись на екологічні показники, яким повинні відповідати споруди житлової групи призначення, враховуючи протипожежні, шумозахисні та санітарно-гігієнічні норми. У відповідності до рішення фасадів комплексу, матеріалом для опорядження будівлі обрано різної конфігурації та ухилу шумозахисні панелі. Внутрішнє опорядження залежить від функціонального призначення приміщень, і характеризується екологічністю матеріалів.

Визначені техніко-економічні показники об'єкту проектування, показують доцільність обраного архітектурно-планувального рішення об'єкту проектування.

## РОЗДІЛ V

### КОНСТРУКТИВНЕ РІШЕННЯ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

#### 5.1. Обґрунтування прийнятого конструктивного рішення.

При проектуванні будівлі за основу була обрана змішану конструктивну систему з зовнішніми несучими стінами. Під будівлю запроєктований монолітний ростверк з монолітним стрічковим фундаментом.

Навколо будівлі передбачене утеплене вимощення шириною не менше 1 м, а також гідроізоляція фундаментів. За позначку 0,000 прийнятий рівень чистої підлоги 1-го поверху.

##### 5.1.1. Основна конструктивна схема будівлі

Характеристика будівлі:

- |                                    |                |
|------------------------------------|----------------|
| - клас відповідальності            | - II           |
| - ступінь вогнестійкості           | - I            |
| - вологісний режим приміщень       | - нормальний   |
| - температура внутрішніх приміщень | - +20- +22 °С. |

У даному проекті використовується змішана конструктивна система з зовнішніми несучими стінами.

Будівля є прямокутною у плані і має такі геометричні розміри : 18 700 x 71 020. У повздовжньому напрямку 28 осей (1-28), у поперечному - 12 (А-М).

Деформаційний шов — елемент конструкції, що розділяє споруду на окремі блоки, він зменшує навантаження в місцях можливих деформацій і надає пружності всієї конструкції. У запроєктованій будівлі деформаційний шов передбачається влаштувати кожні 42 200 мм.

Враховуючи терасний тип забудови постає необхідність у влаштуванні осадочних швів у місцях великого перепаду висот. Вони виконують функції температурних швів, а в сейсмічних районах - антисейсмічних. Осадочний шов повинен розділяти як саму споруду, так і його фундамент, щоб забезпечити вільне взаємне зміщення по вертикалі розділених їм частин споруди.

Висота першого поверху, що призначений для сфери обслуговування – 3 300мм, висота наступних чотирьох поверхів житлового призначення – 3 000мм.

### **5.1.2. Фундаменти, цоколь, їх конструктивне рішення.**

Так як будівля має каркасну систему будівництва, то в проекті використовується бетонний монолітний стрічковий фундамент. Фундаментну подошву влаштовано на відмітці - 2,000 м (глибина промерзання для Київської області – 0,8-0,9 м) від рівня підлоги першого поверху (-1,55 від рівня ґрунту). Ширина стрічки фундаменту – 65 см.

Подушку під стрічковий фундамент товщиною 200 мм виготовляють з непучинистих матеріалів - піску, щебеню, та їх суміші у співвідношенні 40% і 60% відповідно. Укладання на дно траншеї відбувається шарами по 10 см, які потім проливаються водою і ретельно трамбуються.

Можливість зволоження фундаментів дощовими і талими водами виключається плануванням території забудови та влаштуванням по зовнішньому периметру будівлі вимощення із щільного водонепроникного матеріалу - асфальту. Вимощення має ухил будівлі рівним 3% і ширину 1 м.

Цоколь несе значну функціональну та архітектурну навантаження і передає її на фундамент будинку, тому до його виду і конструкції слід приділити велику увагу, а до міцності пред'являються підвищені вимоги. У проекті передбачений цоколь рівний або прямий цоколь, розташований в одній площині зі стіною. Зазвичай використовується для проектів з бетону, в основному при монолітному житловому будівництві. При стрічковому фундаменті цоколем служить його верхня частина, що знаходиться над землею.

### **5.1.3. Стіни та перегородки**

Зовнішні стіни виконані з керамічної цегли, зовні стіни облицьовані мінеральною штукатуркою. Також на зовнішні стіни прикріплені фотоелектричні модулі. (рис. 5.1.3)

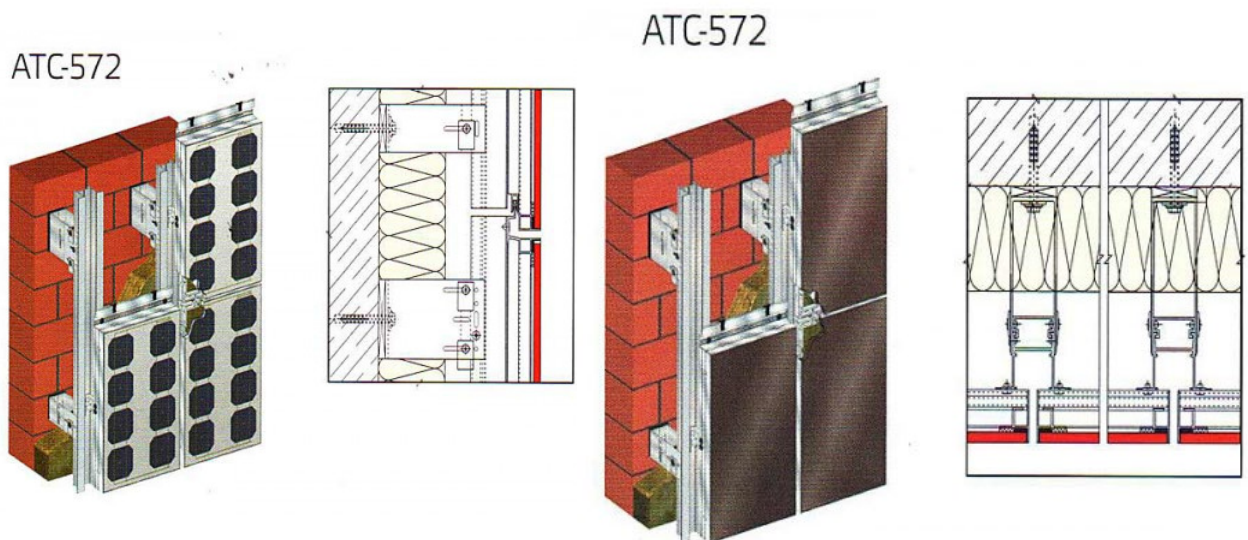


Рис. 5.1.3. Система кріплення фотоелектричних модулів до стіни

До основних переваг керамічних споруд відносяться:

- абсолютна екологічна безпека – завдяки відсутності токсичних компонентів;
- стійкість до вогню, комах і гризунів;
- вологостійкість;
- довговічність;
- низька теплопровідність стін;
- простота і темп монтажу – один муляр укладає за зміну майже 3 м<sup>3</sup> блоків, при цьому економія розчину становить майже 60%, в порівнянні з цегляною кладкою;
- можливість застосування дюбелів для монтажу обробки.

#### 5.1.4. Переkritтя та підлоги

Переkritтя – один з основних елементів будинку, яке забезпечує сприйняття навантажень, звуку і теплоізоляцію приміщень. Для влаштування переkritтя можуть застосовуватись різні конструкції та конструкційні матеріали.

В сучасному будівництві широко застосовується залізобетонне монолітне переkritтя. По способу влаштування запроєктовано залізобетонне монолітне переkritтя, це найбільш надійне та довговічне. Ширина переkritтя 310 мм.

До конструкції підлоги входять усі елементи, які укладаються зверху перекриття: теплоізоляційний шар і верхній шар - чиста підлога. У вологих приміщеннях під чистою підлогою додатково вкладають гідроізоляційний шар. Добір матеріалу підлоги здійснюється з урахуванням її міцності, стиранності, водостійкості.

Підлоги у квартирах влаштувати з сучасних матеріалів (Паркетна дошка, ламінат, керамічна плитка).

У приміщеннях громадського призначення підлоги влаштовані з керамічної плитки з влаштуванням гідроізоляційного шару.

### **5.1.5. Вертикальні комунікації**

У даному проекті використовується збірна сходова конструкція. Збірні сходи збираються з великих або дрібних елементів. Крупноелементні сходи складаються з маршів і майданчиків, що спираються на поперечні стіни будівлі.

Оптимальні розміри майданчиків призначають у залежності від наявного простору та зручності її експлуатації. Ширина майданчика відповідає ширині сходового маршу – 1200 мм. В одному марші 10 сходів. При призначенні довжини майданчика важливо зберігати безперервність кроку до наступного підйому.

У житлових будинках заввишки більше п'яти поверхів ліфти встановлюються обов'язково. Шахти і машинне відділення ліфтів не повинні бути розташовані безпосередньо над житловими кімнатами, під ними, а також суміжно з ними. Ліфти в даному проекті є двох типів: пасажирські і грузові. Ширина ліфтового холу 1.60м.

### **5.1.6. Покрівля**

Покрівля – один із основних елементів будинку, призначена для виділення будинку і приміщень у просторі, ізоляції приміщень, відведення дощових вод і сприймання снігових навантажень.

За архітектурно - конструктивним рішенням було вибрано плоский дах з покриттям що експлуатується з водовідведенням згідно ДБН В.2.6-14-97 - Покриття будинків і споруд. Горищний дах огорожений по контуру суцільною парапетною огорожою висотою 1,2 м. (рис.5.1.6)

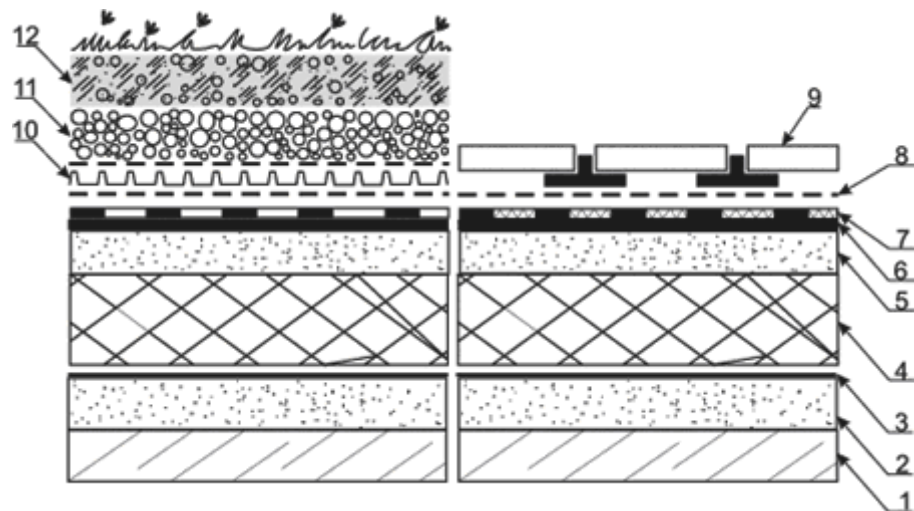


Рис. 5.1.6. Типова конструкція плоскої покрівлі

### 5.1.7. Несучий каркас

Складається з монолітного каркасу і несучих зовнішніх стін товщиною в 510 мм., та монолітних залізобетонних перекриттів (310 мм). У каркасній конструктивній схемі із несучими стінами стійкість будівель забезпечується жорсткими сполученнями між монолітним каркасом, колонами та стінами.

## 5.2. Конструктивні рішення енергоефективного житлового комплексу

### 5.2.1. Опалення та вентиляція та їх конструктивне забезпечення.

У житловій групі запроєктована централізована система опалення яка буде відбуватись від індивідуального теплового пункту, розташованого в в підвальному приміщенні кожного житлового будинку.

**Індивідуальний тепловий пункт** або ІТП – це комплекс автоматичних пристроїв, зазвичай розташований у підвальній частині будівлі та призначений для того, щоб приєднати внутрішньобудинкові системи теплоспоживання – опалення, гарячого водопостачання або вентиляції – до теплової мережі. (рис. 5.2.1.)

