

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ  
ФАКУЛЬТЕТ ДИЗАЙНУ  
КАФЕДРА ДИЗАЙНУ ІНТЕР'ЄРУ І МЕБЛІВ

*Дипломна магістерська робота*

на тему: «Особливості дизайну інтер'єру приватного житлового будинку з використанням екологічного підходу»

Виконала студентка

групи МгДі1-19

спеціальності 022 Дизайн

Французова Д. О.

Керівник: к.т.н., доц Булгакова Т.В.

Рецензент

Київ 2020

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
ДИЗАЙНУ**

**Факультет Дизайну**

**Кафедра Дизайну меблів та інтер'єру**

**Спеціальність 022 Дизайн**

**Освітня програма Дизайн (за видами)**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**

**НА ДИПЛОМНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

**Французові Діані Олегівні**

1. Тема роботи «Особливості дизайну інтер'єру приватного житлового будинку з використанням екологічного підходу»

Науковий керівник роботи Булгакова Тетяна Володимирівна. к.т.н., доцент  
затверджені наказом вищого навчального закладу від “29” вересня 2020 року No 183-  
уч

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи

Для експериментального дизайн-проекту за темою магістерської роботи було обрано екологічний енергоефективний приватний житловий будинок, зведений у 2019 році у селі Лютеж, Київській області. Двоповерховий будинок має загальну площу 160 м<sup>2</sup>; на першому поверсі розташована велика зала-студія з їдальнею, кухнею і виходом на крыту терасу, гостьова, санвузол, топкова кімната з технічним обладнанням. На другому поверсі 3 спальні, ванна кімната та гардероб.

4. Зміст дипломної роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Аналіз літературних джерел, аналіз реалізованих проєктів в Україні та за кордоном, виявлення основних принципів екологічного підходу при формуванні інтер'єру приватних будинків; виявлення особливостей формування функціонально-планувальної структури приватного житлового будинку в рамках екологічного підходу; виявлення особливостей технологічних рішень приватного житлового будинку при використанні екологічного підходу; виявлення особливостей використання матеріалів в дизайні інтер'єру приватного житла в рамках екологічного підходу; виявлення художньо-естетичних прийомів формування інтер'єру приватного житлового будинку з використанням екологічного підходу.

## 5. Консультанти розділів дипломної магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 1	Булгакова Т.В., к.т.н., доц.		
Розділ 2	Булгакова Т.В., к.т.н., доц.		
Розділ 3	Булгакова Т.В., к.т.н., доц.		

6. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи (проекту)	Термін виконання етапів	Примітка про виконання
1	Вступ		
2	Розділ 1 Узагальнення досвіду застосування екологічних концепцій у формуванні приватного житла		
3	Розділ 2 Формування інтер'єру приватного житлового будинку з використанням екологічного підходу		
4	Розділ 3 Експериментальне проектування інтер'єру приватного житлового будинку з використанням екологічного підходу		
5	Висновки		
6	Оформлення дипломної магістерської роботи (чистовий варіант)		
7	Здача дипломної магістерської роботи на кафедру для рецензування (за 14 днів до захисту)		
8	Перевірка дипломної магістерської роботи на наявність ознак плагіату (за 10 днів до захисту)		
9	Подання дипломної магістерської роботи у відділ магістратури для перевірки виконання додатку до індивідуального навчального плану (за 10 днів до захисту)		
10	Подання дипломної магістерської роботи на затвердження завідувачу кафедри ( з 7 днів до захисту)		

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Науковий керівник роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Керівник відділу магістратури

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

**Французова Д.О. Особливості дизайну інтер'єру приватного житлового будинку з використанням екологічного підходу. – Рукопис.**

Дипломна магістерська робота за спеціальністю – «Комп'ютерний дизайн меблів та інтер'єру» – Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, 2020 рік.

Дипломну магістерську роботу присвячено дослідженню основних принципів та тенденцій дизайну інтер'єру приватних житлових будинків з використання екологічного підходу.

На підставі дослідження вітчизняного і світового досвіду екологічного домобудівництва та екологічного дизайну внутрішнього простору приватних житлових будинків, систематизації та обґрунтування основних сучасних функціонально-планувальних, технологічних, художньо-естетичних рішень інтер'єру еко-дизайну, було виявлено основні тенденції та принципи формування інтер'єру приватних житлових будинків з використанням екологічного підходу.

*Ключові слова: інтер'єр, приватний будинок, екологічний підхід, еко-будинок, еко-дизайн, сучасні технології.*

## ABSTRACT

**Frantsuzova D.O. Features of interior design of a private house using an ecological approach. - Manuscript.**

Master's thesis in the specialty - "Computer Design of Furniture and Interior" - Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, 2020.

The master's thesis is devoted to the study of the basic principles and trends of interior design of private homes using an ecological approach.

On the basis of research of domestic and world experience of ecological house-building and ecological design of internal space of private houses, systematization and substantiation of the basic modern functional-planning, technological, art-aesthetic

decisions of an interior of eco-design, the basic tendencies and principles of interior formation were revealed. private houses using an ecological approach.

*Keywords: interior, private house, ecological approach, eco-house, eco-design, modern technologies.*

# ЗМІСТ

<b><u>ВСТУП</u></b>	9
<b><u>РОЗДІЛ 1. УЗАГАЛЬНЕННЯ ДОСВІДУ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ КОНЦЕПЦІЙ У ФОРМУВАННІ ПРИВАТНОГО ЖИТЛА</u></b>	11
1.1.	12
1.2. <u>Аналіз світового досвіду проєктування екологічної архітектури.</u>	33
1.3. <u>Екологічні принципи, що впливають на формування інтер'єру приватного будинку.</u>	45
<b><u>Висновки.</u></b>	48
<b><u>РОЗДІЛ 2. ФОРМУВАННЯ ІНТЕР'ЄРУ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКОЛОГІЧНОГО ПІДХОДУ</u></b>	49
2.1. <u>Прояв екологічних концепцій в об'ємно-планувальній структурі приватного житла.</u>	49
2.2. <u>Екологічний підхід в технологічному оснащенні приватного будинку.</u>	59
2.3. <u>Використання екологічних матеріалів в інтер'єрі приватного будинку.</u>	83
2.4. <u>Художньо-естетичні прийоми формування інтер'єру приватного житла з використанням екологічного підходу</u>	
<b><u>Висновки.</u></b>	112
<b><u>РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕР'ЄРУ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКОЛОГІЧНОГО ПІДХОДУ</u></b>	113
3.1. <u>Аналіз архітектурної ситуації та вихідні дані.</u>	113
3.3. <u>Технологічне оснащення екологічного інтер'єру приватного будинку.</u>	122
3.4. <u>Матеріали в будівництві та дизайні еко-будинку.</u>	128
<b><u>Висновки.</u></b>	137
<b><u>ВИСНОВКИ</u></b>	138
<b><u>ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</u></b>	140
<b><u>ДОДАТКИ</u></b>	152



## **ВСТУП**

**Актуальність дослідження.** Початок XXI століття характеризується серйозними екологічними проблемами глобального масштабу. Стрімке погіршення екологічної ситуації в світі, збільшення темпу глобального потепління, назріваюча енергетична криза, активне зростання промислового виробництва, розвиток науки негативно вплинули на стан екології. Руйнування довкілля перетворилося у світовий процес, що призвело до необхідності радикальних змін у всіх сферах життя суспільства. Подолати кризу, чи, принаймні не допустити екологічної катастрофи всесвітнього масштабу, можливо за умови зміни світосприйняття кожної людини. Оскільки вплив архітектурно-будівельної галузі є визначальним, закономірним є поява та розвиток науково-дослідних та практичних напрямів, пов'язаних з проєктуванням та дизайном житлових приміщень із застосуванням екологічного підходу. Як і будь-яка інша актуальна наукова галузь, еко-дизайн розвивається шляхом накопичення теоретичного та експериментально-практичного матеріалу.

Екологічний дизайн - цілісний підхід до проєктування будь-яких об'єктів, які пов'язані з діяльністю людини, від мініатюрних предметів, використовуваних в побуті, до дизайну будівель, міст і ландшафтів.

Однак на сьогоднішній день немає єдиних установлених стандартів екологічного дизайну, меж та областей його використання при формуванні житлового середовища. Враховуючи актуальність теми, метою дослідження стало узагальнення досвіду проєктування приватних житлових будинків з використанням екологічного підходу для виявлення основних принципів та особливостей формування інтер'єру житла в рамках цього підходу.

**Мета дослідження.** Виявити особливості формування інтер'єру приватного житлового будинку з використанням екологічного підходу.

**Об'єкт дослідження.** Приватний житловий будинок.



**Предмет дослідження.** Особливості функціонально-планувальних, технологічних, художньо-естетичних рішень інтер'єру приватного житлового будинку з використання екологічного підходу.

**Методика.** Аналіз літературних джерел з відповідної проблематики; дослідження реалізованих проєктів, порівняльний аналіз досвіду проєктування еко-будинків на Україні та за її межами, синтез результатів дослідження, графо-аналітичний метод, комп'ютерне моделювання.

**Завдання дослідження:**

1. Аналіз літературних джерел.
2. Аналіз реалізованих проєктів в Україні та за кордоном.
3. Виявлення основних принципів екологічного підходу при формуванні інтер'єру приватних будинків.
4. Виявлення особливостей формування функціонально-планувальної структури приватного житлового будинку в рамках екологічного підходу.
5. Виявлення особливостей технологічних рішень приватного житлового будинку при використанні екологічного підходу.
6. Виявлення особливостей використання матеріалів в дизайні інтер'єру приватного житла в рамках екологічного підходу.
7. Виявлення художньо-естетичних прийомів формування інтер'єру приватного житлового будинку з використанням екологічного підходу.

**Наукова новизна.** В дослідженні систематизовано вітчизняний та світовий досвід дизайну інтер'єру приватних житлових будинків з використанням екологічного підходу, виявлені особливості функціонально-планувальних, технологічних, художньо-естетичних рішень інтер'єру приватного житлового будинку з використанням екологічного підходу.

**Практична значимість.** Отримані результати можуть бути використані в учбовому та реальному проєктуванні приватних житлових будинків.

**Результати дослідження.** Виявлено основні тенденції та принципи формування інтер'єру приватних житлових будинків з використанням екологічного підходу.

**Апробація результатів дипломної магістерської роботи (проєкта).**

Положення дипломної магістерської роботи (проєкта) доповідалися автором на 1-й науковій конференції: II Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми сучасного дизайну» (м. Київ, 20–21 березня 2013 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Суспільні відносини: умови та способи гармонізації» (м. Київ, 23 квітня 2020 р.).

**Публікації.** Фаховим виданням було прийнято до публікації одну статтю за темою магістерської дипломної роботи.

# **РОЗДІЛ 1. УЗАГАЛЬНЕННЯ ДОСВІДУ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ КОНЦЕПЦІЙ У ФОРМУВАННІ ПРИВАТНОГО ЖИТЛА**

## **1.1. Історичний аспект формування екологічного мислення.**

Екологічна культура є невід'ємною частиною загальнолюдської культури, а також культур різних країн та народів. Вона включає систему соціальних відносин, матеріальні цінності, норми та способи взаємодії суспільства з навколишнім середовищем.

Екологічне мислення постійно формується у свідомості суспільства та знаходить своє відображення у поведінці людей через життя та діяльність поколінь шляхом екологічної освіти, соціального, культурного та технологічного розвитку. Це сприяє прагненню людства до здорового способу життя, духовного, соціального та економічного розвитку, сприяє прагненню до збереження здорового оточуючого середовища та природних ресурсів для наступних поколінь, гармонізації взаємовідносин суспільства та природи й створенню відповідних умов для екологічної безпеки нашої планети.

Хоча люди всю свою історію зловживали природними ресурсами та часто недбало ставилися до місцевого середовища. Аналіз основних сучасних екологічних проблем головним чином співвідносяться із споживанням трьох групи ресурсів: енергія, матеріал та земля. Процеси глобального потепління, парниковий ефект, винищування тваринного світу та його окремих видів, надмірний вилов з морів та океанів, нестача чистої питної води, збільшення площі пустель, є відносно недавніми явищами.

Суттєві екологічні проблеми розпочались у період індустріальної революції, що відбулася в першій половині XIX століття, та набули глобального світового масштабу після Другої світової війни. Серйозні попередження про наближення глобальних екологічних катастроф були вперше зроблені в 1960-х роках такими науковцями, як Рейчел Карсон, Пол Ерліх, Гаррет Хардін, і Денніс Медоус та ін. І ці трагічні наслідки можуть настати не десь там у далекому майбутньому, як вчені вважали в той час, а значно швидше. Процес розпочато і

вже зараз на планеті відбуваються зміни у кліматі. Льодовики тануть, рівень моря піднімається, ліси вигорають, тварини гинуть. І нажаль, ми, люди, спричинили більшу частину потепління минулого століття. І головна причина тому - парниковий ефект, що затримують тепло навколо планети. Показники парникових газів в атмосфері сьогодні вищі, ніж будь-коли за останні вісімсот тисяч років.

Зміна клімату це не тільки підвищення середніх температур, але також виникнення екстремальних погодних явищ, таких як повіні, цунамі, зміна популяцій та середовища існування дикої природи, підвищення рівня Світового океану та цілий ряд інших явищ. Тож поки ми намагаємось осмислити незворотні процеси, що вже розпочалися на планеті, та зрозуміти, що ми, люди, можемо зробити, щоб не допустити екологічної катастрофи глобального масштабу на Землі, нафта, вугілля (рис. 7) [1], газ продовжують видобуватися у велетенських кількостях важка промисловість безупинно працює, тоді як айсберги тануть (рис. 1, 2) [1], білі медведі лишаються свого звичного середовища (рис. 5) [1], горять ліса (рис. 3) [1], озера пересихають (рис. 4, 6) [1], а Венеція поступово занурюється під воду (рис. 9) [2].



Рис. 1. У водах біля Антарктиди тоне айсберг. Зміна клімату

прискорила темпи танення льоду на всьому континенті [1]



Рис. 2. Коли рівень океану піднімається, солоні води океану затікають у землі Еверглейдс, штат Флорида, США.

Рослини і тварини намагаються пристосуватися до мінливих умов [1].



Рис. 3. Суха, спекотна погода збільшила інтенсивність та руйнівність лісових пожеж. Захід США [1].



Рис. 4. На високих рівнинах Болівії чоловік оглядає запечені залишки другого за величиною озера країни - озера Пупо. Проблеми посухи та управління призвели до того, що озеро пересохло [1].



Рис. 5. Зміна клімату впливає на флору і фауну по всій Арктиці.

Хоча вчені не знають, що саме вбило цього окремого білого ведмедя, однак попереджають, що багато з цих ведмедів мають проблеми з пошуком їжі, оскільки морський лід, на який вони історично поклалися, зменшується і тане [1].



Рис. 6. Озеро Урмія в Ірані є важливим середовищем існування птахів і раніше було популярним туристичним напрямком.

Він висихає через зміни клімату та проблеми управління [1].



Рис. 7. Електростанція Шерера в Джульетті, штат Джорджія, є найбільшою вугільною електростанцією в США. Вона щодня спалює 34000 тонн вугілля, щороку перекачуючи в атмосферу понад 25 млн тонн вуглекислого газу [1].



Рис. 8. Амазонка щороку втрачає еквівалент майже одного мільйона футбольних полів лісового покриття, більшість з яких вирубують, щоб створити місце для сільського господарства [1].





Рис. 9. Повінь у Венеції у 2019 році:

Італійські вчені вважають, що з нинішніми темпами підвищення глобального рівня Світового Океану, Венеція може повністю зануритися під воду вже до 2100 року [2]

Звісно, діяльність людини - не єдиний фактор, який впливає на зміну клімату на Землі. Певну роль відіграють також сейсмічні процеси та зміни сонячного випромінювання від сонячних плям, сонячного вітру та положення Землі щодо сонця. Однак стрімкий приріст населення планети диктував необхідність розширення харчового, житлового, промислового секторів. Звична до 1900 років ручна праця вже не могла впоратись із цими завданнями. Адже, якщо у 1820 році чисельність населення становила близько 1 мільярду, то у 1927 році кількість людей подвоїлась. У 1960 році населення становило 3 мільярди, у 1974 році – 4 мільярди, у 1987 році – 5 мільярдів, у 1999 році – 6 мільярдів, і сьогодні сягає 7, 8 млрд. [3]. У 1990-х роках люди винайшли електроенергію, і з того часу масова промисловість стала набирати обертів. Так, перехід з ручної праці до машинного станка, призвів до промислової революції у всьому світі. Наслідком промислової революції стала індустріалізація, за якого суспільство, яке до того були аграрною спільнотою, перетворилося у промислову. Всі ці

фактори збільшили кількість вуглекислого газу в атмосфері більш ніж на третину з часу промислової революції. Зміни, які історично у природі зайняли тисячі років, зараз відбуваються протягом десятиліть.

Більшість людей хочуть жити в благополучному та здоровому середовищі. Однак такі неприємні масштабні наслідки виникають, і питання в тому, чому, та як запобігти екологічній кризі. Теорії екологічних проблем, розроблені у відповідь на ці запитання, чудово вписуються в чотири загальні парадигми соціологічної теорії: функціоналізм / теорія системи, теорія конфліктів / політичної екології, теорія раціонального вибору та інтеракціоністський / конструктивістський підходи.

