

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА
АРХІТЕКТУРИ»

Архітектурний факультет

(повне найменування інституту, факультету)

Архітектурного проектування та містобудування

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту

Магістр

(рівень вищої освіти)

на тему: Принципи архітектурно-планувальних рішень висотних
поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії.

Виконав: здобувач вищої освіти, групи
АРХ20-2МН
спеціальності

191 "Архітектура та містобудування"

(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми

ОНП "Архітектура та містобудування"

(назва ОП)

Беренний Кирило

(прізвище та ініціали)

Керівник

Невгомонний Г. У.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Бережний К. В.

(прізвище та ініціали)

Оцінка захисту дипломної
роботи (проекту)

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

Секретар ЕК

(підпис)

(прізвище та ініціали)

До репозитарію академії передано
«25» __ 05 __ 2022р.

Відмітка бібліотеки

Дніпро – 2022

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА
АРХІТЕКТУРИ»**

Інститут, факультет архітектурний
Кафедра Архітектурного проектування та містобудування
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 191 „Архітектура та містобудування“
(цифр і назва)
Освітня програма ОНП „Архітектура та містобудування“
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Невголомонний Г.У.

25 05 2022 року

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Березний Кирило Вадимович
(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема проекту Принципи архітектурно-мануальних рішень висотних поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії.
керівник проекту Невголомонний Григорій, кандидат техн. наук, доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від “21” лютого 2022 року № 58-КС
- Строк подання здобувачем вищої освіти проекту до захисту 25 травня 2022 року.
- Вихідні дані до проекту актуальні дані та карти щодо приросту населення у світі, енергетичної потужності України. Схеми вітрогенераторів, гідроенергетичних, сонячних електричних фотоелементів, біоенергетичних у різних ступенях навантаження та вихідної потужності. Інші статистичні дані з різними критеріями.
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) повсюбачення записки складається зі змісту, вступу трьох розділів з висновками, загального висновка та списку використаних джерел.
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Розділ 1: Графіки та плану з'єднання елементів енергетики в Україні.
Розділ 2: Вплив вибору джерела енергії на зовнішній вигляд.
Розділ 3: Приклади всесвітнього добування використаних альтернативних джерел.

АРХІТЕКТУРНИЙ РОЗДІЛ

Принципи проектування висотних поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлюваних джерелах енергії

ВСТУП.....	3
ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК.....	6
РОЗДІЛ 1. Сучасний стан теорії та практики будівництва висотних комплексів.....	7
1.1. Аналіз науково-теоретичних досліджень з проблем організації висотних будинків та комплексів.....	7
Висновки до розділу 1.....	20
РОЗДІЛ 2. Методичні підходи щодо розвитку висотних поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії.....	22
2.1. Загальна методика магістерської роботи.....	22
2.2. Фактори, які впливають на формування поліфункціональних енергетичних комплексів.....	30
Висновки до розділу 2.....	58
РОЗДІЛ 3. Наукові засади формування висотних полі функціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії.....	60
3.1. Принципи побудови полі функціональних енергетичних висотних комплексів на відновлювальних джерелах енергії.....	60
Висновки до розділу 3.....	83
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	87

ВСТУП

Актуальність дослідження. Україна належить до найбільш урбанізованих країн Європи, збільшення кількості населення - збільшення соціального попиту. Темпи розвитку сучасного архітектурно-містобудівного комплексу в Україні передбачають істотне навантаження на вже сформовану інженерну інфраструктуру. Сьогодні у всьому світі на першому місці стоїть питання екології. У зв'язку з цим розвинені країни переорієнтують свій розвиток на реалізацію стратегії екологічно орієнтованого росту. Таким чином, постає актуальне завдання пошуку інноваційних рішень для побудови житлових і громадських будівель та комплексів.

Разом з тим, при експлуатації висотних будівель, виникає потреба у великій кількості енергетичних ресурсів. Тому слідом за нестачею вільних територій під забудову, виникає нова проблема – підвищення вартості енергії. У цих умовах постає завдання пошуку нових інноваційних підходів та методів архітектурно-містобудівної організації житлових і громадських будівель з використанням альтернативних джерел енергії. Саме цьому присвячене дане магістерське дослідження.

Науково-методичною базою для проведення даного магістерського дослідження стали фундаментальні праці з комплексного розвитку територій та населених пунктів українських вчених: Ю. М. Білоконя, В. М. Вадімова, І. В. Древаль, М. М. Дьоміна, Т. Ф. Панченко, В. О. Тімохіна, Ю. М. Шкодовського; наукові дослідження з питань організації об'єктів висотного будівництва та архітектурно-типологічні дослідження системи громадського обслуговування: Л. М. Ковальського; В. В. Куцевича, В. П. Мироненка, Г. О. Осиченко, О. С. Слепцова, В. В. Товбича та ін.; дослідження теоретичних засад в області архітектури енергоощадження: Х. А. Бенаї, Т. О. Кащенко, а також були враховані закордонні дослідження з проблем організації висотного та біокліматичного будівництва: К. Янга, І. Річардса, О. Васкеса, Г. Мерката і П. Мюсле.

Архітектурно - містобудівні аспекти формування висотного будівництва частково розглядались в роботі В. І. Шпери «Особливості архітектурно-планувальної організації висотних житлових комплексів», в якій були виявлені основні вимоги до формування архітектури висотних житлових комплексів. Також важливими для даної роботи є дослідження С. О. Молодкіна та А. Ю. Росковшенка

Разом з тим, у зазначених роботах формування висотного будівництва на відновлюваних джерелах енергії детально не розглядались.

Мета дослідження і завдання дослідження - розробити принципи проектування висотних поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії та надати практичні рекомендації щодо їх проектування.

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

- проаналізувати наукові праці, систематизувати вітчизняну та світову практику формування проектування та будівництва енергоефективних будівель, виявити проблемні питання, які потребують додаткових досліджень;

- встановити методи дослідження, визначити основні фактори, які впливають на організацію висотних поліфункціональних енергетичних комплексів;

- розробити основні принципи проектування та структурні моделі висотних поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії.

Об'єкт дослідження - висотні поліфункціональні енергетичні комплекси.

Предмет дослідження - архітектурно-планувальна організація висотних поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлюваних джерелах енергії.

Методи дослідження. Методичний апарат дослідження базується на теоретичних методах історичного, літературного, статистичного та

кількісного аналізу; емпіричних методах порівняльного аналізу та спеціальних методах: моделювання та експериментального проектування.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше:

- обґрунтовано новий архітектурний об'єкт – «висотний поліфункціональний енергетичний комплекс на відновлюваних джерелах енергії»;

- розроблено структурні моделі організації висотних поліфункціональних енергетичних комплексів.

Удосконалено:

- основні принципи проектування висотних поліфункціональних енергетичних комплексів з урахуванням альтернативних джерел енергії;

Набули подальшого розвитку:

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

Особистий внесок здобувача та апробація результатів дослідження.

Результати магістерської роботи були висвітлені на Міжнародній міжвузівській науково-практичній конференції молодих вчених «Наука і техніка: перспективи ХХІ століття» та на Міжнародній науково-практичній конференції «Прикладні розробки та теоретичні дослідження ХХІ століття». За темами доповідей були надруковані тези.

Структура та обсяг магістерської роботи. Пояснювальна записка налічує 151 сторінку. Графічна частина роботи складає 8 планшетів 1x1 м.

ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

Висотна будівля – це будівля, з умовною висотою понад 73,5 м однофункціонального або багатофункціонального призначення (ДБН 2.2-24:2009. Будинки і споруди проектування висотних житлових і громадських будинків ДБН в.2.2-24:2009).

Висотний комплекс – це група будівель, в тому числі з умовною висотою понад 73,5 м, однофункціонального або багатофункціонального (житлового, громадського, адміністративного) призначення), які поєднані між собою загальним архітектурно-просторовим та функціонально-планувальним рішенням. (ДБН 2.2-24:2009. Будинки і споруди проектування висотних житлових і громадських будинків ДБН в.2.2-24:2009).

Енергоефективність - ефективне (раціональне) використання енергетичних ресурсів. Використання меншої кількості енергії для забезпечення того ж рівня енергетичного забезпечення будівель або технологічних процесів на виробництві. (Електронний ресурс. Режим доступу: <https://goo-gl.su/YdZpwZ>).

Альтернативні джерела енергії – отримання енергії не з її традиційних джерел (вугілля, нафта, сланці та інше), а з відновлювальних, що використовують енергію сонця, вітру, геотермальну енергію тощо (Електронний ресурс. Режим доступу: <https://goo-gl.su/CVcBJn5f>).

Екологічна будівля – це будівля в якій гармонійно поєднуються інтереси природного середовища життєдіяльності людей за рахунок максимально-раціонального використання ресурсів, врахування всіх потреб мешканців та мінімального впливу на оточуюче середовище (Молодкин С.А. Принципы формирования архитектуры высотных энергоэффективных жилых зданий: Дисс. ...канд. арх. М., 2007. – 124 с.).

Екологічний простір – частина простору, окремі параметри якого відповідають факторам необхідним для нормального існування та розвитку всіх організмів (у тому числі і людини). Як правило, це спеціальні озеленені та художньо оформлені простори, що мають природне освітлення та провітрювання (Yeang K. Ecodesign. A manual for Ecological design. Published by Wiley & Sons Ltd. 2008. 499 p).

РОЗДІЛ I

СУЧАСНИЙ СТАН ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИКИ БУДІВНИЦТВА ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ ТА КОМПЛЕКСІВ

1.1. Аналіз науково-теоретичних досліджень з проблем організації висотного будівництва.

Сьогодні існує велика кількість досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів, які стосуються проблематики даної теми та розкривають її окремі аспекти з різних боків. При проведенні досліджень було проаналізовано результати опублікованих робіт українських та іноземних авторів. Проблема екології міського середовища, а також особливості формування висотних енергоефективних будівель були розглянуті у науково-дослідницьких роботах.

На основі існуючих досліджень можливе подальше удосконалення планувальних моделей, функціонально-типологічних особливостей висотних поліфункціональних енергетичних комплексів з використанням відновлювальних джерел енергії та новітніх технологій.

Важливо відзначити, що всі праці в той чи іншій мірі стосуються теми даної роботи. Тому можливо виділити ключових авторів, яким притаманні певні аспекти, напрями та особливості, які стосуються даної теми. А саме:

- архітектурно-містобудівні особливості висотних будівель у цілому;
- спеціалізований напрям формування енергоефективних висотних споруд.

До першого напрямку дослідницьких праць можливо віднести дисертацію Ю.Г. Репіна на тему «Інтегровані архітектурні комплекси» та монографія «Пространственный город. Теория и практика». Саме в цих працях автор розглянув умови виникнення нової містобудівної одиниці такої як висотна споруда [35-36].

Виявлені основні напрями розвитку міст, а також чинники, які впливають на якісне міське середовище.

Також автором запропоновано основні принципи проектування об'єктів, які складають «місто», в тому числі і висотних споруд.

А саме: принцип компактності, принцип поліфункціональності, принцип концентрації, об'ємно-просторовий принцип, інженерно-технічний принцип, принцип адаптації.

Загальною теоретичною базою виступає дисертація В.І. Шпари «Особливості архітектурно-планувальної організації висотних житлових комплексів». Автором виявлені основні вимоги до формування архітектури висотних житлових комплексів, у тому числі: містобудівні, функціональні й об'ємно-планувальні, конструктивні, інженерно-технічні й екологічні. Виявлені основні принципи формування будівель, враховуючи їх розміщення в структурі міста, побудову структури і створення архітектурно-художнього вигляду, які можуть бути рекомендовані до використання при проектуванні ВЖК. Виявлено та сформульовано дві групи принципів формування архітектури висотних житлових будівель – містобудівні й об'ємно-планувальні [31].

Також важливою є дисертація С.О. Молодкіна на тему «Принципи формування архітектури енергоефективних висотних житлових будинків» [32-33]. В цій праці автор виділив найбільш значущі об'ємно - планувальні, містобудівні та інженерні вимоги до багатопверхових будівель. Автором запропоновано такі аспекти для підвищення енергоефективності будівель:

- освоєння підземного простору з використанням геотермальної енергії (тепла землі);
- використовувати компактні архітектурно-планувальні рішення;
- впроваджувати екологічні простори;
- використовувати нетрадиційні джерела енергії, тощо.

Важливим аспектом являється комфортність будівлі в залежності від його поверховості. Тому була розглянута дисертація А.Ю. Росковшенко на тему «Визначення рівня комфортності багатоквартирного житла у залежності від його поверховості» [34]. В цій роботі автор відзначив основні чинники та

проблеми, що з'являються пропорційно тому як зростає поверховість будівлі.

До таких чинників належить:

- інсоляція приміщень, достатня освітленість;
- рівні вібрації;
- коливання;
- акустичні режими;
- створення мікроклімату;
- орієнтація будівлі та ін.;

На основі цих чинників автор запропонував певні типи об'ємно-просторової організації висотних будівель.

Значний вплив на розвиток архітектури та містобудування в Україні внесли роботи професора Ковальського Л.М. Керівник та розробник 6-ти нормативних документів (ДБН) з проектування житлових та громадських будинків, автор більше 200 наукових праць та біля 100 наукових публікацій з проблем архітектури [10-14].

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

В ході проведених наукових досліджень і натурних спостережень в процесі експериментального будівництва були сформульовані висновки про те, що підвищення поверховості житлових будинків має ряд об'єктивних містобудівних та економічних чинників, обумовлених перш за все загальною тенденцією ущільнення забудови. Багатоповерхові будинки (вище 25 поверхів) мають ряд архітектурно-містобудівних переваг, особливо при забудові значних житлово-громадських комплексів.

Найбільш яскравим представником другого напрямку наукових досліджень слід віднести малазійського доктора архітектури Кена Янга (Ken Yeang). У його роботах було запропоновано рекомендації з проектування екологічних багатоповерхових офісних будівель, до таких робіт можна віднести такі книги: «Екологічні хмарочоси», «Зелені хмарочоси – основи проектування екологічних будинків», «Аналіз висотних споруд у тропічному кліматі», «Екологічні хмарочоси – новий тип багатоповерхової споруди» [26-29].

Після аналізу робіт можливо виділити особливості, відзначені автором, а саме:

- Досягнення біокліматичності за рахунок «пасивних» архітектурних прийомів;
- Збереження всіх природніх компонентів;
- Вибір оптимальної орієнтації;
- Достатня інсоляція та аерація;
- Впровадження екологічних просторів таких як терас, балконів, пілонів, карнизів, ребер тощо.
- Розташування будівель та їх габарити повинні відповідати природньо-кліматичним умовам регіону будівництва;
- Рекомендується влаштовувати атріуми та зимові сади;
- Використання нетрадиційних джерел енергії.

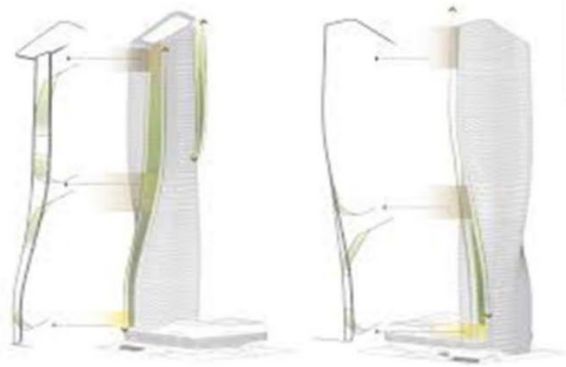
Важливо відзначити, що принципові підходи автора до проблем екології висотного будівництва потрібно враховувати, але вони орієнтовані на специфічні природньо-кліматичні умови і тому не можуть бути використані у повному обсязі в інших кліматичних регіонах.

Провідним нормативним документом є ДБН В.2.2-24 «Проектування висотних житлових і громадських будинків» [37], в якому викладені вимоги стосовно проектування й будівництва висотних будинків до 100 м. Ці будівельні норми розроблено в доповнення до двох базових для

проектування житлових і громадських будинків і споруд документів: ДБН В2.2-15 «Житлові будинки. Основні положення» [38] і ДБН В.2.2.-9 «Громадські будинки і споруди. Основні положення» 39]. Будівництво споруд вище 100 м ведеться після спеціального дозволу Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства.

Але з 2018 року в Україні вступили в дію низка нових Державних будівельних норм, які мають суттєво змінити підходи до організації міського простору: будівництва, планування територій, реконструкцій вулиць тощо: ДБН Б.2.2-12:2018 "Планування і забудова територій" [40].

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ КОМПЛЕКСИ



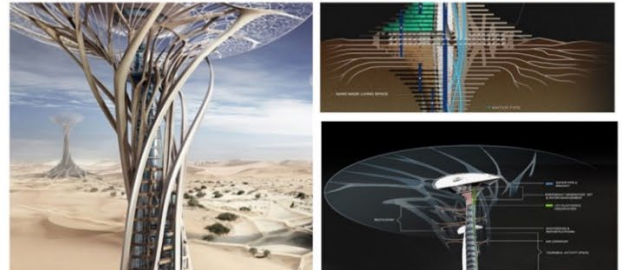
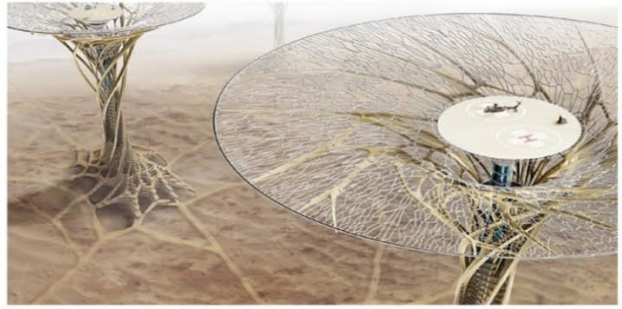
1) Wasl Tower, Дубаї



2) Лісове місто, Китай



4) Dynamic Tower, Дубаї



5) Sand Babel , Китай

Рис. 1.15 Висотні багатофункціональні енергоефективні комплекси

На застелених терасах, які розташуються на даху, можна буде вирощувати овочі, фрукти або рослини. Структура додатково буде оснащена системою гідропоніки, що дозволяє переробляти вологе повітря в питну воду. При будівництві будівель будуть застосовані енергоефективні технології. Самі об'єкти зможуть в повній мірі забезпечувати себе електроенергією за допомогою сонячних панелей, встановлених на вежах. За рахунок природних джерел енергії хмарочос значно зменшить кількість викидів вуглекислого газу в атмосферу (рис. 1.16, 6) [82].

Супер хмарочос *Ухань Грінленд Центр (Wuhan Greenland Center)*, будується в місті Ухань (Wuhan, Китай), автором дизайну виступило архітектурне бюро Adrian Smith-Gordon Gill Architecture. Ця 120-поверхова вежа буде третім за висотою будівлею в усьому світі, і лідируючим, серед енергоефективних комплексів.

Хмарочос запроектували в конусоподібної формі, з дивовижною куполоподібної верхівкою, яка допоможе мінімізувати вітрові навантаження. Цьому, крім іншого, будуть сприяти ряд фасадних присвятив, в яких крім того розташуються системи для миття вікон, для додаткової подачі повітря, механізми для управління підйомними статями. А розміщення вентиляційних отворів на 3-х ногах вежі вважається одним з найбільш новаторських рішень, які застосовуються при конструюванні будівель, яке може допомогти надати йому максимально можливу аеродинамічну форму. Wuhan Greenland Center буде відрізнятися багатьма зберігають енергію особливостями, які дадуть можливість надвисокі будинку бути до того ж самим екологічним. Передбачається, що за рахунок інноваційних рішень використаних в проектуванні і будівництві, будівля буде економити до 51% енергії, в порівнянні зі звичайними офісними будівлями. Можна відзначити систему рециклінгу брудної води, передову випарну систему для охолодження приміщень і енергоефективне освітлення. «Редра» суперхмарочоса покривають гладкими скляними панелями, а фасади обробляють спеціальними фактурними складовими (рис. 1.16, 7) [83].

«Зелений» хмарочос з деревами на фасаді. Італійські компанії Carlo Ratti Associates (CRA) і датська фірма Bjarke Ingels Group (BIG) спільно розробили унікальний проект хмарочоса, який вже зараз будується в Сінгапурі. Будівля висотою 280 буде оповита пишною зеленню, а на його фасаді будуть рости дерева. Висотні будинки з інтегрованим "вертикальним лісом" останнім часом стали популярні у архітекторів - одним з останніх прикладів може послужити проект Bosco Verticale, на основі якого планують побудувати ціле місто в Китаї. У таких спорудах дерева використовуються, щоб створити комфортну і природне середовище для жителів або офісних працівників, а також поліпшити екологію урбаністичних просторів. У новому «зеленому» хмарочосі відвідувачі отримають доступ до декількох громадських майданчиків і парку, в той час як в його підставі розміститься City Room - великий хол висотою 19 метрів. Нижні поверхи споруди займуть 299 житлових апартаментів, а по сусідству з ними розташуються кафе і магазини. У будівлю також буде вбудований критий парк Green Oasis, який займе чотири поверхи. Він буде включати спиралевидну доріжку з видом на внутрішні сади і пейзажі Сінгапуру. «Зелений Оазис» слугуватиме буфером між житловими приміщеннями під ним і безліччю офісних приміщень, розташованих вище. Будівля також буде увінчано відкритим садом на даху (рис. 1.16, 8) [84].