По подаючому трубопроводу здійснюється подача теплоносія в будинок. За допомогою другого зворотного трубопроводу в котельню потрапляє вже охолоджений теплоносіє із системи.

Вентиляція – комбінована - приточно-витяжна, що організована з одночасним застосуванням приточних та витяжних новітніх вентиляційних установок, що розміщені у венткамерах, які знаходяться на кожному поверсі



одна над одною, та приточних і витяжних каналів; природна – здійснюється через фіранки у світлопрозорих конструкціях та віконних блоках.

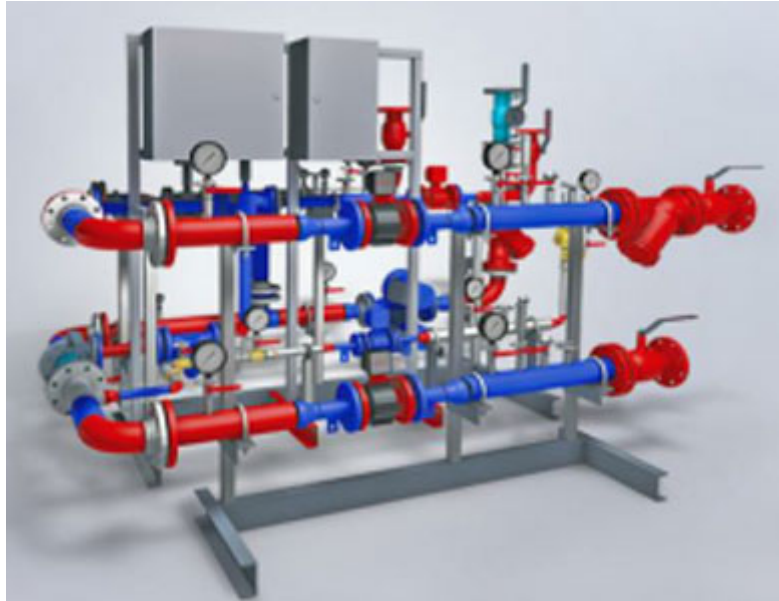


Рис. 5.2.1. Індивідуальний тепловий блок

**Дахові рекуператори** - вид рекуператорів, що застосовуються у системах припливно-витяжної вентиляції, що встановлюються на даху будівлі. Застосовуються в будівлях громадського користування (ресторани, бари), санітарних приміщеннях, складах, квартирах, промислових будівлях. Перевагою вентиляторів WD є горизонтальний викид повітря, завдяки чому повітря не повертається в приміщення. (рис.5.2.1 та 5.2.1а)

### Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Згідно з ДБН В.2.6-31 мінімально допустиме значення опору теплопередачі для непрозорих частин зовнішніх стін в I-й температурній зоні експлуатації України (м. Обухові) становить  $Rq \min = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

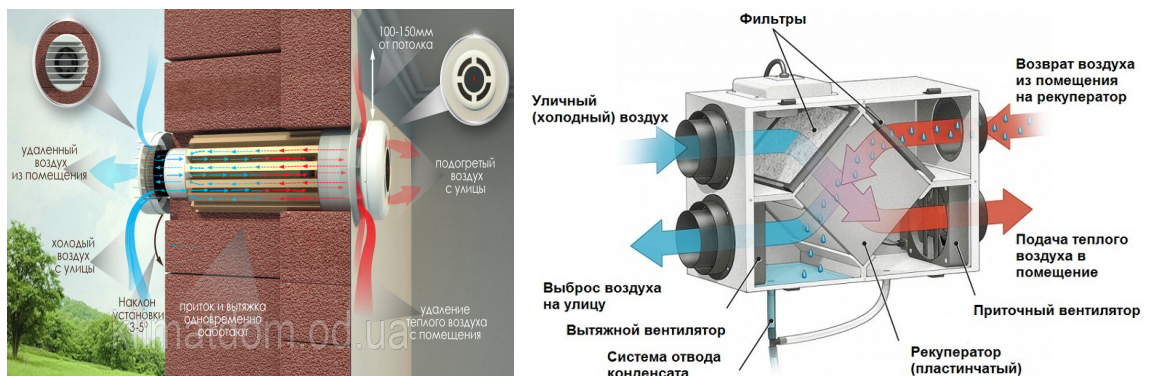


Рис. 5.2.1. Монтування та процес роботи рекуператорів

Визначають опір теплопередачі зовнішніх стін згідно з формулою 2 ДСТУ Б В.2.6-189:2013:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i,p}} + \frac{1}{\alpha_{з}}$$

де  $\alpha_{в}$ ,  $\alpha_{з}$  – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К), приймають згідно з Додатком Б ДСТУ Б В.2.6-189:2013, і дорівнюють:  $\alpha_{в} = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup> · К);  $\alpha_{з} = 23$  Вт/(м<sup>2</sup> · К);  $\delta_i$  – товщина іго шару зовнішніх стін, м;  $\lambda_{i,p}$  – розрахункова теплопровідність матеріалу і-го шару зовнішніх стін в розрахункових умовах, Вт/(м·К).

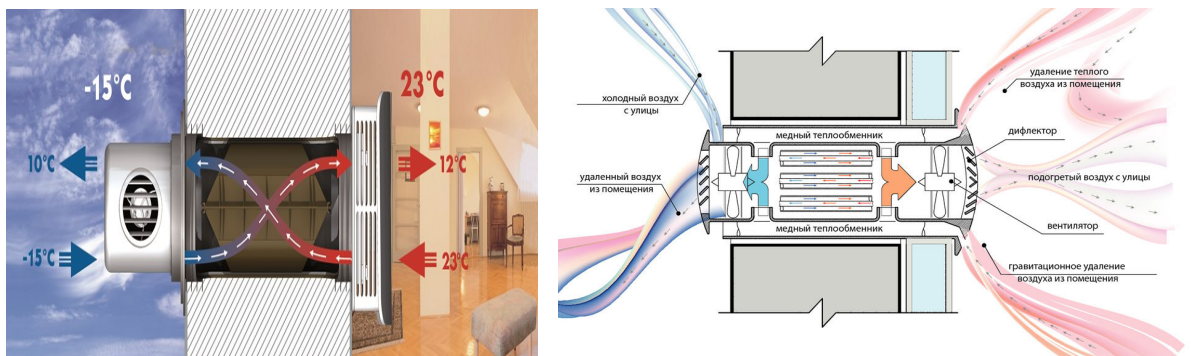


Рис. 5.2.1а Схематична робота рекуператорів

Отже, характеристики шарів стінової конструкції:

- $\delta_1 = 0,015$  м,  $\lambda_1 = 0,93$  Вт/(м·К) – характеристики внутрішньої штукатурки;
- $\delta_2 = 0,3$  м,  $\lambda_2 = 0,41$  Вт/(м·К) – характеристики керамзитобетонних панелей;
- $\delta_3 = 0,15$  м,  $\lambda_3 = 0,042$  Вт/(м·К) – характеристики мінераловатних плит PAROC марки FAS-4 густиною 110 кг/м<sup>3</sup> ;
- $\delta_4 = 0,01$  м,  $\lambda_4 = 0,6$  Вт/(м·К) – характеристики зовнішньої опоряджувальної штукатурки. Тоді,

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,3}{0,41} + \frac{0,15}{0,042} + \frac{0,01}{0,6} + \frac{1}{23} = 4,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Встановлена величина задовольняє нормативним вимогам ДБН В.2.6-31:2016. Таким чином, мінімально необхідна товщина теплоізоляції стіни на основі керамзитобетонних панелей заводського виготовлення товщиною 300 мм,

густиною 1000 кг/м<sup>3</sup> з мінераловатних плит PAROC марки FAS-4 густиною 110 кг/м<sup>3</sup> становить 150 мм.

### **5.2.2 Заходи для забезпечення високого рівня енергоефективності будівель**

Сонячні батареї можуть містити фотоелектричні модулі Дабл. У них використовується плівковий аморфний кремній a-Si разом з плівкою та кремній підвищеної прозорості  $\mu$ -Si. Сутність цієї технології наступна: аморфний кремній бере участь у перетворенні енергії, одержуваної з видимої частини спектру, а мікроплівка працює з інфрачервоним випромінюванням. У порівнянні з одноплівковою конструкцією аморфна технологія сприяє зростанню потужності на цілих 50%, а розміри модуля при цьому залишаються незмінними!

Коефіцієнт оптичного поглинання денного світла у аморфного кремнію в 20 разів вище, ніж у кристалічного. Тому досить використовувати його шар товщиною в 0,5-1 мікрон. А для досягнення такого ж світлопоглинаючого показника у кристалічного кремнію потрібний виріб товщиною в 300 мікрон.(рис. 5.2.2.)

Для тонкоплівкового кремнієвого фотоелемента застосовують силан (кремневодень) – він наноситься шаром в 100 разів більш тонким, ніж фотокристалічний кремній. Термін експлуатації таких батарей значно нижчий за ті, що виготовлені з чистого кремнію, що пояснюється вигоранням від сонячної радіації тонкої плівки фотоелемента.

Компанія «Теплоціль» рекомендує ці модулі, тому що вони можуть використовуватися і при недостатньому ступені освітленості, коли небо закрито хмарами, і навіть у погану погоду. Тонкоплівкові сонячні батареї показують хороші результати в країнах з надміру спекотним кліматом, а також за наявності розсіяного світла.

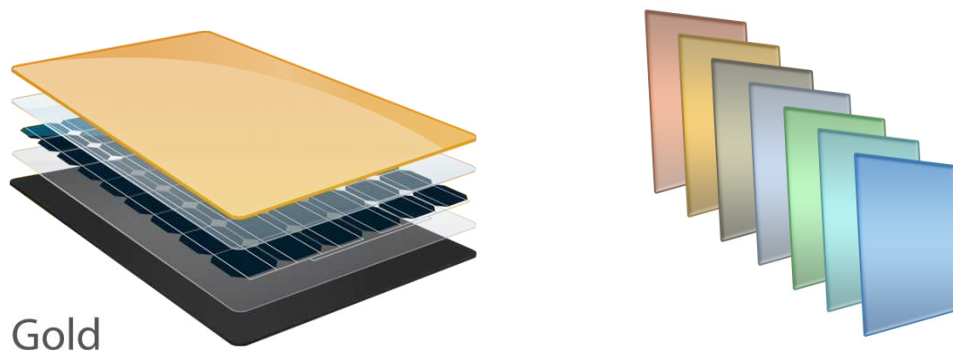


Рис.5.2.2. Фотоелектричні панелі



Рис. 5.2.2а. Зовнішній вигляд енергоефективної будівлі з фотоелектричних панелей

З метою додаткового збільшення енергоефективності будівлі, з озелененням на даху можуть співіснувати сонячні батареї для підігріву води, що надходить у водопровідну мережу. Це забезпечить значну економію гарячої води, що надходить з міських мереж, особливо в літній час. Для самостійного видобутку електроенергії та забезпечення нею не лише внутрішніх приміщень, але й для зовнішнього освітлення території енергоефективного житлового комплексу запропоновано використання відновлювальних джерел енергії, зокрема, сонячних батарей. (рис. 5.2.2а).

З міркувань економії тепла в запроектованій будівлі передбачені **енергозберігаючі склопакети Glass trosch**. Ці вікна працюють як сонячні акумулятори, які збирають сонячну енергію для обігріву приміщень і практично виключають теплові втрати, забезпечують ефективну теплоізоляцію завдяки своїм високотехнологічним покриттям. У виробництві склопакетів Глас Трьош використовується високоякісне мультифункціональний, енергозберігаюче і сонцезахисне скло торгової марки SILVERSTAR (рис.5.2.2б). Для відповідності найвищим вимогам в області звукоізоляції, безпеки і протипожежного захисту можуть використовуватися різні комбінації листового, одношарового і багатошарового безпечного скла:

## Енергопакет® Glas Trösch EN2plus 24мм.



Рис.5.2.2б Скорочення витрат на опалення приміщенні

Застосування енергопакетів® Glas Trösch EN2plus 24мм

- Універсальне застосування для вікон, дверей, зимових садів і фасадів
- Комбінується в склопакеті зі склом EUROWHITE і LUXAR (просвітлене і антиблікове скло)
- Може комбінуватися в склопакетах з іншими стеклами для забезпечення функцій сонцезахисту, безпеки і звукоізоляції

### Система управління освітленням Berker instabus KNX

За рахунок автоматичної системи управління світлом можна також зменшити витрати на енергію. Адже, інтелектуальна система може самостійно погасити світло. І навпаки, система відразу ж включить світло, якщо хто-небудь наблизиться до одного з датчиків руху. Системі можна доручити індивідуально регулювати освітлення в залежності від падаючого денного світла. Таким чином, зовсім непомітно для людини освітлення в приміщенні буде завжди однаковим, незалежно від того, світить сонце чи ні. [57].