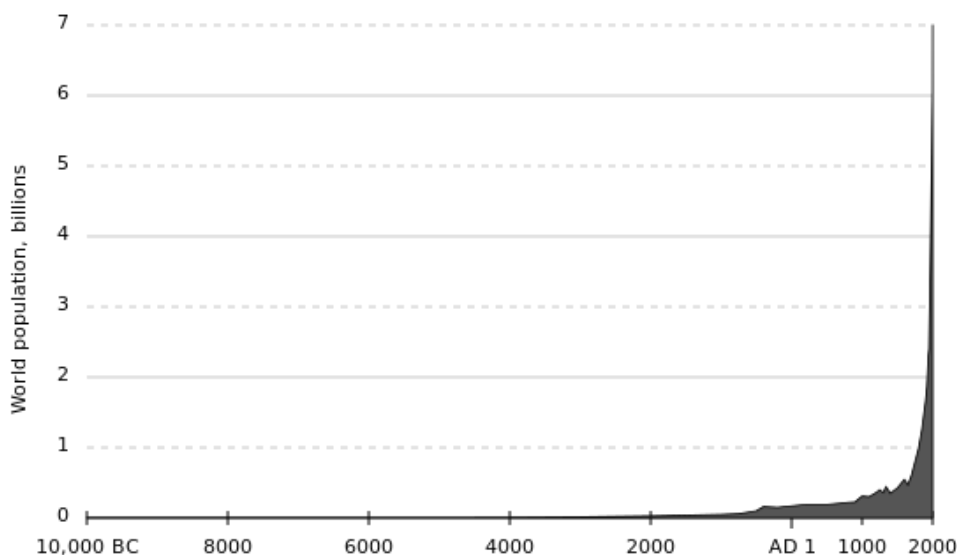


Рис. 10. Темпи росту населення Землі за період з 10000 р. до н.е. по 2000 р. [3]

Теорія систем визначає причини екологічних проблем у складності систем, як екосистеми, так і соціальних систем. Системи, як правило, складаються з багатьох елементів та взаємовідносин між ними, які можна зрозуміти в більшій чи меншій мірі. Зміни в одному або кількох елементах системи можуть мати далекосяжні та несподівані наслідки. Розпізнаванню таких непередбачених ситуацій перешкоджає існування процесів зворотного зв'язку, інтерактивних

зв'язків, позитивних і негативних циклів, а також того факту, що, хоча деякі зміни мають короточасні наслідки, інші мають лише довгострокові наслідки. Потрапивши в просте мислення «причинно-наслідкових наслідків», люди відчувають труднощі зі сприйняттям та прогнозуванням динамічних системних ефектів своїх дій, тому вони загрожують і руйнують рівновагу добре пристосованих та досконало налаштованих екосистем. Проблема захисту навколишнього середовища впливає на різні соціальні підсистеми, що розглядається як перешкода розумному вирішенню цієї проблеми у функціонально розрізнених суспільствах.

Перспектива теорії конфліктів / політичної екології, яка має свою історичну основу в теорії Маркса, звинувачує головним чином логіку капіталістичної та / або неоліберальної економічної системи в екологічній кризі. У неоліберальному світі успішний бізнес та процвітаюча економіка потребують постійного зростання, що включає нові продукти та інновації, короткі цикли виробництва та швидкий процес творчого руйнування. Вбудована динаміка промислового виробництва (промисловий метаболізм) спирається не тільки на експлуатацію робітників та людських ресурсів, але ще більше в значній мірі від природних ресурсів. Використання ресурсів, заради отримання прибутку, не обмежується промислово розвиненими країнами, але все ж поширюється на весь світ під час процесу, головним чином, економічної глобалізації.

Вагомий внесок раціональної теорії в пояснення екологічних проблем полягає в елементарному припущенні, що, якщо поведінка навколишнього середовища не є оптимальною, значить, що десь є помилки у структурі стимулювання. Люди не завжди зацікавлені діяти екологічно відповідально, оскільки екологічно відповідальна поведінка буде коштувати їм чогось, наприклад, більших коштів, тому, що ціни на еко-продукцію значно вищі за ціни на звичайні товари, або тому, що їзда на швидкому (але не екологічному) автомобілі підвищує соціальний статус. Теоретики раціонального вибору наполягають на тому, що поведінку навколишнього середовища неможливо повністю осмислити, якщо вона концептуалізується як альтруїстична поведінка,

але лише в тому випадку, якщо вона розглядається як суб'єктивно раціональна поведінка, зацікавлена в його інтересах.

Прихильники інтеракціоністських / конструктивістських підходів підкреслюють, що екологічні проблеми - як і всі інші суспільні проблеми - соціально визначені та мають культурний відтінок. Соціальну складову екологічних проблем можна дослідити, розглянувши історичні відмінності у визначенні проблеми та, шляхом порівняння уподобань різних країн та народів, методів і шляхів їх вирішення. З огляду на це, фокус конструктивістської теорії направлений, насамперед, на соціальні (культурні) та політичні процеси конкретної місцевості.

Економічні та соціологічні теорії, такі як теорія модернізації або теорія соціальної дифузії, намагаються пояснити, як соціально-економічні умови впливають на спосіб життя, рівень споживання та розвиток більш екологічно ефективних технологій. Судячи з результатів опитувань у різних західних країнах, стурбованість навколишнім середовищем зародилася у 60-х роках ХХ століття, та зросла до піку приблизно в 1990 р., але з тих пір зменшилася або, принаймні, залишилася на тому ж рівні. Ті, хто турбуються про ставлення до навколишнього середовища та вирішення екологічних проблем, це, зазвичай, високоосвічені громадяни, що мають достатньо високий дохід та прогресивний / ліберальний політичний світогляд. Порівнюючи різні країни, високий рівень ВВП асоціюється з більш широко розповсюдженою екологічною свідомістю населення. Позитивна кореляція між доходом / ВВП та екологічними проблемами часто трактується як свідчення того, що якість навколишнього середовища на високому рівні, важливою в першу чергу для забезпечених громадян. Є два основних очікування щодо зосередження екологічних проблем при спробі вирішити екологічні проблеми. По-перше, це може здійснювати тиск на політичну систему, щоб влада діяла на користь навколишнього середовища. По-друге, що це може безпосередньо впливати на поведінку громадян, яка стосується довкілля. У численних дослідженнях, спостерігається певне нарікання на розбіжність між ставленням до навколишнього середовища та

поведінкою. Екологічні установки є просто одним із багатьох факторів, що впливають на поведінку навколишнього середовища. Емпіричні дослідження поведінкових ефектів екологічних настроїв регулярно стикаються з проблемою вимірювання та концептуалізації «поведінки навколишнього середовища».

Усі вищерозглянуті екологічно орієнтовані напрями потрапили у сучасну сферу екологічної культури. Зрештою, екологічна культура - це спосіб поглянути на речі; спосіб формування гіпотез щодо розуміння широкого кола поведінки людей; це стратегія дослідження; і навіть спосіб осмислити наше життя.

Розвиток екологічної культури як теорії починається з наукової боротьби із розумінням культурної еволюції (тепер її називають «однолінійною культурною еволюцією»). Теорія, розроблена наприкінці 19 століття, стверджувала, що всі культури за довгий час еволюції пройшли через лінійну прогресію: дикість (вільно визначається як мисливці та збирачі), варварство (скотарі / ранні фермери) та цивілізація (визначена як сукупність "характеристика цивілізацій", такі як писемність, літочислення та металургія).

У міру того, як було проведено більше археологічних досліджень та розроблено кращі методи датування, стало ясно, що стародавні цивілізації не дотримувались чітких або постійних правил. Деякі культури рухались туди-сюди між землеробством, полюванням та збиральництвом, або, досить часто, робили обидва відразу. Вчені зрозуміли, що культурна еволюція насправді була багатолінійною, що суспільства розвиваються і змінюються різними способами.

Розвиток екологічного мислення - перше визнання багатолінійності культурних змін, що призвело до першої великої теорії взаємодії між людьми та їх оточенням: екологічного детермінізму. Екологічний детермінізм - вчення про загальну об'єктивну зумовленість явищ природи, суспільства та людської психіки, зокрема волі, внаслідок причинності, тобто такого зв'язку явищ, за якого одне явище (причина) за певних умов породжує інше (дію) [4], - наголошує на тому, що, саме місцеве середовище, в якому живуть люди, змушує їх обирати методи виробництва продуктів харчування та соціальну структуру суспільства. Проблема в тому, що середовище постійно змінюється, і люди роблять вибір

щодо того, як адаптуватися, виходячи з широкого кола успішних і невдалих перетинів із навколишнім середовищем.

Однією з перших помітних спроб у розвитку самих уявлень про взаємодію людського суспільства та природи стали роботи видатного українського вченого В.І. Вернадського. У своїй узагальнюючій праці «Біосфера» (1926 р.) академік виклав основи свого вчення про біосферу та процеси, що склалися в результаті еволюції, зумовлених функціональною роллю живої речовини. Живою речовиною академік назвав і саме людство. В той же час, вчений підкреслював відмінність людини, як виду, від інших форм живої речовини: «При вивченні геохімічного значення людства як однорідної живої речовини ми не можемо зводити його цілковито до ваги, складу і енергії. Ми стикаємось з новим фактором – людською свідомістю». Це положення стало тим містком, який дозволив Вернадському перейти до твердження, що біосфера Землі на даному етапі розвитку під впливом людської діяльності, керованою людською свідомістю переходить у нову якість – ноосферу (сферу розуму) [5]. Вчення Вернадського вважається теоретичним підґрунтям для появи та подальшого розвитку нового екологічного мислення та екологічної культури.

Далі, насамперед, завдяки науковим працям антрополога Джуліана Стюарда, виникло саме поняття екологічної культури, - робота Стюарта на американському південному заході спонукала його поєднати чотири підходи: пояснення культури з точки зору середовища, в якому вона існувала; взаємозв'язок культури та довкілля як сталий процес; врахування маломасштабного середовища, а не лише великих регіонів; і зв'язок екології та багатолінійної культурної еволюції.

Стюард придумав термін екологічної культури в 1955 році, щоб висловити, що:

культури в подібних середовищах можуть мати подібні пристосування;  
всі пристосування є недовгими і постійно змінюються та адаптуються до місцевих умов;

зміни можуть призвести до повернення до будь-якої з попередніх культур або ж до виникнення цілком нової.

Активний розвиток світової економіки, та зростання

У 1962 р. антрополог Чарльз О. Фрейк визначив екологічну культуру як "динамічний компонент будь-якої екосистеми", і це визначення є досить точним і у наш час. Своїм еволюційним, науковим та технологічним розвитком людство перетворено та змінило від однієї третини до половини земної поверхні Землі. Екологічна культура стверджує, що ми, люди, були нерозривно вбудовані в процеси земної поверхні ще задовго до винаходу бульдозерів та динаміту.

Екологічна культура частково є збірником екологічних теорій соціальних наук, які дають надають можливість антропологам, археологам, географам, історикам та іншим вченим можливість думати про те, чому саме люди роблять те, що вони роблять, структурувати дослідження, задавати актуальні запитання щодо даних та шукати відповіді на них, і таким чином, знаходити рішення щодо глобальних та регіональних проблем різних сфер життєдіяльності людства та природного середовища, як обов'язкової складової нашого існування.

Крім того, екологічна культура є частиною теоретичного розділу всього екологічного дослідження, як науки, та має два напрями: біологічну екологію людини (як люди пристосовуються біологічними засобами до навколишнього середовища) та культурну екологію людини (як люди адаптуються культурними засобами). Екологічна культура розглядається як вчення про взаємодії між живими істотами та їх оточенням, включаючи сприйняття людиною навколишнього середовища, а також той вплив, іноді невідчутний, який ми, люди, робимо на навколишнє середовище, і вплив, який навколишнє середовище робить на нас. Екологічна культура - це все про людей і про те, як ми існуємо серед природи, як з нею взаємодіємо, і як впливаємо одне на одного, в контексті того, щоб не протистояти природі, а існувати у гармонії, поруч з еволюційним та технологічним розвитком людства на планеті.

Одним із завдань екологічної культури є вивчення того, які саме дії людства негайно впливають на природне середовище та призводять до змін в

ньому. Поглиблене розуміння цих питань життєво важливим для нашого виживання на планеті, оскільки дає нам можливі шляхи вирішення важливих сучасних екологічних проблем, таких як вирубка лісів, втрата видів тварин, дефіцит води, їжі, втрата ґрунту тощо. Розуміння про те, як людство адаптувалося до навколишнього середовища у минулому, може навчити нас виживати і сьогодні, коли ми боремося з наслідками глобального потепління, прагнемо уникнути екологічної катастрофи, зберегти кліматичні умови, природу та вичерпні природні ресурси якомога довше, а також створити за допомогою наукового та технологічного прогресу їх аналоги, необхідні для комфортного здорового життя наступних поколінь.

Екологічна культура вивчає, як і чому люди роблять те, що вони роблять, для вирішення своїх проблем існування, а також те, як люди розуміють своє оточення і як вони передають ці знання. Перевагою екологічної культури є те, що екологи культурної екології звертають увагу і вивчають загальні традиційні та місцеві знання суспільства про те, що ми справді є частиною довкілля, незалежно від того, звертаємо ми на це увагу чи ні.

Всесвітній екологічний рух, що зародився у Європі на початку ХХ століття, має коріння від екологічної культури, та став свого роду протидією швидкій індустріалізації, та усіх її негативних наслідків, нераціонального використання ключових природних ресурсів, забруднення навколишнього середовища, став на захист природи та тваринного світу тощо.

Екологічна турбота серед широкої громадськості та екологічний рух дедалі більше зростає в багатьох частинах світу. Організації екологічного руху знайшли визнання в традиційній політичній системі і зараз є частиною програм основних політичних партій, урядових установ, громадських рад тощо. Це означає, що суб'єкти корпоративної політики на політичній арені стали головними гравцями в галузі екологічних проблем. На національному рівні уряди держав заснували власні міністерства з питань охорони навколишнього середовища, прийняли численні закони на його користь та ініціювали багато інших заходів, спрямованих на охорону природних ресурсів. Звичайно, у



багатьох країнах все ще існує великий розрив між офіційними екологічними цілями та фактичним станом навколишнього середовища. Екологічні проблеми також є предметом регулярних переговорів між країнами. В той час як ці процеси були відносно успішними у випадку зупинки виснаження озонового шару, прогрес відбувається у разі зменшення викидів вуглекислого газу, збереження біорізноманіття планети, забезпечення чистою водою у країнах, що розвиваються, зменшення вирубки лісів, запобігання деградації ґрунтів і запобігання виснаженню океанів від надмірного вилову риби тощо. У межах однієї країни група біднішого населення, як правило, зазнає більш високих екологічних ризиків та ризиків для здоров'я з боку забруднення, якості житла, харчування, токсичності речовин, медичного обслуговування тощо. Починаючи з 1980-х років, екологічний рух розглядає соціальну проблему нерівномірного розподілу екологічного впливу серед представників різних соціальних класів. Велика кількість емпіричних досліджень, особливо в галузі охорони здоров'я та в меншій мірі в соціології, демонструє існування негативної кореляції між соціально-економічним статусом та різними екологічними ризиками [6]. Подальший розвиток екологічної культури може і повинен гарантувати, що майбутні покоління матимуть шанс жити в здоровому та благополучного природному середовищі.

Екологічні проблеми, які з великою часткою виникли через будівельну галузь, безпосередньо пов'язані з глобальним потеплінням. Для зменшення впливу будівельної галузі на зміну клімату, утворення відходів, забруднення атмосфери та зменшення споживання природних ресурсів необхідним є втілення ряду заходів, які є принципами екологічного будівництва.

У 2018 році Брюссель представив стратегію щодо захисту клімату на період до 2050 року. У ній міститься вісім сценаріїв розвитку, два з них передбачають скорочення викидів парникових газів на 100 відсотків. Решта шість, як і відповідна стратегія, вироблена в Німеччині, передбачають можливість скорочення шкідливих викидів на 80-95 відсотків. У документі говориться в першу чергу про відмову від використання нафти, природного газу

і кам'яного вугілля, при згорянні яких в атмосферу викидається вуглекислий газ [7].

Однак, країнами-лідерами за кількістю викидів парникових газів у атмосферу є Китай, США, Індія, Росія та Австралія. Тому кліматична політика Європейського Союзу без їх участі немає сенсу [8]. Однак, станом на сьогоднішній день, країнам-учасницям кліматичних конференцій ООН, яких майже 200 (остання відбулася у грудні 2019 року), досі не вдалося дійти згоди в єдиній стратегії боротьби із глобальним потеплінням і вони не уклали згоди про зобов'язання зменшити викиди парникових газів в атмосферу.

Хоча наразі ще не досягнуто світової згоди між всіма країнами у зобов'язаннях про зменшення викидів парникових газів в атмосферу, все ж Європейський Союз продовжує свою «зелену» політику та впевнено рухається за своєю стратегією. До речі, Японія також заявила про свої наміри скоротити викиди парникових газів до нуля до кінця 2050 року.

Сучасне екологічне мислення наголошує на тому, що люди, на відміну від інших форм життя на планеті, мають свідомість, і це відрізняє їх, головним чином, від тварин, які живуть лише інстинктами. Людина здатна аналізувати та приймати раціональні рішення. До того ж, сьогодні, майже у кожного з нас є можливість вибору буквально у всьому. Як говорить народна мудрість – «хочеш змінити світ – почни з себе», і це є абсолютною правдою світу. Кожна окрема людина має значення. Кожен може змінити світ на краще, почавши із себе. Екологічне мислення об'єднує усіх живих істот на планеті - людей, тварин, рослин – в одне ціле. Це наша екосистема. І якщо тварини та рослини не мають свідомості, то ми його маємо, і саме ми, люди, кожен день робимо той самий вибір та вирішуємо, яким буде завтрашній день, та впливаємо на те, яким день буде через 1000 років.

Для вирішення екологічних проблем важливо проаналізувати та виділити найбільш екологічно важливі сфери життя суспільства та визначити їх частки у використанні ключових природних ресурсів. На рівні державного споживання можна виділити три основні групи споживачів: охорона здоров'я (лікарні,

реабілітаційні заклади, освіта / навчання (дитячі садки, школи та університети) та соціальне життя (включаючи поліцію, військові та інші державні служби). При аналізі решти груп споживачів щодо їх частки у використанні ключових ресурсів, виявляється, що загальна потреба в будівництві житла, їжі та транспорті становить близько 70% видобутку матеріалів, споживання енергії та землекористування [9]. Саме тому так важливо покращити екологічні показники у цих масштабних секторах. Фокус екологічної культури має бути направлений на надання громадськості рекомендацій щодо покращення рівню екологічності приватного житла (екологічність будівельних матеріалів, розмір будинку, економічність у використанні ресурсів, наявність екологічної системи опалення або кондиціонування повітря, системи рециклізації матеріалів тощо), транспорту (використання електро-автомобілів, використання громадського транспорту з метою зменшення пробок тощо), та харчування (місцеві еко-продукти, зменшення споживання продуктів тваринного походження тощо) - це три сфери, в яких поведінка суспільства особисто має найсильніші екологічні наслідки. Загальноприйнята усвідомленість та увага громадськості до того, що є екологічно важливою поведінкою, як правило, розходяться з цими науково встановленими фактами. Виходячи з того, що екологічні проблеми (також) спричинені неадаптивною поведінкою індивіда, багато досліджень зосереджено на питаннях, які фактори визначають цю поведінку-поводження та як може бути змінено шкідливу для довкілля поведінку людей. Існує дві протилежні школи думок з цього питання: психологічний та структурний підхід. У той час як психологія, як правило, надає пріоритет впливу на психологічне відношення людини до природи (через моральну відповідальність, зміну цінностей, екологічну освіту тощо), соціологія та економіка чітко віддають перевагу структурним установкам (зручний доступ до попередньо запропонованих альтернатив, законодавчі обмеження, фінансова винагорода за позивні екологічно направлені дії тощо).