Британське архітектурне бюро Foster + Partners отримало замовлення з Шеньжень (КНР) на проектування двох хмарочосів для штаб-квартири банку *China Merchants Bank*. Проект заснований на принципах енергоефективного та екологічного дизайну, в тому числі в одному з висотних будівель є особлива система для захоплення і зберігання дощової води. Більш висока з двох спроектованих веж штаб-квартири банку особливо цікава. Це офісна будівля висотою 350 метрів і загальною площею в 310 000 кв. метрів. Основа його каркаса розташована в східному і західному крилі будівлі, завдяки чому в центральному блоці відсутні несучі колони. Просторий атриум у верхній частині висотки відкриває клієнтам банку

прекрасний вид на бухту. В описі проекту йдеться, що роздвоєна структура несучих конструкцій з боків будівлі дозволяє зменшити нагрів інтер'єрів сонячним світлом, а система збору дощової води забезпечує до 70% споживання води на об'єкті. Про рециклінгу стічних вод інформації в презентації немає, але напевно він теж передбачений. У другій вежі комплексу висотою 180 метрів будуть розміщені офіси, торговельні площі і готель.

На додаток до башт бюро Foster + Partners спроектувало суспільний простір з магазинами, ресторанами і художньою галереєю з виходами до метро і набережної (рис. 1.17, 9) [85].

Пекінська архітектурна студія Ole Scheeren представила проект хмарочоса *1500 West Georgia*, який став першою великою роботою компанії за межами Азії. Як очікується, хмарочос незвичайної форми буде побудований на головному проспекті канадського міста і стане своєрідним маяком на вході в гавань Ванкувер.

Невід'ємною частиною силуету хмарочоса 1500 West Georgia від Ole Scheeren є зсунуті по вертикалі масивні модулі, які надають вигляду вежі динамічність. Виступаючі модулі відрізняються за своїми розмірами і положенням і стануть основою для декількох терас, давши можливість майбутнім мешканцям в розкішних апартаментах милуватися неповторним видом Ванкувера (рис. 1.17, 10).

Ванкувер славиться унікальним поєднанням сучасного міста і оточенням мальовничою природою. Це стало сприятливим ґрунтом для подальшого розвитку мегаполіса в екологічному ключі. На думку представників Ole Scheeren, їх новий хмарочос відображає прагнення розширити уявлення про вежах як про будови тільки зі строгими геометричними формами.

Вертикальний зсув житлових модулів також мінімізує тінь від вежі. Як і належить сучасному хмарочосу, він вміщатиме безліч інноваційних активних і пасивних систем економії енергії, що дозволить йому отримати платиновий рейтинг LEED [86].

Німецька архітектурна студія Ole Scheeren представила захоплюючий ансамбль висотних веж і громадських просторів, об'єднаних в комплекс *Empire City*, який буде побудований в одному з найбільших міст В'єтнаму, Хошимін. Висотний ансамбль буде включати в себе три хмарочоси, що підіймаються над містом на загальному подіумі на висоту до 333 метрів.

В Ole Scheeren описують Empire City як «симбіоз бачення природи і життя в екосистемі міста». У центрі комплексу розташується головна вежа, найвища з усіх. Хмарочос під назвою 88 буде зайнятий квартирами, офісом і номерами готелю, а також відкритими для публіки ландшафтними оглядовими майданчиками, в тому числі на самому верху.

Вежа 88 буде з'єднана з її сестринськими будинками багатопверховим подіумом, зайнятим офісами і квартирами. Родзинкою головної вежі стане багаторівневий парк на висоті, який вмістить тропічні джунглі В'єтнаму в мініатюрі, відкриваючи панорамні види на місто і прилеглу річку Сайгон.

Розташований в центрі Хошиміну, проект інтегрується в навколишнє середовище зростаючого мегаполіса і створить в ньому природний ландшафт для відпочинку. Комплекс розробляється багатонаціональним складом інженерів і архітекторів з В'єтнаму, Сінгапуру і Гонконгу. Терміни будівництва поки ще не визначені (рис.1.17, 11) [87].

Вежі Петронас - один з найбільш пізнаваних символів столиці Малайзії Куала-Лумпур. Цілком ймовірно, що поруч з ними з'явиться ще один ефектний багатофункціональний хмарочос **Angkasa Raya**, проект якого підготували співробітники компанії Buro Ole Scheeren. Планується, що будівля буде підніматися над землею на 268 метрів. Хмарочос складається з декількох, покладених один на одного прямокутних блоків. По середині будівлі чотири поверхи займає зона, що з'єднує три основні елементи будівлі воедино. Тут в оточенні зелені розташовані ресторани, басейн і банкетні зали. У величезній будівлі знайдеться місце для житлових квартир, готелю і роздрібних магазинів. Як і в багатьох подібних проектах, архітектори намагалися домогтися гарної енергетичної ефективності будівлі. Тому велика

увага приділена затінення, геометрії і орієнтації будівлі, природної вентиляції, збору дощової води і її подальшого використання (рис. 1.17, 12)[88].

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ КОМПЛЕКСИ



5) Elastic Woodscraper II



6) Green Spine, Австралія



7) Wuhan Greenland Center, Китай



8) «Зелений» хмарочос, Сінгапур

Рис. 1.16 Висотні багатофункціональні енергоефективні комплекси

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ КОМПЛЕКСИ



9) China Merchants Bank



10) 1500 West Georgia



11) Empire Tower



12) Angkasa Raya

Рис. 1.17 Висотні багатофункціональні енергоефективні КОМПЛЕКСИ

Висновки до розділу 1

1. Проаналізовано розвиток висотних комплексів у закордонній та вітчизняній практиці. У розділі розглянуто багато побудованих та будівель на стадії проекту згідно з їх місцем розташування. Для кожного «регіону» виділено найбільш характерні особливості висотної забудови. А для кожного періоду розвитку визначені характерні особливості:

1885р. – 1920. р. – спостерігаються проблеми інсоляції, провітрювання та затінення територій. Будівлі переважно прямокутної форми офісного призначення.

1920 р. – 1950 р. – спостерігається покращення мікроклімату, завдяки тому, що почали використовувати каскадну (ступінчасту) форму будівлі.

1950 – 1990 р. – спостерігається значне використання скла для фасадів, що сприяло також покращенню інсоляції а також покращенню зовнішнього вигляду будівлі. Використання скляних матеріалів вирішило проблему «зорової забрудненості», з'явилося поняття «повітряність забудови».

1990 – до нашого часу – стрімка урбанізація країн світу дала поштовх до будівництва екологічних комплексів та використання відновлювальних джерел енергії.

2. Встановлено тенденції перспективного розвитку висотної забудови: будівництво висотних споруд – акцентів, будівництва районів компактної висотної забудови, розташування висотних комплексів вздовж значущих транспортних магістралей, об'єднання як можна більшої кількості функцій в одній будівлі, але чітке розмежування житлової та громадської функції, енергетична автономність будівлі. В сучасному світі спостерігається тенденція використання прогресивних енергоефективних технологій, природних джерел енергії та висока екологічність будівлі в цілому.

3. Розглянуто передумови збільшення висотного будівництва у великих містах світу. Процеси урбанізації ХХ-ХХІ століття при швидкому

економічному та науково-технічному прогресі обумовило появу та розвитку житлових будівель. Після дослідження було виявлено, що більшість споруд є багатофункціональними (до 90 %), що сприяє формуванню ефективної структури міської забудови.

4. Після аналізу сучасного будівництва та нормативної бази в Україні було виявлено, що з кожним роком зростає кількість висотних будинків та комплексів. Можливо виділити сучасні передумови збільшення поверховості будівель: зменшення вільних територій для будівництва у великих містах, необхідність комплексного формування міського середовища зі створенням нових центрів і систем домінант – просторових орієнтирів у серединних і периферійних районах міста для організації масової житлової забудови, а також підвищення рівня соціальної активності та комфортності.

5. Встановлено, що на даному етапі в місті Дніпро будуються багатоповерхові комплекси, але їх висотна відмітка значно нижче, максимальна висотна відмітка 114 метрів. Але з кожним роком вільних територій під забудову особливо у центральних районах міста стає значно менше, економічна ситуація з кожним роком погіршується також як і екологія в цілому. Тому будівництво висотних комплексів на відновлювальних джерелах енергії може вирішити багато важливих проблем.. Все це доводить актуальність, ефективність і перспективність розвитку та формування різних типів висотних поліфункціональних енергетичних комплексів у структурі великих міст України.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИСОТНИХ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛАХ ЕНЕРГІЇ

2.1. Загальна методика дослідження.

База даного дослідження ґрунтується на основі емпіричних та теоретичних методів дослідження. В ході роботи на різних етапах дослідження були використані такі наукові методи як: систематизація літературних джерел, метод порівняльного аналізу сучасного та минулого досвіду проектування, метод середовищного дослідження, графоаналітичний метод.

В основі методу систематизації літературних джерел полягає вивчення та ознайомлення з науковими працями та нормативними документами. Спираючись на досвід та висновки вчених можливо виділити найважливіші ознаки та характеристики висотного будівництва. Виявлені основні напрямки розвитку міст, вивчені принципи формування висотних будівель, об'ємно-планувальні, містобудівні та інженерні вимоги до багатопверхових будівель, чинники, які впливають на комфортність житла, а також чинники, які забезпечують біокліматичність та екологічність будівлі, тощо.

Методом порівняльного аналізу сучасного та минулого досвіду проектування було розглянуто близько 100 висотних об'єктів та комплексів з усього світу. Аналіз сприяв визначенню основних функціональних зон, складу приміщень та взаємозв'язок між ними, а також функціональне співвідношення у відсотках для визначення призначення та комфортності будівлі. Розглянуті об'єкти були класифіковані за місцем розташування по регіонам.

Засобами методу середовищного дослідження було проаналізовано та виявлено зв'язок між планувальною структурою комплексу та містобудівним контекстом, між спорудою та природою в цілому, між місцем розташування та функціональним призначенням комплексу. Метод середовищного підходу

в архітектурі, означає переорієнтацію проектування з досягнення економіко-політичних цілей на соціально-психологічні та еколого-фізіологічні цінності. В теорії середовищного підходу загально прийнято сполучення двох компонентів: суб'єкт (людина) + середовище. Але більш доцільно його замінити поєднанням цих двох складових з третім, яким є об'єкт. Під терміном "об'єкт" розуміється будівля, споруда або комплекс споруд, спроектовані для конкретного суб'єкта. Термін "суб'єкт" трактується як конкретна людина, його сім'я, або співтовариство, група людей, об'єднаних конкретним видом життєдіяльності. Терміном "середовище" доцільно називати архітектурно організований простір для розміщення об'єкта, спроектованого для конкретного суб'єкта. У кожному конкретному місці поєднуються: середа, об'єкти, здатні наповнити середу, і люди, життєдіяльність яких протікає в цих об'єктах і в середовищі в цілому. Тому можливо зробити висновок, що значення кожного з трьох складових змінюється в залежності від місцевих особливостей.

Графо-аналітичним методом було досліджено композиційні основи, встановлено взаємозв'язок між планувальною структурою та архітектурою об'єкту, оцінка зорового сприйняття.

2.1.1. Засоби забезпечення енергоефективності висотних поліфункціональних енергетичних комплексів.

Енергоефективні будівлі як новий напрямок в експериментальному будівництві з'явилися після світової енергетичної кризи 1974 року [89].

В даний час енергоефективними називають такі будівлі, при проектуванні яких був передбачений комплекс архітектурно-будівельних та інженерно-технічних заходів, що забезпечують істотне зниження витрат енергії на теплопостачання цих будинків у порівнянні зі звичайними (типовими) будівлями при одночасному підвищенні комфортності мікроклімату в приміщеннях [90]. Аналіз розвитку енергоефективних будівель показує, що архітектура і будівництво вступають в абсолютно новий етап своєї історії, що

поява і розвиток енергоефективних будівель - є відображенням глобальних проблем розвитку суспільства, починаючи з середини ХХ століття, з усіма його позитивними і негативними напрямками пошуків.

Очевидно в найближчі два-три десятиліття, на стику періодів вичерпання традиційних і недостатнього розвитку нових енергоджерел, виникне дефіцит енергоресурсів та різке їх подорожчання, і завдання економії енергоресурсів стане пріоритетною [91].

Схематично життеутримуючі будівлі можна уявити як симбіоз з трьох взаємопов'язаних понять (рис. 2.2):

- комфортного мікроклімату приміщень;
- максимального використання енергії природи;
- оптимізованих енергетичних елементів будівлі як єдиного цілого [86].



Рис . 2.1. «Образ» життеутримуючих будівель у сучасному світі.

Однак цих трьох понять недостатньо для забезпечення повної незалежної енергоефективної будівлі. Тому пропонується створити таку містобудівну одиницю як поліфункціональних енергетичних комплексів, який буде повністю автономний

В даний час відбувається повсюдне впровадження та популяризація висотних будівель і комплексів, посилення їх концентрації і значущості в різних країнах світу. З огляду на масштабні проекти висотних будівель останніх років, і їх величезна енергоспоживання, одним з основоположних

принципів при проектуванні стає використання енергоефективних технологій.

2.1.2. Нормативна та правова база.

У статті 3 закону України «Про енергетичну ефективність будівель» виділені основні засади державної політики у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель

1) забезпечення належного рівня енергетичної ефективності будівель відповідно до технічних регламентів, національних стандартів, норм і правил;

2) стимулювання зменшення споживання енергії у будівлях;

3) забезпечення скорочення викидів парникових газів у атмосферу;

4) створення умов для залучення інвестицій з метою здійснення заходів із забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель;

5) забезпечення термомодернізації будівель, стимулювання використання відновлюваних джерел енергії;

6) розроблення та реалізація національного плану щодо збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії.

Цей Закон регулює відносини, що виникають у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель, з метою підвищення рівня енергетичної ефективності будівель з урахуванням місцевих кліматичних умов та забезпечення належних умов для проживання та/або життєдіяльності людей у таких будівлях.

Стаття 5. Визначення енергетичної ефективності будівель

У процесі визначення енергетичної ефективності будівель обов'язково враховується інформація про:

1) місцеві кліматичні умови;

2) функціональне призначення, архітектурно-планувальне та конструктивне рішення будівлі;

3) геометричні (враховуючи розташування та орієнтацію огорожувальних конструкцій), теплотехнічні та енергетичні характеристики будівлі, а також енергетичний баланс будівлі;

4) нормативні санітарно-гігієнічні та мікрокліматичні умови приміщень будівлі;

5) нормативний строк експлуатації огорожувальних конструкцій та елементів (у тому числі обладнання) інженерних систем;

6) технічні характеристики інженерних систем;

7) використання відновлюваних джерел енергії, пасивних сонячних систем та систем захисту від сонця, а також енергії, виробленої шляхом когенерації.

Стаття 8. Енергетичний сертифікат

1. В енергетичному сертифікаті зазначаються:

1) адреса (місцезнаходження) будівлі;

2) клас енергетичної ефективності будівлі, визначений відповідно до методики, передбаченої частиною першою статті 5 цього Закону, із зазначенням року відповідності встановленим мінімальним вимогам до енергетичної ефективності;

3) відомості про функціональне призначення та конструкцію будівлі, кількість поверхів, об'єм та загальну площу;

4) мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівлі;

5) фактичні або проектні характеристики огорожувальних конструкцій та інженерних систем будівлі;

6) фактичне питоме енергоспоживання будівлі (крім об'єктів нового будівництва);

7) рекомендації щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівлі (крім об'єктів будівництва) в економічно доцільний спосіб, які враховують місцеві кліматичні умови, є технічно та економічно обґрунтованими та в яких зазначаються заходи, які необхідно здійснити для реалізації таких рекомендацій;

8) серія та номер кваліфікаційного атестата енергоаудитора, який склав енергетичний сертифікат;

9) інформація про рівень викидів парникових газів;

10) інформація про можливість отримання більш детальних відомостей, зазначених у сертифікаті, включаючи інформацію про економічну ефективність викладених у такому сертифікаті рекомендацій щодо забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель та/або їх відокремлених частин.

Стаття 12. Основні заходи із забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель

1. Стимулювання та сприяння підвищенню рівня енергетичної ефективності будівель може забезпечуватися шляхом:

1) здійснення обстеження інженерних систем та запровадження незалежного моніторингу звітів про результати таких обстежень;

2) здійснення сертифікації енергетичної ефективності та запровадження незалежного моніторингу енергетичних сертифікатів.

2. Енергетична ефективність будівель може забезпечуватися шляхом:

1) підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій будівель;

2) встановлення засобів обліку (в тому числі засобів диференційного (погодинного) обліку споживання електричної енергії) та регулювання споживання енергетичних ресурсів;

3) впровадження автоматизованих систем моніторингу і управління інженерними системами;

4) підвищення енергетичної ефективності інженерних систем будівлі;

5) використання відновлюваних та/або альтернативних джерел енергії та/або видів палива (з використанням інженерних систем будівлі);

6) застосування систем акумуляційного електронагріву в години мінімального навантаження електричної мережі;

7) здійснення інших заходів із забезпечення (підвищення рівня) енергетичної ефективності будівель. [93].

Також правовим документом щодо енергоощадження в Україні є Указ Президента України *Про Стратегію сталого розвитку «Україна – 2020»*.

Цей документ визначає мету, вектори руху, , першочергові пріоритети та соціально-економічних, організаційних, політико-правових умов становлення та розвитку України.

У пункті 9 даного документу йдеться мова про **програму енергонезалежності**.

Головне завдання - забезпечення енергетичної безпеки і перехід до енергоефективного та енергоощадного використання та споживання енергоресурсів із впровадженням інноваційних технологій. Основними цілями державної політики у цій сфері є: зниження енергоємності валового внутрішнього продукту (на 20 відсотків до кінця 2020 року) шляхом забезпечення (впровадження) 100 відсотків обов'язкового комерційного обліку споживання енергоресурсів (енергії та палива), переходу до використання енергоефективних технологій та обладнання, зокрема через механізм залучення енерго сервісних компаній, реалізації проектів з використанням альтернативних джерел енергії енергосистеми України з континентальною європейською енергосистемою ENTSO-E; модернізація інфраструктури паливно-енергетичного комплексу. Визначальним у Стратегії є інноваційне спрямування розвитку, яке ґрунтується на активному використанні знань і наукових досягнень, стимулюванні інноваційної діяльності, створенні сприятливого інвестиційного клімату, оновленні виробничих фондів, формуванні високотехнологічних видів діяльності та галузей економіки, підвищенні енергоефективності виробництва, стимулюванні збалансованого економічного зростання, основаному на залученні інвестицій у використання відновлюваних джерел енергії, в екологічно безпечне виробництво та "зелені" технології (рис. 2.3) [94].