Клас енергоефективності будівлі визначається на підставі зіставлення отриманих значень енергоспоживання з нормативними значеннями максимальних теплових витрат житлових і цивільних будівель, які наведені в ДБН В.2.6-31.2006 «Теплова ізоляція будівель». Так, наприклад, відповідно до змін № 1 до цих ДБН, уведених у дію із 01.07.2013 р., для 9-поверхових житлових будинків, розташованих у I кліматичній зоні, нормативні річні теплові витрати становлять 55 кВт.год/кв.м опалювальної площі будинку. Якщо

енергоспоживання 9-поверхового будинку знаходиться на цьому рівні, він має клас енергоефективності С. [65].

### **5.2.3. Водопостачання і водовідведення**

Згідно ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування», водопостачання до забудови запроєктовано з централізованої системи водопостачання. Підключення до системи водопостачання передбачає наявність насосної станції і водоочисних споруд. [7].

Для водопостачання модульного високощільного житла передбачається використовувати автономну систему водопостачання із підземним насосним комплексом. Автономні системи водопостачання, побудовані на базі підземного насосного комплексу, не мають недоліків водонапірних башт, але мають усі їх переваги, крім однієї: якщо припиняється електричне живлення, то припиняється й подача води до системи водопостачання.

Комплекс інженерних споруд і санітарних заходів, призначених для збору стічних вод в місці утворення, відведення (транспортування) їх за межі обслуговуваного (каналізованого) об'єкта, очищення, знешкодження і знезараження стічних вод і утворюваних осадів, випуску очищених стічних вод у водоймища, називається водовідвідною системою або каналізацією. [7].

Для обслуговування модульного високощільного житла планується використовувати напівроздільну систему каналізації, що складається з двох мереж: одна – для відведення побутових і виробничих вод, інша – для відведення атмосферних вод, але головні відвідні колектори влаштовують спільними. При цьому дощова мережа з'єднується із спільним відвідним колектором через спеціальні розділові камери, в яких стік від дощів помірної інтенсивності прямує в спільний відвідний колектор, а при сильних дощах частина дощового стоку скидається в найближче водоймище без очищення. [3].

### **5.2.4. Електропостачання**

Комплекс систем електропостачання призначений для підключення об'єктів до міських мереж електроживлення, організації надійної та безпечної роботи слабкоstromових систем об'єкта, забезпечення безперебійної роботи

інженерного обладнання в разі відмов у роботі зовнішньої мережі електроживлення. [5].

Більшість споживачів електричного струму в будівлі відносяться до II категорії надійності електропостачання. До I категорії відносяться електроприймачі протипожежних пристроїв, охоронно-пожежна сигналізація, евакуаційне освітлення.

Електропостачання та розподільчу мережу зовнішнього освітлення на території закладу, здійснено кабельними лініями. [9].

Освітлення території передбачається відповідно до інструкції з проектування зовнішнього освітлення міст, селищ та сільських поселень.

Електрообладнання у будівлі слід передбачено згідно з нормами проектування електрообладнання житлових та громадських будинків, правилами влаштування електроустановок.

У будівлі закладу передбачені такі види освітлення:

- робоче — у всіх приміщеннях;
- евакуаційне — у коридорах, холах, вестибюлях, на сходах, роздягальнях, кухнях;
- аварійне — в електрощитовій, чергових пожежних постах;

Електропостачання передбачається від зовнішніх низьковольтних мереж напругою 220 В. Електроосвітлення – лампами розжарювання і люмінесцентне. Електрообладнання, електроосвітлення, системи автоматизації і диспетчеризації інженерного обладнання у центрі належить проектувати згідно з правилами улаштування електроустановок (ПУЭ), ПУЕ, ДБН В.2.5-13, ДБН В.2.5-23, ДБН В.2.5-24, ДБН В.2.5-27, ДБН В.2.5-20, ДБН В.2.5.28, НПАОП 40.1-1.32, а також іншими чинними нормативними документами.

## ВИСНОВКИ ДО П'ЯТОГО РОЗДІЛУ

У 5 розділі пояснювальної записки надано характеристику конструктивного рішення енергоефективного житлового комплексу, розглянуті основні конструктивні елементи будівель. Конструктивне рішення обумовлене архітектурно-планувальною структурою будівлі, поверховістю та природно-кліматичними особливостями місця проектування.

Технічні рішення обумовлені планувальним рішенням, призначенням приміщень, висотою приміщень, режимом проживання мешканців, наявністю енергокомунікацій, тепловитрати будівель.

Отже, при розробці конструктивної схеми проекту було враховано особливості місця проектування, гідрологічні умови та сучасні будівельні технології.

Сукупність горизонтальних і вертикальних конструкцій, що забезпечують просторову жорсткість і стійкість будівлі, згідно з прийнятим об'ємно-планувальним рішенням, утворює конструктивну систему будівлі. При проектуванні за основу була обрана монолітно-каркасна система

Конструктивна розробка включила також розгляд комплексу технічних заходів, покликаних зменшити тепловтрати та енергоспоживання: влаштування зелених фасадів і дахів, енергозберігаючі склопакети та системи контролю освітлення. Описано загальні характеристики прийнятих технічних рішень, зокрема, щодо опалення і вентиляції та їх конструктивного забезпечення; щодо водопостачання і водовідведення, щодо електропостачання. Для самостійного видобутку електроенергії та забезпечення нею не лише внутрішніх приміщень, але й для зовнішнього освітлення території модульного високощільного житла запропоновано використання відновлювальних джерел енергії, зокрема, сонячних батарей.



## РОЗДІЛ VI

### ІКТ ТА BIM-МОДЕЛЬ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

Архітектурно-будівельне проектування – один з головних споживачів новітніх досягнень в області інформаційних технологій. На сьогоднішній день основне застосування тут знаходить комп'ютерна графіка, рівень використання якої став настільки високий, що навіть досвідчені фахівці не завжди можуть відрізнити її від ручної. Але комп'ютерне проектування вже піднялося на наступний рівень – створення інформаційної моделі об'єкта. [55].

Сучасний розвиток інформаційних технологій ознаменувався появою принципово нового підходу в архітектурно-будівельному проектуванні, що полягає у створенні комп'ютерної моделі нової будівлі, яка охоплює всі відомості про майбутній об'єкт – Building Information Model (BIM).

Інформаційне моделювання в будівництві (BIM - Building Information Modeling) – це цифрове представлення фізичних і функціональних характеристик об'єкта, яке створює спільно використовуваний інформаційний ресурс даного об'єкта і формує надійну основу для прийняття рішень на протязі його життєвого циклу: від ранніх концепцій до утилізації. [14].

BIM – це один з найбільш багатообіцяючих підходів, який дозволяє розробку однієї або більше точних віртуальних, побудованих в цифровому форматі моделей будівлі для підтримки заходів з проектування, будівництва, виробництва і закупівлі, за допомогою яких і здійснюється будівництво будівлі.

Користувачі застосовують традиційний CAD 2D-форматі. На кресленнях будівельні елементи зображені лініями, дугами, що визначають геометрію конструкції. Обмін даними між учасниками проекту відбувається на паперовому або електронному носії.

Користувачі застосовують CAD 2D – або 3D-форматі. Моделі першого рівня містять в основному базову інформацію. Для обміну інформацією використовуються електронні файли. На цьому рівні взаємодія між учасниками організовано через середовище загальних даних (Common Data Environment). Однак повноцінної взаємодії між учасниками, що належать до різних дисциплін, не відбувається.

BIM-проект цього рівня являє собою комплексну модель, над якою паралельно

працюють фахівці різних спеціальностей в різних програмах. Складання загальної моделі, аналіз і виявлення колізій здійснюються в спеціальних «складальних» програмних додатках. [29].

Даний рівень передбачає додавання наступних вимірювань: 4D (час) і 5D (вартість). Для цього рівня передбачається формування даних про об'єкт у форматі COBie.

Будівельний проект спирається на єдину інтегровану модель, яка створюється і використовується всіма учасниками процесу – замовником проекту, архітектором, проектувальником, інженерними службами, підрядниками та субпідрядниками, власниками будівлі. Це повністю інтегровані дані та інтегрований процес, який використовує веб-сервіси і сумісний з новими стандартами Industry Foundation Classes (IFC).

Сьогодні компанії архітектурно-будівельної галузі знаходяться на різних рівнях зрілості і, як правило, використовують BIM для вирішення завдань вузького профілю. Має пройти час, щоб в галузі було накопичено достатньо знань і досвіду для поступового переходу від першого і другого рівнів зрілості, на яких більшість з них знаходяться в даний момент, до третього рівня – повністю інтегрованому BIM. [39].

При проектуванні проекту було використано програмний комплекс ArchiCAD 16 + Artlantis Studio 6.5 (рис. 6.1-6.2). При створенні BIM-проекту в ARCHICAD 16 створюється єдина модель, на основі якої будуються всі проекції. Отже, при зміні моделі корективи будуть відображатися на всіх створених кресленнях.

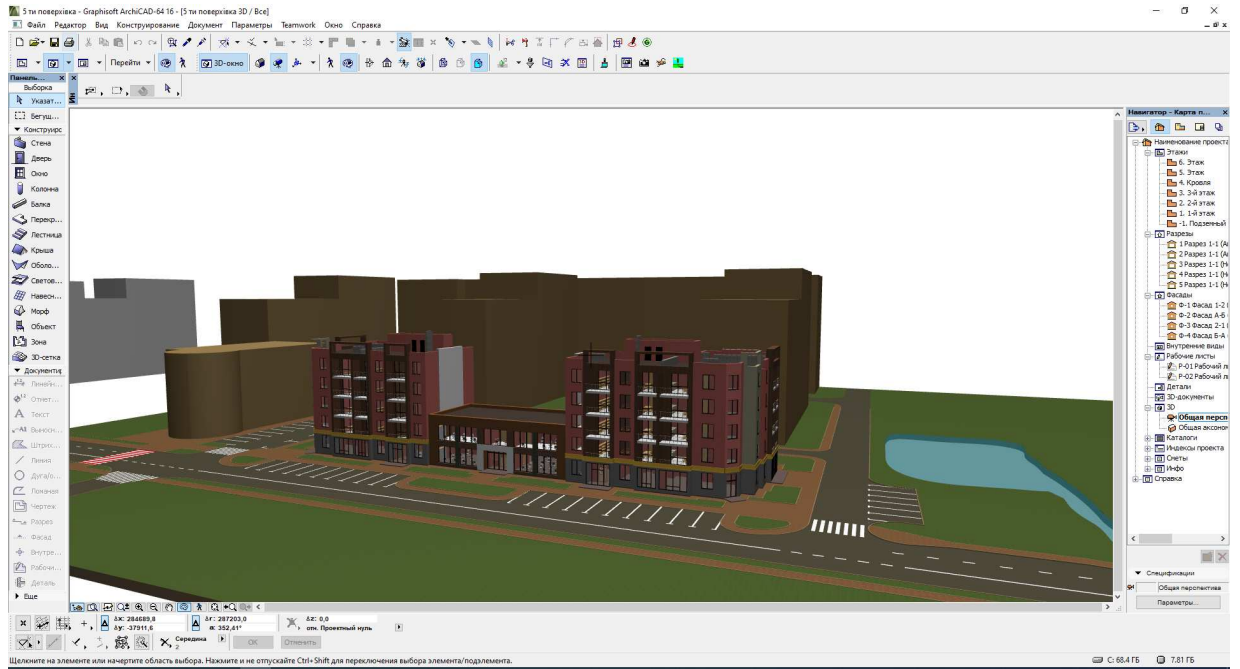


Рис. 6.1. Структура файлів моделі.