На забезпечення енергією житлових приміщень припадає близько 32% від загального енергоспоживання населення, а з урахуванням сезонного опалення,

становить 49%, включаючи пасажирський транспорт. Таким чином, зменшення потреби в енергії для опалення будинків могло б суттєво сприяти економії енергетичних ресурсів планети.

На будівництво житла припадає приблизно 29% загального споживання матеріалів, що включають усі сировини та ресурси, необхідні для будівництва й обслуговування квартир і будинків, включаючи матеріали, які стають необхідними в кінці життєвого циклу будівлі з метою її знесення.

Будівельний сектор є основним фактором, що збільшує ущільнення ґрунту, що є добре для будівництва, та має ряд шкідливих наслідків для природи, такі як порушення структури ґрунту, порушення циркуляції води та повітря ґрунтових шарів, порушення терморегуляції ґрунту та випаровування вологи, порушення росту рослин тощо.

У зв'язку з масштабним впливом житлового сектору на екологічні аспекти навколишнього середовища, екологічна культура приділяє значну увагу пошуку можливостей для економії використання земель, матеріальних та енергетичних ресурсів.

Оскільки вплив архітектурно-будівельної галузі є визначальним, логічним та раціональним продовженням є поява та розвиток науково-дослідних і практичних напрямів, пов'язаних з проєктуванням та дизайном внутрішнього простору житла із застосуванням екологічного підходу. Як і будь-яка інша актуальна наукова галузь, еко-дизайн розвивається шляхом накопичення теоретичного та експериментально-практичного досвіду світового екологічного домобудівництва.

Екологічний дизайн – один з напрямів всесвітнього екологічного руху, вид проєктної діяльності, який приділяє ключову увагу гармонізації відносин людини і природи, відновленню навколишнього середовища та ресурсів, органічного включення створених людиною технологічних продуктів в середовище, та екологічному підходу в проєктній культурі [10].

Більша частина екологічних проблем зазвичай має водночас глобальний, регіональний і галузевий характер, тому еко-дизайн за принципом своєї

організації також є централізованим, децентралізованим та технологічним одночасно [10].

Сфера екологічного дизайну розглядається у єдності технічних, методологічних та художньо-естетичних чинників, що дозволяє вирішувати глобальні проблеми сучасного світу, об'єднуючи піклування та збереження екосистеми з технологічним прогресом, при цьому зберігаючи культурно-екологічні та художньо-естетичні традиції різних країн та народів.

Еко-дизайн приділяє ключову увагу гармонізації відносин людини і навколишнього середовища; сферу комплексної дизайнерської діяльності, спрямованої на реалізацію в об'єктах, що проєктуються, зближення вимог природного середовища зі споживчими і естетичними вимогами людини: охорони довкілля, економії природних ресурсів, безвідходних технологій виробництва, організації процесів розумного споживання та перероблення продукції, в тому числі, з урахуванням цінностей, досягнутих попередніми поколіннями в сфері взаємовідносин людини і природи [11]

В основі екологічного підходу до проєктування да дизайну житла полягає ідея доцільного «розумного» використання природних ресурсів і мінімізації негативних впливів урбанізації на навколишнє середовище. На його виникнення вплинула зміна парадигми: відношення до природних ресурсів та самої природи як до чогось нескінченного та невразливого. Логічною реакцією стала безліч розробок по відновленню використаних ресурсів, переробці відходів і вторинному застосуванню сировини. Крім цього, екологічна ситуація великих міст стала каталізатором появи архітектурно-дизайнерських проєктів нетрадиційних, незвичайних будинків і споруджень із специфічним внутрішнім простором, заснованих на застосуванні екологічних матеріалів, поновлюваних джерелах енергії, сучасних будівельних технологіях.

Розглядаючи виробничі критерії «екологічної якості» виробу (продукту), зазначимо, що до них належить наявність замкненого циклу виробництва, зменшення матеріалоемності, можливість повторного використання матеріалу, максимально можлива економія матеріалу та енергії під час виробництва тощо.

Витримування усіх критеріїв екологічної якості є передумовою створення «зеленого» виробу – такого, що має бути адекватним довкіллю [11].

Завданням екологічної архітектури є те, що вона повинна працювати з природою, а не проти неї; повинна бути спрямована на досягнення максимального використання природних відновлювальних джерел енергії, таких як сонце, земля, вітер, вода, а у будівництві та створенні дизайну внутрішніх середовищ, наскільки це можливо, використовувати екологічно чисті матеріали. Важливо усвідомити, що для досягнення стійкої екологічної архітектури необхідний інтегрований підхід до проектування, а відповідні стратегії проектування повинні бути сформульовані з самого початку. «Зелена» архітектура повинна бути енергозберігаючою, енергоефективною, та раціональною у використанні технології. Хоча деякі будівлі можуть використовувати низькотехнологічні рішення для досягнення своїх цілей, інтелектуальні системи та елементи можуть вимагати специфікації за особливих обставин. Щоб будівля була екологічно стійкою, вона повинна реагувати на соціальні та економічні умови контексту, в якому знаходиться, а також повинна реагувати на можливі майбутні зміни в експлуатації будинку, які можуть трапитися внаслідок різних соціально-економічних умов. Тому будівля повинна бути економічно вигідною (економною) та екологічно пристосованою. Будівель повинні враховуватися.

Загальний вплив будівництва на навколишнє середовище є результатом екологічних навантажень, що виникають протягом життєвого циклу будівлі. Це; початковий вплив, щорічно повторюваний вплив та вплив деконструкції. Початковий вплив відбувається під час проектування та будівництва будівлі, включаючи діяльність з управління проектами, використання матеріалів, будівельні процеси та утилізацію відходів. Щорічний вплив, що повторюється, є результатом використання енергії для опалення, освітлення, вентиляції та охолодження, а також ремонту та реконструкції, що відбувались протягом тривалого терміну експлуатації. Останній етап, деконструкція, відбувається під час знесення будівлі.

Традиційно життєвий цикл продукту (виробу), опісля закінчення терміну експлуатації (рис. 11) [11] або втрати своїх якостей, закінчується звалищем або знесенню, у випадку архітектурних конструкцій. Сучасні вчені та архітектори, які займаються проектуванням еко-об'єктів, наголошують на необхідності екологічності (тобто, замкнутості) життєвого циклу об'єкта (рис. 12) [11] та застосуванні відомих інженерних та технологічних досягнень в області енергозбереження, енергозабезпечення та екологічності процесу життєдіяльності будівлі.



Рис. 11. Традиційний життєвий цикл життя продукту [11]



Рис. 12. «Зелений цикл» життя продукту [11]

Екологічна архітектура розглядає будівлі як частину природного середовища.

Таким чином, концепція екологічного будівництва базується на таких основних принципах:

- Дизайн з урахуванням особливостей місцевих кліматичних умов (вибір форми будівлі, орієнтація будівлі, організація внутрішнього простору тощо);
- Дизайн з урахуванням культурного та соціального середовища (враховуються культурні особливості місцевості);
- Дизайн з використанням сучасних еко-технологій (для забезпечення будинку енергетикою та всіма необхідними ресурсами).

## **1.2. Аналіз світового досвіду проєктування екологічної архітектури.**

Екологічна архітектура, якою ми її знаємо сьогодні, розвинулася на хвилі захисту навколишнього середовища, яка розпочалася ще на початку ХХ століття, та спрямована на боротьбу з поширеним архітектурним будівництвом, який завдає шкоди нашій планеті.

Екологічна культура та екологічне мислення вимагали змін у традиційній будівельній галузі. Так, завдяки архітекторам та дизайнерам, поступово зародився екологічний дизайн та перетворився у світову тенденцію.

Перші помітні екологічно орієнтовані кроки в будівництві та дизайні житла зробили відомі архітектори і дизайнери Френк Ллойд Райт (США) та Алваро Аалто (Фінляндія) у 1920-30-ті роки ХХ століття, які акцентували увагу на «естетиці природоподібності» і «органічному проєктуванні» [11]. З часом ця концепція знайшла своє застосування у проєктному напрямку, який отримав назву «органічний дизайн» [11].

Ф.Л. Райт вважав, що архітектура повинна не тільки вдало спроектована та збудована у природний ландшафт, але й повторювати його форми та



використовувати органічні матеріали. Одним із найвідоміших його проєктів став «Будинок над водоспадом» (рис. 1, 2) [12], збудований у Пенсильванії (США) у 1936-1939 рр., який став шедевром теорій Райта про органічну архітектуру.



Рис. 13, 14. «Будинок над водоспадом», Пенсильванія, США [12].

Архітектор спроектував «Будинок над водоспадом» серед гір, над діючим водоспадом гірської річки, і будинок ніби виростає із скелястого ландшафту місцевості. Особливістю архітектурної концепції цього будинку є відсутність симетрії. Його бетонні тераси ніби нависають над водоспадом, привертаючи увагу до води, поважаючи її простір. Незважаючи на те, що тераси зависають, вони фактично прикріплені до центрального кам'яного димоходу будинку за допомогою консолей; просторі тераси займають близько половини будівлі, тоді як внутрішні простори кімнат невеликі з низькими стелями, створюючи захищену печеру серед нерівного ландшафту. Будинки Ф.Л. Райта зазвичай розширюються від центрального каміна, який, на його думку, має бути центром будь-якого будинку. Будівля малює природу на трьох своїх поверхах: природні скелі виступають із центрального каміна, південне світло проникає через великі кутові вікна, а шум водоспаду завжди присутній.

Ф.Л. Райт не зупинився на проєктуванні однієї лише будівлі. За його ескізами були створені багато предметів інтер'єру: килими, столи, стільці і лампи. В середині будинку практично повністю відсутня штукатурка. Щоб пом'якшити надмірно суворий вигляд кам'яних стін і залізобетону, в інтер'єрі активно застосована обшивка з дерева [12].

### Проект Аркосанті.

У 60-х роках ХХ століття американський архітектор Паоло Солері, родом із Італії, наставником якого був ніхто інший, як Френк Ллойд Райт, запропонував поняття «аркології» (містобудівної концепції), що є синтезом екології та архітектури [10]. Свої ідеї Солері втілював у масштабному проекті міста під назвою Аркосанті, що був розпочатий у 1970 році (рис. ) [13].



Рис. 15, 16 Місто Аркосанті. Вид з півдня [13]



Рис.17 Архітектура міста Аркосанті [13]

Екологічні концепції Френка Ллойда Райта мали неабиякий вплив на професіональне мислення Паоло Солері. Так він схвалив аркологію як архітектурну філософію, яка передбачала створення густонаселених екологічно чистих міст. У 1960-х Солері взявся за реалізацію своїх ідей. Він купив 860 акрів у пустелі, за 70 миль на північ від Фенікса, штат Арізона, щоб збудувати там окреме місто, і працював над своїм проєктом майже 40 років, з 1970 року до своєї смерті в 2013 році. Аркосанті був його життєвим проєктом, де він вважав, що місто і будівництво не повинні завдавати шкоди навколишньому середовищу.

Проєкт передбачав будівельну техніку, в якій замість цементу для замішування бетону застосовується ґрунт, а також ефективні інфраструктури (водопостачання та каналізацію), мінімізацію використання енергії, землі та природних ресурсів; була також значно скорочена кількість відходів, що у свою

чергу позитивно вплинуло на навколишнє середовище та рівень забрудненості міста.

Всього 6000 добровольців допомагали Солері будувати своє екологічне місто групами протягом багатьох років. Проєкт Солері спочатку був розроблений для проживання 5000 людей. Однак, оскільки місто не розрослося до великого розміру, зараз місто налічує 13 будівель, які можуть прийняти до сотні жителів.

Аркосанті славиться своїми куполами та великими арками. Він містить керамічну майстерню, пекарню, басейн та амфітеатр для проведення концертів.

Перший пасивний будинок.

Концепція екологічної архітектури передбачає створення енергоефективних будівель. Так, перший у світі пасивний будинок був побудований понад 25 років тому. Чотири сім'ї побудували терасовий житловий комплекс в Дармштадт-Кранішштайн (Німеччина) як приватну забудову та переїхали до своїх нових будинків у 1991 році. Раніше багато амбіційних будівельних проєктів не відповідали очікуванням, пов'язаним з енергоефективністю. У деяких скандинавських країнах на той час вже були звичні будинки з низьким енергоспоживанням. Це показало, що при правильному впровадженні пасивні принципи виявилися ефективними і вони мали довший життєвий цикл, ніж активні системи. Концепція пасивного будинку тепер доводить, що можна значно перевершити принципи будинку з низьким енергоспоживанням і що споживання енергії вичерпних ресурсів на опалення може бути зменшено майже до нуля.

Власники будівель вирішили надати товщину ізоляції на зовнішніх стінах 27,5 см, що було досить незвично в ті часи. Крім того, вони розробили систему вентиляції з високоефективною рекуперацією тепла, яка використовувала дуже мало електроенергії, а вікна мали потрійне скління для кращого теплозбереження. Потрійне скління ще не було на ринку в той час, тому забудовники замовили їх на замовлення.

Ізольовані рами також не застосовували в ті часи, тому звичайні дерев'яні віконні рами були термічно зміцнені за допомогою ізоляційних оболонок, що складаються з твердої пінополіуретанової піни, накладеної на них. Перший у світі Пасивний будинок підвищив свій і без того високий рівень енергоефективності завдяки застосуванню відновлюваної енергії, коли в 2016 році власники будівель встановили фотоелектричну систему на даху. З тих пір цей будинок виробляє власну електроенергію та відповідає критеріям класу «Пасивний будинок плюс», на що він також пройшов сертифікацію.



Рис. 18 Перший у світі пасивний будинок у Дармштадт-Кранішштайн [14]

Ізольовані рами також не застосовували в ті часи, тому звичайні дерев'яні віконні рами були термічно зміцнені за допомогою ізоляційних оболонок, що складаються з твердої пінополіуретанової піни, накладеної на них. Перший у світі Пасивний будинок підвищив свій і без того високий рівень енергоефективності завдяки застосуванню відновлюваної енергії, коли в 2016 році власники будівель встановили фотоелектричну систему на даху. З тих пір цей будинок виробляє власну електроенергію та відповідає критеріям класу «Пасивний будинок плюс», на що він також пройшов сертифікацію.

Успіх цього піонерського проєкту підтверджений подальшим розповсюдженням концепції пасивного будівництва по всьому світу.

Нині численні регіони та муніципалітети ЄС прийняли стандарти пасивних будинків як обов'язкову вимогу для всіх нових проєктів громадського

будівництва, адже таким чином можна зробити значний внесок у захист клімату та збереженні вичерпних природних ресурсів. Так, муніципалітет Франкфурта (Німеччина) один з перших зробив внески про пасивне будівництво до законодавства ще в 2007 році, відповідно до яких всі новобудови у місті, мають бути споруджені відповідно до стандарту пасивного будинку. Столичний регіон Брюсселя, з січня 2015 року ввів стандарт пасивного будинку, який є обов'язковим для всіх новобудов, а також для всіх модернізацій, будь то державних чи приватних та житлових чи нежитлових.

Однак і без законодавчих вимог різні громадські організації у багатьох країнах світу визнали переваги стандарту пасивного будівництва та підтримують будівництво пасивних будинків. Кількість місцевих органів самоврядування, які звертають увагу на стандарт пасивного будинку та вигоди, які він приносить, зростає.

Енергоефективні будинки Domespace.

Відома французька компанія «Domespace» [15] з 1988 року успішно проектує та будує еко-будинки по всьому світу, які на 95% збудовані з екологічно чистої деревини. Завдяки чому будинки «Domespace» не накопичують вуглекислий газ та не є джерелом радіоактивного випромінювання.

Будинки «Domespace» вирізняються серед інших будівель не лише екологічністю будівельних матеріалів, але і своєю аеродинамічною формою. Сферична форма еко-будинку «Domespace» обумовлена її органічністю та енергоефективністю, а також має стабільність до землетрусу до 8-ми балів за шкалою Ріхтера. У якості теплоізоляції використовується прошарок коркового дерева (містить 95% повітря), що розміщується в стінах і під підлогою. Також, будинки «Domespace» можуть обертатися за допомогою рычага, таким чином, власник будинку за бажанням може змінювати вид з вікна.



Рис. 19, 20 Еко-будинок «Domespace» [15]

#### Еко-будинок «Перший промінь сонця»

Цей невеликий, але показовий проєкт, розташований на березі затоки Хокс-Бей, у Новій Зеландії, на 100% екологічний та оснащений сонячними панелями для автономного енергозабезпечення. Цей еко-будинок був спроектований студентами із Університету королеви Вікторії у Веллінгтоні, їхнім завданням було спроектувати невеликий економічний еко-будинок, що буде працювати на сонячній енергії (рис. 21) [16].



Рис. 21 Еко-будинок «Перший промінь сонця». Екстер'єр [16]

За проєктом студентів, будинок був побудований і представлений публіці у 2011 році. Після цього його розібрали, упаковали в грузовий контейнер і відправили до Вашингтону (США). Там він прийняв участь у міжнародному

конкурсі Solar Decathlon і посів третє місце. Після церемонії нагородження будинок розібрали повторно та повернули до Нової Зеландії. В даний час будинок стоїть на пляжі Вайнарама, Нова Зеландія [16].

Головний фасад розвернутий на північ, щоб вловлювати максимальну кількість сонячного світла (будинок знаходиться в південній півкулі). Дах зібраний із дерев'яних рейок, зовнішній фасад обшитий модульними панелями з кедра, які легко знімаються для транспортування. Вся деревина, використана при будівництві будинку, має сертифікат екологічної відповідності, який свідчить про те, що виготовлення цих лісоматеріалів не зашкодили екосистемі лісів. Всі дерев'яні деталі оброблені морилкою на водній основі, а замість лаку використовувалися натуральні рослинні масла [16].