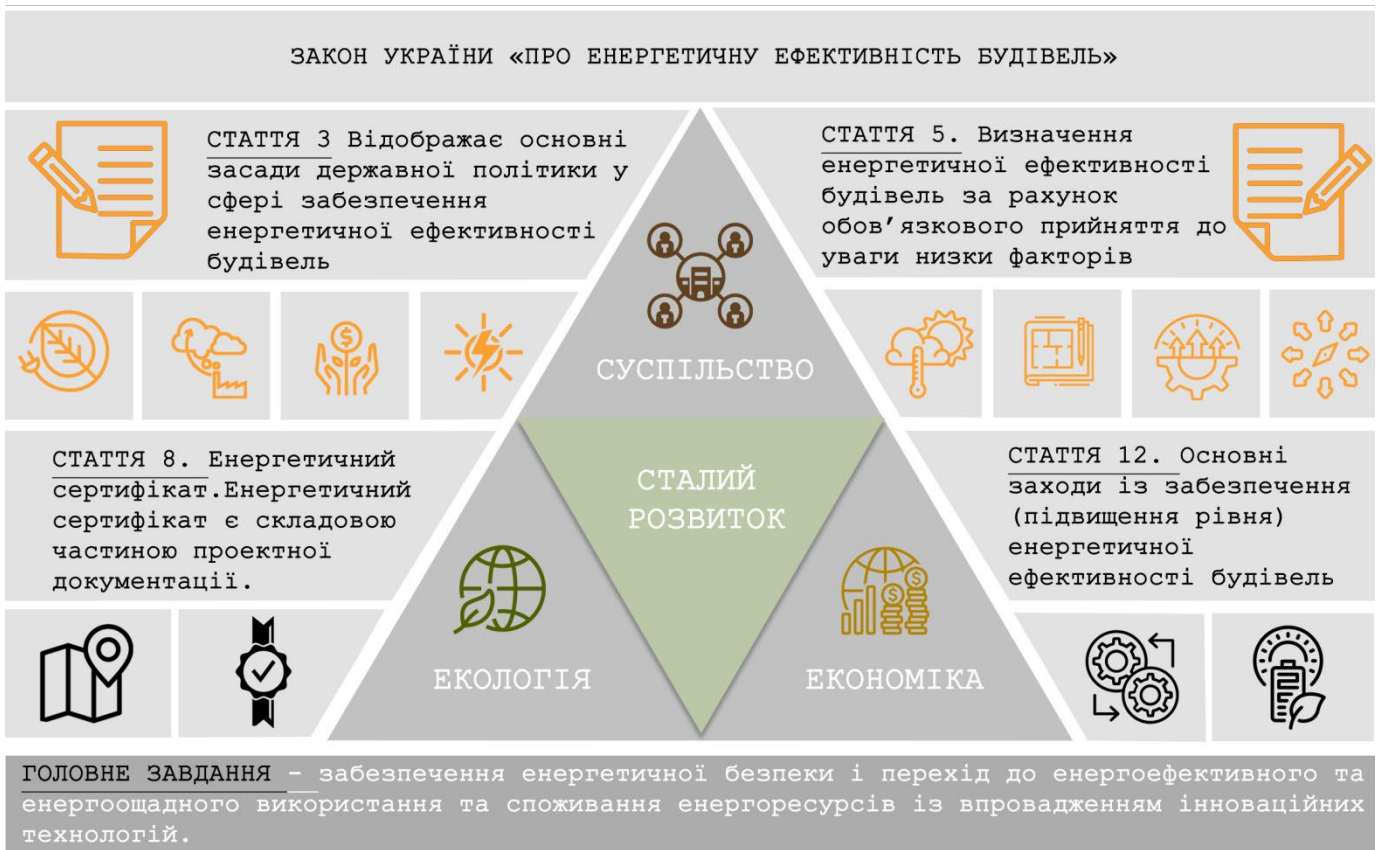


Рис. 2.3. Нормативно-правова база щодо формування енергоефективних будівель.

2.2. Фактори, які впливають на формування енергоефективних висотних будівель.

На формування висотних будівель з відновлювальними джерелами енергії впливають такі фактори:

Містобудівні, архітектурні, соціально-економічні, природньо-кліматичні, інженерно-технічні та екологічні.

Містобудівний фактор в першу чергу відповідає за вписування об'єкту в навколишню забудову. Таким чином висотні будівлі слід розглядати насамперед як важливий містобудівний фактор і проектувати його тільки в органічному зв'язку з оточуючою забудовою. За цей рахунок формується силует міста або окремої території. Також важливою складовою є територіальна організація ділянки, доцільний функціональний розподіл території. При виборі ділянки розміщення доцільно передбачити вплив появи будівлі на сформовану територію і забезпечити можливості для руху, паркування, розвороту транспорту, так як розміщення великого об'єкта на ділянці міської території з інтенсивним рухом може призвести до транспортного колапсу. Тобто обов'язково треба враховувати транспортні навантаження. Так само необхідно враховувати, що висотні будівлі надають значні навантаження на мережі інженерного забезпечення. Саме у зв'язку з цим необхідно застосовувати прийоми, що зменшують це навантаження, а саме використовувати відновлювальні альтернативні джерела енергії, що в цілому сприяє підвищенню енергоефективності будівлі. Вибір тієї чи іншої енергоефективної установки також щільно залежить від містобудівної ситуації.

Архітектурний фактор являє собою об'ємно-просторові, функціонально-планувальні, та об'ємно-планувальні рішення. Основними складовими функціонально-планувального фактору є:

організація основних груп приміщень, організація технічних приміщень, комунікації між приміщеннями, а також зв'язок будівлі з

зовнішнім середовищем. Функціонально-планувальний фактор переважно впливає на зручність і компактність розміщення основних і технічних груп приміщень, ефективне використання площі, ефективну організацію генплану, розташування вертикальних комунікацій і використання вертикального транспорту. В енергоефективних висотних будівлях різного призначення однієї з найбільш важливих завдань, яке можна вирішити за рахунок функціонально-планувальних засобів, є забезпечення денним світлом робочих та житлових приміщень. При цьому, найчастіше, є необхідність зменшити проникнення прямих сонячних променів в будівлю в жаркий період року, так як вони збільшують навантаження на системи охолодження повітря. Таким чином, при формуванні об'ємно-планувальних рішень енергоефективних висотних будівель функціонально-планувальна організація вимагає не тільки забезпечення функціональних зв'язків між процесами, а й оптимізації забезпечення цих процесів енергією.

Соціально-економічний фактор перш за все залежить від зацікавленості держави і інвесторів в інтеграції енергоефективних технологій в архітектуру і будівництво, що виражається в наявності нормативно-правового забезпечення проектування будівель такого типу, а так само підвищення рівня науково-технічного розвитку суспільства. Наявність державних програм, датуючих енергоефективне будівництво, збільшує кількість зацікавлених інвесторів, що сприяє економічній доцільності застосування енергоефективних технологій в проектуванні висотних будівель.

Природно-кліматичний фактор має значний вплив на формування об'ємно-планувального рішення енергоефективних висотних будівель. Вплив природно-кліматичного чинника формують такі параметри навколишнього середовища, як інсоляційний режим території, вітровий режим, кількість опадів, а так само температурно-вологісний режим. Залежно від вищеписаних параметрів навколишнього середовища, проектним рішенням необхідно забезпечити оптимальні умови експлуатації будівлі. Але при цьому необхідно створити можливості для ефективного

використання енергії в умовах певного клімату, що представляє собою досить цікаве завдання з архітектурно-художньої точки зору, так як природно-кліматичні умови впливають безпосередньо на форму будівлі, кількість, розміщення і розмір світлових прорізів, а так само на вибір і формування інших архітектурних елементів.

Для забезпечення цих факторів можливо використовувати такі засоби: для охолодження повітря і сонцезахисту застосовуються сонцезахисних пристрої; для зменшення перегріву стін можливо застосовувати вертикальне озеленення, що так само перешкоджає перегріву навколишньої території, властивому великих міст з щільною висотною забудовою. У холодному кліматі велике значення доводиться приділяти зменшення тепловтрат через зовнішні огорожувальні конструкції і мінімізації витрат на обігрів приміщень, що так само може бути відкоригована за рахунок об'ємно-планувального рішення.

Крім того, природно-кліматичний фактор обумовлює вибір систем генерації енергії, їх місце проживання в структурі будівлі. Так, наприклад, вітряний клімат дає можливість включати в обсяг будинку вітрогенератори, облік рози вітрів території дозволяє визначити їх оптимальне розташування в об'ємно-планувальної структурі. В умовах жаркого клімату з великою кількістю сонячних днів доцільно використання сонячних батарей. При великій кількості опадів на території доцільне застосування систем збору дощової води, що дозволяє зменшити енерговитрати на водопостачання.

Можна зробити висновок, що природно-кліматичний фактор є одним з найважливіших та впливовіших факторів, які впливають на формування енергоефективні висотні комплекси.

Вплив інженерно-технічного фактору ґрунтується головним чином на необхідності розміщення в структурі будівлі різних інженерних систем, що змушує закладати в проект додаткові групи приміщень для розміщення інженерно-технічного обладнання, аналізувати взаємозв'язку цих приміщень з приміщеннями, властивими висотним офісним будівлям традиційно. Про

вплив інженерно-технічного рішення на формування висотних будівель пише В. Шуллер: «Системи енергопостачання можуть бути сконцентровані в спеціальних шахтах, органічно пов'язаних зі стволами жорсткості. Іноді для системи інженерного устаткування передбачаються спеціальні простору у зовнішніх стін або технічні поверхи для розміщення складних систем комунікацій. Всі ці рішення впливають на загальний зовнішній вигляд будівлі і вибір економічною конструктивно-планувальної схеми» [95].

Особливу важливість так само має енергозабезпечення висотних будівель. До енергопостачання висотних будівель пред'являються більш високі вимоги, ніж до енергопостачання звичайних будинків. Перш за все, це відноситься до надійності енергопостачання. Забезпечення тепловою та електричною енергією має передбачатися не менше ніж від двох незалежних один від одного енергоджерел [96]. Таким чином, можна зробити висновок про те, що використання альтернативних джерел забезпечення енергією при експлуатації енергоефективних висотних офісних будівель є доцільним, як в якості додаткового джерела при традиційному енергозабезпеченні, так і (при комбінації декількох видів альтернативних джерел енергії) в якості основного. Тож можна виділити такі інженерні системи: інженерні системи відкритого типу, інженерні системи закритого типу, а так само інженерні системи комбінованого типу.

До інженерних систем відкритого типу відносяться такі системи, які розміщуються із зовнішнього боку будівлі, на дахах, фасадах, карнизах та інших елементах огорожувальних конструкцій, це можуть бути сонячні батареї, вітрогенератори, системи збору дощової води і інші подібні системи. До інженерних систем;

закритого типу необхідно віднести системи вентиляційних каналів, різні системи акумулювання енергії, системи геліотермальних лабіринтів;

інженерні системи комбінованого типу - це системи, яким одночасно притаманні властивості як систем відкритого, так і закритого типу. Інженерні системи першого типу можуть істотно впливати на зовнішній вигляд будівлі,

ставати його формотворчим елементом. Так, наприклад, розміщення в структурі обсягу будівлі вітрогенератори або сонячні колектори можуть служити ключовими елементами об'ємно-просторової композиції будівлі, що робить їх помітними оточуючим і дозволяє будівлі служити символом енергоефективного будівництва в цілому. Наявність інженерних систем закритого типу, навпаки менш помітно, але від цього не зменшується вплив таких систем на формування об'ємно-планувальної структури.

Вплив екологічного чинника тісно пов'язане з природно-кліматичним, однак має свою явну специфіку. Екологічний фактор вимагає врахування навантаження, яку будівлю надає на сформований екологічний баланс території. Це включає в себе такі основні складові: зниження викидів парникових газів, взаємозв'язок природного і штучного середовища, антропогенний вплив на навколишнє середовище і екологічну безпеку людини. Це говорить про те, що потрібно розробити таку будівлю, яке мінімізує негативний вплив на всі перераховані вище складові. Узагальнюючи, слід зазначити, що при забезпеченні енергоефективності висотних

будівель повинні бути враховані екологічні навантаження, які здатне надати будівлю, а забезпечення енергоефективності не повинно суперечити завданням екологічного підходу до проектування таких об'єктів. Таким чином, необхідність враховувати екологічний фактор обмежує можливості вибору засобів забезпечення енергоефективності [97].

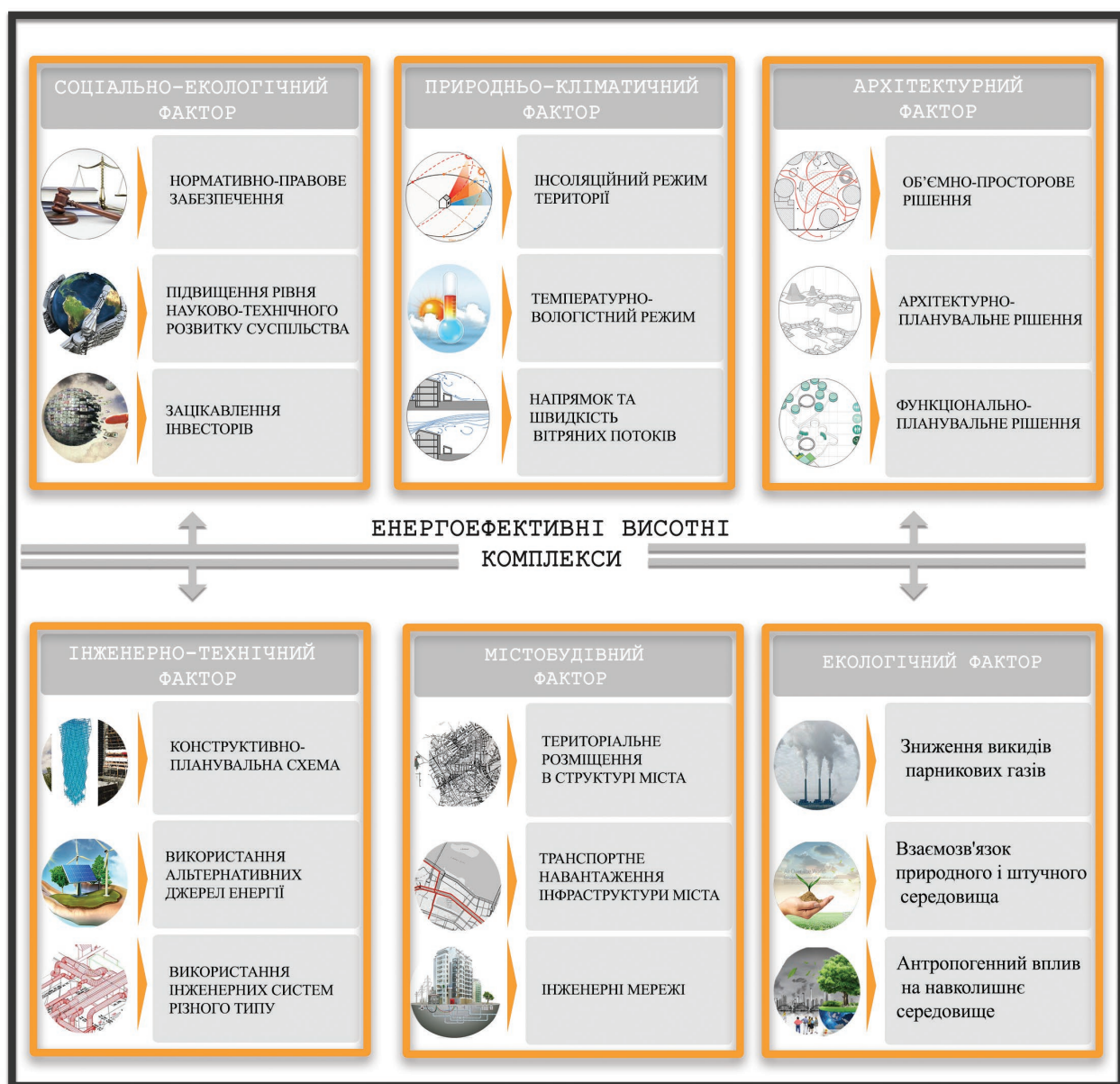


Рис. 2.4. Фактори, що впливають на формування висотних поліфункціональних енергетичних комплексів.

2.2.1. Види відновлювальних джерел енергії

Основними засобами забезпечення енергоефективності будівлі є використання альтернативних джерел енергії.

Джерело енергії – це речовини і процеси, що зустрічаються в природному середовищі, використання (перетворення) яких дає можливість отримати енергію, необхідну для існування і життєдіяльності людства.

Усі джерела енергії поділяються на викопні палива (вугілля, природний газ і нафту), ядерне паливо та поновлювані (енергія сонячного випромінювання, енергія хвиль і припливів, геотермальна енергія, енергія вітру, а також гідроенергетика та отримання біогазу в процесі переробки органічних відходів.).

Саме поновлювальні джерела енергії використовуються для забезпечення автономності будівлі.

Енергія сонячного випромінювання.

Енергія сонця безпечна для довкілля. Її можна виробляти поки світитиме Сонце. Використання сонячного випромінювання доцільне для вироблення теплової та електричної енергії й можливе на всій території України.

Сонячна енергетика - вид відновлюваної енергетики, в якому для отримання електрики використовується сонячне випромінювання. Кількість сонячної енергії, що потрапляє на поверхню Землі протягом тижня, перевищує енергію світових запасів нафти, газу, вугілля та урану разом узятих. Середньорічний потенціал сонячної енергії в Україні є достатньо високим - 1000-1350 кВт • год / м². Україна має хороші можливості для використання фотоелектричного обладнання на своїй території - 9 місяців в південних областях (з березня по листопад) і 7 місяців - у північних областях (з квітня по жовтень). Взимку ефективність роботи падає, але не зникає. Отже, і в умовах нашого клімату сонячні системи працюють цілий рік, але тільки зі змінною ефективністю. Якщо подивитися на схему (рис. 2.5), то побачимо, що області пофарбовані в різні кольори, які дозволяють визначити в числовому значенні потенціал сонячної енергії.

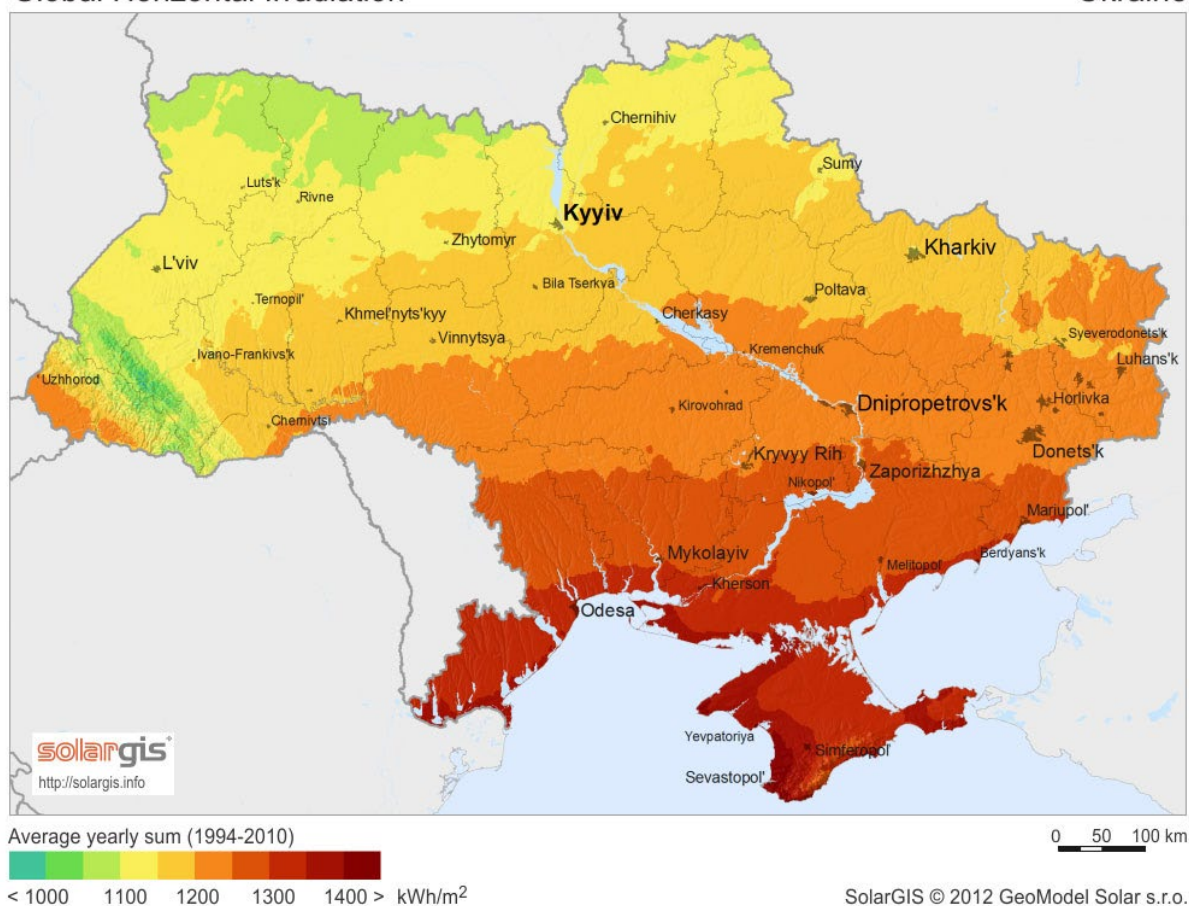


Рис. 2.5. Потенціал сонячної енергії України

Способи отримання енергії від сонця.

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

- **Перетворення в електричну енергію.**

Шляхом застосування фотоелектричних елементів. Фотоелектричні елементи використовуються для виготовлення сонячних панелей, які служать приймачами сонячної енергії в системах сонячних електростанцій. Принцип роботи заснований на отриманні різниці потенціалів всередині фотоелемента при попаданні на нього сонячного світла. Панелі розрізняються за структурою (полікристалічні, монокристалічні, з напиленням кремнію), габаритним розмірам і потужності.