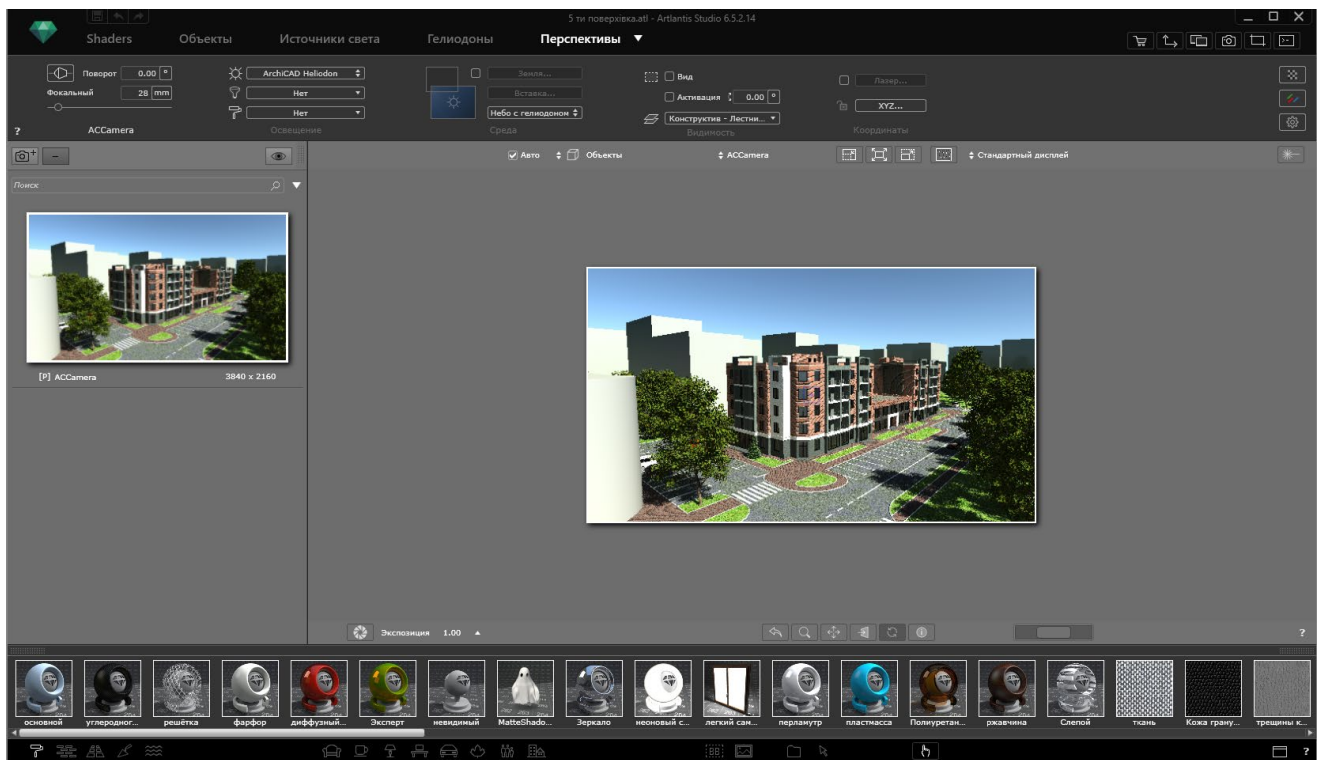


Рис. 6.2. Вікно із зображенням перспективи.

## **ВИСНОВКИ ДО ШОСТОГО РОЗДІЛУ**

У розділі зазначені загальні характеристики процесу комп'ютерного моделювання об'єкту проектування. Подані зображення екрану зроблені під час проектування. Окреслено етапи ходу роботи моделювання об'єкту проектування.

## РОЗДІЛ XII

### ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

#### 7.1. Вплив енергоефективного будівництва на навколишнє середовище.

Навколишнє середовище – невід’ємна складова енергоефективного комплексу. Тому головною задачею архітектурно-планувальної організації енергоефективного комплексу є створення оптимального рішення, яке базується на засадах збереження екологічної рівноваги території, раціонального використання природних ресурсів, зменшення антропогенного впливу на екосистему та охорони ландшафтів. [1]

Сьогодні спостерігається швидкий розвиток міського середовища, активне використання природних ресурсів. Як наслідок, змінюється природна складова, відбувається стабільне зменшення площ екологічно чистих природних територій, тому важливим та необхідним є впровадження заходів щодо збереження та охорони навколишнього природного середовища. [14]

Для проектування енергоефективного комплексу було обрано територію Київської обл., м Обухів.

Заходи по збереженню екосистеми цієї території вкрай важливі як для мешканців закладу, так і для поселення вцілому, оскільки чистота навколишнього середовища - запорука здоров’я та безпеки життєдіяльності населення.

Забруднення навколишнього середовища здійснюється під час будівництва об’єкту. Будівництво є одним з головних антропогенних факторів, які впливають на навколишнє середовище. Вплив на навколишнє середовище відбувається як під час самого будівництва, оскільки воно потребує достатньої кількості сировини, будматеріалів, енергетичних, водних та інших ресурсів, так і при експлуатації вже побудованих об’єктів [14].

*До основних факторів, що забруднюють навколишнє середовище на етапі будівництва відносяться [29]:*

- земляні роботи;
- матеріали, використані для будівництва;

- велика кількість сміття, пилу та інших відходів, що виникає, якщо будівництво відбувається на раніше забудованій території, при демонтажі;
- побічні продукти користування будівельною технікою;
- шумовий і вібраційний вплив на навколишнє середовище і, в першу чергу, на людину.

Розробка ґрунту машинами і порушення верхнього шару землі пересуванням транспорту сприяє розвитку вітрової ерозії, в результаті якої дрібні частинки видуваються з ґрунту, що погіршує його склад і сприяє знищенню рослинності [8].

Будівельні майданчики часто є джерелами забруднення ґрунту, поверхневих і підземних вод. Серйозні забруднення спостерігаються при влаштуванні котлованів, траншей, при вишукувальних і буропідливних роботах, при закріпленні основ, наливі ґрунту, прокладанні комунікацій, бетонних роботах, змиві забруднень з будівельних майданчиків та утворенні звалищ будівельного сміття.

Транспортування і зберігання ряду будівельних матеріалів (цемент, розчин, бетон, хімічні розчини та інших), що здійснюються без дотримання встановлених технічних вимог, часто призводять до забруднення поверхні ґрунту, доріг і подальшого змиву цих забруднень у водойми.

Забруднюється також і повітря при виконанні таких технологічних процесів, як термічне або хімічне закріплення, приготування розчинів. Таким чином, на багатьох будівельних майданчиках концентрація забруднень повітряного басейну досить висока. [6]

Серйозною проблемою при будівництві об'єкту є шум, який завдає шкоди людині і природі. Джерелами шуму на будівельних майданчиках є транспортні засоби та будівельна техніка.

***Після закінчення будівництва, при експлуатації будівель з'являються такі проблеми:***

- порушення режиму освітленості сонцем поверхні землі (інсоляція);
- порушення вітрового, гідрологічного режиму території;
- зменшення кількості рослинності;

- забруднення ґрунту, води, запилення, теплове забруднення і т. п.;
- накопичення величезної кількості будівельного сміття, яке створює додаткове навантаження на міські екосистеми.

Введення в експлуатацію будинків, будівель, споруд та інших об'єктів здійснюється за умови виконання в повному обсязі передбачених проектною документацією заходів з охорони навколишнього середовища [10].

Забороняється введення в експлуатацію будинків, будівель, споруд та інших об'єктів, не оснащених технічними засобами і технологіями знешкодження та безпечного розміщення відходів виробництва і споживання, знешкодження викидів і скидів забруднюючих речовин, що забезпечують виконання встановлених вимог в області охорони навколишнього середовища. [10]

Забороняється введення в експлуатацію об'єктів, не оснащених засобами контролю за забрудненням навколишнього середовища, без завершення передбачених проектами робіт з охорони навколишнього середовища, відновлення природного середовища, рекультивації земель, благоустрою територій у відповідності до закону України «Про охорону навколишнього середовища [5]».

Все це створює необхідність розробки спеціальних природозахисних заходів, спрямованих на забезпечення екологічної рівноваги, а так само сталого розвитку прилеглих територій.

## **7.2. Заходи щодо охорони навколишнього середовища при будівництві.**

На всіх етапах розробки проектної документації, починаючи від вибору місця будівництва, узгодження вироблених рішень по вибраному майданчику з відповідними органами та організаціями, розроблення завдань на проектування і закінчуючи розробкою власної проектно-кошторисної документації для всіх об'єктів, визначати рішення, що приймаються, повинні вимоги раціонального використання земель, рекультивації земельних ділянок після зведення об'єктів, використання родючого шару ґрунту, охорона навколишнього середовища, раціональне використання природних ресурсів та економне витрачання матеріальних та паливно-енергетичних ресурсів (зокрема посилення теплоізоляції об'єктів будівництва, облік витрат теплоносія і т. д.). Основні

положення щодо охорони навколишнього середовища нормативно затверджені у законі України «Про охорону навколишнього середовища». [9]

### **7.3. Енергобудівництво, впровадження еко технологій**

Екобудівництво (зелене будівництво, натуральне будівництво) у вузькому розумінні передбачає будівництво будівель з найменшим шкідливим впливом на навколишнє середовище, включаючи людину. Під найменшим шкідливим впливом передбачаються зменшене / раціональне споживання матеріальних ресурсів для будівництва, а також енергетичних ресурсів для експлуатації будівель.

У більш широкому сенсі, який покладено в основу розробки Еко-Кварталу, сенс екобудівництва розширено поняттями корисності для здоров'я, комфорту, довговічності, життєстійкості та ефективності [7].

#### ***Принципи будування енергоефективних комплексів [26].***

1. Розташування ділянки далеко від галасливих міст, доріг та інших забруднених / галасливих місць.
2. Максимальне використання природних матеріалів в протипагу промислово виробленим.



Рис. 7.1 Перший тип котеджа

3. Будівництво з урахуванням особливостей ділянки і розташування будинку щодо Сонця і троянди вітрів регіону.

4. Вибір на користь індивідуальних будинків на протипагу багатоквартирних м домівках, дуплекс і ін.



5. Будівництво по продуманим індивідуальними проектами на протипагу типовим, створеним абстрактно, без урахування особливостей ділянки і побажань майбутніх господарів



Рис. 7.2. Другий тип котеджа

6. Мінімізація шкідливого впливу на навколишнє середовище як при будівництві, так і під час експлуатації.

7. Використання знань прадідів і накопичення сучасного досвіду

8. Максимальна енерго- та інженерна незалежність будинку.

9. Гармонія природнього ландшафту та штучного .

10. Природний контроль вологості відповідними конструктивними рішеннями  
Виняток примусових заходів контролю.

11. Паропроникні (т.зв. «дихаючі») стіни

#### 7.4. Енергозберігаючі технології [10].

**Енергозбереження** - дуже важливе завдання по збереженню природних ресурсів.

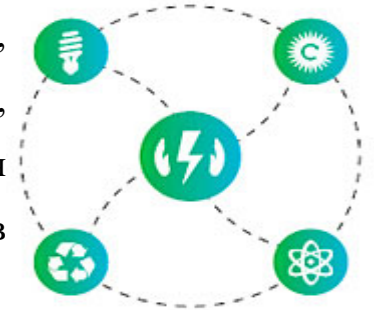
Умовно, сучасні енергозберігаючі технології можна поділити на кілька видів, залежно від сфер вживання:

- Енергозберігаючі технології на виробництві;

- Енергозберігаючі технології на транспорті;
- Енергозберігаючі технології індивідуального споживання;
- Енергозберігаючі технології загального споживання. [15].