Рис. 22, 23 Еко-будинок «Перший промінь сонця». Інтер'єр [16]



Стеля і вхідні двері зроблені з потрійних склопакетів, заповнених аргоном. Для забезпечення кращої ізоляції усі рами виготовлені з термічно обробленого дерева. Підлога в будинку частково бетонна, частково дерев'яна. Протягом дня бетон поглинає тепло, а ввечері віддає його, зігріваючи будинок.

Меблі та тканини у будинку виготовлені із відновлених матеріалів і з таких, які мають «зелений» життєвий цикл (рис. 22, 23).

Деякі вітчизняні будівельні компанії, враховуючи європейські стандарти, пропонують проекти еко-будинків, збудованих за різними технологіями, найчастіше, це будівництво із лісоматеріалів чи соломи. Так, наприклад, екологічні та енергоефективні «канадські» будинки від компанії "Екопан" [17] будуються за панельно-каркасною технологією, яку ще називають SIP-технологією (Structural Insulated Panel — структурна ізоляційна панель). Будинок складається подібно до конструктора, будівництво займає лише декілька місяців та досить економне за ціною [17]. «Канадськими» такі будинки називають через те, що в таких спорудах проживає більшість населення Канади, Норвегії, Фінляндії, Швеції та півострова Аляски. Будинки пристосовані для суворого клімату цих регіонів. Панелі товщиною 30 см дозволяють будівлі не промерзати у сильні морози навіть без опалення (рис. 24) [17].



Рис. 24 «Канадські» будинки від компанії "Екопан" [17]

Вітчизняна компанія «Life House Building» будує будинки по всіх Україні із доступного місцевого органічного матеріалу – соломи (рис. 25, 26). За

спеціальною технологією: спочатку готується дерев'яний каркас, а потім гідравлічним пресом у його пресується соломі. Після цього вона обрізається, і після цього прийде рівна панель [17].



Рис. 25, 26 Солом'яні будинки від компанії «Life House Building» [17]

Завдяки простому процесу, термін будівництва будинки займає лише кілька місяців. У 2017 році компанія отримала державну сертифікацію своїх конструкцій і тепер надає гарантію на весь термін їх експлуатації [17].

Компанія «Life House Building» втілила понад тридцять проєктів у Дніпрі, Києві, Харкові, Львові, Вінницькій області, Запоріжжі та Криму експлуатації [17]. Хоча в Європі технологія будівництва із соломи використовується вже тривалий час, в Україні лише набирає обертів.

### **1.3. Екологічні принципи, що впливають на формування інтер'єру приватного будинку.**

Процес будівництва еко-будинку проходить три стадії проектування. Перший етап – ранній етап оцінки проєкту, коли розглядається доцільність різних технологічних рішень для забезпечення екологічної стійкості будівлі. На другому етапі архітектори та інженери визначають форму, планування, та матеріали, які будуть використовуватися для будівництва. Заключною стадією є дизайн внутрішніх приміщень, зовнішнього облицювання будинку, дворику тощо. Процес досягнення кращих екологічних показників у будівництві та дизайні житла потребує ретельних розрахунків та планування на всіх трьох етапах будівництва.

Проаналізувавши вищезазначені основні стадії проектування еко-будинку, можна зробити висновок, що кожна з цих стадій буде впливати на формування інтер'єру приватного будинку. Отже, основними принципами екологічного дизайну є:

Енергоефективність.

Стійкість будівельних матеріалів.

3. Застосування еко-естетики,

Енергоефективність житлових об'єктів визнана одним із пріоритетів стратегії європейського енергетичного союзу [18]. Очікується, що підвищення енергоефективності дозволить зменшити викиди парникових газів, знизить залежність від імпорту нафти та газу, створить робочі місця, підвищить енергетичну безпеку, підтримає наукові дослідження, науковий прогрес та інновації і підвищить конкурентоспроможність. Будівельний сектор на сьогодні є найбільшим сектором ресурсного споживання в Європі та споживає приблизно 40% первинної енергії та видає 36% парникових викидів [19].

Європейський Союз створив законодавство, дія якого спрямована на зменшення споживання енергії будівельним сектором. Ключовою частиною цього законодавства є Директива про енергетичні характеристики будівель [20], вперше опублікована в 2002 році, яка вимагала від усіх держав-членів ЄС

вдосконалення своїх будівельних норм та запровадження схем енергетичної сертифікації також для уже існуючого будівельного фонду. У той же час реконструкція існуючих будівель дає можливість створити локальні робочі місця, стимулювати економіку та отримати фінансові заощадження.

Беручи до уваги, що більшість модернізацій виконуються поетапно, важливо розуміти, що процеси оптимізації енергоефективності у будівельному секторі, розпочаті на початку 2000-х рр. є не кардинальними заходами, а отже, не можуть досягти високого рівня ефективності за 20-30 років. Так, відповідно до стратегії ЄС, поступове зменшення енергетичних потреб будівельного фонду до 2050 року має скоротити вживання традиційних енергоресурсів на 50-60%.

Оскільки життєвий цикл більшості будівельних компонентів, особливо каркасу будівлі, становить 40–60 років, подальших покращень цієї помірної ефективності очікувати не слід у наступні десятиліття. Тому вже зараз дуже важливо почати з глибоких заходів модернізації, щоб досягти рівня енергоефективності, що підтвердить майбутні прогнози. Тільки таким чином можна буде зробити будівельний сектор придатним для стійкого енергозбереження.

Директиви ЄС про енергетичну ефективність будівель [21] встановлюють впровадження майже нульових енергетичних будівель як цільове значення починаючи з 2018 року. Нульові енергетичні будівлі визначаються як будівлі з дуже високими енергетичними показниками, де потреби в енергії, переважно, повинні покриватися відновлюваними джерелами енергії. Більше того, покращення енергоефективності в будинках було зосереджено головним чином на скороченні експлуатаційних викидів (наприклад, пов'язаних з опаленням, вентиляцією, системами кондиціонування, гарячою водою, освітленням, побутовими приладами).

Отже, визначальною передумовою оптимізації енергоефективності та екологічної стійкості у будівельному секторі є перехід із традиційних викопних обмежених енергетичних ресурсів на відновлювані екологічно чисті джерела

енергії, що надалі забезпечить соціальний, економічний та екологічний добробут.

Використання стійких матеріалів в архітектурі та дизайні – це ефективний спосіб зменшити вуглецевий слід в еко-будинку та у суспільстві в цілому, оскільки вони не завдають довгострокової шкоди навколишньому середовищу екологічних проблем та ведуть до оздоровлення планети.

При формуванні інтер'єру приватного житлового будинку з використанням екологічного підходу у виборі оздоблювальних матеріалів, меблів та предметів декору найважливішими критеріями є низький вміст вуглецевого сліду, нетоксичність, «зелений» цикл життя та рециклізація, раціональність використання, мультифункціональність, простота обслуговування, довговічність, економічність та вибір матеріалів місцевого походження і виробництва.

## **Висновки.**

Нові екологічні умови вимагають нової архітектури. Ця нова архітектура буде надзвичайно раціональною та високо функціональною, і виглядатиме інакше, ніж звичні образи архітектури сьогодення та архітектури минулих часів.

Враховуючи сучасні світові екологічні тенденції, найраціональніший спосіб будівництва нових або реконструкції вже існуючих будівель - це насамперед підвищення їх енергозберігаючих характеристик. Енергетичні показники таких будинків можна оптимізувати екологічними технологіями для досягнення повного енергозабезпечення, та зрештою доповнити внутрішнім дизайном приміщень з використанням екологічного підходу. Дослідивши історичні аспекти формування екологічного мислення та проаналізувавши світовий досвід будівництва з використанням екологічного підходу, можна зробити висновок, що такий підхід є оптимальним поєднанням основних принципів екологічного житла, кожен із яких буде детально розглянуто та проаналізовано далі у роботі.

## **РОЗДІЛ 2. ФОРМУВАННЯ ІНТЕР'ЄРУ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКОЛОГІЧНОГО ПІДХОДУ**

### **2.1. Прояв екологічних концепцій в об'ємно-планувальній структурі приватного житла.**

#### *Місце розташування будинку.*

Ідеальним місцем для будівництва екологічного житлового будинку буде територія з помірним кліматом, безперешкодним доступом до сонячного світла та тепла, з відносно рівнинним ландшафтом, поруч із лісом, річкою чи озером. Будинок також має бути розташований поблизу розвиненої інфраструктури, з транспортом, магазинами, школами, лікарнями та іншими закладами, що необхідні людині для забезпечення своїх потреб.

#### *Розмір та форма будинку.*

Раціональність, економічність та ефективність використання обмежених природних ресурсів є основними принципами стійкості, і це включає використання земель та будівельних матеріалів. Тому в екологічному домобудівництві компактність розміру та раціональність форми будинку є визначальними. Так, будинки з непропорційно великою площею та одноповерхові будинки потребують більшої частки землі, а також більше будівельних та ізоляційних матеріалів, що не відповідає вимогам екологічного будівництва.

Отже, з точки зору екологічності, будівельні концепції житла мають базуватися на компактному дизайні та чудовій ефективності, оскільки це дозволяє зменшити кількість енергії, необхідної для комфортного проживання у ньому (опалення/ охолодження, забезпечення гарячою водою, вентиляцію, тощо).

Функціональні, технічні та естетичні міркування сприяють визначенню форми та планувального рішення будинку. Надання будинку правильної форми та оптимальної орієнтації відносно Сонця дозволяють зменшити споживання енергії будинком. Втрати тепла, які виникають при природній та / або штучній кліматизації, є небажаними в екологічному будівництві. Згідно з дослідженнями,

форма будівлі впливає на втрати тепла та / або його збереження. Різні комбінації форм будівель впливають на коефіцієнт втрати тепла. Так, численні світові дослідження довели, що найбільш енергоефективними є будинки сферичної форми. Прямокутна форма будівельної конструкції будинку також вважається кращою за показниками енергозбереження за інші форми будівель, хоча технологія будівництва та матеріали відіграють не менш важливу роль.

#### *Орієнтація будівлі.*

Оскільки головним принципом еко-будівництва є енергозбереження та використання екологічно чистих джерел енергії, доступ до вільної енергії сонця, сила та напрямки вітру, топографічні дані, особливості ландшафту тощо діють як фактори, що впливають на вибір оптимальної орієнтації при проектуванні еко-будинку. Орієнтація будинку має бути спроектованою таким чином, щоб спростити та максимізувати доступ до використання відновлюваних джерел енергії. Хоча еко-будівництво відносно новий напрям у архітектурі та дизайні, практика будівництва житла та вибору його орієнтації відносно сонця стара як світ.

Школярі, як і більшість власників будинків, на питання, де сходить та заходить сонце, скажуть, що сонце сходить на сході, а заходить на заході, і, якби це було так, визначення оптимальної орієнтації у будівництві була б досить простою справою. Насправді, сонце сходить і заходить на сході та заході лише в весняний та осінній період, і щось інше відбувається протягом решти днів року. Нахил Землі призводить до того, що сонце сходить і заходить трохи на південь від сходу та заходу взимку, і трохи північніше сходу та заходу влітку. Цей невеликий кут залежить від пори року та відстані від екватора. Як результат, зимове сонце більшу частину доби знаходиться на південному небі, а літнє сонце - на північному небі (сонце переходить на південне небо протягом доби, залежно від широти). У Південній півкулі всі ці напрямки зворотні, тому зимове сонце сходить і сідає на північному сході та північному заході відповідно, а літнє сонце сходить і сідає на південному сході та південному заході відповідно.

Враховуючи кліматичні особливості регіону, оптимальне розташування будинку відносно Сонця є визначальним фактором енергоефективності будівлі та фундаментальною умовою сонячного еко-будівництва. Так, для нашого регіону, найбільш несприятливою для будинку є орієнтація на північ та захід, а також північний захід, не лише відносно сонця, а й відносно вітрів, які є найбільш холодними та посилюються в зимовий період року.

Будинок краще спланувати так, щоб кімнати, в яких мешканці будуть проводити більшу частину часу, такі як кухня, вітальня, спальня, знаходились на південній та східній сторонах. Внутрішні дворики також повинні бути побудовані на південній стороні, що дозволить використовувати прямі сонячні промені більше годин протягом дня та більше днів протягом року. Логічним до цього принципу буде розташувати гараж, пральню, топкову та інші приміщення, які використовуються рідше, у північній частині будинку, де вони будуть виконувати роль захисних кімнат проти холодних зимових вітрів. З цих же міркувань, більшість вікон слід розміщувати на південній та східній сторонах будинку, в той час, як на північній стороні має бути менше вікон, а огорожуючі конструкції будинку мають бути добре ізольованими та утепленими. У літній період широкий виступ даху може захистити від спеки затіненням вікон, як і зовнішні жалюзі та різні види дерев і кущів.

Дослідження підтверджують, що екологічні житлові будинки з оптимальною орієнтацією відносно Сонця, без додаткових сонячних характеристик, використовують на 10% -30% менше енергії на опалення у порівнянні з іншими будинками.

#### *Організація внутрішнього простору.*

Раціональна та екологічна організація внутрішнього простору житлового будинку має перевагу зменшення споживання енергії в період експлуатації будівлі. Після визначення потреб у опаленні приміщень відповідно до їх функції, слід визначити розташування цих приміщень на планах. Південні сторони відіграють важливу роль як природний ресурс теплової енергії в помірних кліматичних зонах. Загальновідомо, що житлові приміщення, в яких мешканці



проводять більшість часу, потребують більшого опалення, і якщо її розташувати у південній частині будинку, потреби в опаленні можуть бути зменшені до 30%. Оточення житлових приміщень, якими люди користуються більше, приміщеннями, які не потребують постійного обігріву, та побудова буферних перехідних зон з обслуговуючими приміщеннями, горизонтальна і вертикальна площина на зовнішніх частинах – це методи, які використовують для зменшення тепловтрат у житловому будинку.

Організація внутрішнього простору повинна бути спланована з урахуваннями сезонних кліматичних змін конкретної місцевості, де зводиться будинок, планування має бути виконаним таким чином, щоб спростувати процеси обігріву приміщень у зимовий період, а в літні місяці полегшувати процес їх охолодження. Розташування та напрямки просторів повинні визначатися таким чином, щоб враховувати переважаючі напрями вітрів. Слід враховувати організацію простору, яка створює природну вентиляцію (перехресна вентиляція) між північним та південним фасадами. Не можна забувати, що простори, які отримують сонце взимку, надмірно нагріватиметься влітку. У зв'язку з цим повинні бути вжиті заходи, що захищають приміщення від літнього сонця на південній стороні (тобто затінення деревами, парасольками, озеленінням даху рослинами, застосування вентиляції тощо).

#### *Огороджуючі конструкції.*

Архітектори та інженери створюють форму, визначену огороджуючими елементами конструкції екологічного житлового будинку, яка відповідає функціональним, структурним та естетичним міркуванням. До огороджуючих конструкцій відносяться всі стіни, вікна, двері та дах, що виходять назовні, а також плити перекриття та стіни підвалу. Огороджуючі конструкції житлового будинку охоплюють різні простори та забезпечують контрольований доступ до них. Огороджуючі конструкції розглядаються не просто як захист, а також і як комунікація із навколишнім середовищем.

Вітер, доступність та напрямки сонячних променів, опади, природна вентиляція, денне освітлення та рівень шуму вказують на зв'язок будівлі із

зовнішнім середовищем та впливають на форму і дизайн огорожувальні конструкції житлового будинку. Для того, щоб підтримувати комфортні умови в приміщеннях еко-будинків, всю обшивку будівлі потрібно ідеально ізолювати, щоб запобігти витоку повітря. Незалежно від конструкції, матеріалів або будівельної технології завжди застосовується одне правило: і ізоляційні, і герметичні шари повинні бути безперервними.

Огорожувальні конструкції будівель складаються не тільки з «нерозбитих» будівельних елементів, таких як стіни, дахи та стелі, але також включають краї, кути, з'єднання та прорізи. Будинок може втрачати тепло через ці точки, відомі як теплові мости.

Запобігання тепловим мостам є одним із найефективніших заходів енергозбереження, що нині існують. Дотримання деяких простих правил може допомогти зменшити теплові втрати, спричинені тепловими мостами.

У екологічному будівництві запобігання тепловим мостам є одним із визначальних принципів. У не герметичній будівлі повітря протікає крізь стіни огорожувальної конструкції будівлі. Коли повітря, що проходить, охолоджується, волога в ньому конденсується, спричинюючи цвіль і структурні пошкодження. Погана акустична ізоляція та значні втрати тепла є вагомим недоліком негерметичних будівель. Натомість герметичність допомагає запобігти протягам, холодним кишенькам та структурним пошкодженням, що виникають внаслідок зазорів в огорожувальних конструкціях. Натомість, у герметичних будинках система вентиляції гарантує необхідну кількість свіжого повітря в контрольованому режимі.

Герметичність є одним з найкращих економічних заходів, які можна вжити для підвищення енергоефективності екологічного житлового будинку. На щастя, відносно просто побудувати будівлі герметично, хоча потрібно ретельне планування. Для кожної будівлі екологічного будинку проводиться тестування на герметичність або тиск повітря, щоб переконатися, що будинок відповідає суворим вимогам щодо стандартів герметичності. Випробування проводиться

шляхом вимірювання загальної витoku повітря в будівлі під позитивним тиском, а потім знову під негативним тиском.

Це випробування на тиск, необхідне при будівництві за стандартом еко-будинку, найкраще проводити якомога раніше, щоб усі виявлені витoki могли бути легко запечатані. Ці зусилля того варті; герметичні будівлі мають багато переваг, включаючи кращу звукоізоляцію, зменшені потреби в енергії та підвищений рівень комфорту без ризику протягів та пошкодження конструкції.

Забезпечення герметичності огорожувальних конструкцій будівлі знижує ризик пошкодження конструкції. Герметичності будівлі можна досягти завдяки ретельному плануванню та розумним рішенням, таким як повна штукатурка інтер'єру, використання армованого будівельного паперу або дерев'яних композитних плит. Важливими є також будівельний матеріал та правильний монтаж усіх герметичних будівельних компонентів, таких як вікна та двері. Звичайно, нанесення ізоляційного шару на зовнішні стіни збільшує їх товщину. Якщо додатковий утеплювач застосовується для вже існуючого будинку, особливо декоративних фасадів 19 століття або у випадку класичної цегляної кладки, ізоляційний шар слід зробити із зсередини.