Шляхом застосування термоелектричних генераторів.
Термоелектричний генератор - це технічний пристрій, що дозволяє отримувати електричну енергію з теплової енергії. Принцип дії заснований на перетворенні енергії одержуваної через різницю температур на різних частинах елементів конструкції (термоелектрорушійна сила).

- ***Перетворення в теплову енергію.***

Шляхом використання колекторів різних типів і конструкцій. Вакуумні колектори - трубчастого виду і у вигляді плоских колекторів. Принцип дії - під впливом сонячних променів, нагрівається спеціальна рідина, яка при досягненні певних параметрів, починає випаровуватися, після чого пара передає свою енергію теплоносія. Віддавши теплову енергію пара конденсується і процес повторюється. Плоскі колектори - являють собою каркас з теплоізоляцією і абсорбер покриті склом, з патрубками для входу і виходу теплоносія. Принцип дії - потоки сонячного світла потрапляють на абсорбер і нагрівають його, тепло з абсорбера переходить теплоносія.

Шляхом використання геліотермальних установок. Принцип дії заснований на нагріванні поверхні здатної поглинати сонячні промені. Сонячні промені фокусуються і за допомогою пристрою лінз концентруються, після чого направляються на приймаючий пристрій, де енергія сонця передається для накопичення або передачі споживачеві за допомогою теплоносія (рис. 2.6.) [98].

Ще один тип способу отримання енергії за допомогою 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 в електричну. І саме той факт, що модулі BIPV НЕ доповнюють існуючі конструкції, а замінюють собою будівельні матеріали, зробило розвиток їх виробництва та впровадження

таких перспективних. Фотоелектричні технології автоматично стали набагато доступніше, здешевлюючи будівництво пасивних будинків (рис. 2.7).

Переваги та недоліки сонячної енергії.

До переваг сонячної енергетики відносяться:

Екологічна безпека установок;

Невичерпність джерела енергії в далекій перспективі;

Низька собівартість одержуваної енергії;

Доступність виробництва енергії;

Хороші перспективи розвитку галузі, обумовлені розвитком технологій і виробництвом нових матеріалів з поліпшеними характеристиками.

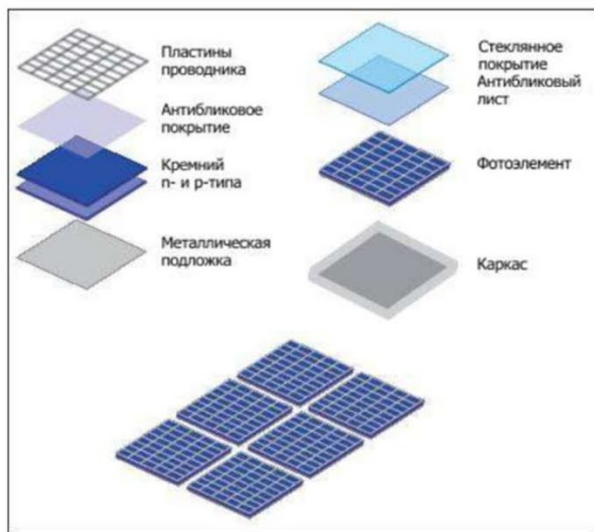
Недоліками є: Пряма залежність кількості вироблюваної енергії від погодні умови, часу доби і пори року;

Сезонність роботи, яку визначає географічне розташування;

Низький ККД;

Висока вартість обладнання.

ВИДИ СОНЯЧНИХ УСТАНОВОК

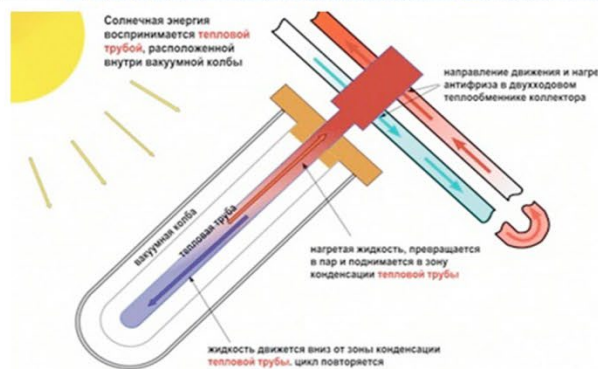


1. Фотоелектричні елементи

2. Конусні сонячні батареї



3. Сонячні вежі



4. Трубочата геліосистема

Рис. 2.6. Види сонячних установок

ІНТЕГРОВАНІ БУДІВЕЛЬНІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНІ МОДУЛІ



Штаб-квартира AGC Glass



Павільйон Бельгії на ЕКСПО-2015



Ліцей готельних технологій в Монако.
Agence Rainier Boisson



Міський квартал Нікарі в Ліоні.
Кенго Кума

Рис. 2.7. Види сонячних установок

Енергія вітру.

Енергія вітру - це кінетична енергія рухомого повітря. Вітер, що володіє енергією, з'являється з-за нерівномірного нагрівання атмосфери сонцем, нерівностей поверхні землі і обертання Землі. Швидкість вітру визначає кількість кінетичної енергії, яка може бути перетворена в механічну енергію або електроенергію. Механічна енергія може використовуватися, наприклад, для помелу зерна і перекачування води. Механічна енергія може також використовуватися для роботи турбін, які виробляють електрику. Дана робота зосереджена саме на вітрової електроенергії, а не на інших неелектричних формах енергії вітру.

Існує два основних способи, за допомогою яких енергія вітру може бути перетворена (як для механічних, так і для електротехнічних цілей): використання або сили «аеродинамічного опору», або «підйому».

Енергія вітру може бути перетворена у:

- Кінетичну енергію (рух парусних кораблів, політ повітряного змія або повітряної кулі);
- Механічну енергію (повітряні установки для помолу муки,
- Електричну енергію (вітрогенератори для виробу електричної енергії)

Згідно скоригованої «Енергетичної стратегії України на період до 2030 р.» в нашій країні в 2030 р повинно вироблятися не менше 30% від всієї електроенергії з поновлюваних джерел енергії (ВДЕ), таких як сонце, вітер, води річок та ін. [99].

Вітропотенціал України

Україна володіє значними ресурсами вітрової енергії і завдяки своїм природно-кліматичним характеристикам може вийти на одне з провідних місць в світі по використанню енергії вітру (рис.2.8).

Основний вплив на клімат і, як наслідок, на вітровий режим території України надають Атлантичний і Північний Льодовитий океани. Істотно впливають на формування клімату окремих регіонів країни також висота і напрямок розташування карпатських і кримських гір, Подільської, Волинської та Придніпровської височин, Донецького кряжу, близькість інших регіонів до Чорного і Азовського морів і цілий ряд інших факторів.

Аналіз багаторічних спостережень метеостанцій свідчить про те, що на Україні переважають вітрові потоки із середньорічними швидкостями вітру від 5 м / с (на висоті флюгера, що дорівнює 10 м / с). Такі вітрові потоки при сучасному рівні розвитку вітроенергетичних технологій дозволяють економічно обґрунтовано використовувати вище зазначені регіони для будівництва потужних ВЕС. Крім того, науковими дослідженнями, проведеними метеорологами Центральної геофізичної обсерваторії України, встановлено, що в найближчі 30 ... 40 років на території України слід очікувати поступове збільшення середньої швидкості вітру на 1 ... 2 м / с, що буде впливати на збільшення прогнозного потенціалу ВЕС.

Енергія вітру розподілена по території України вкрай нерівномірно, причому вітропотенціал на півдні країни значно вище, ніж на півночі. З точки зору використання енергії вітру на суші, найбільш сприятливими регіонами є Крим, Карпати (Львівська, Івано-Франківська, Закарпатська, західна частина Чернівецької області), узбережжя Чорного та Азовського морів (Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька і Донецька області), а також Луганська область (рис. 2.9) .

Основні види ветрогенераторів.

Моделі вітрогенераторів бувають різної конструкції, розрізняються по потужності. За геометрії обертання осі основного ротора їх ділять на:

Вертикальний тип - турбіна розташована вертикально по відношенню до поверхні ґранту. Починає працювати при невеликому вітрі.

Горизонтальний тип - вісь ротора обертається паралельно земної поверхні. Має велику потужність перетворення енергії вітру в змінний і постійний струм.

Різновиди вертикальних генераторів (карусельний тип).

Вертикальні перетворювачі сили вітру в енергію часто використовуються для побутових потреб. Ці види вітрогенераторів прості в обслуговуванні. Основні вузли, які вимагають уваги, знаходяться в нижній частині установок і вільні для доступу.

1. Генератори з ротором Савоуніса

Складаються з двох циліндрів. Постійне осьове обертання і потік вітру не перебувають в залежності один від одного. Навіть при різких поривах він крутиться із заданою спочатку швидкістю.

Відсутність впливу вітру на швидкість обертання, безперечно, - його гарна перевага. Погано те, що він використовує силу стихії не на всю її міць, а тільки на третину. Пристрій лопатей у вигляді полуциліндрів дозволяють працювати лише в чверть обороту (рис. 2.10.1).

2. Генератори з ротором Дар'є

Мають дві або три лопаті. Легко монтуються. Конструкція проста і зрозуміла. Починають працювати від запуску вручну.

Мінус - турбіни не відрізняються потужною роботою. Сильна вібрація стає причиною сильного шуму. Цьому сприяє велика кількість лопатей (рис. 2.10.2).

3.Гелікоїдний ротор

Обертання вітрогенератору відбувається рівномірно завдяки закрученим лопатей. Підшипники не схильні до швидкого зносу, що значно подовжує термін

Монтаж установки вимагає часу і пов'язаний з труднощами збірки (рис. 2.10.3).

4. Багатолопастевий ротор

Вертикально - осьова конструкція з великою кількістю лопатей робить його чутливим навіть до дуже слабкого вітру. Ефективність таких вітрогенераторів дуже висока. експлуатації.

Це потужний перетворювач. Енергія вітру використовується максимально. Коштує він дорого. Недолік - високий звуковий фон. Може давати великий обсяг електроструму (рис. 2.10.4).

Позитивні сторони вертикальних вітрогенераторів:

Використання генераторів можливо навіть при слабкому вітрі.

Чи не налаштовуються на вітрові потоки, тому що не залежать від його напрямку.

Встановлюються на короткій щоглі, що дозволяє здійснювати обслуговування систем на землі.

Шум в межах 30 дБ.

Різноманітний, приємний зовнішній вигляд.

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

ВИДИ ВЕРТИКАЛЬНИХ ВІТРОГЕНЕРАТОРІВ

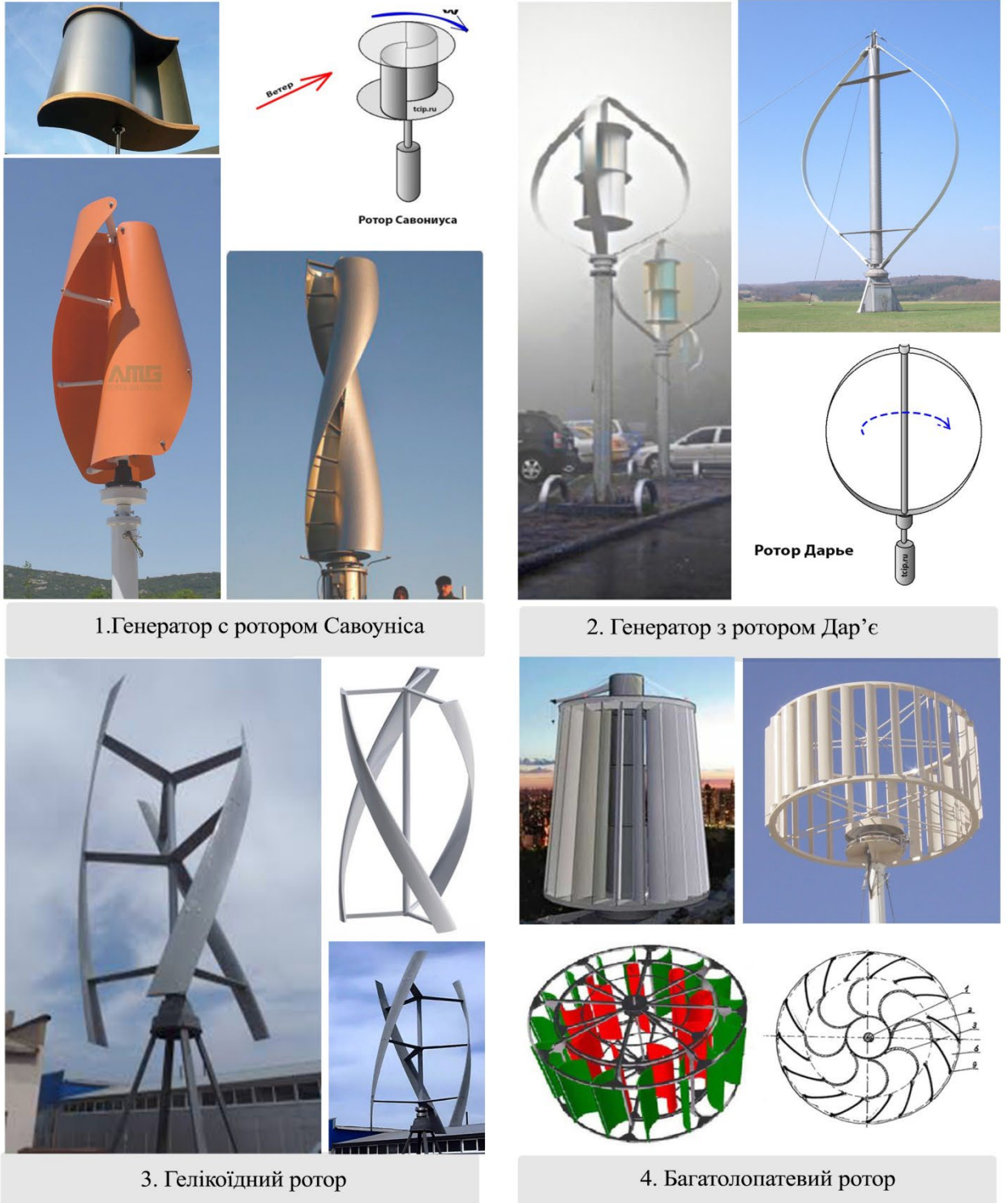


Рис. 2.10. Види вертикальних вітрогенераторів

Горизонтальні вітрогенератори (крильчасті).

Різні модифікації горизонтальних установок мають від однієї до трьох лопатей і більш. Тому коефіцієнт корисної дії набагато вище, ніж у вертикальних.

Недоліки вітрогенераторів - в необхідності орієнтувати їх на напрямок вітру. Постійне переміщення знижує швидкість обертання, що знижує його продуктивність.

1. Вітрогенератор, влаштований за типом парусника

Тарілкоподібні конструкція під напором повітря приводить в рух поршні, які активують гідросистему. Як результат, відбувається трансформація фізичної енергії в електричну (рис.1.11.1).

2. Літаючий вітрогенератор-крило

Використовується без щогли, генератора, ротора і лопатей. У порівнянні з класичними конструкціями, які функціонують на невеликій висоті при непостійній силі вітру, а спорудження високих щогл справа трудомістка і дороге, "крило" таких проблем не має (рис.1.11.2). [Основные виды ветрогенераторов: вертикальные, горизонтальные [100]].

Геотермальна енергія.

Районами можливого використання геотермальної енергії в Україні є Закарпаття, Крим, Передкарпаття, Полтавська, Харківська, Донецька, Луганська, Херсонська, Запорізька області і деякі інші (рис.2.12).

Узагальнення і аналіз світового досвіду використання геотермальної енергії показує, що за масштабами використання теплоти надр України істотно відстає від багатьох зарубіжних країн. Однією з основних причин є відсутність достатнього економічних і ефективних технологій вилучення та використання низькотемпературних теплоносіїв.

ВИДИ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ВІТРОГЕНЕРАТОРІВ



1. Вітрогенератор-парусник



2. Літаючий вітрогенератор-крило

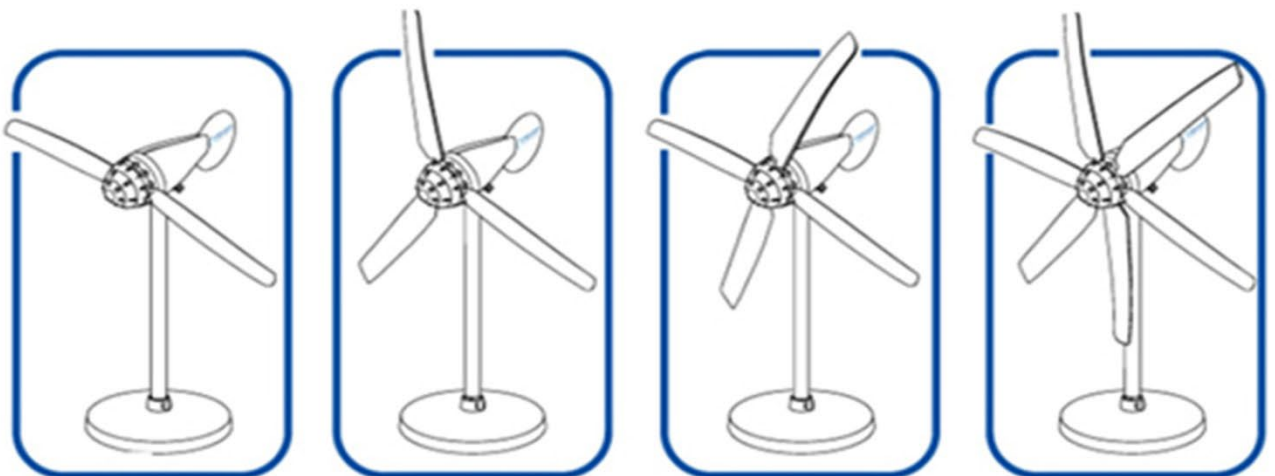


Рис. 2.11 . Види горизонтальних вітрогенераторів

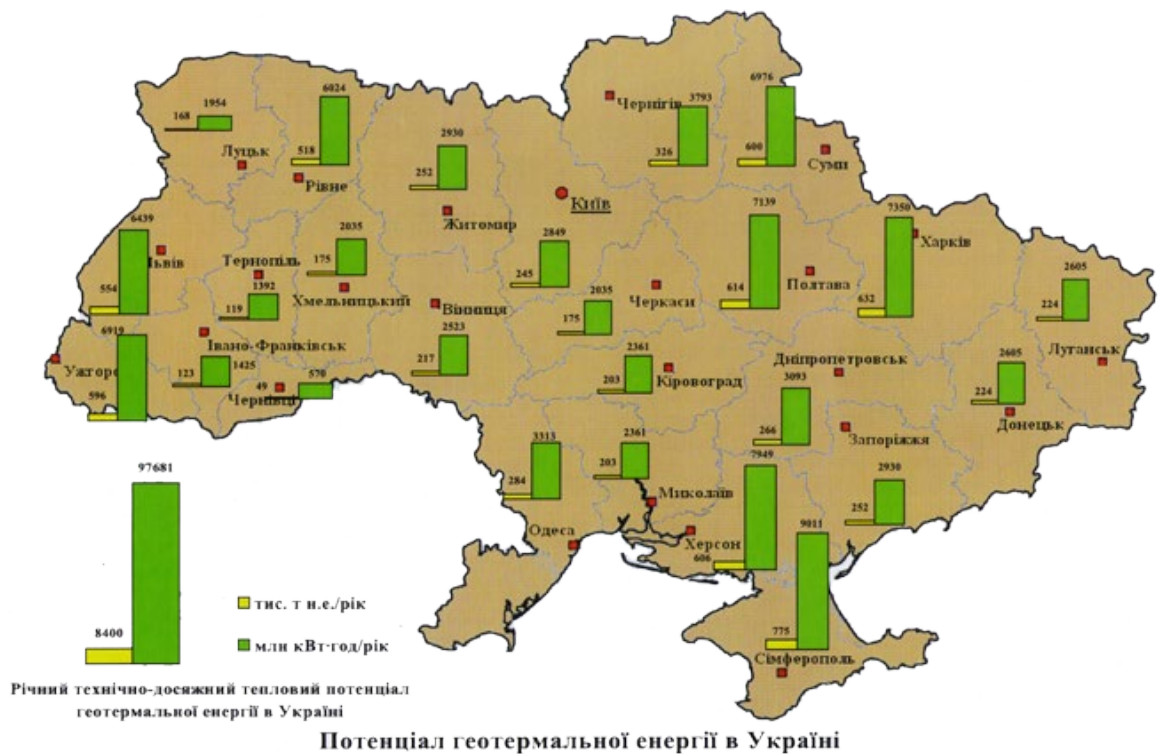


Рис.2.12. Потенціал геотермальної енергії в Україні

Геотермальна енергія – це тепло земних надр. Виробляється воно в глибинах і надходить до поверхні Землі в різних формах і з різною інтенсивністю.