#### **Основні напрями і способи енергозбереження[4]:**

- Економія електричної енергії (освітлення, електропривод, електрообігрів та електроплити, холодильні установки та кондиціонери, споживання побутових і промислових пристроїв, зниження втрат в електромережі); [4]



- Економія тепла (зниження тепловтрат, підвищення ефективності систем тепlopостачання); [4]

- Економія води (водозабір, споживання у побуті та на виробництві, зниження втрат і підвищення ефективності систем водопостачання); [4]

- Економія газу (споживання в побуті та на виробництві, зниження втрат і підвищення ефективності систем газопостачання); [4]

- Економія палива (зниження споживання в двигунах внутрішнього згорання, альтернативні види та гібридні системи, зниження втрат і підвищення ефективності виробництва електричної та теплової енергії). [4]

### **7.5. Альтернативні джерела енергії**






 <p><b>Сонячні фотомодулі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повну автономію або значну економію електроенергії</li> <li>- можливість забезпечити електроенергією місця, де відсутня загальна електромережа</li> <li>- "зелений тариф" надлишок якого, можна продати в Енергоринок</li> </ul>	 <p><b>Сонячні колектори</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- гарячу воду в достатній кількості з березня по жовтень</li> <li>- економію газу чи електроенергії при опаленні будинку</li> <li>- забезпечення підігріву води в басейні</li> </ul>
 <p><b>Вітрогенератори</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повне або резервне живлення, значну економію електроенергії</li> <li>- надійного постачальника електроенергії в місцях з постійним вітром</li> <li>- джерело енергії при мінімальній площі використання</li> </ul>	 <p><b>Теплові насоси</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повний або частковий обігрів приміщень з економією до 5 разів</li> <li>- повний або частковий нагрів води</li> <li>- кондиціонування приміщень</li> </ul>
 <p><b>LED Освітлення</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- значну економію електроенергії та покращення якості освітлення</li> <li>- покращення екології (не потрібно дозволу на утилізацію)</li> <li>- довгий період експлуатації (50 000 год )</li> </ul>	 <p><b>Інтелектуальні системи керування</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- автоматизовані процеси як в побуті так і на виробництві з метою заощадження енергоснів</li> <li>- можливість керування побутовим обладнанням та відео спостереженням через інтернет</li> </ul>

Рис. 7.5. Види альтернативних джерел енергії

**Геотермальна енергія (теплозаміна)** - в дослівному перекладі означає: тепла енергія землі. Об'єм Землі складає приблизно 1085 млрд. куб. км. і весь він, за виключенням тонкого шару земної кори має дуже високу температуру.

Якщо врахувати ще теплоємність порід землі, то стане зрозуміло, що геотермальне тепло - це найбільше джерело енергії, яким володіє людина.

Найбільше розповсюдження використання теплової енергії здобуло в використанні системи "тепловий насос".[10]

**Система сонячних батарей** - це декілька об'єднаних фотоелектричних перетворювачів (фотоелементів) - напівпровідникових пристроїв, які прямо перетворюють сонячну енергію в постійний електричний струм. Виробництво фотоелектричних елементів розвивається у різних напрямках. Сонячні батареї бувають різного розміру: від вбудованих в калькулятори до систем, які займають дах автомобілів. [7]

*Існує дві основних системи сонячних батарей: автономна, яка включає в себе [9]:*

- фотоелектричні модулі для перетворення світла в електричну енергію, інвертор для перетворення сонячної енергії на змінний струм.;
- контролер батарей для управління процесом розрядки та зарядки батарей;
- батареї для збереження отриманої енергії.

Мережева система включає в себе: фотоелектричні модулі, інвертор, лічильник постійного струму. [9]

### **Енергія вітру.**

Енергія вітру надзвичайно велика.



Рис. 7.6. Вітрові енергогенератори

Її запаси за оцінками Всесвітньої метеорологічної організації, складають 170 трлн. кВт/ч в рік. Цю енергію можна отримувати не забруднюючи навколишнє середовище. Але у вітру є 2 вагомих недоліки: енергія дуже розсіяна в середовищі, а також вона непередбачувана - часто змінює напрямок, стихає в найбільш вітряних регіонах земної кулі, а інколи досягають такої сили, що зламують вітряки [10].

Принцип роботи вітроустановок дуже простий: лопасті, які обертаються за рахунок сили вітру через вал передають механічну енергію до електрогенератора. Той в свою чергу виготовляє електричну енергію. Для отримання енергії вітру застосовують різні конструкції вітряків (вертикальні, горизонтальні, тощо) (рис.7.6.) [34].

Будівництво, утримання, ремонт вітряків, коштує недешево, тому ці системи не користуються попитом в побутовому сегменті, а можуть бути економічно вигідні для забезпечення електрикою великих об'єктів.

Існують ще багато видів відновлювальних джерел енергії, таких як енергія води, хвиль, течій, тощо, але їх використання надзвичайно складне технічно і не завжди обґрунтоване економічно. [24].

## ВИСНОВКИ ДО СЬОМОГО РОЗДІЛУ

У восьмому розділі «Охорона навколишнього середовища» було з'ясовано, що охорона праці у енергетичному житловому комплексі необхідна для комфортної та безпечної життєдіяльності мешканців, відвідувачів та працівників. В результаті аналізу існуючих ризиків та небезпечних місць були виявлені основні питання щодо охорони праці зовнішніх та внутрішніх просторів об'єкту проектування. На основі переліку цих питань розроблені основні заходи щодо охорони праці.

В процесі роботи над розробкою розділу по охороні навколишнього середовища був виконаний аналіз взаємодії енергетичного житлового комплексу, що проектується, з навколишнім середовищем і виділені основні небезпечні і шкідливі фактори його впливу на довкілля.

Враховуючи обсяги запроектованої споруди, розташування його у зеленій зоні розроблені заходи та методи дають можливість знизити вплив негативних чинників на навколишнє середовище. Запропоновані проектні рішення покликані мінімізувати всі можливі негативні наслідки будівництва і експлуатації будівлі та її території.

## РОЗДІЛ 8

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Важливою умовою проектування енергоефективного комплексу є охорона праці при будівництві та експлуатації об'єкту, оскільки безпека будівельників на етапі зведення будівель і споруд та безпека тих, хто в подальшому буде відвідувати та працювати у цьому середовищі, тісно пов'язана з тим, які умови для праці будуть створені, наскільки вони відповідатимуть чинним нормативам та стандартам. [1].

**Нормативною базою для вирішення даних питань є:**

- Конституція України;
- Закон України «Про охорону праці»;
- Кодекс законів про працю (КЗпП);
- Закон України «Про охорону здоров'я»;
- Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»;
- ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві»
- ДБН В.1.2-14-2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд»
- ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»

Вказані вище закони передбачають правові, організаційні, економічні, соціальні основи та заходи по охороні життя, здоров'я та діяльності людини, по збереженню природного середовища та встановлюють основні принципи державної політики в галузі охорони праці та життєдіяльності населення.

#### **8.1. Небезпечні та шкідливі чинники при організації енергоефективності житла**

Згідно з ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» до зон *постійно* небезпечних виробничих факторів належать місця поблизу неізольованих струмопровідних частин електроустановок; [3].

1. місця поблизу неогороджених перепадів по висоті 1,3 м і більше;
2. місця, де можливе перевищення гранично-допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

3. До зон *потенційно* небезпечних факторів належать:
4. ділянки території поблизу будівлі чи споруди, що зводиться;
5. поверхи (яруси) будівель, споруд на одній захватці, над якими здійснюється монтаж (демонтаж) конструкцій, устаткування;
6. зони переміщення будівельно-дорожніх машин, обладнання;
7. зони, над якими переміщуються вантажозахоплювальні пристрої з вантажем кранами.

Всі небезпечні і шкідливі виробничі чинники, які зустрічаються в будівництві можна об'єднати в єдину систему (небезпечні, як правило, приводять до травм, тобто до порушення цілісності тканин організму; шкідливі - до професійних захворювань і отруєнь, а іноді і до травм): [4].

1. Порушення нормальних метеорологічних умов);
2. Шум (шумове захворювання, глухота);
3. Вібрація (вібраційне захворювання, неврози);
4. Запиленість (пневмоканіози, сілікатози);
5. Загазованість (отруєння, захворювання шкіри);
6. Підвищений або понижений барометричний тиск (кесонне захворювання, крововилив);
7. Незадовільне освітлення (послаблення зору);
8. Дія променистої енергії високої інтенсивності - інфрачервоне випромінювання, струми високої частоти (захворювання зору);
9. Дія іонізуючих випромінювань радіоактивних речовин, ізотопів, рентгенівських променів (захворювання шкіри, рак, екзема, виразки);

Небезпечні чинники повинні враховуватись протягом усього періоду будівництва та експлуатації об'єкта. При оцінці чинників повинна враховуватися просторова нерівномірність і періодичність. [5].

## **8.2. Організаційні та технічні заходи по усуненню небезпечних та шкідливих виробничих чинників. Захист та зниження шкідливих речовин.**

Відповідно до ДБН В.1.2-14-2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд». Будівельні конструкції й основи повинні відповідати наступним вимогам:

- сприймати без руйнувань і недопустимих деформацій впливи, що виникають під час їх зведення і протягом встановленого терміну експлуатації;
- мати достатню роботоздатність в умовах нормальної експлуатації протягом усього встановленого терміну експлуатації;
- мати достатню живучість по відношенню до локальних руйнувань і передбачених нормами аварійних впливів.. [6].

Згідно з ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» організація полягає у спрямуванні організаційних, технічних, технологічних рішень та інших заходів на реалізацію проектних рішень щодо будівництва об'єкта з дотриманням вимог законодавства та нормативних документів і забезпеченням під час будівництва (рис.8.1.): [7].

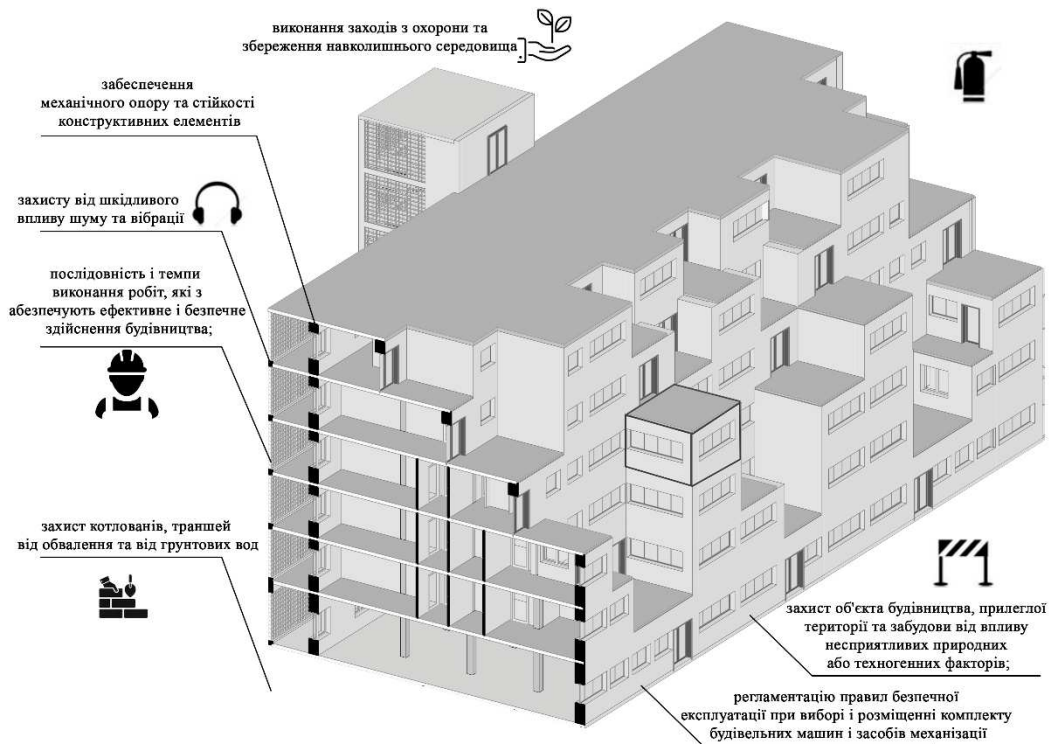


Рис.8.1. Організація будівельного виробництва

У випадку виникнення на об'єкті будівництва та/або прилеглої території небезпеки для життя та здоров'я людей роботи мають бути припинені і вжиті заходи щодо усунення небезпечних виробничих факторів [31].