#### *Утеплення внутрішніх стін.*

Застосування хорошої ізоляції на зовнішніх стінах - завжди найкращий варіант утеплення приміщень житлового будинку, і тому важливо вивчити кожен можливий варіант зробити це. Однак у деяких випадках зовнішнє утеплення просто неможливе, наприклад, для історичних чи цегляних будівель. Добре сплановане та виконане утеплення будинку із середини, безумовно, кращий варіант, ніж взагалі відсутність утеплення. На відміну від зовнішньої ізоляції, внутрішня ізоляція має деякі труднощі: наприклад, вона повинна бути виконана дуже герметично, а теплові мости повинні бути максимально зменшені, щоб усунути холодні ділянки, які можуть призвести до виникнення цвілі.

У новобудовах утеплювач можна застосовувати під плитами перекриття. Це те, що явно неможливо для існуючих будівель. Альтернативою може бути нанесення ізоляції під плитою перекриття та / або використання зовнішньої

ізоляції, яка наноситься на всю зовнішню стіну і яка продовжується до фундаменту. У новобудовах з підвальними приміщеннями утеплювач може бути застосований уздовж стін підвалу. Це допомагає зменшити втрати енергії через теплові мости, одночасно підвищуючи температуру внутрішньої поверхні приміщень вищих поверхів будинку.

Внутрішня штукатурка може забезпечити герметичне ущільнення в будинках із бетонними стелями, якщо пошкодження усунені, а штукатурка безпосередньо прилягає до незавершеної підлоги. Гарантувати безперервну герметичність стель з дерев'яного бруса складніше через балочні з'єднання із зовнішньою стіною. Якщо на фасад наноситься ізоляція, може бути вигідним нанесення необхідного клею рівномірно по всій поверхні, щоб створити герметичний шар на рівні вихідного зовнішнього покриття стіни.

Верхня стеля (плівка) пароізоляції, яка необхідна для уникнення пошкоджень будівлі від вологи, також може служити герметичним шаром.

Залежно від положення утеплювача, стеля підвалу або залізобетонна плита перекриття може утворювати нижню межу будівлі. Якщо стеля підвалу не герметична, то герметична стяжка може служити герметичним шаром. Нові вікна можуть бути оснащені оштукатуреним ущільнювальним рукавом.

Герметичність конструкції також допомагає запобігти росту цвілі у внутрішніх приміщеннях. Однак добре утеплені герметичні будівлі обов'язково повинні включати встановлення вентиляційної системи для достатньої кількості чистого повітря та запобігання надмірному накопиченню вологи у приміщенні.

### *Вікна.*

Як найслабший елемент огорожуючої конструкції будинку, вікна вимагають особливої уваги в будівництві екологічного житла, і дуже важливо, щоб встановлені вікна були високої якості. Залежно від клімату можуть знадобитися різні рівні ізоляції каркаса будівлі та різні характеристики скління, щоб забезпечити задоволення вимог щодо теплового комфорту для житлових приміщень.

Віконна рама відіграє особливо важливу роль у цій конфігурації. У більшості випадків, тонкі рами та більші скляні поверхні є кращим варіантом, оскільки теплові показники скла кращі, ніж у рами, і дозволяють отримати більше сонячного тепла. Рами повинні бути не тільки тонкими, вони повинні бути утепленими: втрати тепла через звичайні віконні рами набагато вищі, ніж через теплоізовані. Потрійне скління і утеплені рами, відповідно до вищезазначених специфікацій, є обов'язковими для прохолодного помірною клімату, в той час як у більш теплих кліматичних зонах, вікно з подвійним склопакетом та помірно ізовану рамою часто бувають достатніми. У холодному кліматі може знадобитися чотириразове скління та подальші вдосконалення утеплення каркаса.

Якщо вікно неправильно встановлено в стіні, можуть виникнути значні теплові мости. Таким чином, вікна у будівлях пасивного будинку повинні бути правильно розміщені в ізоляційному шарі стіни, щоб мінімізувати теплові втрати. Зазвичай це включає розширення ізоляції таким чином, щоб вона перекривала з'єднання у віконній рамі. У холодному та прохолодному кліматі це допомагає запобігти втратам тепла та підвищити температуру внутрішньої поверхні в цих місцях з'єднання. У жаркому кліматі перекриваюча ізоляція допомагає підтримувати прохолоду будівлі, знижуючи температуру внутрішніх приміщень.

Отже, в еко-будинку вікна потребують особливо ретельного планування. Технічні характеристики вікон, необхідні для досягнення стандарту екологічного пасивного будинку, залежать від місцевих кліматичних умов.

### *Вентиляція.*

Вентиляційна система відіграє вирішальну роль у будівництві екологічного будинку: вона забезпечує чисте повітря, усуваючи надлишок вологи та неприємних запахів там, де вони виникають.

З давніх часів природна вентиляція була найпоширенішим методом пропускання свіжого зовнішнього повітря, щоб замінити повітря в приміщенні будинку. Сьогодні це, як правило, не найкраща стратегія вентиляції, особливо

для екологічних енергоефективних герметичних будинків, оскільки відкриття вікон, як правило, призводить до втрат тепла, що збільшують загальну потребу еко-будинку в енергії. Природна вентиляція також зазвичай не забезпечує належного контролю вологості приміщень житлового будинку.

Функція комфортної вентиляції полягає у подачі свіжого повітря у потрібній кількості для житлової площі. Всі вентилятори, вентиляційні отвори та вентиляційне обладнання вдома працюють разом як «система вентиляції» для обміну повітрям у приміщенні та на вулиці. Механічні центральні вентиляційні системи можна поділити на два основні типи: витяжна, припливно-витяжна та припливно-витяжна система з рекуперацією тепла. Правильна система вентиляції для конкретного будинку залежить від клімату та потреб конструкції.

За нормами житлового будівництва у багатьох країнах ЄС, з 1980 року стало обов'язковим мати домашню вентиляцію. Так, витяжна системи (рис. ) є стандартними для Франції, Швеції та інших країнах Європи, і масово використовуються вже більше 50 років. Витяжна система витягує несвіже і вологе повітря з кухні, ванної та санвузла. У той же час свіже повітря (холодне повітря взимку) всмоктується через зовнішні повітрозабірники і надходить до житлових приміщень.

Однак для екологічного будинку у прохолодному кліматі цю просту систему не можна розглядати, оскільки надходить повітря холодне, тому втрати тепла будуть занадто високими. З одного боку, енергозбереження не повинно означати менше гігієнічних умов або гіршої якості повітря в приміщенні.

З точки зору екологічності, припливно-витяжна система вентиляції з рекуперацією тепла є найкращим варіантом для житлового будинку та є незамінною в холодному кліматі,

Ця система забезпечує герметичний енергозберігаючий екологічний будинок системою вентиляції та обігріву повітря без необхідності в додаткових повітроводах чи системи кондиціонування. У середині теплообмінника тепле несвіже повітря (витяжне повітря) передається холодному, що надходить, зовнішньому повітрю, тим самим значно зменшуючи тепловтрати. В літню спеку

ця система може навіть працювати певною мірою в зворотному напрямку, попередньо охолоджуючи свіже повітря, яке подається до будівлі.

Якісна конструкція вентиляційної системи з рекуперацією забезпечують захист повітропроводів припливного повітря від витяжного в теплообміннику, завдяки чому свіже та відпрацьоване повітря ніколи не змішуються.

Для забезпечення оптимальної роботи вентиляційна система в цілому повинна бути ретельно спроектованою. Повітря повинно надходити у вітальню та спальні будинку і витягуватися через приміщення, де накопичується волога та запахи, такі як кухня та ванні кімнати. Ці зони з'єднані зонами передачі повітря, що складаються з таких елементів, як коридори. Таким чином свіже повітря непомітно розповсюджується по всій будівлі.

Щоб зачинені двері не перешкоджали потоку повітря, у двері або дверну коробку повинні бути вбудовані відповідні отвори для передачі повітря, такі як покриті панелі з акустично оптимізованими вентиляційними отворами. Високоякісна система вентиляції пасивного будинку працює майже безшумно.

Експлуатація та обслуговування вентиляційної системи з рекуперацією тепла дуже проста: зовнішні повітрязабірники та клапани відпрацьованого повітря цих систем оснащені спеціальними фільтрами. Ці фільтри слід регулярно замінювати, від одного до чотирьох разів на рік, залежно від місця будівлі (міста, як правило, мають більше забрудненого повітря, ніж сільські райони).

У більшості кліматичних зонах екологічні пасивні будинки потребують певного опалення, але у будинках з вентиляційною системою з рекуперацією тепла, потреба в опаленні значно знижується: нагрівальні котушки можуть компенсувати деякі потреби в опаленні, нагріваючи свіже повітря, що надходить з вулиці.

У теплий, м'який час року утилізація тепла не потрібна, оскільки це затримує тепло всередині будівлі. Тому вентиляційні системи оснащені так званим «байпасом» (від англ. bypass, обхід), який відключає рекуперацію тепла, щоб безпосередньо подавати прохолодне зовнішнє повітря всередині приміщення.

## **2.2. Екологічний підхід в технологічному оснащенні приватного будинку.**

Світовий попит на енергію збільшується через зростання населення планети. Варто підкреслити, що найважливішим показником підвищення якості життя та соціально-економічного статусу населення країни є постійне покращення умов для здорового та комфортного життя населення, що може у свою чергу збільшити внесок громадян у економічне зростання та екологічну стійкість. Відновлювані джерела енергії відіграють ключову роль у сталому економічному зростанні та допомагають задовольнити зростаючий попит на енергію. Більше того, вони ведуть до зменшення викидів парникових газів та CO<sub>2</sub>, які в основному утворюються за рахунок споживання викопного палива. Останнім часом ситуація з відновлюваними джерелами енергії значно змінилася, і можна спостерігати їх масштабне впровадження. Більшість країн звертають увагу на застосування відновлювальних джерел енергії як на вигідні інвестиції та ліквідацію існуючих звичайних джерел, а деякі країни навіть розглядають можливість досягнення 100% частки національного споживання енергії від відновлюваних джерел енергії.

Нові потреби – нова архітектура. Саме тому на архітекторів та дизайнерів покладена відповідальна роль втілення нових потреб населення у житловому секторі. Екологічний дім має бути збудований з екологічно чистих матеріалів та бути енергозберігаючим, яким його робить специфіка будівництва. Окрім того, еко-будинки мають бути енергоефективними, тобто самостійно виробляти достатню кількість енергії для забезпечення комфортного проживання у ньому. Енергоефективні будинки стають за рахунок використання різноманітних відновлюваних джерел енергії. Енергоефективні будинки ще називають «пасивними».

Інститут пасивного будинку [22] розробив систему оцінювання енергоефективності будівель та ввів сертифікацію пасивних будинків (рис. ) [22], які забезпечують надійну орієнтацію для тих, хто прагне інтегрувати



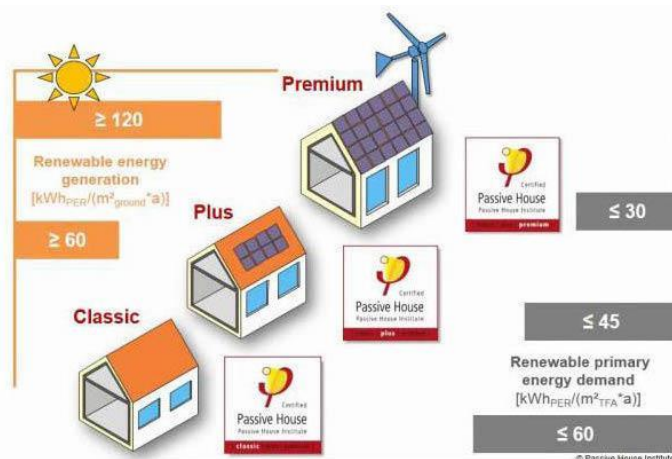
відновлювані джерела енергії у свої будівлі Пасивного будинку або придбати енергоефективний дім. Так, існує три класи пасивних будинків:

1. Класичний пасивний дім - традиційний пасивний будинок, енергозберігаючі властивості якого досягаються завдяки наданню будинку правильної форми, герметичності, застосуванню утеплювачів тощо.

2. Пасивний Дім Плюс – будинок, в якому виробляється додаткова енергія, наприклад, від фотоелектричних модулів. Такі будівлі виробляють приблизно стільки енергії, скільки споживають мешканці.

3. У пасивному будинку Преміум виробляється набагато більше енергії, ніж потрібно для його енергозабезпечення. Тому це мета для особливо амбіційних: власників будівель та дизайнерів, які хочуть вийти за рамки того, що вже пропонують економічні та екологічні міркування екологічного будівництва. А також для тих, хто хоче продавати надлишок енергії, отриманої від відновлювальних джерел.

Для класичного пасивного будинку загальний попит на “відновлювану первинну енергію” обмежений максимумом 60 кВт-год / (м<sup>2</sup>а), тоді як це становить 45 кВт-год / (м<sup>2</sup>а) для пасивного будинку Плюс та 30 кВт-год / (м<sup>2</sup>а) для пасивного будинку Преміум. Крім того, Пасивний дім плюс повинен виробляти щонайменше 60 кВт-год / (м<sup>2</sup>а) енергії, виходячи із площі будівлі. У випадку з пасивним будинком Преміум необхідно виробляти не менше 120 кВт-год / (м<sup>2</sup>а). Потреба в опаленні не повинна перевищувати 15 кВт-год / (м<sup>2</sup>а) для всіх трьох класів [22].



### Рис. 27 Класифікація пасивних будинків [22]

Викопне паливо, таке як вугілля, сира нафта та природний газ, не може бути основою стійкого екологічного енергопостачання, оскільки вони є обмеженими вичерпними природними ресурсами. Окрім того, такі ресурси не можуть вважатися екологічними, оскільки вуглекислий газ, який вони виділяють при згоранні, зумовлює зміну клімату, що у свою чергу негативно впливає на стан навколишнього середовища. Ядерна енергія представляє загрозу для нашого довкілля на кожному етапі її життєвого циклу, починаючи від видобутку та збагачення ураном, закінчуючи експлуатацією заводів, через збагачення та захоронення радіоактивних відходів.

Біомаса з давніх часів широко застосовувалась з метою опалення житлового приміщення, однак має свої недоліки, і її слід ретельно оцінювати з точки зору екологічності: використання залишків матеріалів, таких як залишки деревини, соломи чи інших сільськогосподарських відходів, можуть бути екологічно виправданими. Використання біомаси при переробці матеріалів ще ефективніше: будувати дерев'яний будинок, утеплений переробленим папером, краще, ніж спалювати деревину та папір для обігріву будинку. Однак, важливо зазначити, що з часом енергія, отримана з біомаси також обмежена.

Глибока геотермальна енергія є екологічно стійким джерелом енергії: тепло, що міститься в надрах Землі, практично невичерпне, але використання її як джерела енергії має негативні наслідки. Буріння глибоких отворів, а також активне закачування води під високим тиском може призвести до сейсмічної активності і, в свою чергу, призвести до структурних пошкоджень будівель. Крім того, ґрунт навколо місця видобутку з часом охолоджується, що означає, що оригінальне джерело буде "згасати".

Геотермальні теплові насоси.

Геотермальні теплові насоси відносяться до систем, які використовують постійну температуру ґрунту, підземних або поверхневих вод як джерело енергії. Такі системи успішно застосовують для обігріву або охолодження (залежно від

сезону) будівель, а також для їх забезпечення гарячою водою ще з кінця 1940-х років, та є найбільш ефективними для місцевостей з холодним кліматом.

Геотермальні теплові насоси використовують на 25-50% менше електроенергії, ніж звичайні системи опалення або охолодження, і тому вважаються екологічно виправданими. Принцип роботи теплових насосів схожий на принцип роботи холодильників, але більш потужний та може використовуватися як для охолодження, так і для опалення. Теплові насоси доступні з потужністю менше 3 кіловат (кВт) до понад 1500 кВт. Існують два типи теплових насосів, які працюють за принципами ґрунт-вода та вода-вода, використовуючи енергію землі або води відповідно.

Хоча в багатьох країнах та регіонах спостерігаються сезонні екстремальні температурні показники - від палючої спеки влітку до мінусового холоду взимку, ґрунтова середа нижче земної поверхні має відносно постійну температуру близько 10° С, а температура води у водоймах не опускається нижче 0° С, що дозволяє протягом усього року використовувати ці природні енергії для опалення чи охолодження будинку в залежності від сезону.

З ґрунтовими тепловими насосами встановлюють системи вертикальних свердловин з геотермальними зондами, глибиною від 40 до 200 м, У геотермальних зондах міститься спеціальна незамерзаюча рідина, яка поглинає геотермальну енергію ґрунту. Через пластинчатий теплообмінник ця енергія передається фреоновому контуру теплового насоса, а далі застосовується для обігріву чи охолодження житлового будинку, а також для забезпечення гарячою водою. Нерідко замість горизонтальних геозондів застосовують зонди під нахилом, що обумовлено рядом причин, наприклад, місцем встановлення, так як не на всіх ділянках є можливість просвердлити свердловини на значній глибині.

Системи горизонтальних ґрунтових колекторів також використовують енергію землі, але не через свердловини, а через геоколекторне поле, що укладається нище рівня замерзання ґрунту.

За наявності розташування поблизу будинку водойму (наприклад, річки або озера), рекомендується встановлювати ґрунтовий насос типу вода-вода з

геотермальним колектором. Так, вода, приблизно  $10^{\circ}\text{C}$  направляється до теплового насосу, де відбирається частина тепла на енергетичні потреби будинку, після чого вода, охолоджена до температури приблизно до  $3-6^{\circ}\text{C}$ , повертається у ґрунт. Для отримання енергії, також може використовуватись надземне тепло, як низькопотенційне джерело енергії.