На деякій глибині – від десятків до сотень метрів – температура ґрунту тримається постійною, вона дорівнює середньорічній температурі повітря біля поверхні Землі. У цьому легко переконатися, спустившись в досить глибоку печеру.

Використання такої енергії дозволяє отримати безліч переваг: невичерпність і безкоштовність тепла, автономність будівлі в плані теплоспоживання, екологічність. Недоліком є дорожнеча глибинного буріння свердловини і установки насосного обладнання.

Як працює геотермальний обігрів і охолодження

Температура зовнішнього середовища змінюється в залежності від сезону, але температура підземних шарів ґрунту не зазнає таких сильних перепадів завдяки ізолюючим властивостям поверхні землі і, таким чином, на глибині від 1,3 до 1,6 метрів температура залишається незмінною протягом усього року.

Геотермальна система зазвичай складається з внутрішнього блоку управління і заритих у землю труб («земляний контур», як її ще називають). Суть даної системи полягає в тому, що насос для свердловини працює таким чином, щоб в будівлі протягом усього року підтримувалася однаково комфортна температура.

Труби, які є частиною земляного контуру, як правило, зроблені з поліетилену і їх можна закопувати як горизонтально, так і вертикально - все залежить від особливостей ділянки. Якщо під ділянкою виявляються підземні води, то інженери в таких випадках встановлюють систему без зворотного зв'язку, роблячи свердловину прямо до водоносного шару. Далі вода викачується наверх, проходить через теплообмінник і потім знову повертається в водоносні шари (рис. 2.13).

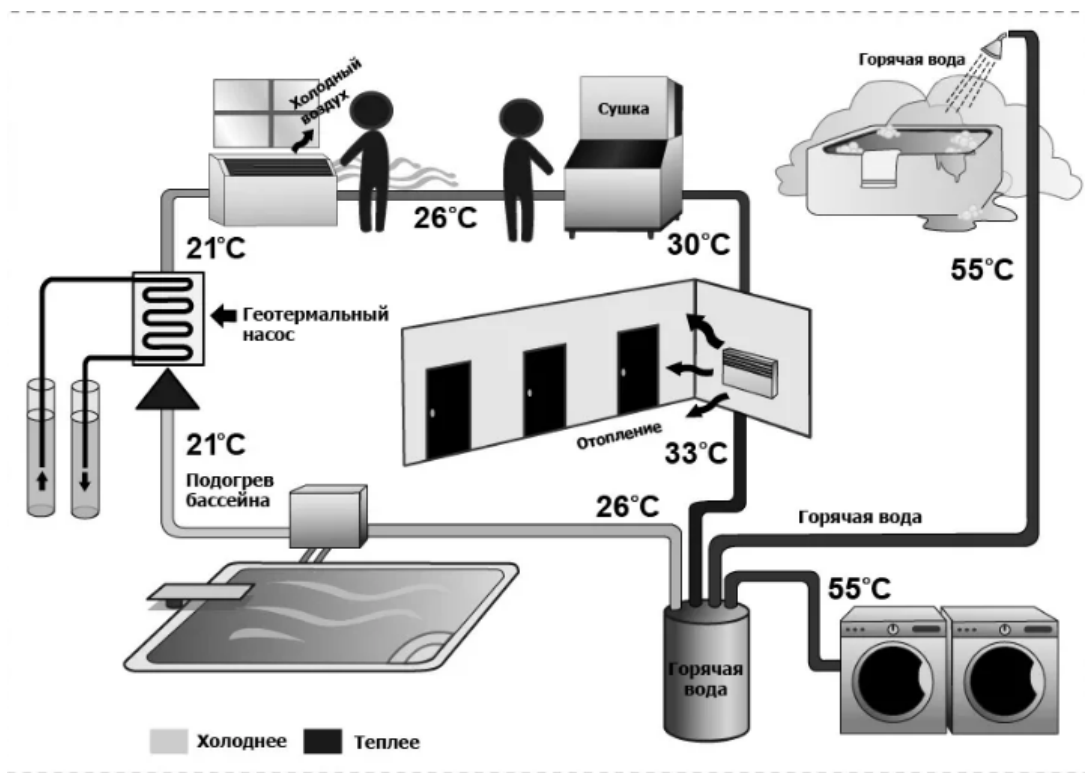


Рис. 2.13. Принцип роботи геотермальних установок

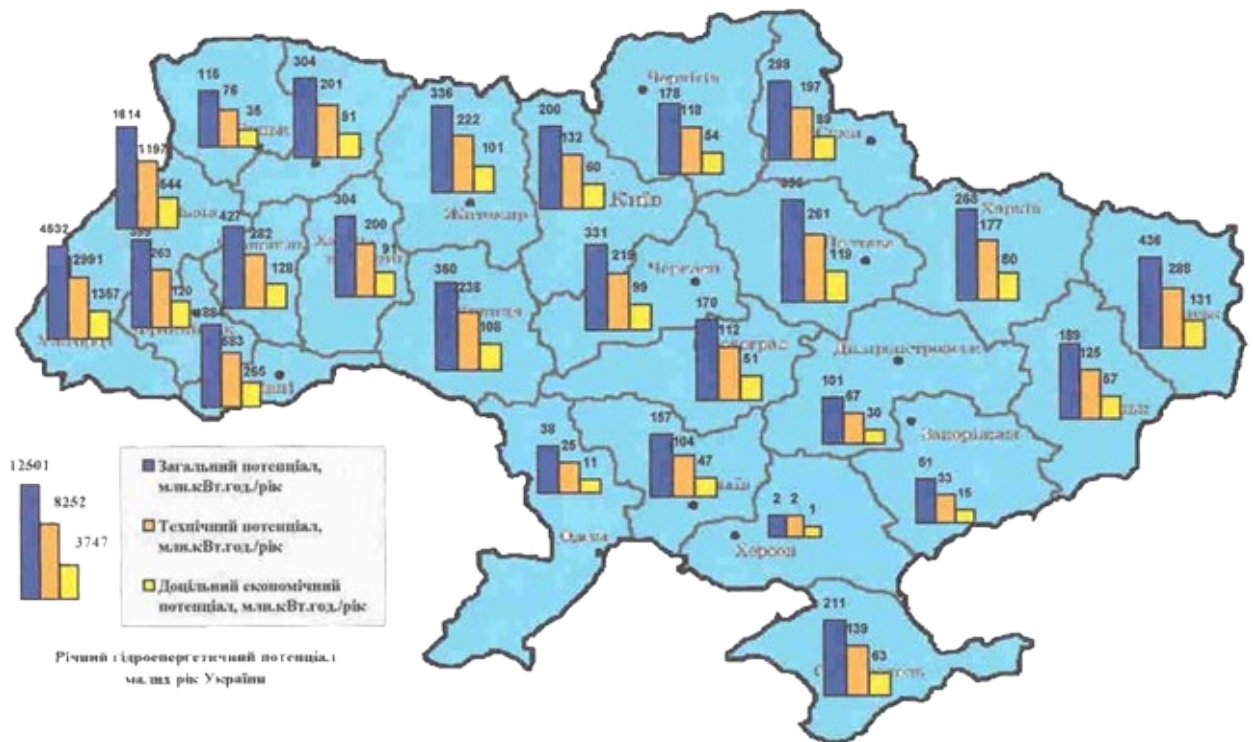
Гідроенергетика. Україна має значний потенціал використання ресурсів малих річок (головним чином у західних регіонах), що складає майже 28% загального гідропотенціалу всіх рік України.

При використанні гідропотенціалу малих річок України можна досягти значної економії паливно-енергетичних ресурсів, причому розвиток малої гідроенергетики сприятиме децентралізації загальної енергетичної системи, чим вирішить ряд проблем в енергопостачанні віддалених і важкодоступних районів сільської місцевості (рис. 2.14).

Мікро-, міні- та малі ГЕС можуть стати потужною основою енергозабезпечення для всіх регіонів Західної України, а для деяких районів Закарпатської та Чернівецької областей – джерелом повного енергозабезпечення.

Для вирішення проблем розвитку малої гідроенергетики Україна має достатній науково-технічний потенціал і значний досвід в галузі проектування і розробки конструкцій гідротурбінного обладнання. Українські підприємства мають необхідний виробничий потенціал для оснащення малих ГЕС вітчизняним обладнанням.

Енергія води не забруднює атмосферу. Гідроенергетика становить 8% від загальної встановленої потужності електрогенеруючих об'єктів нашої країни, нові об'єкти можуть потенційно розміщуватись у будь-якому регіоні, який має малі або великі річки. В Україні понад 22 тис. річок, але лише 110 із них довщі за 100 км., тому основні ресурси гідроенергетики зосереджені на малих річках. Водночас, внаслідок спорудження гідроенергетичних об'єктів можуть затоплюватися великі ділянки землі, зникати цінні породи риб та втрачатися родючі ґрунти. Тому подальший розвиток гідроенергетики потребує усунення екологічних ризиків.[101].



Гідроенергетичний потенціал малих рік України

Рис.1.14. Потенціал гідроенергетики в Україні.

2.3. Структурні моделі висотних комплексів на відновлювальних джерелах енергії.

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

- Моноенергоєфективна модель;
- Поліенергоєфективна модель ;
- Поліфункціональна енергетична модель;

Моноенергоєфективна модель висотної будівлі є набагато розповсюдженою, ніж поліенергоєфективна. Це зумовлено тим, що значно простіше впровадити систему, яка працює тільки на одному відновлювальному джерелу енергії. При використанні лише одного виду альтернативного джерела енергії спрощується взаємозв'язок з іншим

інженерним обладнанням будівлі. Використання цієї спрощеної моделі дозволяє створювати такі об'ємно-просторові рішення, які будуть збільшувати коефіцієнт корисної дії енергоефективної установки, яка працює на відновлювальній енергії.

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

На підставі цього можливо виділити основні типи моноенергоефективної моделі :

Тип 1. Будівля «Геліос»

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

Тип 2. Будівля «Флюгер»

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

Тип 3. «Гео» будівля

Будівля, яка використовує енергію землі. В даний тип впроваджуються тепло насосні пристрої для гарячого водозабезпечення, які використовують тепло ґрунту та видаляемого вентиляційного повітря. Це рішення дозволяє отримати зниження використання енергії з міських мереж. Даний тип енергії впливає на планувальне рішення перших та підземних поверхів [102].

Тип 4. Будівля «Гідро».

Будівля, яка використовує енергію води.

Об'єкти даного типу зводяться поруч з водним джерелом, річкою або океаном. Обраний вид енергоустановки в подальшому впливає на планувальне рішення нижніх поверхів, зокрема стилобатної частини.

В більшості випадків це невеликі гідроелектростанції, які працюють на приливної енергії. У зв'язку з цим, водні акваторії зі стоячою водою або слабкою течією не підходять для даного типу.

Однак, моноенергоефективну модель не можливо назвати повністю автономною, тому що не завжди використання одного типу установок для вироблення енергії може забезпечити усі енергетичні потреби будівлі або цілого комплексу.

Тому для того, щоб будівлю можливо було вважати «Нульовою» чи автономною, пропонується поліенергоефективної моделі.

Маючи ряд основних відновлювальних джерел енергії можливо створити їх симбіоз в одній будівлі.

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

Тому створивши симбіоз з цих чотирьох типів альтернативних джерел з'являється ряд модифікацій.

Модифікація 1.

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

динамічними за рахунок вітрової енергії. Потужність забезпечується саме за рахунок використанням додатково до вітрової енергії ще сонячної енергії, які у сукупності здатні забезпечити достатньою кількістю енергії.

Модифікація 2.

Симбіоз енергії води та сонця. Зведення будівель з використанням енергії сонця та води можливо біля водних акваторій. Перевагою цієї модифікації являється відсутність вібрацій від вітрогенераторів. Переробка сонячної енергії досягається завдяки використанню фасадних елементів, які включають в себе фотоелектричні або інтегровані модулі. Такі будівлі мають перевагу з містобудівної точки зору, тому що місце розташування повинно бути переважно біля води, що позитивно впливає на психологічний стан людей, які відвідують чи знаходяться в будівлі, а також організація екологічних просторів з використанням водних ресурсів.

Модифікація 3.

Симбіоз енергії сонця, вітру, води.

Дана модифікація – комплексний об'єкт, в енергосистему якого включено одразу три відновлювальних джерела енергії. Дуже часто спостерігається біонічна форма у архітектурному обліку будівлі. В деяких випадках відмічається спиралевидна, закручена форма . це зв'язано з тим, що завдяки використанню трьох енергоносіїв можливо переправити вітрові потоки й одночасно зробити необхідний похил фасаду для сприйняття сонячного світла [103].

Модифікація 4.

Симбіоз енергії сонця, вітру, води, землі.

Для цього типу модифікації характерні досить великі розміри висотної будівлі. Це пов'язане з великою кількістю інженерних установок під кожний вид генерації енергії, котрі мають певні немалі розміри . Використовуються розвинені стилобатні частини. [104].

Поліфункціональна енергетична модель.

Найбільш актуальною на сьогоднішній день є поліфункціональна енергетична модель, яка здатна не тільки вміщати в собі різні функції, але і є абсолютно автономною з боку енергонезалежності. В основу цієї моделі полягає поліенергоефективна модель, в першу чергу за рахунок своєї енергоефективної автономності. Однак, щоб створити самодостатній елемент структури міста необхідно вдосконалити модель, а саме шляхом додаванням функціональних модулів (поверхів).

Модулі можуть визначатися, як складний вузол багаторівневої міської інфраструктури, в якому поєднуються і перетинаються всі основні підсистеми обслуговування: житло, культура, торгівля, управління та ін..

Поліфункціональна енергетична модель це місце концентрації населення з метою здобуття різних послуг в умовах скорочення непродуктивних витрат часу, а також роботи, спілкування, відпочинку, реалізації соціальної активності.

Можна виділити основні функціональні модулі:

- Промислові (легка промисловість)
- Громадські (розважальні центри, торговельні майданчики, обслуговування різного призначення, культурні центри, офіси, позашкільна освіта і т.д.)
- Житлові (готель, апартаменти і т.д.)

Такі модулі можливо компоувати в залежності від цільового призначення комплексу та насичувати їх різноманітними функціями

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Проаналізовані основні засади нормативно-правової бази України щодо забезпечення енергоефективності. Виявлено, що головне завдання політики сталого розвитку - забезпечення енергетичної безпеки і перехід до енергоефективного та енергоощадного використання та споживання енергоресурсів із впровадженням інноваційних технологій. Основними цілями державної політики у цій сфері є: зниження енергоемності валового внутрішнього продукту, переходу до використання енергоефективних технологій та обладнання, реалізації проектів з використанням альтернативних джерел енергії.
2. Встановлено 6 основних груп факторів, які впливають на формування енергоефективних висотних будівель. До цих факторів належать: містобудівні, архітектурні, соціально-економічні, природньо-кліматичні, інженерно-технічні та екологічні. Для кожної групи були виділені окремі характеристики, які описують та визначають сутність впливу.
3. Розглянуто види альтернативних джерел енергії. Визначено, що саме використання відновлювальних джерел енергії є основними засобами забезпечення енергоефективності будівлі. До відновлювальних джерел відноситься: енергія сонця, вітру, води та геотермальна енергія. Кожний вид альтернативних джерел має свої особливості, тому для кожного джерела було проаналізовано потенціал можливості використання альтернативної енергії в Україні, встановлені переваги та недоліки, а також виділені види інженерного обладнання та пристроїв, що генерують енергію.
4. Розроблені три структурні моделі енергоефективних комплексів: моноенергоефективну, поліенергоефективну та поліфункціональну моделі. В свою чергу кожна модель підрозділяється на підтипи.

Моноенергоефективна модель включає в себе 4 типи енергоефективних висотних будівель, кожному типу відповідає певний вид енергії. Дана модель більш простою з інженерної точки зору, тому що використовується тільки один вид альтернативного джерела енергії. Однак, ця модель не може забезпечити абсолютну автономність будівлі.

Поліенергоефективна модель складається з 4 модифікацій. Дана модель заснована на використанні двох чи більше видів альтернативних джерел енергії в одній будівлі. Будівля, яка підпорядковується цій моделі значно більша в розмірах, має можливість використання динамічних конструкцій, не зважаючи на те, що це дуже енергоємний процес, потребує складного інженерного рішення, але є економічно вигідною та абсолютно автономною будівлею.

Найбільш актуальною на сьогоднішній день є поліфункціональна енергетична модель, яка здатна не тільки вміщати в собі різні функції, але і є абсолютно автономною з боку енергонезалежності. Основою цієї моделі являється поліенергоефективна модель за рахунок своєї автономності. Однак, ключовим аспектом формування поліфункціональної моделі є вдосконалення шляхом додавання функціональних модулів.

РОЗДІЛ 3

НАУКОВІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ВИСОТНИХ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛАХ ЕНЕРГІЇ.

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

1. Принцип енергетичної незалежності.

Даний принцип є один з найбільш актуальних в рамках розвитку сучасної архітектури, головною метою якого є зниження витрати природних енергетичних ресурсів при будівництві і експлуатації сучасних поліфункціональних енергетичних комплексів. Перш за все підвищення ресурсів та ефективності об'єктів досягається за рахунок економії (зниження витрат та споживання), а також за рахунок використання відновлювальних джерел енергії. Також до допоміжних засобів, що сприяють підвищенню рівня енергетичної незалежності та теплової ефективності, це вибір певних форм будівлі, конструкцій, орієнтація будівлі, а також використання відповідних матеріалів. Головною перевагою використання відновлювальних джерел енергії є її екологічність, тому що процес отримання енергії альтернативним шляхом не супроводжується викидом в атмосферу шкідливих речовин та відходів, в наслідок чого забруднюється навколишнє середовище, руйнуються природні ландшафти і т.д. Окрім екологічності слід відзначити, що також до переваг використання альтернативної енергетики можливо віднести і економічність.

При проектуванні поліфункціональних енергетичних комплексах задіється весь комплекс архітектурно-будівних та інженерно-технічних заходів, які забезпечують значне зниження витрат енергії на теплопостачання при одночасному підвищенню мікроклімату у приміщеннях. Тому важливим аспектом є раціональний вибір інженерних приладів та вибору використання типів відновлювальних джерел. На вибір типу альтернативного джерела

впливають кліматичні умови місцевості, енергетичний потенціал ділянки, а також економічна складова (рис.3.1.).

Отже для досягнення принципу енергетичної незалежності необхідно дотримуватися наступних вимог: мінімальне споживання не традиційних не відновлювальних джерел енергії та ресурсів, використання екологічних оздоблювальних та будівельних матеріалів, оцінювання енергетичного потенціалу території для будівництва, використання поліенергоефективного інженерного обладнання, використання засобів оптимізації та контролю обладнання та інноваційних технологій.

1. Принцип урбоекологічності

Урбоекологія – комплекс містобудівних, медико-біологічних, географічних, соціально-економічних і технічних наук. В рамках цієї дисципліни вивчають взаємодії штучної і природної середовищ на територіях міст і зон їх впливу; досліджують особливу екосистему - місто. Вона об'єднала знання про регіони і агломераціях, містах і їх елементах. Деякі вчені називають її урбоекологією. Об'єкти урбоекології - це системи розселення різного рангу, міські агломерації, міста, сільські населені пункти, міські райони, житлові мікрорайони і квартали аж до окремих будинків і споруд. Предмет урбоекології складають дослідження процесів взаємодії урбанізованої і природного середовища, а також розробка містобудівних пропозицій, спрямованих на охорону здоров'я населення міст та інших поселень, охорону літосфери, гідросфери, атмосфери і біоти від негативного впливу урбанізації та міської забудови [105] (рис.3.1.).

Місто займає певну частину земної поверхні, має в складі популяцію людини з високим показником щільності, виробничий комплекс, інфраструктуру і специфічну природну, штучну і соціально-культурне середовище проживання і, таким чином, являє собою багаторівневу систему.

Для досягнення рівноваги між екологією та містом, а саме в даному контексті мається на увазі проектування та будівництва багатопверхових висотних комплексів потрібно враховувати такі важливі аспекти:

- Баланс території.
- Інженерне навантаження
- Візуальне сприйняття.