У разі здійснення будівництва в умовах ущільненої забудови будівельний майданчик облаштовується з урахуванням вимог ДБН В.1.2-12.



Розрахунок штучного освітлення виробничого приміщення.

Освітлення робочого місця нормується згідно з Державними будівельними нормами України: ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення». [9].

Мінімальна освітленість встановлюється в залежності від розряду виконуваних зорових робіт. Для IV розряду зорових робіт вона складає 300-500 лк. Для штучного освітлення у приміщенні використовуються люмінесцентні лампи. [10].

Розрахунок штучного освітлення проведемо для однієї кімнати архітектурного бюро площею 21,6 м<sup>2</sup>, ширина якої складає 6 м, довжина – 3,6 м, висота – 3,3 м.

Скористаємося методом використання світлового потоку. Для визначення потрібної кількості світильників, які повинні забезпечити нормований рівень освітленості, визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню за формулою:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\eta}, \text{ де}$$

F – світловий потік, що розраховується, Лм;

E – нормована мінімальна освітленість, Лк; E = 300 Лк;

S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку S=21,6 м<sup>2</sup>);

Z – відношення середньої освітленості до мінімальної (зазвичай приймається рівним 1,1... 1,2, в нашому випадку Z =1,1);

K – коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників в процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення і характеру робіт, що проводяться в ньому, в нашому випадку K = 1,5);

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп, і обчислюється в долях одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, забарвлення стін і стелі, що характеризуються

коефіцієнтами відбиття від стін ( $r_{\text{стелі}}$ ) і стелі ( $r_{\text{стін}}$ ), значення коефіцієнтів дорівнюють  $r_{\text{стелі}} = 70\%$  і  $r_{\text{стін}} = 40\%$ .

Обчислимо індекс приміщення за формулою:

$$I = \frac{S}{h(A+B)}, \quad (8.1.)$$

де  $S$  – площа приміщення,  $S = 21,6 \text{ м}^2$ ;  $h$  – розрахункова висота підвісу,  $h = 3,3 \text{ м}$ ;  $A$  – ширина приміщення,  $A = 3,6 \text{ м}$ ;  $B$  – довжина приміщення,  $B = 6 \text{ м}$ .

Підставивши значення отримаємо:

$$I = 21,6 / 3(3,6+6) = 0,75$$

З урахуванням коефіцієнтів відбиття стін та стелі ( $r_{\text{стелі}}=70$   $r_{\text{стін}}=40$ ) з таблиці 4 (ДБН В.2.5-28-2006) [9]. визначаємо  $\eta=0,5\%$

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку  $F$  :

$$F=(300*1.5*21,6*0.75)/0.5= 14 580 \text{ Лм}$$

Для освітлення використані люмінесцентні лампи типу ЛБ 40-1, світловий потік яких  $F_{\text{л}} = 2 018 \text{ Лм}$ . Розрахуємо кількість ламп у світильниках за формулою:

$$N = \frac{F}{F_{\text{л}}}, \quad (8.2.)$$

де  $N$  – кількість ламп, що визначається;  $F$  - світловий потік,  $F = 14 580 \text{ Лм}$ ;  $F_{\text{л}}$ - світловий потік лампи,  $F_{\text{л}} = 2 018 \text{ Лм}$ .

$$N= 14 580 / 2 018 =7.$$

В приміщенні використовуються 7 світильників типу ЛБ.

### 8.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки

Згідно з ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» пожежна безпека на будівельному майданчику забезпечується відповідно до вимог Закону України «Про пожежну безпеку». [3].

На кожному об'єкті необхідно мати інструкції з пожежної безпеки для всіх вибухопожежонебезпечних і пожежонебезпечних приміщень.

Залежно від особливостей будівельного майданчика, розмірів та умов експлуатації приміщень, наявного обладнання і кількості робочих місць, а також максимально можливої чисельності присутніх працівників повинна бути

забезпечена належна кількість первинних засобів пожежогасіння. [12].

На будівельному генеральному плані повинна бути зазначена схема транспортних шляхів, місце знаходження вододжерел, засобів пожежогасіння та зв'язку. До всіх будівель і споруд будівельного майданчика, у тому числі об'єктів прилеглої забудови, майданчиків складування матеріалів тощо повинен бути вільний доступ, а протипожежні відстані між ними повинні відповідати вимогам ДБН 360, ДБН В.2.2-15. [6].

В умовах ущільненої забудови можуть бути вжиті додаткові заходи пожежної безпеки, що відповідають умовам конкретного будівництва, які необхідно погодити з органами державного пожежного нагляду.

За ширини будівель більше ніж 18,0 м проїзди мають бути забезпечені з обох поздовжніх сторін, а за довжини більше ніж 100 м - з усіх сторін будівлі. Максимальна відстань від дороги до стін будівель - не більше ніж 25,0 м.

Проходи до технічних засобів пожежогасіння повинні бути вільними і позначеними відповідними знаками.

На робочих місцях, де застосовуються, виготовлюються клеї, мастики, фарби та інші матеріали, що виділяють вибухонебезпечні чи шкідливі речовини, не дозволяється використовувати відкритий вогонь та виконувати роботи, що супроводжуються іскроутворенням. Ці робочі місця необхідно постійно провітрювати. Електроустановки в таких приміщеннях (зонах) повинні бути у вибухобезпечному виконанні. [5].

ПЛАН ЕВАКУАЦІЇ З ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ  
3-й поверх

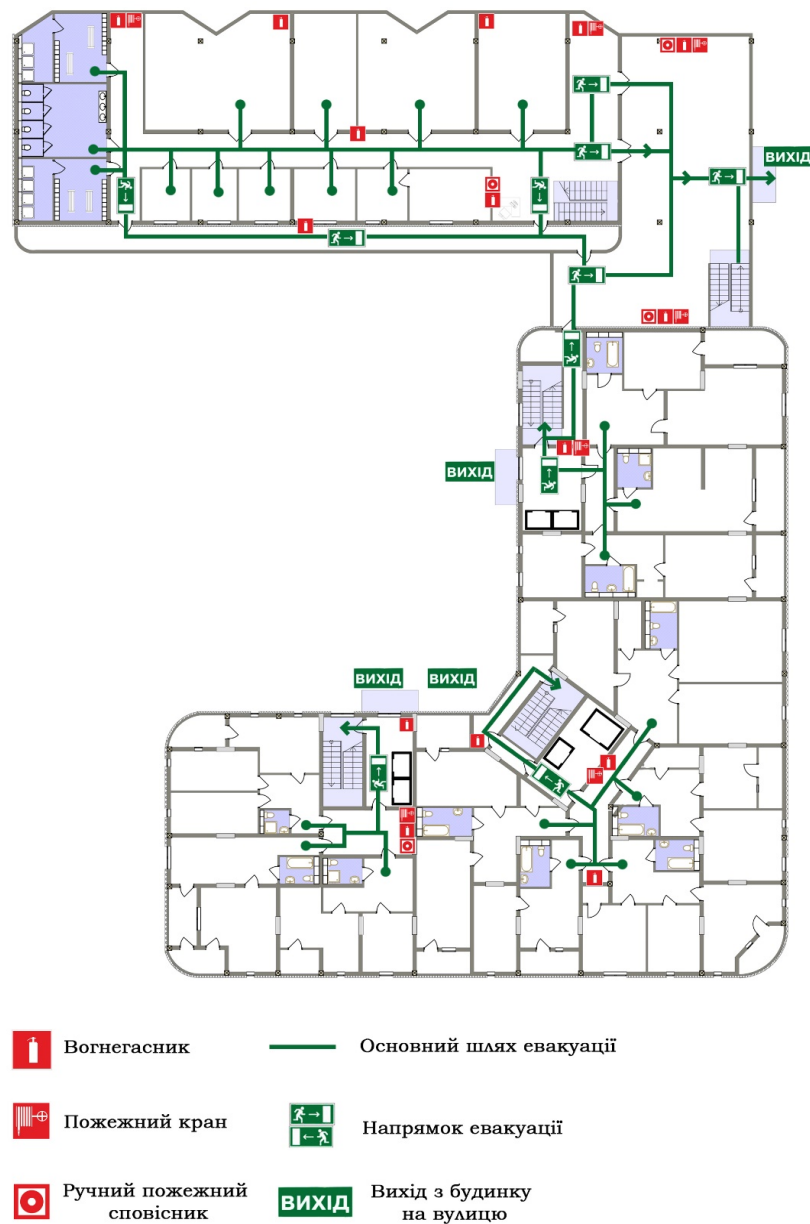


Рис. 8.2. План евакуації енергоефективного комплексу

Крім того, необхідно вжити заходів, що запобігають виникненню та накопиченню зарядів статичної електрики.

Шляхи евакуації повинні бути вільними від сторонніх предметів і якнайкоротшими до евакуаційних виходів. Частина комплексу різного призначення, відділені протипожежними стінами 1-го типу (протипожежні відсіки), повинні бути забезпечені самостійними шляхами евакуації. [9].

Ліфти, у тому числі призначені для транспортування підрозділів пожежної охорони, ескалатори та інші механічні засоби транспортування людей, а також

засоби, передбачені для їх рятування під час пожежі, не слід враховувати під час проектування шляхів евакуації.

Пожежна безпека у енергоефективному житловому комплексі повинна забезпечуватися шляхом проведення організаційних, технічних та інших заходів спрямованих на попередження пожеж, забезпечення безпеки людей, зниження можливих майнових втрат і зменшення негативних екологічних наслідків у разі їх виникнення, створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та успішного гасіння пожеж (рис.8.2.). [7].

*Забезпечення безпечної евакуації людей.* [10]. Для забезпечення безпечної евакуації людей передбаченні заходи, спрямовані на:

- захист людей на шляхах евакуації від дії небезпечних факторів пожежі;
- правильне планування шляхів евакуації;
- забезпечення незадимлюваності шляхів евакуації.
- достатня кількість евакуаційних виходів, їхня довжина, ширина, висота,
- кількість сходів і сходових клітин ;
- обмеження висоти, поверховості і площі будівель;
- відповідна вогнестійкість евакуаційних шляхів і виходів ;
- влаштування доріг, під'їздів до будинків.
- створення умов для своєчасної та безперешкодної евакуації людей у разі
- виникнення пожежі;

Ширина сходових площадок не менша за ширину маршу. Зазор між маршами 100 мм (у світлі). Ширину маршів і площадок сходових кліток будинків передбачено не менше 1,2 м. Проміжні площадки у прямому сходовому марші мають ширину не менше 1 м. Ухил сходів (сходових маршів) не більша як 1:1; висота східця - не більша як 0,22 м. а ширина проступів - не менша як 0,25 м. [11].

На прилеглу до будинку територію, сходові клітки мають вихід назовні безпосередньо або через вестибюль (фойє) першого поверху.

Для створення умов із попередження обмеження, поширення, виникнення, й успішного гасінню пожеж при проектуванні генерального плану були враховані наступні фактори: [2].