Рис. 28 Вертикальна система [23]



Рис. 29 Горизонтальна система [23]

[23]

Ефективність теплового насосу залежить не лише від енергії та способом її отримання. Немаловажну роль грає встановлена в будинку система опалення. Найбільш ефективно тепловий насос працює у тандемі із системою теплої підлоги або з фанкойлами – вентиляторними теплообмінниками. Справа у тому, що тепловий насос працює найбільш ефективно при температурі  $45-55^{\circ}\text{C}$  на виході, що якраз відповідає температурі вищезазначених теплоносіїв. Натомість, при роботі з радіаторами ефективність теплового насосу буде знижуватись. В цьому випадку знадобиться значно збільшити потужність радіаторів кількісним методом.



Рис. 30 Система зі спіральним колектором [23]

Якщо оцінювати ефективність з точки зору економічних показників, то найбільшу продуктивність мають комбіновані системи генерування тепла, наприклад, теплонасосно-сонячна система. Принцип її роботи полягає у поєднанні роботи теплового насосу та сонячного колектору – коли сонячного тепла достатньо, колектори можуть повністю забезпечувати потреби будинку та його мешканців в опаленні та гарячій воді. В цьому випадку тепловий насос не працює, зберігаючи свій ресурс. При недостатній кількості сонячної енергії геліосистема все одно виробляє мінімальну кількість енергії, а решту тепла виробляє тепловий насос. Варто відзначити, що система теплового насосу має два режими – зима та літо. Для того, щоб визначити необхідну потужність теплового насосу, потрібно розрахувати теплові втрати будинку, що проектується, врахувавши усі параметри: матеріали, що використовуються для будівництва, орієнтація по сторонам світу, кількість та розмір вікон тощо.

Наземна геотермальна енергія також є джерелом відновлюваної енергії землі. Існують типи теплових насосів, які використовують не глибоку геотермальну енергію, а сонячну енергію, що зберігається у верхніх шарах ґрунту. Взимку тепловий насос витягує тепло, що зберігається в ґрунті, тим самим охолоджуючи ґрунт. По мірі повернення теплих умов ґрунт знову нагрівається сонцем та літніми дощами. При правильному використанні це "джерело енергії", як і саме сонце, невичерпне.

Теплові насоси типу повітря-вода.

Ефективне опалення та охолодження житлового еко-будинку можуть забезпечити теплові насоси типу повітря-вода. Після правильної установки тепловий насос повітря-вода може забезпечити будинок в 1,5-3 рази більшою

кількістю виробленої теплової енергії, ніж кількість електроенергії, що витрачається на теплозабезпечення будинку. Це можливе внаслідок того, що тепловий насос працює за принципом теплопередачі зовнішнього наземного тепла землі внутрішньому середовищу будинку, а не перетворює енергію із виду викопного палива, як це роблять звичайні системи опалення.

Хоча теплові насоси із джерелом повітря використовуються у багатьох регіонах, вони, як правило, не дуже добре працюють у зимові морози. У кліматичних умовах із низькими зимовими температурами теплові насоси повітря-вода можуть бути неефективними з точки зору покриття потреб будинку у опаленні. Тому застосування таких систем опалення/ охолодження будуть найбільш раціональними у регіонах з помірним кліматом.

Процес теплопередачі тепловим насосом типу повітря-вода можна описати наступним чином: 1) зовнішній блок забирає тепло навколишнього повітря і передає його в теплоносій; 2) компресор підвищує температуру теплоносія; 3) теплоносій передає тепло через резервуар гарячої води через теплообмінник; 4) гаряча вода циркулює до радіаторів чи системи теплої підлоги, обігриваючи приміщення; 5) після теплопередачі, вже холодна вода транспортується назад у бак; 6) охолоджуюча рідина передається з бака на зовнішній блок. Для зворотного процесу охолодження, вищеписаний процес змінюється, і застосовується вже не теплоносій, а холодоносій, завдяки якому тепловий насос може охолоджувати еко-будинок, якщо це необхідно.

Сучасна система теплових насосів типу повітря-вода для забезпечення житла теплом використовує відновлювану природну енергію, тим самим впливаючи на зменшення викидів вуглекислого газу, а також є досить економною та енергозберігаючою системою опалення/ охолодження, що робить її екологічно виправданою для помірних кліматичних зон.

Сонячна енергія.

Сонце це – гігантський термоядерний реактор, який за одну секунду виробляє стільки енергії, скільки людина не змогла добути за усю свою історію. За найскромнішими підрахунками, сонячного палива вистачить ще як мінімум

на 5 млрд. років. Вченими вже давно були винайдені способи перетворення енергії Сонця в енергію електричну та теплову. Підраховано, що загальна кількість енергії, яка виробляється за рік усіма існуючими електростанціями, складає близько двадцяти тисяч мільярдів кіловат на годину. Для того, щоб отримати таку ж кількість енергії, отриману від сонячних панелей, необхідно покрити ними площу Землі близько 66000 км, що складає менше одного відсотку пустелі Сахара, або майже весь острів Шрі-Ланка в Індійському океані.

Серед відновлюваних екологічних джерел енергії сонячна енергія вважається визначальною, широко доступною та незабрудненою, що робить її екологічно та економічно вигідним видом енергії у багатьох областях людського буття. Останнім часом ринок фотоелектричних панелі та сонячні колектори у багатьох країнах світу мають масове виробництво та широко застосовуються як для промислових об'єктів, так і для приватних житлових будинків. Сонячні технології забезпечують екологічно чисту відновлювану енергію; не викликає земельних, екологічних та екологічних проблем; і відповідає концепції сталого розвитку на відміну від традиційної енергетики, що виробляється вугільною та нафтовою енергетичною технологією.

#### Фотоелектричні панелі.

Фотоелектричні панелі або сонячні панелі були розроблені вченими для прямого перетворення сонячного світла в електрику на атомному рівні і є екологічно виправданими. Деякі хімічні елементи мають властивість, відому як фотоелектричний ефект, що змушує їх поглинати фотони світла і випускати електрони. Основним хімічним елементом фотоелектричних осередків є кремній, додатковим елементом є фосфор. Коли вільні електрони починають рухатись у певному напрямку, виникає електричний струм. Якщо прикласти металічні контакти до верху та низу фотоелемента, то отриманий електричний струм направиться по проводам, і його можна бути використовувати для освітлення та забезпечення усіх електричних пристроїв житлового будинку енергією.

Фотоелектричний ефект вперше був відзначений французьким фізиком Едмундом Бекерелем в 1839 році, який виявив, що деякі матеріали вироблятимуть невелику кількість електричного струму під впливом світла. У 1905 році Альберт Ейнштейн описав природу світла та фотоелектричний ефект, на якому базується фотоелектрична технологія, за що згодом отримав Нобелівську премію з фізики. Перший фотоелектричний модуль був побудований Bell Laboratories в 1954 році, але оскільки на той час був надто дорогим, широке застосування не отримав. У 1960-х роках космічна промисловість почала всерйоз використовувати цю технологію для забезпечення енергією на борту космічних кораблів. А під час енергетичної кризи в 1970-х роках фотоелектричні технології врешті отримали визнання як джерело енергії для некосмічних програм.

Фотоелектричний процес працює за допомогою таких спрощених етапів:

Кремнієвий фотоелектричний сонячний елемент поглинає сонячне випромінювання

Коли сонячні промені взаємодіють з кремнієвою клітиною, електрони починають рухатися, створюючи потік електричного струму

Проводи вловлюють та подають цю електроенергію постійного струму (постійного струму) на сонячний інвертор для перетворення в електрику змінного струму (змінного струму)

Окрім своїх кремнієвих елементів, типовий сонячний модуль включає скляну оболонку, яка забезпечує довговічність та захист кремнієвих фотоелементів від зовнішніх чинників, таких як дощ, наприклад. Під зовнішньою частиною скла панель має шар ізоляції та захисний задній лист, який захищає від розсіювання тепла та вологості всередині панелі. Ізоляція важлива, оскільки підвищення температури призведе до зниження ефективності, що у свою чергу призведе до зниження продуктивності сонячних панелей.





Рис. 32 Фотоелектричні панелі на даху житлового будинку [25]

Фотоелектричні панелі мають антиблікове покриття, яке збільшує поглинання сонячних променів і дозволяє кремнієвим елементам отримувати максимальний вплив сонячного світла. Кремнієві елементи для фотоелектричних панелей, як правило, виготовляються у двох клітинних формаціях: монокристалічній або полікристалічній.

Монокристалічні осередки панелі складаються з одного кристалу кремнію, тоді як полікристалічні клітини складаються з фрагментів або осколків кремнію. Моноформати забезпечують більше простору для руху електронів і, таким чином, пропонують більш високу ефективність сонячних технологій, ніж полікристалічні, тому вони, як правило, дорожчі.

Так, коефіцієнт корисної дії полікристалічних панелей складає 14-16%, а монокристалічних – 17-20%. Однак для місцевості, де кількість сонячних днів протягом року переважає, немає особливої необхідності у високій чутливості елементів сонячної батареї, тому має сенс обрати полікристалічні панелі. Кут нахилу сонячних панелей має відповідати географічній широті місцевості, для того щоб у полудень сонячне світло потрапляло на панелі під прямим кутом, збираючи таким чином максимальну кількість сонячного світла та енергії. Функціонування сонячних установок відбувається за таким принципом: усі фотоелектричні панелі будинку підключаються в одну серію, далі постійний електричний струм поступає з них на так звані «смарт-конекти», а далі

перенаправляються у будинок. Однак усі побутові прилади будинку працюють на перемінному струмі, тому постійний струм, зібраний панелями, направляється до інвертору, які постійний струм перетворює в перемінний, і трансформатори, які середню напругу перетворюють у високу, близько 20 000 Вольт. Вся зібрана панелями енергія сонця накопичується в акумуляторах, в яких і зберігається для забезпечення будинку енергією. У похмурі дні та зимовий період року, коли сонця не так багато, будинок забезпечується електрикою із запасів енергії в акумуляторах, що була накопичена протягом сонячних днів року. Інформацію про рівень їх зарядженості має пристрій «контролер».

Впровадження сонячних теплових систем надає численні можливості та переваги, включаючи скорочення викидів парникових газів, енергетичну безпеку, стабільність та стійкість мережі, покращення якості життя та нові можливості економічного розвитку. Широке застосування сонячної енергії також може зменшити навантаження на місцеві органи влади та інфраструктуру, пом'якшуючи тиск на національну енергосистему та зменшуючи рівень забруднення, спричинене звичними викопними джерелами енергії.

Сонячні колектори.

Сонячні колектори, як і фотоелектричні модулі, відіграють важливу роль у стійкій енергетичній суміші екологічного енергоефективного житлового будинку, оскільки енергія сонця практично безмежна та безкоштовна. Сонячний колектор - пристрій для збору теплової енергії Сонця (геліоустановка) у видимому та інфрачервоному спектрі [26]. На відміну від фотоелектричних панелей, які виробляють електрику, сонячний колектор забезпечує будинок опаленням та гарячою водою.

Головна особливість геліоколекторів, яка відрізняє їх від інших теплогенераторів, полягає у циклічності їх роботи. Оскільки сонячні колектори працюють виключно від сонця, на ефективність їх роботи впливають тривалість світового дня, особливості кліматичної зони, кут падіння сонячних променів тощо. Усі ці фактори слід враховувати при розрахуванні вкладу сонячних колекторів в систему теплозабезпечення житлового будинку.



Основним конструктивним елементом сонячного колектора є адсорбер, який являє собою мідну пластину, та трубку, з'єднану з нею. Під впливом сонячних променів ця пластина та трубка нагріваються, і теплоносій у трубці транспортує це тепло далі по геоколекторній системі.

Існують два основних типи сонячних колекторів – плоскі та трубчаті.

Плоский колектор - це проста конструкція у вигляді металевої коробки, що має прозоре скління як кришку на верхній частині поглинальної пластини чорного кольору (рис. 33). Бічні сторони і дно колектора зазвичай покриті ізоляційним шаром, щоб мінімізувати втрати сонячного тепла. Сонячне випромінювання проходить крізь прозорий склопакет і потрапляє на пластину поглинача тепла. Ця пластина нагрівається, передаючи тепло воді, або повітря, яке утримується між скляною та поглинальною пластинами. Іноді ці поглинальні пластини фарбують спеціальними покриттями, призначеними для поглинання та утримання тепла краще, ніж традиційної чорної фарби. Ці пластини зазвичай виготовляються з металу, який є хорошим теплопровідником - зазвичай міді або алюмінію.



Рис. 33 Плоский геоколектор [27]

[28]

Рис. 34 Вакуумні геоколектори

Вакуумні трубчаті колектори (рис. 34) складаються із ряду ізольованих трубок, які використовують вакуум або ізольований простір, щоб уловлювати енергію сонця, мінімізуючи втрати тепла на оточуючу зовнішню середу. Вони мають внутрішню металеву трубку, яка виконує функцію поглинаючої пластини, яка з'єднана з тепловою трубою для передачі тепла, зібраного від Сонця, до води. Ця тепла труба по суті є трубою, з вмістом рідини-теплоносія, що знаходиться під тиском. При цьому тиску на «гарячому» кінці труби є кипляча рідина, тоді як на «холодному» кінці є конденсуючі пари. Це дозволяє тепловій енергії рухатися ефективніше від одного кінця труби до іншого.

Використання сонячних колекторів забезпечує альтернативу традиційному опаленню та обігріву води для побутових потреб житла за допомогою водонагрівача, що потенційно знижує витрати на енергію. Як і в побутових умовах, велику кількість цих колекторів можна об'єднати в масив і використовувати для виробництва теплової енергії на сонячних теплових електростанціях.

Для більшості з нас вікна - це звичайний елемент огорожуючої конструкції будівлі, що складаються із рами та скляних панелей, виконують функції освітлення та природної вентиляції приміщення. Однак сучасні вчені розглядають наші вікна як ще одну можливість взяти пасивні частини наших будівель і перетворити їх на активні генератори чистої енергії.

#### Фотоелектричні вікна.

Сонячні вікна функціонують як сонячні панелі, тобто збирають сонячні промені та перетворюють її в енергію. Власники будівель можуть придбати сонячні вікна для заміни існуючих вікон або придбати сонячну плівку для модернізації існуючих вікон. Сучасні сонячні вікна здатні поглинати сонячне світло і перетворювати його на корисну енергію, але замість стандартного кремнію, який темно-синього кольору та є повністю непрозорим, сонячні вікна для отримання енергії використовують квантові точки: на переднє скло склопакета наносяться квантові точки з домішкою марганцю, що поглинають синій та ультрафіолетовий спектри, а на поверхню заднього - квантові точки на



основі селенид міді-індію, що поглинають решту спектру сонячного випромінювання [29]. Таким чином, вікно здатне виступати в ролі тандемного люмінесцентного сонячного концентратора (ЛСК), в якому поглинається точками сонячне світло переизлучається до країв рами, де перетворюється фотоелементами в електрику.

Сонячні вікна доступні як окремі блоки або створюються шляхом нанесення фотоелектричної плівки на віконне скло. Деякі виробники створюють незалежні сонячні вікна (рис. 36, 37), укладаючи існуючі сонячні панелі між двома шарами скла. Інші сонячні віконні блоки (рис. виготовляються з фотоелектричного скла. «Невидимі дроти» збирають енергію сонця, виготовлену з фотоелектричного скла, і передають її в енергетичну мережу. Ці панелі працюють за допомогою технології нанесення тонкої фотоелектричної плівки на звичайне віконне скло.



Рис. 36 Сонячні блоки для вікон [30]

Рис. 37 Сонячні блоки для вікон [31]

Фотоелектрична плівка виготовлена переважно із органічних матеріалів, таких як вуглець, азот, водень та кисень, які наносять у рідкій формі на стабілізуючий шар.

Сонячні плівки, розміщені на звичайних встановлених вікнах, прозорі, але мають колір. Вони можуть мати помаранчевий, синій або зелений відтінок, що впливає на колір та якість світла у приміщенні. Фотоелектричні віконні блоки,

зазвичай, також мають деякий відтінок, але деякі технологічні компанії пропонують повністю прозорі блоки.

Візуальний вплив на вигляд будівлі та вимоги до простору сонячних панелей у деякій мірі перешкоджають їх масштабному прийняттю. Сонячні вікна можуть замінити існуючі вікна та допомогти власникам будинків досягти часткової незалежності від енергетичної мережі та зробити своє житло більш екологічним.

Фотоелектричні плівки також можуть бути досить вигідними для високого рівня щільності міських забудов, оскільки не займають місця та не впливають на вигляд архітектури, а також можуть допомогти компенсувати пікові потреби в енергії.

Сонячні вікна коштують приблизно на 40 відсотків дорожче, ніж традиційні вікна. У той же час, традиційні сонячні панелі ефективніші, ніж сонячні вікна. Тому власники будівель, у яких є місце для сонячних панелей, сонячні вікна можуть не знадобитися. А от для власників будинків, у яких немає місця для традиційних сонячних панелей або тих, хто зацікавлений у підтримці цієї нової галузі, сонячні вікна є привабливим варіантом.

Деякі з найбільших технологічних досягнень сонячних вікон все ще не доступні для широкого застосування. Незважаючи на це, сонячні вікна можуть розширити галузь фотоелектрики, але в реальному житті було проведено ще недостатньо випробувань, щоб зрозуміти, чи буде ця технологія фінансово вигідною.

Вітрогенератори.

Вітрові турбіни працюють за простим принципом: вони використовують вітер для виробництва енергії. Вітер обертає гвинтоподібні лопаті турбіни навколо ротора, який обертає генератор, який створює електричний струм.

Вітер - це форма природної енергії, яка виникає унаслідок поєднання трьох чинників:

нерівномірний атмосферний нагрів сонцем;

нерівність земної поверхні;

обертання Землі.

Структура та швидкість вітрового потоку значно відрізняються в різних куточках земного шару, та змінюються в залежності типу рельєфу місцевості, видів рослинності, наявності чи відсутності водоймів тощо. Люди використовують силу вітру, або енергію руху, для багатьох цілей: плавання (парусний спорт), польоту на повітряній кулі, і навіть для виробництва електроенергії.