До балансу території можливо віднести містобудівний фактор, який впливає на формування поліфункціональних енергетичних комплексів. Якщо розглядати масштаби великого міста, то потрібно відзначити, що важливою складовою є органічне впровадження висотних комплексів у сформовану міську структуру та його природні особливості, а також передбачити єдність силуету будівлі із загальною панорамою міста. Тому для того щоб зберегти екологічний баланс між забудовою та середовищем треба використовувати прийоми, які сприяють покращенню екологічного стану. До таких прийомів можливо віднести зниження вітрових потоків, аерація, інсоляція, природне озеленення, збереження мікроклімату та ін.

Важливе значення потрібно приділити охороні оточуючого середовища, природних характеристик, збереженню природних ландшафтів, адже якщо ретельно вивчити ділянку, то рельєф можна використати на користь архітектурному рішення висотного комплексу, тому що природність та «нерівність» земної поверхні дає можливість зробити ще більш виразнішою та акцентною будівлю. Висотний комплекс можна розглядати як елемент, який підкреслює існуючий ландшафт, або навпаки за рахунок висотної забудови можливо створити нові ландшафтні композиції.

Для формування гармонійного містобудівного середовища запропоновано взаємне підпорядкування вертикальних акцентів із виявленням їх ієрархії за художньо-композиційними функціями: висотні доміанти першого порядку, що є основою міського середовища та позначають головні містобудівні вузли; другого порядку, які призначені підтримувати основні просторові зв'язки та фіксувати додаткові композиційні вісі міста; третього порядку, що повинні підтримувати векторні ряди об'єктів для візуального виявлення напрямлень основних міських магістралей.

Також важливо відзначити, що висотні комплекси рекомендується розташовувати на ділянках, які мають хороший хоровий контакт з основними магістралями та вулицями. Допускається будівництво об'єктів у центральній частині міста, виключно для формування його об'ємно-просторової структури [106].

Однак, слід зазначити, що у сформованих центральних частинах міста дуже ущільнена забудова, тому впровадження висотних комплексів до структури центральної забудови може дуже негативно вплинути на мікрокліматичні показники. Тому більш доцільнішим і екологічним є розташування висотних комплексів на вільних територіях, які більш екологічні та ближче до природи.

Також необхідно враховувати, що для досягнення принципу урбоекологічності необхідно використовувати оптимальну кількість озеленення, збереження існуючого природнього ландшафту, збільшити площу екологічних просторів, як на території генплану так і в самій споруді.

3. Принцип функціональної варіативності (композиційні елементи)

Принцип функціональної варіативності поліфункціональних енергетичних комплексів полягає у забезпеченні їх функціонального балансу та самодостатності їх функціонально-утворюючих елементів, можливості індивідуалізації планувальної структури будівель та архітектурно-просторовій ізоляції приміщень від впливу інженерно-технічного устаткування.

При формуванні енергетичного комплексу склад та кількість функцій може мати щільний зв'язок з обраним інженерним обладнанням та типом альтернативного джерела, який використовується.

Для якісного розподілу та функціонування комплексу пропонується використовувати так звані «функціональні модулі».

Модуль (від лат. Modulus - міра) - вихідна величина, прийнята за основу розрахунку розмірів будівель або споруд, їх деталей, вузлів і елементів і

служить для вираження кратних співвідношень розмірів архітектурного об'єкта і його частин. Як модуля вживають заходів довжини одного з елементів об'єкта: елемент споруди (визначається незалежно від абсолютних розмірів); розмір, пов'язаний з розмірами тіла людини. модуль може виступати закінченим елементом або бути складовою частиною будівлі [107] (рис.3.1.).

В даному випадку модуль буде слугувати функціональною одиницею будівлі. Тому системне компонування таких модулів дає змогу створити цілісний автономний поліфункціональний комплекс.

Компонування та форма таких модулів може бути різноманітною:

- багаторівневе накладання модулів;
- зменшення розмірів модулів з підвищенням поверховості (з'являються тераси з екологічними просторами);
- роз'єднання модулів для організації вільного простору (сприяє утворенню вітрових потоків).

Функціональний склад таких модулів може включати житлову, виробничу та громадську функції. Слід зазначити, що об'ємно-просторове рішення таких модулів повинно враховувати функціональне наповнення цих модулів (рис. 3.2).

Модулі з житловою функцією:

Апартаменти – тимчасове житло, що здається в оренду;

Квартири – для постійного проживання;

Готелі – тимчасове житло.

Модулі з громадською функцією:

- видовищні та виставкові - наявність необхідних елементів для забезпечення даної функції (виставкові зали, простори, глядацькі зали і т.д.);

- фізкультурно-оздоровчі – наявність відповідних приміщення та обладнання для занять спортом та для відпочинку (тренажерні зали, басейн, спа та ін.);
- Торгівельна – простори з торгівельною функцією (магазини, супермаркети і т.д.)
- Освітня – заклади позашкільної освіти, дитячі садки, розвиваючі заклади.
- Громадське харчування – фуд корти, кафе, ресторани.
- Рекреаційна – зелені простори, зимові сади, атріуми , міні аквапарки, дитячі майданчики, майданчики для тихого та активного відпочинку і т.д.

Модулі з адміністративною функцією:

- Офісні – кабінети або простори open space для офісної діяльності.

Модулі з промисловою функцією:

- Легка промисловість – все, що не вимагає складного технологічного процесу та обладнання, а також екологічне.

Основними критеріями формування поліфункціональних енергетичних комплексів з модульними функціональними елементами є активізація громадської діяльності, підвищення комфортності перебування відвідувачів, комфортність проживання, економія вільного часу, економія території і т. д.

Отже, для задоволення цих критеріїв повинні використовуватися засоби, що впливають на якісне освоєння середовища, а саме:

- просторовий розподіл по функціональним зонам (по вертикалі або горизонталі);
- співвідношення розрахункової і загальної площ;
- розподіл маршрутів відвідувачів (відвідувач - мешканець);
- кількість мікрозон в просторі;
- різноманітність просторового середовища з впровадженням екологічних просторів.

3.2. Особливості архітектурно-планувальної організації поліфункціональних енергетичних комплексів.

3.2.1. Прийоми формування висотних будівель з використанням функціональних модулів.

До найбільш апробованих прийомів формоутворення модульних будівель належать:

- системне накладення модулів в вертикальному і горизонтальному напрямках;
- ярусне накладення модулів з виявленням своєрідного силуету будівлі;
- багаторівневе накладення модулів з їх зміщенням;
- симетричне розміщення модулів для створення додаткового простору;
- просторове накладення модулів з трансформованою системою для створення всебічного світлового фронту.

Системне накладення модулів дозволяє створити цілісний, компактний обсяг будівлі. Ярусне накладення модулів дозволяє створити терасований обсяг будівлі зі своєрідним силуетом.

Багаторівневе накладення модулів з їх зміщенням дозволяє створити допоміжного простору для рекреаційних цілей. Симетричне розміщення модулів дозволяє створити додатковий лінійний простір і терасований образ будівлі.

Просторове накладення модулів з трансформованою системою дозволяє створити унікальний обсяг будівлі з все стороннім світловим фронтом. Всі викладені прийоми модульного формотворення особливо доцільно застосовувати для зниження собівартості їх будівництва.

Слід зазначити, що у всіх типах будівель застосовуються різноманітні за геометричними характеристиками форми модулів, їх фізичні розміри залежать від функціональної структури будівель. У формуванні будівель може застосовуватися кілька різноманітних моделей по геометричним характеристикам і функціональному призначенню. Особливо доцільно застосовувати такі рішення в багатофункціональних будинках і

інноваційних центрах. У їх формуванні можуть використовуватися різноманітні типи функціональних модулів.

Це можуть бути модулі з житловою і виробничою функцією, а також різноманітні модулі з суспільною функцією. Формування композиційної структури таких модулів повинно враховувати їх подальше предметно-просторове наповнення. Так, наприклад, модулі з видовищною і виставкової функціями повинні мати відповідні елементи для здійснення специфіки функціональних процесів. Модулі з оздоровчої і рекреаційної функціями можуть включати в свою структуру плавальні басейни, елементи для створення рослинних угруповань та ін. (рис.3.4).

3.2.2. Сонячногенеруюча установка Solar Tower

В основу поліфункціонального енергетичного комплексу полягає сонячногенеруюча установка Solar Tower з її технічними характеристиками.

За задумом розробників, електростанція буде дуже великих розмірів. По завершенню робіт 800-метрова «сонячна вежа» стане одним з найвищих будівель у всьому світі. Загальна продуктивність, оцінена в 200 мегават, дозволить їй постачати відновлюваною енергією 150 тисяч навколишніх міст протягом як мінімум 80 років (рис.3.3).

Технологія Solar Tower - це технологія електростанцій з використанням відновлюваних джерел енергії, яка генерує екологічно чисту електрику від сонячного тепла. Пасивна і екологічно чиста технологія не вимагає води на будь-якому етапі процесу виробництва електроенергії (на відміну від

вугільних, атомних, деяких газових і сонячних технологій).

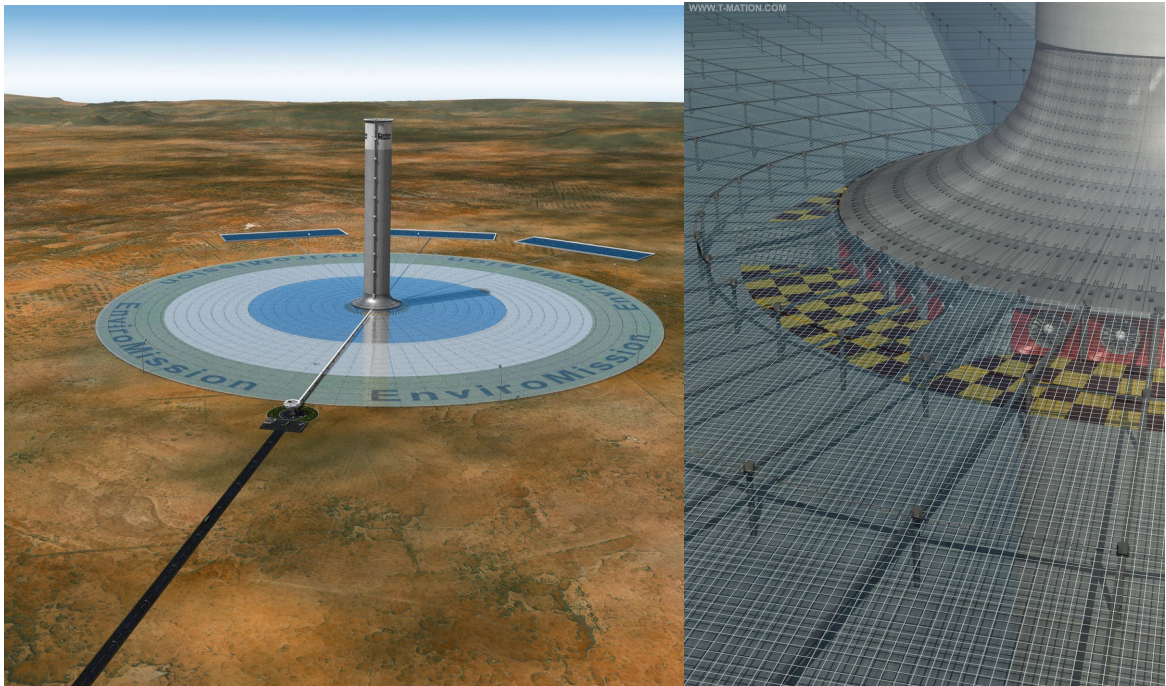


Рис.3.3. Solar Tower в Арізоні, загальний вид.

Як це працює.

Ідея, що лежить в основі «сонячної вежі» від EnviroMission, достатньо проста. Сонце висвітлює і нагріває ділянку землі біля підніжжя вежі, покритий теплоізоляційним матеріалом і представляє собою щось на зразок дуже великої теплиці. Нагріте повітря прагне вгору, стікаючи до єдиного (центрального) отвору в покритті. Саме тут, в основі знаходиться, знаходяться турбіни, які і виробляють електрику за рахунок природного висхідного потоку повітря.

Таку систему складно сприймати всерйоз до тих пір, поки не розрахуєш необхідну різницю температур і не збільшити багаторазово масштаб всієї споруди - що і виконали розробники. Якщо помістити вежу в жарку пустельну місцевість, де температура поверхні днем досягає 40 градусів Цельсія, і додати вплив штучно створеного «парникового ефекту», то температура в повітряному резервуарі складе вже 80-90 градусів Цельсія. Залишається збільшити теплицю-резервуар навколо вежі так, щоб радіус її сягав кількох сотень метрів, - і отримаєш солідний обсяг гарячого повітря.

Незайвим буде також збільшити висоту вежі до декількох сотень метрів (кожні сто метрів віддалення від поверхні землі означають зниження температури повітря на один градус). Чим більше різниця температур, тим сильніше вежа «втягує» гаряче повітря з дна, і тим більше енергії виробляють турбіни (рис.3.4.).

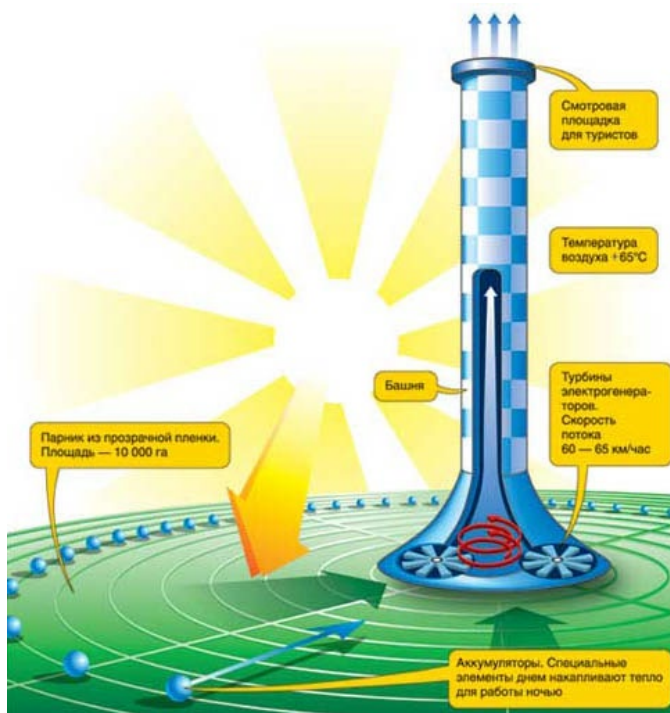


Рис.3.4. Принцип роботи «сонячної вежі».

Переваги такого джерела енергії:

Оскільки електростанція функціонує за рахунок перепаду температур, а не абсолютної температури, то вона буде продовжувати працювати в будь-яку погоду;

Оскільки за день ґрунт встигає сильно нагрітися, залишкового тепла вистачить для продовження роботи вночі;

Оскільки для зазначеної мети найкраще підходить ділянка сухій розжареній ґрунту, то і зводити «сонячну вежу» можна на більш-менш даремне просторі посеред пустелі;

Електростанція практично не вимагає техобслуговування - за винятком рідкого огляду та / або ремонту турбін вежа «просто працює» - з початку будівництва і до тих пір, поки існують входять до її складу конструкції;

«Сонячної вежі» не потрібно сировину - ні вугілля, ні уран, нічого, крім повітря і сонячного світла;

Вона абсолютно безвідходне і не викидає ніяких забруднюючих речовин, крім теплого повітря; певні ділянки теплиці навіть можуть використовуватися за прямим призначенням для вирощування рослин.

Те, що планують розробники з EnviroMission - аж ніяк не перша спроба створення «сонячної вежі». Досвідчена модель, побудована в Іспанії, функціонувала протягом семи років (з 1982 по 1989 рік) і довела працездатність технології.

Однак на цей раз все буде набагато масштабніше. Як вже говорилося, проектна висота вежі становить 800 метрів (всього на 30 метрів нижче дубайського Бурж Халіфа, найвищої будівлі в світі на 2010 рік), діаметр у верхній частині - 130 метрів [108].

Однак, важливо відзначити, що такі кліматичні умови характерні не для всіх регіонів. Наприклад, в Україні за кліматичними даними налічується близько 260 сонячних днів, але температура не є постійно і не досягає дуже великих відміток.

Але не зважаючи на це технологія Solar Tower призначена для роботи 365 днів на рік в будь-яку погоду, включаючи похмурі або вологі дні - сонячна вежа працює при розсіяному сонячному світлі, що дає змогу тим чи іншим інженерним рішенням підлаштувати принципову технологію роботи такої вежі до конкретних кліматичних умов.

Променисте тепло (не сонячне проміння) від сонця є критичним джерелом енергії для технології Solar Tower, яке випромінює тепло буде нагрівати повітря під навісом Solar Tower точно так же, як повітря всередині теплиці або теплиці завжди вище, ніж температура навколишнього середовища. до використання променистого тепла.

Повітря під навісом Сонячної вежі завжди буде мати більш високу температуру, ніж температура навколишнього середовища, навіть в похмурі

дні. Конструкція навісу сонячної вежі направить потік повітря в найвищу центральну точку, де гаряче повітря буде проходити через турбіни, що виробляють електрику, оскільки він постійно втягує високу порожню башту в навколишній зовнішнє повітря (ефект димоходу).

Конструкція купола, що піднімається до центральної найвищій точці трохи вище турбін, буде приводити до постійного гарячого вітру (більше гарячого, ніж повітря за межами Сонячної вежі), який буде текти до турбін і проходити через них, коли гаряче повітря піднімається вгору. порожнисті вежі в постійно більш прохолодне повітря на відкритті вежі (ефект димоходу), щоб викликати вироблення електроенергії (рис.3.5).

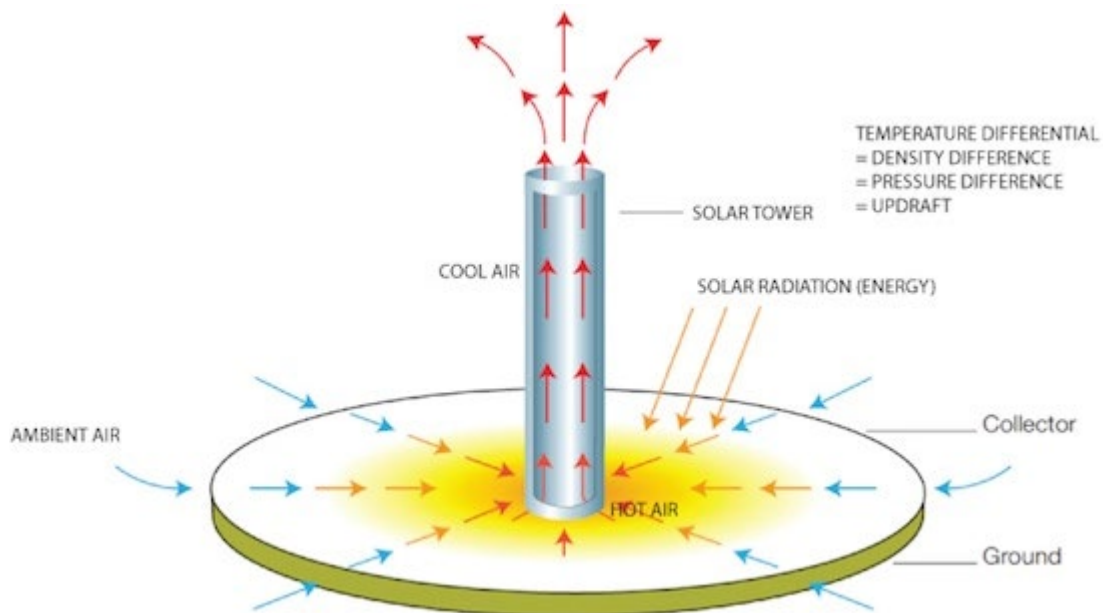


Рис.3.5. Схематичне представлення роботи «сонячної вежі».

Однак, така модель енергетичної вежі є автономною тільки з боку інженерного забезпечення енергією, і не є самодостатньою структурною одиницею міського середовища. Тому для того, щоб дана модель функціонувала як поліфункціональний енергетичний комплекс необхідно застосувати низку тих принципів, що формують такий тип будівлі, які сформовані у п.3.1. Принципи побудови висотних поліфункціональних енергетичних комплексів на відновлювальних джерелах енергії.

3.3. Апробація одержаних результатів магістерської роботи.

Впровадження такого типу об'єкту носить збірний образ всього дослідження.

Містобудівне обґрунтування. В сучасних містах вільних територій під забудову стає все менш з кожним роком, центральні частини міст мають дуже велику щільність забудови. Також порушуються транспортна доступність, радіуси обслуговування.

Аналізуючи місто Дніпро було виявлено, що у центрі міста розташування об'єктів ПЕК є неприпустимим, тому що значно порушується мікроклімат вже сформованої центральної, щільної забудови. Тому в більшій мірі поліфункціональні енергетичні комплекси можуть бути розташовані на вільних ділянках, на ділянках після реновації та периферійних частинах міста. Переважно розташовувати висотні комплекси вздовж магістралей.