- правильність розміщення інженерних мереж;
- забезпеченість протипожежним водопостачанням;

Розрахункові значення швидкості та інтенсивності руху потоків людей з різною групою мобільності слід визначати за формулами [15]. (8.3),(8.4):

$$V_{D,j} = V_{0,j} \left( 1 - a_j \ln \frac{D}{D_{0,j}} \right) \text{ м/мін, при } D > D_{0,j}; \quad (8.3)$$

$$q_{D,j} = V_{D,j} D \text{ м/мін} \quad (8.4)$$

де  $a_j$  - коефіцієнт, що відображає ступінь впливу щільності людського потоку на його швидкість при русі по j-му виду шляху;


$D$  - щільність людського потоку на ділянці евакуаційного шляху;





$D_{0,j}$  - Значення щільності людського потоку на j-му виді шляху, при досягненні якого щільність потоку починає впливати на швидкість руху людей в потоці;

$q_{D,j}$  - Швидкість та інтенсивність руху людей в потоці по j-му виду шляху при щільності потоку  $D_i$ ;

$V_{D,j}$  - Швидкість руху людей в потоці по j-му виду шляху при щільності потоку  $D_i$ ;

$V_{0,j}$  - Середнє значення швидкості вільного руху людей по j-му виду шляху при значеннях щільності потоку  $D \leq D_{0,j}$ .

Значення  $D_{0,j}$ ,  $V_{0,j}$ ,  $a_j$  для потоків різних груп осіб в тому числі жителі з обмеженими можливостями, людей похилого віку ( - розміщення вуглекисневих вогнегасників,

 - головний вихід;  - запасний вихід;  - електрощит;  -

пожежний кран;  - телефон).

Довжина евакуаційного шляху не перевищує 25 м від самої віддаленої точки приміщення і складає 18м.

При русі людських потоків за участю МГН на ділянках шляху перед отворами не слід допускати утворення щільності потоків вище 0,5. При цьому розрахункові максимальні значення інтенсивності руху через проріз різних груп мобільності слід приймати рівними: М1 - 19,6 м / хв, М2 - 9,7 м / хв, М3 - 17,6 м / хв, М4 - 16,4 м / хв.

Розрахунок кількості ліфтів, необхідних для порятунку жителів із зон небезпеки. Необхідне число ліфтів  $n$ , доступних для жителів та осіб з обмеженими можливостями і використовуються для їхнього порятунку у випадку пожежі у будівлі, [15]. визначається за формулою (8.1., 8.3):

$$n = T_p / T_{\text{ст}}, \quad (8.6)$$

Де  $T_p$  - розрахунковий час порятунку одним ліфтом, з  $T_{\text{ст}}$ ; допустимий час порятунку, що дорівнює 10 хв.

Ліфт для транспортування пожежних підрозділів може бути використаний для спасіння жителів комплексу під час пожежі.

Розрахунковий час  $T_p$  порятунку визначається за формулою (8.3.8.4):

$$T_p = TK, \quad (8.7)$$

де  $T$  - час кругового рейсу ліфта при порятунку людей (що визначається за формулою  $T = 2 \sum H_i / mV + 93$ ,

$K$  - розрахункові число рейсів, необхідна для порятунку жителів (що визначається за формулою  $K = 1,43 \sum M / E$ ,

$\sum H_i$  - сума відміток рівнів поверхів, з яких проводитиметься порятунок жителів, щодо рівня першого поверху, м;

$m$  - число поверхів, з яким проводитиметься порятунок жителів;

$V$  - номінальна швидкість ліфта, м / с;

$\sum M$  - сумарна кількість жителів комплексу, наведене в завданні на проектування;

$E$  - номінальна місткість ліфта людей.

## ВИСНОВКИ ДО ВОСЬМОГО РОЗДІЛУ

У восьмому розділі «Охорона праці та безпека життєдіяльності» було з'ясовано, що охорона праці у енергоефективному житловому комплексі необхідна для комфортної та безпечної життєдіяльності мешканців, відвідувачів та працівників. В результаті аналізу існуючих ризиків та небезпечних місць були виявлені основні питання щодо охорони праці зовнішніх та внутрішніх просторів об'єкту проектування. На основі переліку цих питань розроблені основні заходи щодо охорони праці.

В процесі роботи над розробкою розділу по охороні навколишнього середовища був виконаний аналіз взаємодії енергоефективного житла, що проектується, з навколишнім середовищем і виділені основні небезпечні і шкідливі фактори його впливу на довкілля.

Враховуючи обсяги запроектованої споруди, розташування його у зеленій зоні розроблені заходи та методи дають можливість знизити вплив негативних чинників на навколишнє середовище. Запропоновані проектні рішення покликані мінімізувати всі можливі негативні наслідки будівництва і експлуатації будівлі та її території.

Визначивши проблеми охорони праці для суб'єкта, були поліпшені умови праці, а саме:

1. Покращення виробничого освітлення (прийнято зайві придмети з підвіконня, підсунуто робочі столи ближче до вікна). Дані заходи покращили природне освітлення;

2. Зменшення рівня виробничого шуму (перенесено деяку техніку, що були джерелом шуму, в інше приміщення, була проведена акустична обробка приміщення а саме, покриття стін звукопоглинальним матеріалом). Дані заходи допомогли зменшити рівень виробничого шуму у приміщенні до нормального показника 65дБ.



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті проведеного магістерського дослідження визначено принципи проектування енергоефективних житлових комплексів, на основі чого реалізовано низку задач дослідження, що дало змогу отримані результати сформулювати у вигляді таких висновків.

1. Досліджено та проаналізовано зарубіжний досвід проектування і будівництва енергоефективності житлових будівель з ПДЕ. Виявлено основні етапи та особливості розвитку архітектури даного типу об'єктів, що відповідають їм енергетичні парадигми.

2. Проведено аналіз функціонально-планувальних рішень висотних будівель з ПДЕ: - встановлено процентне співвідношення застосування ПДЕ в висотних ПЕК; - визначений функціональний склад висотних будівель з ПДЕ. Визначено конкретні процентні співвідношення по кожній функції в багатофункціональних об'єктах.

3. Визначено групи факторів, що впливають на формування архітектури висотних поліфункціональних будівель з ПДЕ. За ступенем впливу вони ранжовані наступним чином: архітектурні, природно-кліматичні, соціально-економічні, інженерно-технічні, екологічні, містобудівні.

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

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

6. Сформульовано принципи формування архітектури ПЕК на основі виявлених особливостей ПДЕ 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 87 обладнання, що працює на ПДЕ.

7. Розроблено схеми розміщення геліо- і вітрогенераторів в ПЕК. 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 висотного поліфункціонального енергетичного комплексу. Визначено основні перспективи проектування будівництва ПЕК з ПДЕ: прагнення до енергетичної самодостатності.

8. Розроблено методику швидкого комплексного визначення раціональних параметрів орієнтації ( $AB, \omega$ ), площі  $S$ , рівня перетвореної електричної енергії  $E_i$  без проведення тривалих розрахунків. Це буде сприяти підвищенню рівня енергетичної ефективності та відповідно класу будівлі.

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

- 1 ДБН А.2.2-1-2003 "Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд". - Введ. 2004-04-01. - Київ.: Держбуд України, 2004. - 23 с.
- 2 ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва». - Введ. 2016-09-01. - Київ.: Мінрегіон України, 2016. - 49 с.
- 3 ДБН А.32-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві». - Введ. 2012-04-01. - Київ.: Мінрегіон України, 2012. - 122 с.
- 4 ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій». - Введ. 2019-10-01. - Київ.: Мінрегіон України, 2019. - 185 с.
- 5 ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд»
- 6 ДБН В.2.3-15:2007. Автостоянки и гаражі для легкових автомобілів. – К., 2007. - 40 с.
- 7 ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. — К., 2006.
- 8 ДБН В.1.2-14-2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд».
- 9 ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку»
- 10 ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму». - Введ. 2014-06-01. - Київ.: Мінрегіон України, 2014. - 85 с.
- 11 СНиП 2.01.01-82 "Строительная климатология и геофизика". - Введ. 1984-01-01. - М.: Стройиздат, 1983. - 136 с.
- 12 Закон України "Про благоустрій населених пунктів" зі змінами від 10.06.2017 р. № 2807-IV; Відомості Верховної Ради України. – 2005. – № 49. – Ст. 517.
- 13 Закон України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення»
- 14 Архітектурне проектування громадських будівель і споруд.- М.: Стройиздат, 1985.- 541 с.
- 15 Архітектура. Короткий довідник / Гол. ред. М.В. Адамчик: Гл. наук. Ред. В.В. Адамчик та ін. - М.: Харвест, 2007. - 624 с.
- 16 Архітектура, будівництво, дизайн. - М.: Стройиздат, 2005. - 278 с.
- 17 Архітектурне проектування громадських будівель і споруджень.- М.: Стройиздат, 1985. - 543 с.
- 18 Аналіз впливу результатів будівництва на навколишнє природне середовище [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/26666/1/Zybko.pdf>.
- 19 Альтернативна енергетика // Енергетичний центр МегаДом. 2014. URL:
- 20 Архитектурные конструкции/(Дыховичный Ю.А.,Казбек-Казиев З.А., Марцинчик А.Б., Кириллова Т.И., Коретко О.В., Тищенко Н.В.): под ред. Дыховичного Ю.А., Казбек-Казиева З.А. – М., Архитектура-С, 2006.-246 с
- 21 Барановский, Архитектурная энциклопедия, М.,1904.

- 22 Беляєв В.С., Граник Ю.Г., Матросов Ю.А. Енергоефективність та теплозахист будівель. М.: АСВ, 2012.- 396 с.
- 23 Бельціг Г. Дитячі ігрові та спортивні майданчики. М.: Будівельник, 1991.-368с.
- 24 Бойчук Л.Д., Екологія і охорона навколишнього середовища: Навч. посіб. / Бойчук Л.Д., Солом'яно Е.М., Бугай О.В. - Суми: Університетська книга, 2003. - 284 с.
- 25 Білявський Г.О., Основи екологічних знань./ Білявський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.О. - К.: Либідь, 2000. - 334 с.
- 26 Будинки з нульовим енергетичним балансом // М.М. Бродач. Наука, освіта експериментальне проектування: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції 11-15 квітня 2011 р.: Збірник статей.-М.: МАРХИ, 2011 року
- 27 «Будинок «нуль» енергії...тому що земля і сонце не виставляють рахунків» - збірник статей. Укладач О.Б. Денис. Львів: Екоінформ, 2009. – 336 с.
- 28 Васильєв Г.П. Енергоефективний експериментальний житловий будинок в мікрорайоні Нікуліно-2 // АВОК - 2002. - № 4. - С. 10-21.
- 29 Вертикальний ліс // Будинки високих технологій: електронний журнал.2013.-№ 4.-С.92-95. Систем. вимоги: Pdf. URL: [http://zvt.abok.ru/upload/pdf\\_articles/37.pdf](http://zvt.abok.ru/upload/pdf_articles/37.pdf)
- 30 Вітрова енергія // Майстерня своєї справи. 2014. URL:<http://msd.com.ua/misc/alternativnye-istochniki-energii-3/>
- 31 Вітрогенератор // Акумулятори, батарейки та інші джерела живлення. 2009.URL:<http://www.powerinfo.ru/wind-generator.php>
- 32 Геотермальні когенераційні станції // Екологічне співтовариство. М., 2011. URL:[http://www.ecorussia.info/ru/ecopedia/geothermal\\_cogeneration](http://www.ecorussia.info/ru/ecopedia/geothermal_cogeneration)
- 33 Гната Н.А., Некрасов А.С., Вороніна С.А. Петротермальні ресурси як новий вид енергії ХХІ століття / Н.А. Гната, А.С. Некрасов, С.А. Вороніна // Маркшейдерія і надрокористування. 2009. - № 3. - С. 11-15
- 34 Грозовський Г.І., Попов В.А., Полякова Е.А. Нормативно-технічне регулювання в галузі поновлюваних джерел енергії // Тематичне співтовариство «Енергоефективність та енергозбереження» біржа інноваційних рішень. 2011.
- 36 Гельфонд А.Л. «Архітектурне проектування громадських будівель і споруд», Москва 2007, стр. 87.
- 37 Глазичов В.Л. «Урбаністика. Часина 2. Міське планування»
- 38 Гейл Я. Жизнь среди зданий / Ян Гейл. – Москва: Альпина Паблішер, 2012. – 200 с. – (Концерн «КРОСТ»).
- 39 Для населення / Питання та відповіді / Альтернативні джерела енергії, технології // Державна інформаційна система в галузі енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності. М., 2014.URL:[http://gisee.ru/questions-answers/list.php?SECTION\\_ID=163](http://gisee.ru/questions-answers/list.php?SECTION_ID=163)
- 40 Данько К.С. Формування основних елементів методики підвищення енергоефективності житлових будинків в системі житлової забудови. Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник. Київ,

2008. Вип. 30. С.83-89.