Терміни "сила вітру" та "енергія вітру" мають відношення до одного процесу, за допомогою якого вітер використовується для виробництва механічної енергії або електрики. Вітрогенератор перетворює енергію вітру на електричний струм, використовуючи аеродинамічну силу лопатей ротора, які працюють як крило літака або лопатка ротора гелікоптера. Коли вітер протікає крізь лопаті, тиск повітря з іншого боку лопаті зменшується. Різниця тиску повітря на двох сторонах клинка створює як підйом, так і опір. Сила підйому сильніша за силу опору, і це призводить до обертання ротора. Ротор з'єднується з генератором безпосередньо (якщо це турбіна з прямим приводом), або через вал та серію передач (редуктор), які прискорюють обертання. Цей передача аеродинамічної сили генератору створює електричний струм.

Більшість вітрогенераторів поділяються на два основних типи:

1) турбіни з горизонтальною віссю – звичайні турбіни, які зазвичай мають три лопаті і працюють за напрямом вітру, при цьому турбіна обертається у верхній частині вежі, щоб лопаті зустрічали напрям вітру;

2) турбіни з вертикальною віссю, яка закріплена перпендикулярно до землі. Ці турбіни всебічно направлені, тобто їх не потрібно регулювати, щоб спрямовувати на вітер, щоб ті ефективно працювали.

Вітрові турбіни можна будувати на суші або в морі у великих водоймах, таких як океани та озера.

Енергоефективність наземних вітрогенераторів становить від 100 кіловат до кількох мегават. Вища енергоефективність вітрової турбіни означає більшу економічну вигідну принесе тому чи іншому об'єкту. Для забезпечення

електричної мережі великих об'єктів, вітрові турбіни часто об'єднують у вітрові електростанції.

Морські вітрогенератори, як правило, масивні та навіть вищі за Статую Свободи Сполучених Штатів Америки. Вони не мають транспортних проблем, як у випадку із наземними вітровими установками, оскільки великі компоненти можна транспортувати на кораблях, а не везучи дорогами. Ці турбіни здатні захоплювати потужні океанські вітри і генерувати величезну кількість енергії.

Одиночні невеликі вітрогенератори з енергоефективністю нижче 100 кіловат, зазвичай використовуються для житлових, сільськогосподарських та невеликих комерційних та промислових цілей.

Так, малі турбіни можна використовувати в енергетичних системах пасивних житлових будинків, наряду з іншими розподіленими енергетичними ресурсами, такими як геотермальні колектори, фотоелектричними панелями, сонячні панелі тощо. Розмістити такий вітряк можна як на території поруч із будинком, так і на даху будівлі. Малі побутові вітрогенератори можуть виробляти від 400 Вт до 100 кВт. Середня швидкість вітру у місцевості визначає, скільки енергії вітру можна перетворити у електроенергію, яка може живити побутову техніку (пральні машини, сушарки, посудомийні машини, холодильники та ін.), системи кондиціонування та опалення будинку, водонагрівачі, побутові світильники тощо.

Система опалення підлоги.

В залежності від кліматичних умов, додатково до системи вентиляції з рекуперацією тепла, екологічний житловий будинок може бути оснащений екологічно виправданою системою підлогового опалення (або охолодження). Водяна система опалення є економічнішим варіантом за систему електричної теплої підлоги та значно ефективнішою за звичайні радіатори. Однак, водяна система є раціональною лише у випадку будівель/ житлових будинків з великою площею та за наявності власного теплового насосу, який буде перекачувати воду для цих цілей у систему. В такому випадку, водяна система обігріву/ охолодження будівлі буде економічно вигідною. Для міських квартир єдиним



можливим варіантом теплої підлоги є звичайна електрична система теплої підлоги. Водні системи є більш складними для встановлення та закладаються на етапі проектування будинку.

Системи водяної теплої підлоги працюють у тандемі із тепловим насосом, шляхом перекачування регульованого потоку теплої води з джерела тепла через пластикові труби, прокладені в підлогу по всьому периметру приміщення [33]. Завдяки значному розміру опалюваної площі системи водяної теплої підлоги забезпечують будинок достатнім та рівномірним теплом у зимовий період року.

Основними компонентами системи водяної теплої підлоги є:

1. Тепловий насос, який відповідає за перекачування води у систему через колектор. Це «двигун» системи, оскільки його робота полягає в циркуляції води по всій мережі підлогових труб.

2. Колектор - це центральна зона управління, «мозок» системи, який відповідає за контроль над потоком води від насоса до різних зон у будинку.

У тандемі із тепловим насосом, найкращим вибором є розподільний колектор. Цей тип колектора забезпечує потрапляння води в систему за попередньо урегульованою температурою. Тоді як змішувальний колектор приймає вже гарячу воду і знижує температуру в системі через різні пристрої клапанів.

3. Труби, які пропускають теплу воду через різні зони під вашою підлогою. Важливий вибір труб, і використання високоякісних трубопроводів зменшить ймовірність будь-яких витоків по лінії. Такими можуть бути, наприклад, багатошарові поліетиленові труби.

4. Ізоляція системи водяної теплої підлоги, що забезпечить її ефективну роботу, та значно прискорить час, необхідний для нагрівання системи. Хороша ізоляція також зменшить загальні втрати тепла. Зрештою, добре ізольована система може зменшити енерговитрати на експлуатацію системи.

5. Термостат для регулювання температури.

Що стосується ефективності, то система водяної теплої підлоги в більшості випадків є більш енергоефективною, ніж традиційні радіатори. Адже тепло від

підлогової системи розподіляється більш рівномірно по всій кімнаті, тоді як у випадку із традиційним радіатором, який випромінює величезну кількість тепла лише в безпосередній до нього близькості, а інший кінець приміщення, віддалений від радіатора, значно холодніший.

Водяна система теплої підлоги, як правило, дорожча у встановленні, ніж електрична. Незважаючи на це, надалі, протягом усього періоду експлуатації будинку, система водяної теплої підлоги заощаджує кошти, оскільки потребує значно менше енергії, ніж електрична система теплої підлоги.

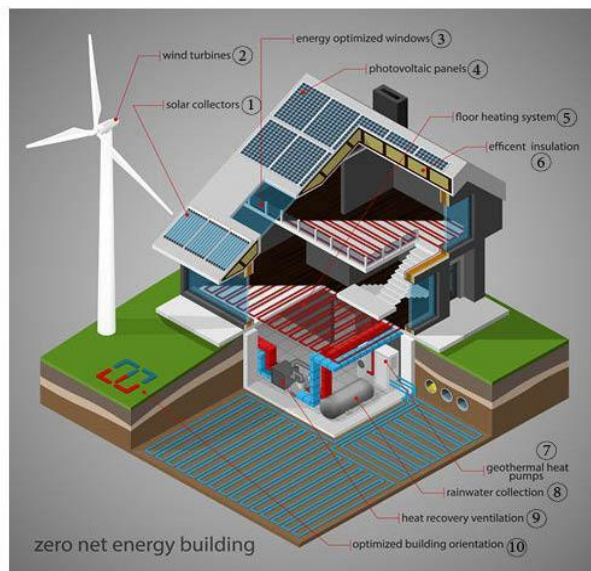
На відміну від електричної теплої підлоги, яка використовує прості в установці електричні килимки для теплої підлоги, процес встановлення системи водяної теплої підлоги набагато складніший, що вимагає професійних розрахунків та монтажу. Підлогу також потрібно належним чином підготувати, а потім правильно утеплити, щоб зробити систему максимально енергоефективною.

Тип підлогового покриття впливає на температурні показники, яких можна досягти завдяки нагріву від системи водяної теплої підлоги. Наприклад, плитка та камінь - це щільні, тверді матеріали, які є хорошими провідниками тепла. Тоді як більш м'які матеріали, як дерево, ламінат, лінолеум, вініл та килимове покриття, мають порівняно нижчу електропровідність. Так, деревину, вініл та килимове покриття можна нагрівати максимум до  $27^{\circ}\text{C}$ , тоді як плитку та камінь можна нагріти до максимальної температури  $29^{\circ}\text{C}$ .

Технологія збору дощової води.

Зібрана дощова вода може стати альтернативним джерелом води для побутових потреб екологічного житлового будинку. Альтернативні джерела води - це стійкі джерела, які не постачаються з прісних поверхневих або підземних вод, та дозволяють економити прісну воду. Система збору дощової води збирає дощову воду з даху будинку, пропускають її через фільтри, і перекачують в резервуар. де вода зберігається для подальшого побутового використання.

Типове побутове використання дощової води включає зрошення ландшафтів, миття автомобілів, наповнення декоративних водойм та фонтанів, змивання води у санвузлах тощо. За допомогою додаткової фільтрації та дезінфекції зібрана дощова вода також може бути очищена за питними стандартами, а також використовуватися для душу, прання одягу, миття посуду тощо. Зібрана дощова вода зберігається у спеціальному резервуарі, і коли потрібна в будинку, вода з резервуара направляєється через менший фільтр для ретельного очищення перед тим, як потрапити в будинок.



ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ЕКО-ТЕХНОЛОГІЇ ПАСИВНОГО БУДИНКУ

Рис. 46 Енергоефективні еко-технології пасивного будинку, де:

1 – сонячні колектори, 2 – вітрогенератор, 3 - сонячні вікна,  
 4 – фотоелектричні панелі, 5 – система теплої водяної підлоги, 6 – ізоляційний прошарок, 7 – геотермальний тепловий насос, 8 – резервуар для збирання дощової води, 9 – система вентиляції з рекуперацією, 10 – оптимальна орієнтація будинку відносно сонця [35]

Розглянувши всі вищезазначені технологічні пристрої та установки для збору та переробки природної енергії, можна зробити висновок, що мета повного забезпечення людських потреб в енергії за допомогою відновлюваних джерел енергії є великим викликом, особливо в тих частинах світу, де потрібно багато

опалення. У таких регіонах, як Північна та Центральна Європа, Північна Америка, а також значна частина північної Азії, найбільше енергії населення використовує в зимові місяці. Низькі температури призводять до вищих потреб у опаленні, тоді як відсутність денного світла вимагає більше штучного освітлення. У той же час сонячна енергія менш рясна, а гідроелектростанція зменшується, оскільки дощі перетворюються на сніг. Незважаючи на те, що холодні дні часто приходять з сильнішими вітрами, вони майже не компенсують нестачу сонця та води в умовах підвищених потреб у опаленні.

Таким чином, акцент на використанні відновлюваних джерел енергії для будівельного сектору може мати сенс лише тоді, якщо ми зосередимось на зменшенні споживання енергії. Пасивним еко-будинком стає саме завдяки раціональному використанню ресурсів: високий рівень енергоефективності, досягнутий специфікою будівництва, означає, що кількість енергії, яка необхідна для комфортного проживання у будинку, має бути зменшеною і покритою широким розмаїттям стабільних та стійких відновлюваних джерел енергії (рис. 46).

Автоматизація будинку або система «Розумний дім».

Будь-який пристрій у будинку, який працює від електромережі, може бути автоматизований та працювати за сучасною системою під назвою «розумний дім». Керувати такою системою можна надавши команду голосом, пультом дистанційного керування, планшетом чи смартфоном. Більшість програм системи «розумного будинку» стосується освітлення, безпеки, домашнього кінотеатру, кухонною технікою, регулювання термостата, управління роботом-пилососом, зовнішніми жалюзями тощо.

Багато в чому завдяки успіху смартфонів та планшетних комп'ютерів. Сьогодні ці ультрапортативні комп'ютерні девайси є скрізь, і їх постійне з'єднання з Інтернетом означає, що їх можна налаштувати для управління безліччю інших Інтернет-пристроїв.

Інтернет-пристрої - це об'єкти та предмети, які взаємопов'язані та ідентифікуються за допомогою цифрових мереж.

Під автоматизацією будинку розуміється можливість програмування та планування роботи тих чи інших пристроїв у мережі. Програмування може включати команди, пов'язані з часом, наприклад, включення або вимкнення світла в певний час щодня. Він також може включати не заплановані події, наприклад, увімкнення всіх ліхтарів у вашому домі, коли спрацьовує сигналізація вашої системи безпеки. Так, підключивши автоматичні жалюзі до «розумної» розетки, можна не лише віддати команду «відкрити/ закрити» зі смартфона, а й запрограмувати, наприклад, щовечора о певній годині жалюзі на закриття, а щоранку – на відкриття. За тим же принципом можна налаштувати роботу електричної кавоварки, системи опалення будинку тощо.

Іншою важливою характеристикою сучасної автоматизації будинків є функція віддаленого контролю, завдяки якій можна використовувати будь-який підключений до Інтернету електричний пристрій для перегляду управління. Так, навіть коли мешканці будинку не вдома, додатки для моніторингу можуть надати їм безліч інформації про будинок, починаючи від стану поточного моменту і закінчуючи детальною історією того, що сталося дотепер: можна перевірити стан системи безпеки, чи ввімкнене світло, чи заблоковані двері, яка зараз температура у будинку та багато іншого.

Завдяки камерам, що входять до системи домашньої автоматизації, навіть можна отримувати відео в реальному часі та буквально бачити, що відбувається у будинку. Власник будинку може запрограмувати систему «розумний дім» так, щоб вона надсилала йому текстові повідомлення чи електронні повідомлення у випадках, коли система безпеки реєструє потенційну проблему - від попереджень про сувору погоду до попереджень датчиків руху у будинку, пожежної сигналізації, протічки води тощо. Можна також отримувати сповіщення про більш повсякденні події, наприклад, програмування «розумного» замка входних дверей, щоб повідомити, коли дитина повернеться додому зі школи.

Оскільки виробники постійно створюють все більше і більше «розумних» пристроїв та побутових приладів, можливості автоматизації постійно розширюються.

Сучасні системи домашньої автоматизації частіше розподіляють програмування та контроль моніторингу між спеціальним пристроєм у будинку, таким як панель керування системою безпеки, та зручним інтерфейсом програми, до якого можна отримати доступ через ноутбук, смартфон або планшет.

Виробники випустили широкий спектр «розумних» пристроїв, багато з яких наповнені інноваційними функціями, але небагато з них пропонують такий тип інтеграції, який повинен бути частиною повної системи домашньої автоматизації. Велика частина проблем полягала в тому, що кожен виробник має різне уявлення про те, як ці пристрої слід підключати та контролювати. Тобто, досі ще не має єдиної системи стандартів. Різні компанії-виробники мають різні схеми налаштування та керування для кожного пристрою, що не є зручним.

Найближчим часом система автоматизації будинків може бути стандартизована, щоб власники приватних житлових будинків могли легко скористатися усіма цими додатковими можливостями. На даний момент постачальники послуг домашньої безпеки, які спеціалізуються на автоматизації будинків, зосередилися на найбільш важливих функціях такої системи – управління дверима, вікнами, термостатами, датчиками диму, датчиками температури, вологості, диму та вуглекислого газу, які забезпечують в будинку безпеку та комфорт.

Для додаткової безпеки, зручності та контролю в режимі реального часу системи домашньої автоматизації від постачальників послуг безпеки повинні також включати опції для відеокамер. З найкращими системами ви також зможете включити освітлення та окремі електричні розетки до пакету домашньої автоматизації.

### Енергоефективність

Система «розумний будинок» повністю відповідає одній з головних вимог екологічної архітектури: раціональне використання енергоресурсів.

Автоматизація побутових електроприладів, систем освітлення, опалення та охолодження оптимізують енергоефективність еко-будинку та заощаджують кошти. Встановлення графіку роботи всіх цих приладів, також є корисним для енергозбереження, так як багато хто з нас щодня дотримуються певного розпорядку та графіку.

Сучасний ритм життя вимагає від нас не лише економії природних ресурсів, а й економії часу, де це можливо. Система «розумний дім» знає, коли власник наближається до будинку, для того, щоб заздалегідь щось увімкнути (світло, музику, вентиляцію, опалення, охолодження тощо), дає прогноз погоди, тому самостійно регулює температуру повітря у приміщеннях; система також знає, який заряд в акумуляторах, і коли час накопичувати тепло.

Найрозумніший спосіб будівництва нової або реконструкції вже існуючої будівлі - це насамперед досягнення енергозберігаючих характеристик будинку. Потім енергетичні показники такого будинку можна оптимізувати екологічними технологіями для досягнення повного енергозабезпечення еко-будинку, та зрештою доповнити внутрішнім дизайном приміщень з використанням екологічного підходу, який далі більш детально буде розглянутий у роботі.

Такий підхід є ідеальним поєднанням основних принципів екологічного житла. У сучасному світі тенденцій збереження природних ресурсів, посилення енергетичного законодавства та енергетичних вимог у багатьох країнах, еко-будівництво - найвірніший шлях до нульової або навіть плюсової енергії, в результаті чого житловий сектор буде пристосований для майбутнього.

### **2.3. Використання екологічних матеріалів в інтер'єрі приватного будинку.**

Екологічні проблеми, які з великою часткою виникли через будівельну галузь, безпосередньо пов'язані з глобальним потеплінням. Для зменшення впливу будівельної галузі на зміну клімату, утворення відходів, забруднення атмосфери та зменшення споживання природних ресурсів необхідним є втілення ряду заходів, які є принципами екологічного будівництва.

Втілена енергія в сучасних будівельних матеріалах є значно високою і тому можна зазначити, що будівельна галузь, у її класичному втіленні, шкідлива для екології. Термін «втілена енергія» або «втілений вуглець» відноситься до сумарного впливу всіх викидів парникових газів, пов'язаних з матеріалом протягом його життєвого циклу. Цей цикл включає в себе видобуток, виробництво, будівництво, технічне обслуговування та утилізацію [36].

Найпоширенішими будівельними матеріалами для фундаменту будинків по всьому світу є бетон, цегла та плити (блоки); для стін найчастіше застосовують цеглу, дерев'яні листові матеріали, блоки з керамзиту, і залізобетон (для багатоповерхових будинків); а для підлоги – дерев'яні дошки або бруси, паркет, плитка, бетонна підлога (вимагає додаткового покриття, ламінату, лінолеуму).

Із вищеперерахованих матеріалів єдиним екологічно стійким є деревина.

Так, скловолокно, латунь, свинець, мідь - це матеріали з надзвичайно високою втіленою енергією. При виробництві цементу великі кількості CO<sub>2</sub> виділяються на стадії кальцинування, де вапняк перетворюється в оксид кальцію (негашене вапно), а також при спалюванні викопного палива (вугілля) в печах. Якщо додати до цього факту експлуатацію піску і каменю, використання заліза для арматури, витрати на транспортування до будівельного майданчику, ми зможемо зрозуміти вплив кожної будівельної технології на стан навколишнього середовища. Так, у більшості будівельних матеріалів, таких як сталь, залізобетон, кераміка, цегла, пластик показники втіленої енергії вищі, порівняно із деревиною (рис. 47) [37].