Тому була обрана ділянка на вул. Малиновського близько до транспортного зв'язку з Придніпровськом – Самарським мостом. Ця територія переважно включає в себе господарську функцію (гаражі, склади и т.д.).

Серед особливостей даної території можна виділити безпосередню близькість до міської магістралі, наявність великої території придатної під забудову та близькість до природи та наявність мальовничого виду на ріку та місто (рис. 3.6).

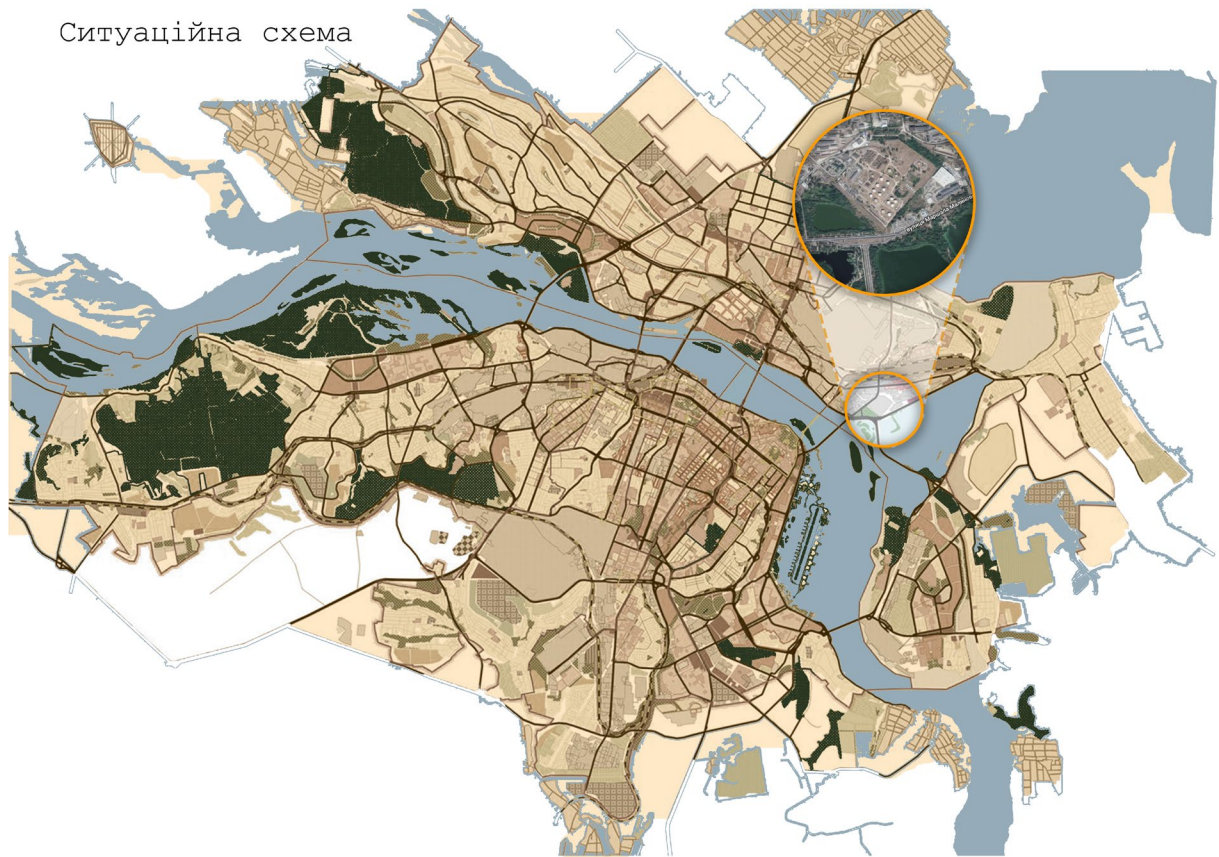


Рис. 3.6. Ситуаційна схема м. Дніпро

В процесі містобудівного та композиційного аналізів були виявлені існуючі забудови сусідніх ділянок і кварталів: житлові малоповерхові будинки, велика територія під господарську функцію та наявність великого потенціалу рекреаційної зони, вздовж магістралі протяглись будівлі з адміністративною функцією (рис. 3.7).

Також були проаналізовані транспортні і пішохідні зв'язки. За результатами аналізу можна сказати, що вулиця Малиновського – досить потужний транспортний вузол, через який здійснюється зв'язок лівого берега з Придніпровськом. Також ця вулиця є головною вздовж набережної «Сонячний». Поблизу обраної ділянки є зупинки громадського транспорту.

Був проведений історико-опорний аналіз ділянки, на цій території не виявлено історично цінної забудови.



Рис. 3.7. Опорний план



Рис. 3.7. Транспортна схема

Отже, можна зробити висновок, що обрана для проектування ділянка, є достатньо підходящою з точки зору оцінки критеріїв розташування висотних поліфункціональних комплексів, а саме: розташування переважно біля магістралей та головних вулиць, великий рекреаційний потенціал, дотримання санітарних розривів між будівлями, відповідна якість мікроклімату та не псування існуючого мікроклімату забудови, великий радіус обслуговування.

Генеральний план.

Особливістю генерального плану є те, що будівля розташована в безпосередній близькості до вул. Маршала Малиновського, з якої здійснюється в'їзд до підземного паркінгу та на тимчасову парковку біля будівлі. Пішохідні зв'язки с будівлею здійснюються переважно також з вул. Малиновського (від зупинок громадського транспорту.) На ділянці розташовані чисельні майданчики різного призначення : спортивні, для відпочинку, ігрові майданчики для дітей. Також створено штучне водоймище (рис.3.8).



Рис. 3.8. Генеральний план

Архітектурно-планувальне рішення.

Об'єкт складається з функціональних модулів, які блокуються між собою по вертикалі в залежності від функції та має стилізовану частину.

Загалом будівля має 5 функціональних блоків: підземний паркінг, виробнича функція, громадська, адміністративна та житлова.

У стилізованій частині передбачена виробнича функція, яка включає в себе складські приміщення, технічні приміщення, приміщення для обслуговування інженерних енергоефективних установок та легку промисловість, яка не вимагає великого обладнання та важкого технологічного процесу.

Кожний функціональний модуль складається з трьох поверхів та при підвищені поверховості на 1 модуль обертається на кут 10 градусів.

Перший функціональний «ярус» включає в себе громадську функцію (торгівля, розваги, виставки, громадське харчування, дошкільне навчання, спорт, оздоровлення, рекреація).

Другий функціональний «ярус» складається з адміністративних, офісних приміщень, просторів open space, та допоміжних приміщень.

Третій функціональний «ярус» включає в себе житлову функцію (житло, тимчасові апартаменти, готельні номери).

Між функціональними ярусами є екологічні простори, що покращують мікроклімат та слугують рекреаційною зоною та оглядовим майданчиком (рис. 3.9).

Основою будівлі, на яку нанизуються функціональні модулі слугує інженерна установка, енергоефективний стовп, який накопичує в собі енергію вітру та сонця. Також в якості енергоефективного обладнання будівлі використовуються інтегровані фотоелектричні модулі, які монтуються замість фасадного скління та накопичують енергію сонця (рис.3.10).

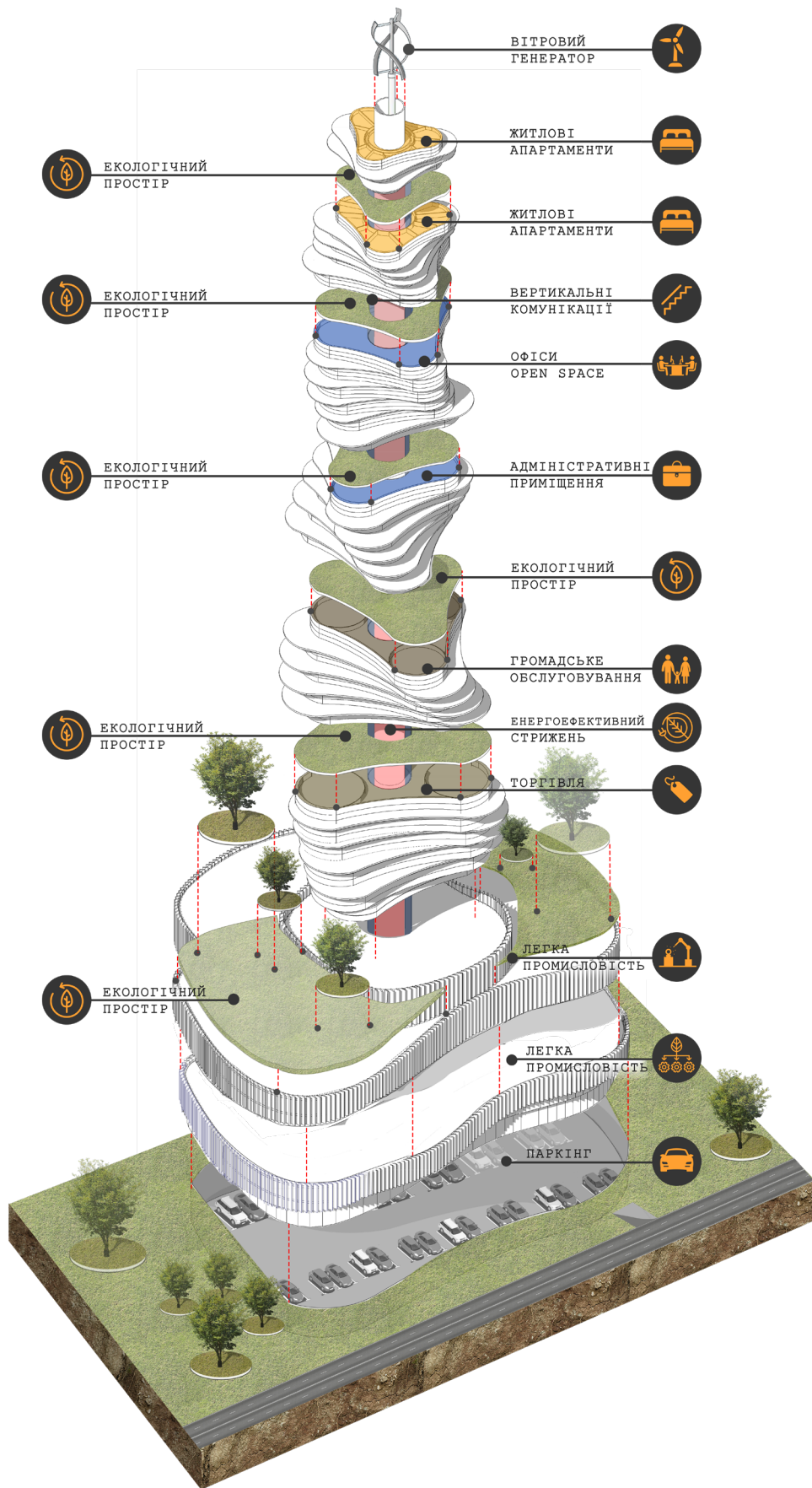


Рис.3.9. Схема функціонального складу будівлі.

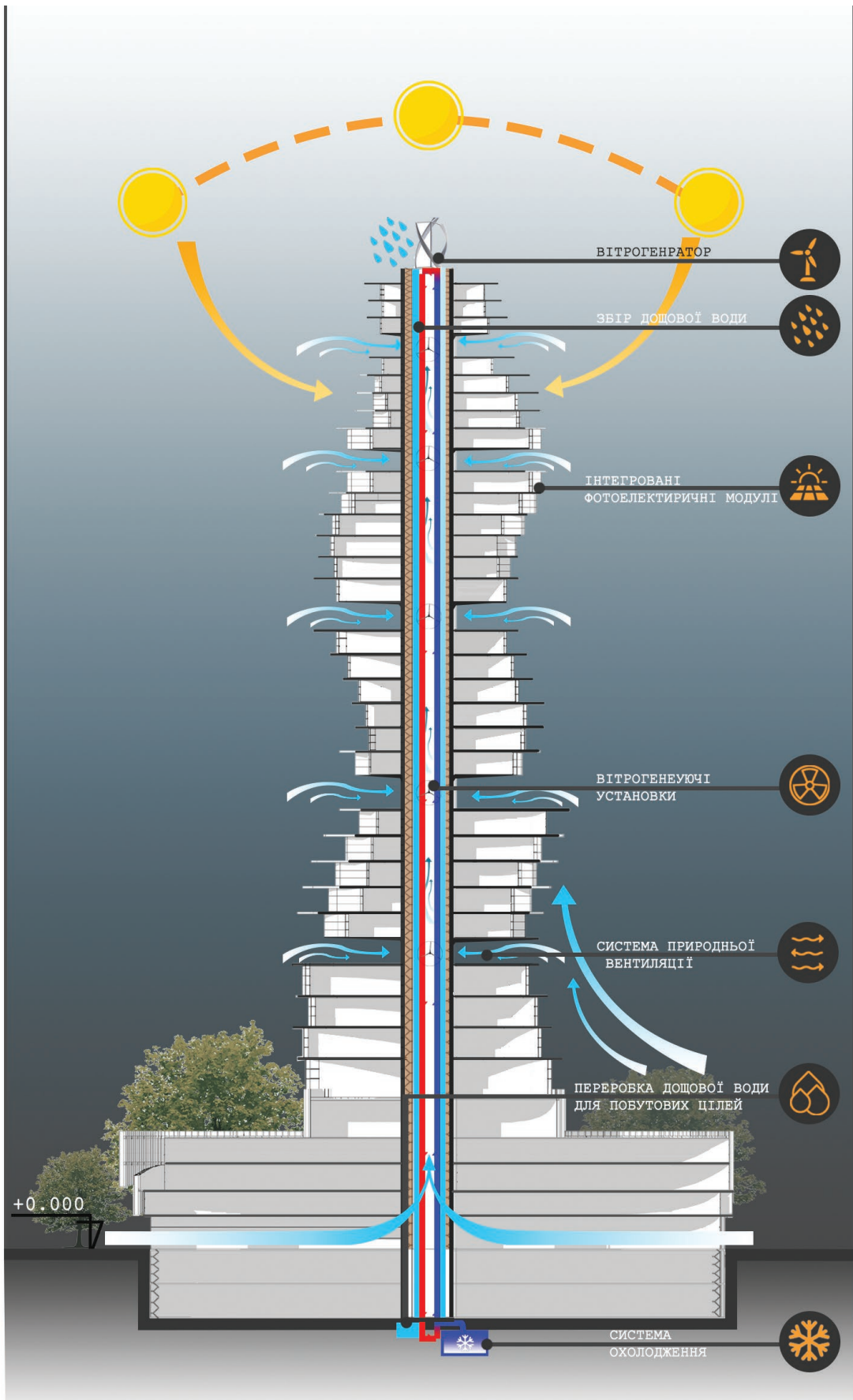
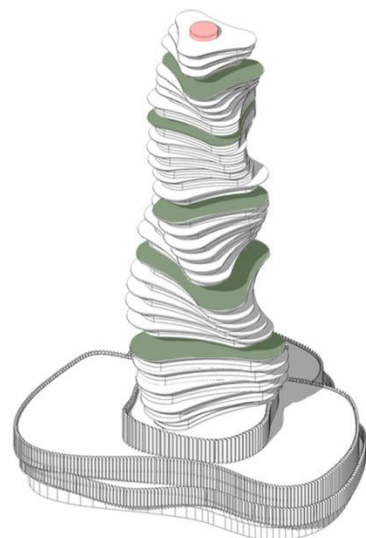
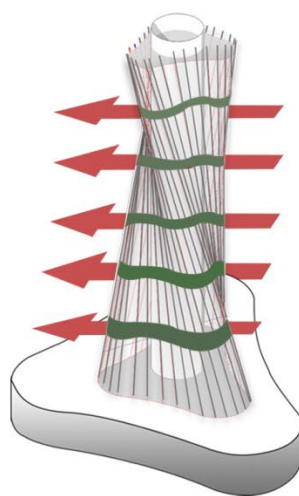
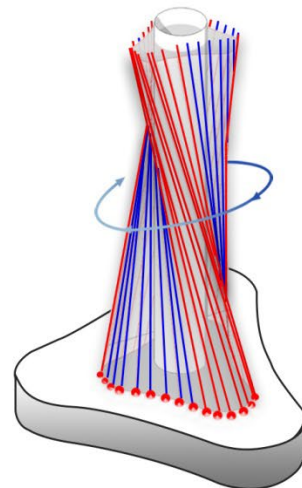
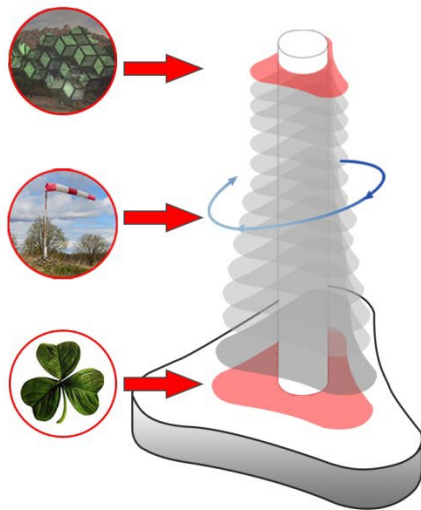
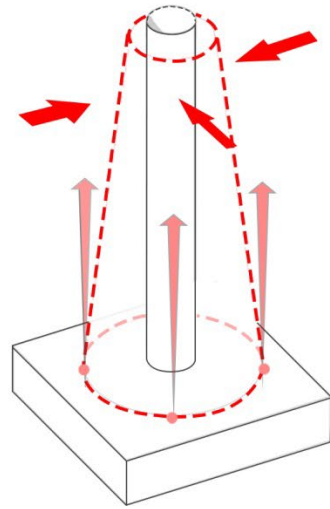
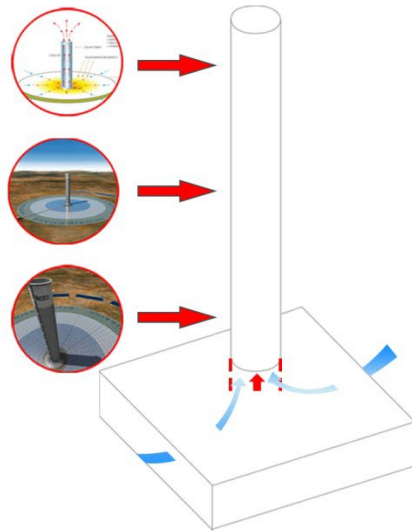


Рис.3.10. Вплив альтернативних джерел енергії

Формоутворення



Формоутворення



Перспективне зображення



Перспективне зображення

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Для формування поліфункціональних енергетичних комплексів запропоновано три основних принципи: принцип енергетичної незалежності (полягає у використанні енергоефективних технологій та відновлювальних джерел енергії), принцип урбоекологічності (полягає в органічному включенні висотного комплексу у природне середовище, без заподіяння шкоди природнім ландшафтам і т.д.), принцип функціональної варіативності (забезпечення комфортності та оснащення об'єкта необхідними функціональними модулями).

2. Встановлені засоби, які забезпечують функціонування розроблених принципів:

а) засоби, що сприяють підвищенню рівня енергетичної незалежності та теплової ефективності, це вибір певних форм будівлі, конструкцій, орієнтація будівлі, а також використання відповідних матеріалів. Головною перевагою використання відновлювальних джерел енергії є її екологічність, тому що процес отримання енергії альтернативним шляхом не супроводжується викидом в атмосферу шкідливих речовин та відходів, в наслідок чого забруднюється навколишнє середовище, руйнуються природні ландшафти і т.д.

б) засоби, що сприяють досягненню рівноваги між екологією та містом, а саме в даному контексті мається на увазі проектування та будівництва багатопверхових висотних комплексів потрібно враховувати такі важливі аспекти:

- Баланс території;
- Інженерне навантаження;
- Візуальне сприйняття;

в) засоби, що впливають на якісне освоєння середовища та функціональну варіативність:

- просторовий розподіл по функціональним зонам (по вертикалі або горизонталі);
- співвідношення розрахункової і загальної площ;
- розподіл маршрутів відвідувачів (відвідувач - мешканець);
- кількість мікрзон в просторі;
- різноманітність просторового середовища з впровадженням екологічних просторів.

3. Вивчені основні характеристики Solar Tower, що полягає в основу формування поліфункціонального енергетичного комплексу. Ідея, що лежить в основі «сонячної вежі» від EnviroMission, достатньо проста. Сонце висвітлює і нагріває ділянку землі біля підніжжя вежі, покритий теплоізоляційним матеріалом і представляє собою щось на зразок дуже великий теплиці. Однак, така модель енергетичної вежі є автономною тільки з боку інженерного забезпечення енергією, і не є самодостатньою структурною одиницею міського середовища. Тому запропоновано застосувати низку тих принципів, що формують абсолютно автономний поліфункціональний енергетичний комплекс, які сформовані у цьому розділі.