- 41 Данько К.С. Сучасні композиційні підходи до впровадження нового енергоефективного житла в історичне архітектурне середовище: контрастний. Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник. Київ, 2016. Вип. 62. Ч. II. С. 24 – 28.
- 42 Данько К.С. Стартові умови та обмежуючі фактори при формуванні енергоефективного житла в квартальній забудові. Сучасні проблеми архітектури та містобудування: наук.-техн. збірник. Київ, 2016. Вип.43. Ч. 2. С.278-283.
- 43 Данько К.С. Аналіз архітектурно-планувальної організації житлових будинків підвищеної енергоефективності на прикладі типових кварталів історично сформованої забудови центральної частини міста Полтава. Сучасні проблеми архітектури та містобудування: наук.-техн. збірник. Київ, 2015 Вип.40. С. 465-473.
- 44 Данько К.С. Аналіз прийомів проектування та будівництва енергоефективного житла (для умов І кліматичної зони України). Сучасні проблеми архітектури та містобудування: наук.-техн. збірник. Київ, 2014. Вип.37. С. 327 - 334.
- 45 Данько К.С. Досвід підвищення енергоефективності багатоквартирних житлових будинків шляхом проведення санації. Сучасні проблеми архітектури та містобудування: наук. техн. збірник. Київ, 2013. Вип.32. С. 395 - 405.
- 46 Danko K., Kashchenko T. Features of housing sanation in the historical architectural environment. Commission of architecture, urban planning and landscape studies «TeKa». Lublin, 2018. Vol. XIV/1. P. 63-70. ISSN 1895-3980.
- 47 Данько К.С. Вплив архітектурно-планувальних рішень житлових будинків на їх енергоефективність. Збірник тез міжнародної науково-практичної конференції «Архітектура та екологія». НАУ. Київ, 2015. С.70-72.
- 48 Danko K., Muha T., Sribna V. Architectural arrangement formation of energy efficient residential construction in Brest. Збірник тез міжнародної науково-практичної конференції «Інтегровані енергоефективні технології в архітектурі та будівництві». КНУБА. Київ, 2016. С.24.
- 49 Данько К.С., Конюк А.Є. Проектування житлових будинків підвищеної енергоефективності: [методичні рекомендації]. ПолтНТУ. Полтава, 2015. 32 с. (Схвалено і рекомендовано до видання та впровадження у навчальній програмі для спеціальності 191 Архітектура та містобудування з дисципліни «Архітектурне проектування» науково-методичною радою ПолтНТУ імені Юрія Кондратюка від 22.12.2015р., протокол № 4).
- 50 Электронный ресурс: <http://finmonitor.com.ua/news/7020-yanukovich-podpisal-zakon-opredelyayuschiy-ponyatie-invalidnost-i-invalid-ishodya-iz-socialnoy-a-ne-s-medicinskoj-modeli.html> ( дата обращения 20.07.12)
- 51 Электронный ресурс :<http://www.crazyprofessor.com.ua/sotsialnaya-pedagogika.-sotsialnaya-rabota/sotsialnaya-rabota.-referat-sotsialnaya-reabilitatsiya-lits-s-ogranichennimi-vozmozhnostyami.-soderzhanie-ponyatiya->

- invalidnost-i-reabilitatsiya-invalidov-vidi-reabilitatsii.html ( дата обращения 20.07.12)
- 52 Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України (ВВР), № 41, ст.546. – 1991. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>.
- 53 Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проєктів інженерно-будівельних спеціальностей. Навчальний посібник. - Київ: Основа, 2001
- 54 Йен Гел. Міста для людей / Йен Гел., 2018. – 304 с. – ("Основа»)
- 55 Комплексне використання поновлюваних джерел енергії / Г. І. Денисенко. -Київ: о-во "Знання" УРСР, 1984. - 33 с
- 56 Косо Й. Ваш новый дом. Энергосберегающие технологии (пер. с венг.). – М.: Контэнт, 2008.
- 57 Казаков Г.В. Принципы совершенствования гелиоархитектуры. Львов, 1990.
- 58 Kashchenko T. Workshop as a creative method in achivment of sustainable architecture goals - Dall'ex tempore al workshop. Tsperienze di ricerca eprogetto. – Roma, Gangemi editore, 2012- 82-86.
- 59 Кащенко Т.О. Архітектурне проектування на засадах енергоефективності. -Науково - практична конференція КНУБА «Сучасна архітектурна освіта. Методологічний простір архітектурного проектування»12.2009
- 60 Кащенко Т.О. Енергозбереження в архітектурі як складова освітньо - професійної програми - Збірник наукових праць Київського національного університету технологій та дизайну, 2004- с. 155-160.
- 61 Кучерявий В.П, Урбоекологія-Львів. Світ -360 с.
- 62 Казаков Г.В. Архітектура енергоощадних сонячних будинків. Львів, 2009.
- 63 Магай А.А., Семикин П.П. Сучасні фасадні системи висотних будівель // Вікна. Двері. Фасади. - 2013. - №49. - С.53-56
- 64 Макаров А. А. Світова енергетика і Євразійське енергетичний простір. - М.: Вища школа, 1997. - 277 с.
- 65 Мартинов В. Л. Геометричне моделювання параметрів енергоактивних житлових будинків / В. Л. Мартинов // VI Міжнародна науково-практична конференція «Геометрическое моделирование и компьютерные технологии: теория, практика, образование». – Харків, 2009. – С. 153–158.
- 66 Мартинов В. Л. Багатопараметрична оптимізація гранних енергоефективних будівель/В. Л. Мартинов //VII Міжнародна науковопрактична конференція «Геометричне моделювання, комп'ютерні технології та дизайн: теорія, практика, освіта».Ужгород, 2011. С. 135–139.
- 67 Масловська О. В. Формоутворення і архітектурно-художня інтерпретація висотної забудови на прим. міст США. Автореф. дис. на соіск. вчений. степ. канд. архітектури.- М .: 2002. - 24 с.
- 68 Молодкин С. А. Принципи формування архітектури енергоефективних висотних житлових будинків: дис. ... канд. архітектури: 18.00.02 / С.А. Молодкин. -М.: РДБ, 2007. - 142 с.

- 69 Муравйов В. В., Фрейдман А. В., Баранов А. А. Интеллектуальні будівлі і новітні технології інженерного забезпечення та автоматизації при проектуванні, будівництві та експлуатації будівель і споруд // Енергозбереження. - 2002. - №5. - С.38-43.
- 70 Містобудування. Довідник проектувальника.– К.: Украхбудін-форм, 2002.
- 71 Нойферт П., Л. Нефф Л. Проектирование и строительство: иллюстрированный справочник для заказчика и проектировщика. – М., Архитектура-С, 2005.-266 с.
- 72 Нойферт Е., Нефф Л. Проектування і будівництво. - М.: Архитектура-С квітня, 2017 - 260с.
- 73 Офіційний сайт Мінрегіону України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.minregion.gov.ua>
- 74 Охорона праці і промислова безпека у будівництві ДБН А.3.2-2-2009 Мінрегіонбуд України, К.: 2012.
- 75 Поновлювані джерела енергії // Мейкстрой. 2014. URL: <http://www.make-stroy.ru/ecodom/alternativ-energiya/vie/>
- 76 Полозюк С.Ю. Фактори що впливають на формування енергоефективних житлових будівель / С.Ю. Полозюк, В.Л. Мартинов // АРХІТЕКТУРА ТА ЕКОЛОГІЯ: Матеріали Х Міжнародної науково-практичної конференції (м.Київ, 17 листопада 2020р.). – К.: НАУ, 2020. – С.120-122.
- 78 Polozyuk S. Yu. Development and principles of design of energy efficient residential buildings-complexes/ Polozyuk S. Yu. Martinov V.L. East European Scientific Journal. 2020. № (15) 61. – С.69-78.
- 79 Полозюк С.Ю. Принципи проектування енергоефективних житлових комплексів/ С.Ю. Полозюк, В.Л. Мартинов // АРХІТЕКТУРА ТА ЕКОЛОГІЯ: Матеріали Х Міжнародної науково-практичної конференції (м.Київ,17 листопада 2020р.). – К.: НАУ, 2020. – С.123-125.
- 80 Полозюк С.Ю. Підвищення класу енергоефективності будівель за рахунок раціонального розташування геоіосистем/ С.Ю. Полозюк, В.Л. Мартинов, Ю. Глухих, О. Курочка // АРХІТЕКТУРА ТА ЕКОЛОГІЯ: Матеріали ХІ Міжнародної науково-практичної конференції (м.Київ, 12 – 14 листопада 2020р.). – К.: НАУ, 2020. – С.126-128.
- 81 Полозюк С.Ю. Рациональное размещение т определение параметров окон энергоэффективных зданий / Я.С. Крамець. С.Ю. Полозюк, Н.В. Знайкевич, В.Л. Мартинов, // АРХІТЕКТУРА ТА ЕКОЛОГІЯ: Матеріали ХІ Міжнародної науково-практичної конференції (м.Київ, 12 – 14 листопада 2020р.). – К.: НАУ, 2020. – С.129-131.
- 82 Сьомка С. В. Біоніка в дизайні середовища: навч. посібник / С. В. Сьомка; М-во культ. України, Нац. акад. кер. кадрів культури і мистецтв. - К. : НАКККіМ, 2016. - 243 с. ISBN 978-966-452-211-0
- 83 Сабади П. Солнечный дом. – М.: Стройиздат, 1981.
- 84 Смоляр И.М.,– Экологические основы архитектурного проектирования.» Учебное пособие по направлению «Архитектура»/ Смоляр И.М.,Микулина Е.М., Благовидова Н.Г. - М. Издательский центр «Академия» -2010.

- 85 Системы экологического нормирования, Правовые основы решения экологических проблем.
- 86 Смазнова К.С., Кащенко Т.О. Сучасний стан досліджень проблеми енергозбереження в житловому будівництві. Сучасні проблеми архітектури та містобудування: наук.-техн. збірник. Київ, 2007. Вип.18. С. 255-260.
- 87 Тихомиров К.В.Теплотехніка, теплопостачання, вентиляція / Тихомиров К.В., Сергієнко Е. С. - М.: Будіздат, 1974. – 283 с.
- 88 Універсальний дизайн [Електронний ресурс] // Безбар'єрна Україна. – Режим доступу : <http://netbaryerov.org.ua/2013-04-12-09-27-32>. (дата перегляду : 12. 10. 2014.).
- 89 Уайт Э. Архитектура. Формы, конструкции, детали.: иллюстрированный справочник / Уайт Э., Робертсон Б. – М.: АСТ, Астрель, 2005. – 112 с
- 90 Холлоуэй Д. Пассивный солнечный дом: Простой метод проектирования. Методика проектирования систем отопления пассивных солнечных домов на основе принципов прямого и косвенного обогрева. Автор пер. О. Меньшенин, 2006.
- 91 Шимко В.Т. Комплексное формирование архитектурной среды. М.: СПЦ – принт. 2000 г. – 108 с.
- 92 Чи є майбутнє у вітрогенератора? // Енергоінформ - альтернативна енергетика, енергозбереження, інформаційно-комп'ютерні технології. 2014.URL:<http://www.energoinform.org/pointofview/futurewindgenerators.aspx>

## **Додаток А. Копії публікацій**



**Додаток Б. Альбом креслень**