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

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано розвиток висотних комплексів у вітчизняній та закордонній практиці. Вивчено науково-теоретичні дослідження, статистичні дані, сучасну практику проектування та будівництва висотних комплексів. Встановлено, що урбанізація великих міст світу тягне за собою ущільнення забудови та нестачу вільних територій, а також підвищення вартості енергії. Тому в цих умовах постає проблема пошуку нових інноваційних підходів до проектування висотних будівель з використанням альтернативних джерел енергії.

2. Досліджені історичні етапи становлення висотної забудови та визначені їх характерні особливості: 1885р. – 1920. р. – спостерігаються проблеми інсоляції, провітрювання та затінення територій, будівлі переважно прямокутної форми офісного призначення; 1920 р. – 1950 р. – спостерігається покращення мікроклімату, завдяки тому, що почали використовувати каскадну (ступінчасту) форму будівлі; 1950 – 1990 р. – спостерігається значне використання скла для фасадів, що сприяло також покращенню інсоляції а також покращенню зовнішнього вигляду будівлі. Використання скляних матеріалів вирішило проблему «зорової забрудненості», з'явилося поняття «повітряність забудови»; 1990 – до нашого часу – стрімка урбанізація країн світу дала поштовх до будівництва екологічних комплексів та використання відновлювальних джерел енергії.

3. Розроблено три структурні моделі енергоефективних комплексів: моноенергоефективну, поліенергоефективну та поліфункціональну моделі. На підставі сформованих моделей, науково обґрунтовано новий архітектурний об'єкт «Поліфункціональний енергетичний комплекс на відновлювальних джерелах енергії» (ПЕК). Який являє собою абсолютно автономну споруду з точки зору енергоефективності та є функціонально самодостатнім елементом міської структури.

4. Удосконалено основні принципи проектування висотних поліфункціональних енергетичних комплексів з урахуванням альтернативних

джерел енергії, до яких належать: принцип енергетичної незалежності (полягає у використанні енергоефективних технологій та відновлювальних джерел енергії); принцип урбоекологічності (полягає в органічному включенні висотного комплексу у природне середовище, без заподіяння шкоди природнім ландшафтам і тощо); принцип функціональної варіативності (забезпечення комфортності та оснащення об'єкта необхідними функціональними модулями).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білоконь Ю. М. Проблеми містобудівного розвитку територій: навч. посіб. Київ: Укрархбудінформ, 2001. 70с.
2. Білоконь Ю. М. Регіональне планування (сутність та значення). Київ, 2001, 106 с.
3. Білоконь Ю. М. Типологія містобудівних об'єктів. Київ, 2001. 68 с
4. Вадімов В. М. Методологічні основи еколого-містобудівного освоєння прирічкових урбанізованих територій (в умовах України): автореферат д-ра арх.: 18.00.01. Полтавський нац. ун-т буд-ва і арх., Київ. нац. ун-т буд-ва та арх. Полтава, Київ, 2002. 400 с.
5. Древаль І. В. Методологічні основи містобудівного розвитку залізничних вокзальних комплексів: автореф. дис. ... д-ра арх.: 18.00.04. Полтав. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. Полтава, 2013. 36 с.
6. Демин Н. М. Управление развитием региональных градостроительных систем (на опыте Украинской ССР): автореф. дис. ... д-ра арх.: 18.00.04. Москва, 1987. 53 с.
7. Т. Ф. Панченко. Містобудування. Довідник проектувальника. Ред. д-ра арх. Київ: Укрархбудінформ, 2001. 192 с.
8. Тімохін В. О. Архітектура міського розвитку. 7 книг з теорії містобудування. Київ. нац. ун-т буд-ва і арх. Київ, 2008. 629 с.
9. Тімохін В. О. Гармонічність еволюційної динаміки самоорганізації містобудівних систем: автореферат. ...: 18.00.01. Київ. нац. ун-т буд-ва і арх. Київ, 2003. 484 с.
10. Ю.Шкодовський До проблеми екологічної реабілітації архітектурного середовища міста/ Зб. наукових праць вищих навчальних закладів художньо-буд. профілю України і Росії, Харків: ХХП, №3-4, 2003, №1-2, 2004.- С.245-249.
11. Шкодовский Ю.М. Пространственный анализ экологической ситуации городской среды/ Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2004, "Науковий вісник будівництва" (Научно-технический сб., вып. 25).- С.5-16.

12. Шкодовский Ю.М., Мироненко В.П. Эколого-психологический подход к решению проблем гуманизации окружающей среды/ Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2004, “Нау-ковий вісник будівництва” (Научно-технический сб., вып. 27).- С.5-19.
13. Ю.Шкодовский, В.Мироненко. Проблема интеграции экологического знания в теории урбанизации// Устойчивое развитие городов. Современные проблемы обеспечения комфортной среды.- Коммунальное хозяйство городов.- Научно-технический сб. -Вып. 70. - Киев: Техника, 2006.- С.63-71.
14. Ковальський Л. М. Проблеми розвитку архітектури навчально-виховних будівель: автореферат ... д-ра арх.: 18.00.02. Київ. нац. ун-т буд-ва і арх. Київ, 1996. 339 с
15. Ковальський Л.М., Кузьміна Г.В. Експериментальне будівництво багатоповерхових будинків житлово-цивільного призначення (вище 25 поверхів) // Будівництво України: Науково-виробничий журнал. -2006 №10. – с.2-7.
16. Ковальський Л.М., Кузьміна Г.В., Ковальська Г.Л. Архітектурне проектування висотних будинків. Навчальний посібник за загальною редакцією Л.М. Ковальського. – К.:КНУБіА, 2010. – 123 с.
17. Ковальський Л.М., Плосконос М.А. Експериментальне строительство высотных зданий в Украине // Архитектура и строительство. – 2007., №1 (179). – С. 25-29.
18. Ковальський Л.М. Експеримент у висотному будівництві продовжується // Будівництво України: Науково-виробничий журнал. – 2007. №9.-С.17-20
19. Куцевич В. В. Реформування архітектурно-методологічної бази проектування об'єктів соціокультурного призначення в сучасних умовах України: автореферат ... д-ра арх.: 18.00.02. Київ. нац. ун-т буд-ва і арх. Київ, 2004.

20. Мироненко В. П. Методологические основы оптимизации архитектурной среды: автореферат ... д-ра. арх.: 18.00.01. Харківський нац. ун-т буд-ва та арх. Харків, 1999. 371 с.
21. Осиченко Г. О. Методологічні основи формування естетики міського середовища : автореф. дис. ... д-ра арх.:18.00.01/ Осиченко Галина Олексіївна; Київський національний університет буд-ва і архітектури.– К., 2015.– 33 с.
22. Слепцов О. С. Архітектура цивільних будівель на основі відкритих збірних конструктивних систем: автореф. дис. ... д-ра арх.: 18.00.02/Київ. нац. ун-т буд-ва і арх. Київ, 1999. 35 с.
23. Товбич В. В. Методологічні основи формування і розвитку архітектурної діяльності : автореферат. ... д-ра арх.: 18.00.01. Київ. нац. ун-т буд-ва і арх. Київ, 2014. 46 с.
24. Бенаи Х. А. Перспективные тенденции архитектуры жилища / Х. А. «Научно-практический электронный журнал Аллея Науки» №9. 2017 Alley-science.ru Бенаи, Е. И. Чернова // Проблеми архітектури і містобудування: Вісник ДОНАБА. – 2013. - № 6 (74). – С. 21-24.
25. [Кащенко Т. О.](#) Архітектурне проектування на засадах енергоефективності / Т. О. Кащенко // [Сучасні проблеми архітектури та містобудування](#). - 2010. - Вип. 23. - С. 462-463. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Spam_2010_23_68
26. Yeang K. Reinventing the Skyscraper: A Vertical Theory of Urban Design. Published by Wiley-Academy, and division of John Wiley & Sons Ltd. 2002. 224 p.
27. Yeang K. Eco Scyscrapers. Published by Images publishing group Pty. Ltd. 2007. 160 p.
28. Yeang K. Ecodesign. A manual for Ecological design. Published by Wiley & Sons Ltd. 2008. 499 p.
29. Yeang K. The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings. Republished in Spanish by Guistavo Gilli. 2000. 184 p.

30. Ivor Richards . T.R Hamzah&Yeang: Ecology of the sky. 2001, p. 17-24
31. Шпара В.І. Особливості архітектурно-планувальної організації висотних житлових комплексів. Автореф. дис...канд. арх.- Київ, 2013. – 264 с.
32. Молодкин С.А. Исследование влияния ветровых нагрузок на проектирование и строительство высотных энергоэффективных жилых зданий //Строительный эксперт. – 2005.№13. – С.15-23.
33. Молодкин С.А. Принципы формирования архитектуры высотных энергоэффективных жилых зданий: Дисс. ...канд. арх. М., 2007. – 124 с.
34. Росковшенко А.Ю. Визначення рівня комфортності багатоквартирного житла в залежності від його поверховості: дис. ...канд. арх. К., 2010. – 123 с.
35. Репин Ю.Г. Интегрированные архитектурные комплексы (типологические особенности интеграции объектов среды обитания в условиях крупного города): Автореф. дисс. ...доктора арх. – К., 1991. – 39 с.
36. Репин Ю.Г. пространственный город. Теория и практика: Монография. – К.: «Феникс», 2009-270 с., илл. – Библиография – (на русском языке).
37. ДБН В.2.2-24:2009. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків. Київ., 2009. – 161 с.
38. Будинки і споруди; Житлові будинки. Основні положення. ДБН В.2.2-15-2005 [Текст]/ разраб. Ю. Г. Репин. - Офіц. вид. - К. : Держбуд України, 2005. - II, 36с.+ II, 36 с. - (Державні будівельні норми України). - Бібліогр.: с. 35.
39. ДБН В.2.2-9-2009 Громадські будинки та споруди. Основні положення. Київ., 2009. –
40. ДБН Б.2.2-12:2018 "Планування і забудова територій". Київ., 2018. – 187 с.
41. Pei M. One language for the world. - New York, 1958. (2nd ed, 1968).

42. Казаков Ю.Н., Флавицкий Н., Николаева Т.М. инженерные решения для строительства «антитеррористических» зданий. – СПб.; СПбГАСУ., 2009. – с 152-153.
43. Л.М. Ковальський, Г.В. Кузьміна, Г.Л. Ковальська. Архітектурне проектування висотних будинків. Навчальний посібник. К., 2012.- 122 с.
44. Л.А. Викторова. Высотные здания – плюсы и минусы строительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.asrmag.ru/article/vysotnye-zdaniya/>
45. Центр Джона Хэнкока / John Hancock Observatory [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gochicago.ru/john-hancock-observatory/>
46. Небоскреб Сирс Тауэр в Чикаго (башня Уиллис Тауэр) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://1chudo.ru/neboskreby/40-neboskreb-sirs-tauer-v-chikago-bashnya-uillis-tauer.html>
47. Башни и небоскребы США [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://all-towers.ru/buildings/usa/>
48. Небоскреб Westend Tower (Вестендтурм, DZ банк, Франкфурт) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://delovoy-kvartal.ru/neboskreb-westend-tower-vestendturm-dz-bank-frankfurt/>
49. В. В. Перевалова. Системный підхід у теоретичних дослідженнях щодо формування урядових комплексів // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. 2010. №30. С. 254-261.
50. Джо Стадвел. Чому Азії вдалося. – К., – 2017. – 448 с.
51. Пасифик Плейс. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://azboguide.com/hong-kong/places/64879/#>
52. Небоскреб CITIC-Plaza (Ситик-Плаза, Гуанчжоу, Китай) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://delovoy-kvartal.ru/neboskreb-citic-sitik-plaza-guanchzhou-kitay/>

53. О.Є. Рогожникова. Питання функціонально-планувальної організації висотних будівель // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. 2010. №23. С.358-390
54. Тантекс-Скай-Тауэр [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://all-towers.ru/buildings/5046>
55. Томорроу-Сквер (Tomorrow Square, Шанхай, Китай) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://delovoy-kvartal.ru/tomorrou-skver-tomorrow-square-shanghai-kitay/>
56. Башни Феникс, очищающие окружающую среду [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://econet.ru/articles/54230-bashni-feniks-ochischayuschie-okruzhayuschuyu-sredu>
57. Архив метки: Sky Mile Tower [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://newsader.info/tag/sky-mile-tower/>
58. Всемирный торговый центр Дубай [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://tournavigator.net>
59. Бурж Аль Араб [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://burj-alarab.ru/obshaya_informaciya
60. Небоскреб Бурдж-Халифа [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://wikiway.com/oae/dubay/neboskreb-burdzh-khalifa/>
61. Небоскреб Центр Аль-Файзалия (Эр-Рияд, Саудовская Аравия) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://delovoy-kvartal.ru/neboskreb-tsentr-al-fayzaliya-er-riyad-saudovskaya-araviya/>
62. Бурдж Аль-Мамляка (Королевский центр, Эр-Рияд, Саудовская Аравия) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://delovoy-kvartal.ru/burdzh-al-mamlyaka-korolevskiy-tsentr-er-riyad-saudovskaya-araviya/>
63. Самые высокие здания мира : перспективные проекты ближайшего будущего [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ppjournal.ru>
64. У Саудівській Аравії відновили будівництво найвищого хмарочосу у світі – Kingdom Tower [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://designtalk.club/u-sauidivskij-araviyi-vidnovylosya-budivnytstvo-najvyshhoyi-budivli-svitu-kingdom-tower/>

65. В Іраку побудують найвищий хмарочос світу з енергоощадженням за рахунок сонячних панелей [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecotown.com.ua/news/V-Iraku-pobuduyut-nayvyshchyy-khmarochos-svitu-z-enerhozberezhennyam-za-rakhunok-sonyachnykh-paneley/>
66. Башни Риалто (Rialto Towers), Мельбурн, Австралія [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://delovoy-kvartal.ru/bashni-rialto-rialto-towers-melburn-avstraliya/>
67. 120 Collins Street [Електроний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/120_Collins_Street
68. Eureka Tower, Melbourne, Victoria [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.designbuild-network.com/projects/eureka/>
69. Vision Apartments [Електроний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Vision_Apartments
70. Australia 108 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Australia_108
71. О. І. Заварив, Д. Н. Яблонський. Українська Радянська Енциклопедія [Електроний ресурс]. – Режим доступу: http://leksika.com.ua/18150822/ure/eksperimentalne_budivnitstvo
72. Хрещатик, 25 [Електроний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%BB%D0%B8%D1%86%D1%8F_%D0%A5%D1%80%D0%B5%D1%89%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA,_25
73. Найвищі хмарочоси Києва [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://hmarochos.kiev.ua/2014/08/27/u-kogo-dovshiy-nayvishhi-hmarochosi-kiyeva/>
74. Парус (бізнес центр) [Електроний ресурс]. – Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D1%83%D1%81_\(%D0%B1%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D1%81-%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D1%83%D1%81_(%D0%B1%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B5%D1%81-%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80))

75. Башни – жилой комплекс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gorod.dp.ua/archi/?pageid=297http://www.dolnik-ua.com/ru/component/galleric/?catid=1&Itemid=4&Itemid=4>
76. Офіційний сайт Dolnik&Co [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dolnik-ua.com/ru/buildingscomponent/galleric/?catid=1&Itemid=36&Itemid=36>
77. Офіційний сайт United Network studio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.unstudio.com/en/page/8654/wasl-tower>
78. В Китае построят «лесной город» из небоскребов с вертикальными садами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/arkhitektura/2120-v-kitae-postroyat-lesnoj-gorod-iz-neboskrebov-s-vertikalnymi-sadami.html>
79. Dinamic Tower [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/arkhitektura/2113-v-dubae-stroitsya-vrashchayushchijsya-neboskrjob-dynamic-tower.html>
80. Sand Babel: Solar-Powered 3D Printed Tower [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.evolo.us/sand-babel-solar-powered-3d-printed-tower/>
81. Elastic Woodscraper II [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.weingartnerarchitects.com/elastic_woodscraper-ii/
82. Green Spine [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.skyscrapercenter.com/complex/3849>
83. Wuhan Greenland Center [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/arkhitektura/992-wuhan-greenland-center-samyj-vysokij-neboskreb-kitaya-budet-samym-energoeffektivnym.html>
84. «Зеленый» небоскреб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/arkhitektura/3145-v-singapore-postroyat-zelenyj-neboskreb-s-derevyami-na-fasade.html>
85. China Merchants Bank [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lakhtacenter.livejournal.com/540615.html>

86. Офіційний сайт BuroOle Scheeren [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://buro-os.com/1500-west-georgia/>
87. Офіційний сайт BuroOle Scheeren [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://buro-os.com/empire-city/>
88. Офіційний сайт BuroOle Scheeren [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://buro-os.com/angkasa-raya/>
89. Табунщиков Ю. А. От энергоэффективных к жизнеудерживающим зданиям / Ю.А. Табунщиков Ю. А. // АВОК – 2003. – № 3. – С. 8.
90. Табунщиков Ю. А. Энергоэффективные здания / Ю. А. Табунщиков, Бродач М. М., Шилкин Н. В. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. – С. 8-76
91. Молодкин С. А. Принципы формирования архитектуры энергоэффективных высотных жилых зданий [Электронный ресурс]: дис. ... канд. архитектуры : 18.00.02 / С.А. Молодкин. – М.: РГБ, 2007. – 142 с. : ил.
92. **Семикин Павел Павлович.** Тенденции развития архитектуры энергоэффективных высотных зданий в России и за рубежом. Электроний ресурс. Режим доступу: http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/archvuz30_pril/06/06.htm
93. Закону України «Про енергетичну ефективність будівель». [Електроний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>
94. Указ Президента України Про Стратегію сталого розвитку «Україна – 2020». [Електроний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5/2015>
95. Шулер В. Конструкции высотных зданий: пер. с англ. Л.Ш. Килимника / под ред. Г.А. Казиной. – М.: Стройиздат, 1979. – 248 с. (Перевод изд.: High-Rise Building Structures / W. Schueller. – New York, London, Sydney, Toronto: John Wiley & Sons, Inc., 1977).
96. Бродач М.М. Инженерное оборудование высотных зданий. - М.: АВОК-ПРЕСС, 2007. - 320 с

97. Ivanov V.M., Trubitsyn Y.V.. Sovremennye tendentsii razvitiya promyshlennosti polikristallicheskogo poluprovodnikovogo kremniya. Tehnologiya, obladnannya ta virobnitstvo elektronnoyi tehniki. Naukoviy visnik KUEITU [Current trends in the semiconductor industry polycrystalline silicon. Technology, equipment and production of electronics. Scientific Bulletin KUEITU]. 2009, no. 1(23)
98. Сонячна Енергія. [Електроний ресурс]. Режим доступу: <https://alter220.ru/solnce/solnechnaya-energiya.html>
99. Енергетична стратегія України на період до 2030 р [Електроний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>
100. Основные виды ветрогенераторов: вертикальные, горизонтальные.[Електроний ресурс]. Режим доступу: <https://tcip.ru/blog/wind/osnovnye-vidy-vetrogeneratorov-vertikalnye-gorizontálne.html>
101. Гідроенергетика.[Електроний ресурс]. Режим доступу: <http://saec.gov.ua/uk/ae/hydroenergy>
102. Васильев Г.П. Энергоэффективный экспериментальный жилой дом в микрорайоне Никулино-2 // АВОК – 2002. – № 4. – С. 10-21.
103. Комплексное использование возобновляемых источников энергии / Г. И. Денисенко. - Киев : о-во "Знание" УССР, 1984. - 33 с. : ил
104. Коротич А. В. Композиционные особенности структурного формообразования оболочек высотных зданий / А. В. Коротич, М. А. Коротич // журнал «Академический вестник УралНИИпроект РААСН». - 2009. - №2. - с.66- 69
105. И.А. Литвенкова
Экология городской среды: урбоэкология
Курс лекций. – Витебск: Издательство УО «ВГУ им. П.М.Машерова», 2005 – 163 с

106. Чижмак Д.А. Дисертація «Принципи архітектурно-планувальної організації екологічних висотних адміністративних будівель». Київ.- 2012
107. Криволапова А. В. Модульний принцип формообразования в архитектуре. Електронний ресурс. Режим доступу: URL: http://archvuz.ru/2009_22/14
108. ["Солнечная башня" вырастет в пустыне Аризоны.](https://www.facepla.net/the-news/energy-news-mnu/1509-solar-plant.html) Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.facepla.net/the-news/energy-news-mnu/1509-solar-plant.html>