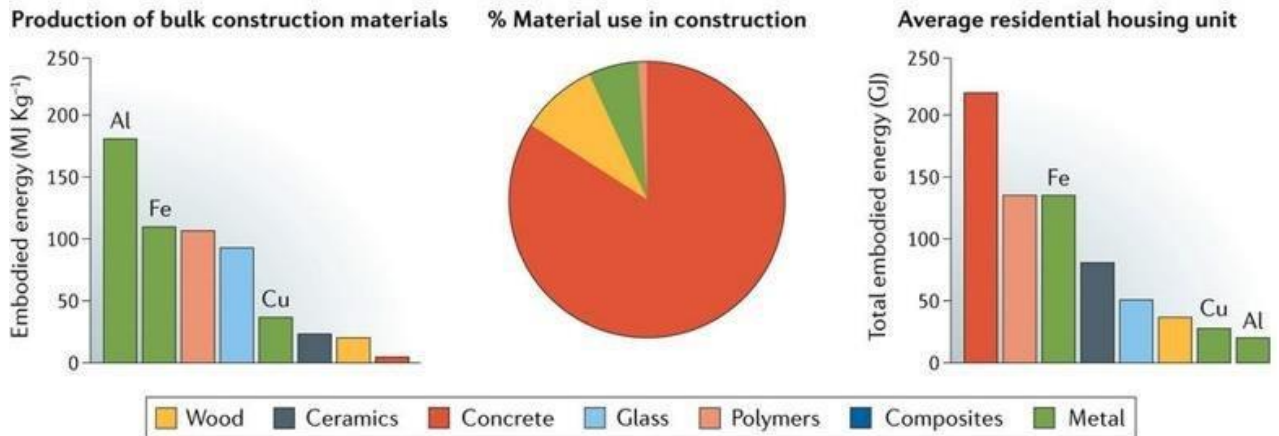


Рис. 47 Втілювана енергія деяких будівельних матеріалів [37]

Збереження природних ресурсів та мінімізація негативного впливу на навколишнє середовище є основою концепцію сучасного екологічного мислення. У будівельному секторі ця концепція найбільше відповідає застосуванню стійких матеріалів, що принесе користь не лише для планети та здоров'я населення, а й є економічно вигідним. Таким чином, другим основним принципом, який впливає на формування інтер'єру приватного житлового будинку є стійкість матеріалів.

Стійкий матеріал - це матеріал, який:

1. Не виснажує невідновлювані природні ресурси.
2. Не має шкідливого впливу на навколишнє середовище при використанні.

На практиці, дотримання обох цих вимог одночасно майже неможливо досягти, принаймні, на сьогоднішній день, але ці критерії допомагають нам іти у правильному напрямку.

Ми можемо зберегти природні ресурси багатьма способами:

- 1) уникаючи використання дефіцитних (не відновлюваних) ресурсів;
- 2) зменшенням відходів;
- 3) раціональним використання ресурсів;
- 4) застосування рециклізації;
- 5) використання природних відновлюваних ресурсів.

У будівельному секторі ми можемо зменшити негативний вплив на навколишнє середовище шляхом:

1) використання екологічно чистих будівельних матеріалів з кращими енергозберігаючими показниками;

2) застосування матеріалів місцевого походження та виробництва, уникаючи таким чином додаткових витрат на їх транспортування, зменшення шкідливих викидів та заторів на автомагістралях.

3) проєктування та конструювання будинку із матеріалів, які будуть придатні для повторного використання та переробки після закінчення терміну експлуатації (конструкція для деконструкції).

Оцінювання будівельних матеріалів з точки зору екологічності відбувається за наступними показниками:

- екологічна стійкість протягом всього життєвого циклу матеріалу;
- безпечності для здоров'я людини, тобто не призводить до негативних наслідків щодо якості повітря та не спричинюють забруднення приміщень (леткі органічні сполуки, дисперсія небезпечних волокон, викид радону, поширення біологічних забруднювачів тощо) та незручні кліматичні умови в приміщенні;
- механічні властивості (для конструкційних матеріалів), такі як міцність, жорсткість, поведінка при сейсмічних впливах тощо;
- теплові характеристики;
- доступність матеріалу – місцевість і цінові показники.
- звукоізоляційні характеристики для досягнення задовільного комфорту в приміщенні;
- довговічність матеріалів, оскільки це впливає на тривалість експлуатації будинку у подальшому;
- вагові показники та габарити будівельних матеріалів;
- безпека під час використання та розміщення матеріалів, а також у випадку пожежі;
- специфічні показники, пов'язані з використанням будівель (наприклад, гігієнічні показники).

- естетичний результат.

Таким чином, виходячи із вищеперерахованих критеріїв, у будівництві еко-будинку можна виділити наступні методи:

1. Обирати матеріали та будівельні прийоми, які мають «замкнутий цикл життя» або так звану систему «нульових відходів»: отримання, переробка, виготовлення, використання, повторне використання (максимальна кількість разів), демонтаж або розбирання, переробка, і лише тоді, коли подальше використання неможливе, відправлення до сміття.

2. Повторне використання матеріалів або компонентів:

- повторне використання цілої будівлі, модернізуючи її за необхідності;
- повторне використання частини будівлі, наприклад, структурного каркасу, кладки фасаду або фундамент;
- будівництва на існуючій плиті першого поверху старої будівлі.
- повторне використання існуючих опорних конструкцій, елементів огоджувачої конструкції тощо.

3. Використання матеріалів або компонентів після реставрації:

- сталевих балок та колон з демонтованої будівлі;
- тротуарна плитка або будь-яка інша плитка;
- будь-яких інших конструктивних елементів старої будівлі.

4. Використання перероблених матеріалів або їх компонентів у виготовленні нових матеріалів. Так, використання перероблених матеріалів в усіх будівельних роботах легко може становити більше 20%, наприклад, у виготовленні бетону, тротуарів, бордюру, меблів тощо.

5. Використання екологічних матеріалів:

- лісоматеріали (на відміну від сталі);
- бетон, армований деревиною, бамбуком або натуральними волокнами;
- геотекстильні та інші вироби із сільськогосподарських культур;
- солом'яні тюки;
- матеріали, які акредитовані як екологічно чисті та доступні на ринку.

6. Використання матеріалів місцевого походження, яке зменшує затрати на доставку, а разом із тим зменшує негативний вплив на навколишнє середовище, пов'язаний із транспірацією, паливом, заторами на дорогах тощо.

Хоча бетон є основним будівельним матеріалом житлових та громадських будівель, однак, це не найекологічніший матеріал.

Комерційне виробництво бетону щороку викидає в атмосферу тонни парникових газів, сприяючи забрудненню навколишнього середовища та зміні клімату. На щастя, є більш стійкі будівельні матеріали, які представляють екологічну альтернативу бетону як у житлових, так і в комерційних проєктах.

Матеріали рециклізації.

Із давніх часів існує традиція відновлення старих будівель та переробки будівельних матеріалів, що залишаються після їх експлуатації. Так, використовувались старі фундаменти та основи для нового будівництва, старі плити, тротуари тощо. Сучасний екологічний напрям в архітектурі та дизайні заохочує до переробки та повторного використання будівельних матеріалів. Так, наприклад, старий бетон може бути використаний як подрібнений заповнювач для нового бетону, хоча, безумовно, слід бути обережними щодо застосування такої техніки.

Більш цінні будівельні елементи, такі як бруси з цегли, цегла, покрівельні сланці, черепиця, перемички, підлогова черепиця та різні декоративні предмети, давно пристосовані для повторно використання. Нині, коли стан екології вимагає від нас мінімізації відходів, подовжений термін експлуатації матеріалів та їх повторне використання (рециклізація), є багато центрів та організацій, де старі матеріали та предмети можна продавати, сортувати та купувати.

З ростом популяції, людство зустрілося із проблемою нестачі матеріалів, збільшенням витрат на видобуток та обробку сировини, питання рециклізації та можливості вторинної переробки будівельних матеріалів зростає і інтерес до альтернативних матеріалів, з кожним роком стає актуальнішим.

Наприклад, сталь є одним з найбільш перероблених будівельних матеріалів у світі. Так, у 2014 році 86% усієї виробленої сталі пройшла через процеси

повторної переробки. Сьогодні переробка сталі для створення нових сталевих виробів займає основну частку у галузі рециклізації будівельних матеріалів. З огляду на це, можна отримувати перероблену сталь для зменшення впливу на довкілля використовуваних будівельних матеріалів.

Сучасне екологічне мислення наголошує на необхідності стандартизації процесу рециклізації для всіх будівельних матеріалів, однак великий вплив на розвиток цієї галузі може зробити вибір будівельних та оздоблювальних матеріалів, який архітектори та дизайнери роблять для своїх проєктів, а також для виготовлення меблевої продукції.

Поряд із реконструкцією та повторним використанням, поступово зростає роль переробки відходів або раніше вживаних продуктів як альтернативу видобутку чи виготовленню нових будівельних матеріалів.

Два надзвичайно популярні будівельні матеріали, які широко використовуються у всьому світі - це побічний продукт доменного шлаку з металургійної промисловості у меленому гранульованому вигляді та відходи летючої золи із вугільних печей. Однак глобальний підхід до зменшення виробництва заліза, сталі та застосування вугільних печей, з очевидних екологічних причин, значно скоротив ці процеси і ця тенденція посилиться у всьому світі у майбутньому.

#### Лісоматеріали.

Звичайна деревина має багато переваг перед іншими промисловими будівельними матеріалами, такими як бетон або сталь. Хоча деревина є екологічно чистим матеріалом, однак, для того, щоб ліси не втрачали свого біорізноманіття, необхідний сталий контроль за їх вирубкою, а також за раціональністю подальшого використання, рециклізації тощо.

Сьогодні, екологічне мислення виводить нас, споживачів дерев'яних матеріалів та предметів, за межі ціни, якості, доступності та функціональності, і наголошує на необхідності враховувати інші фактори у своїх рішеннях та діях, включаючи екологічний вплив на довкілля та соціальні аспекти життя.

Подібним чином федеральні, державні та місцеві органи влади, відповідальні за державні закупівлі та сталий розвиток, як і громадські організації, наприклад, місцеві ради зеленого будівництва.

Ліси відіграють ключову роль в регулюванні обсягів вуглекислого газу в атмосфері. Вони поглинають вуглекислий газ і зберігають його у своїй біомасі та ґрунті. Лісова продукція, включаючи деревину, дерев'яні вироби та папір, може зберігати вуглекислий газ протягом декількох десятиліть. Однак вуглекислий газ виділяється лише тоді, коли деревина згоряє або розкладається.

Дерево міцне і це робить його вдалим вибором у якості будівельного матеріалу. Дослідження також продемонстрували, що протягом свого життя вироби з деревини пов'язані з набагато меншими викидами парникових газів, ніж інші будівельні матеріали, включаючи сталь, бетон та алюміній.

Оцінюючи деревину за її екологічними властивостями, можна зазначити, що деревина є відновлюваним природним ресурсом, має низьку енергію, що втілюється, а викиди вуглецю в процесі виробництва низькі.

На відміну від інших ресурсів, пропозиція яких обмежена, ліси - це поновлюваний ресурс із відносно коротким циклом зростання. Однак не раціональне використання лісоматеріалів може призвести до вичерпання цього природного ресурсу. Екологічне мислення спрямоване на стійке відношення до всіх природних ресурсів, раціонального використання та відновлення, тому якщо дотримуватися цих принципів, населення буде забезпечене лісоматеріалами у достатній кількості.

Лісоматеріали із давніх часів застосовувалися у якості основного будівельного матеріалу у всіх регіонах, багатими лісами. Однак, близько 400 років тому сталися вагомні зміни у цій тенденції. Із світової історії ми знаємо багато випадків, коли дерев'яні будинки, та навіть міста частково згорали через легку горючість дерева. Так, під час великої пожежі у Лондоні в 1666 році, загорілися 13200 дерев'яних будинків та 87 церков. Відновлення Лондона включало нові будівельні норми, які передбачали встановлення будинків із цегляними фасадами замість дерев'яних. Потенційна небезпека спалення міст у

світі, де засобом освітлення приміщень була свічка, змінила основний будівельний матеріал. Сьогодні нові технології по обробці дерев'яних матеріалів та конструкцій вогнезахисними рідинами, лаками та фарбами, на щастя, відкрили для нас нові можливості у будівництві дерев'яних житлових будинків.

Деревину використовують у якості конструктивних та ізоляційних матеріалів у будівництві та для виготовлення меблів. Для цього деревину різних видів дерев (дуб, сосна, береза, вишня, кедр, бамбук тощо) піддають спеціальній обробці, після чого отримують тверде дерево (чисте оброблене дерево) або композиційні дерев'яні матеріали, які за основу мають натуральну деревину, але з примішками інших матеріалів.

До деревних матеріалів належать: лісоматеріали, пресована деревина, модифікована деревина, шарувата клеєна деревина та деревні композиції [38].

Композиційні дерев'яні матеріали мають кращі показники щодо їх механічної стійкості, стійкості до вологи, та вогнестійкості завдяки певним процесам їх обробки.

У будівництві та оздобленні еко-будинків можна використовувати як тверду деревину, так і композиційні дерев'яні матеріали, однак важливо, щоб у протягом усього її життєвого циклу не виділялися отруйні речовини, таких, як, наприклад, фенол, формальдегід, бензол, толуол. Впевненість у екологічності матеріалу може надати тільки сертифікат відповідної якості. Той же принцип стосується і інших еко-матеріалів, які будуть розглянуті нижче.

Солом'яні тюки.

Як вже було сказано, основні матеріали, які сьогодні застосовуються у домобудуванні, це бетон, цегла, керамзит та дерев'яні дошки. Однак, якщо озирнутися на історію, до часів промислової революції, то ми знайдемо багато будинків зі стінами, які побудовані із солом'яних тюків. Хоча сьогодні солома використовується, здебільшого, як біопаливо та корм для худоби, соломі з давніх часів застосовували солом'яні тюки. І сьогодні соломі також можна використовувати як екологічний, економічний та ефективний будівельний матеріал.

Солома – це зібрані з полів сухі стеблі злакових та бобових зернових культур. Хоча солома використовувалася для створення житла в Африці ще за епохи палеоліту, сучасне екологічне мислення повертає популярність будівництву із солом'яних тюків і у теперішній час розвитку високих технологій. Німеччина та Франція у 1700-х роках використовували солом'яну у якості будівельного матеріалу, і подекуди і досі така тенденція має місце.

Будівництво солом'яних тюків є відносно стійким методом будівництва, солома - це поновлюваний матеріал, який легко доступний та значно дешевший від цегли, бетону чи деревини. Після збору їстівної частини зерен, фермери утилізують їхні стебла, а в багатьох районах їх спалюють. Перетворення їх на солом'яні тюки дає їм нове життя і зменшує забруднення повітря, яке виникає в результаті горіння.

Солом'яні тюки також мають високі теплоізоляційні якості, зберігаючи будівлю теплою взимку та прохолодною влітку, при правильній побудові значення. Цей матеріал також відносно дешевий, виготовляється із сільськогосподарського побічного продукту. Але важливо пам'ятати, що вартість тюків соломи може різнитися залежно від того, коли вони зібрані та як далеко їх потрібно транспортувати. Якщо солом'яні тюки потрібно зберігати тривалий час або перевозити на великі відстані, тоді витрати відповідно зростають.

Ще однією перевагою будинків із тюків з соломи є те, що це відносно простий метод у будівництві і не потребує великого досвіду.

На виготовлення солом'яних тюків витрачається небагато ресурсів, а процес обробки і транспортування є єдиною додатковою необхідною енергією (окрім сонця, яке потрібне для зростання рослин). Солома також на 100% піддається біологічному розкладанню, і, якщо солом'яні тюки більше не потрібні, їх можна легко закопати у землю.

Методи будівництва солом'яного будинку дуже відрізняються від наших. Знизу вгору на місце розташування солом'яного тюка, потрібно залити фундамент шириною тюка, щоб підтримувати солом'яні стіни. Коли солома тюкується, виходять прямокутники різних розмірів від 915x455x355 мм до



1220x610x410 мм. Ці прямокутники укладаються як блоки до потрібної висоти, а дерев'яні стержні вставляються в кожні 5–6 шарів соломи, щоб закріпити тюки разом, об'єднавши в одну конструкцію. Оскільки солома - це органічний матеріал, що містить повітря, зовнішня та внутрішня обробка також, зазвичай, складатися із органічних матеріалів. Цей матеріал, як правило, являє собою суміш глини, піску та соломи. Додаючи воду до всіх цих матеріалів, ви створюється грязеподібну суміш, якою далі легко укладати, і стає гладкою, коли висихає. Сама покрівля може бути типовою конструкцією фермерської покрівлі.

У будівництві з соломою є багато переваг: низький вплив матеріалів на навколишнє середовище. Дослідження також показують, що енергетична ефективність тюків соломи перевищує енергоефективність інших сучасному матеріалів у будівництві. Солом'яні тюки ефективно зберігають внутрішню температуру навіть у прохолодному кліматі. Ще одна важлива перевага полягає в тому, що солом'яні тюки мають домішки глини, завдяки чому вони мають хороші енергозберігаючі властивості. Оскільки процес будівництва з цими матеріалами є доволі простими, сучасні будівельні інструменти мало потрібні. Незважаючи на те, що солома сама по собі може бути легко горючим матеріалом, дослідження показало, що солом'яна стіна з глиняною обробкою з обох сторін, має вогнестійкі якості, що робить його безпечним для життя. Врешті-решт, по закінченні терміну експлуатації будинку, матеріали можуть бути повністю перероблені майже без впливу на навколишнє середовище.

Найбільшою проблемою з використанням соломи у будівництві є те, що солом'яні тюки можуть спричинити гниття, якщо їх не тримати в сухому стані, що є однією з найбільших проблем. Потрібно уникати потрапляння вологи в тюки у процесі будівництва. Якщо на них потрапляє вода, стиснуті солом'яні тюки почнуть розширюватися, поглинаючи вологу, що призводить до подальшого розтріскування верхнього матеріалу – дерев'яних дошок. Цвіль може стати проблемою, адже вона може виділяти токсичні речовини в порожнину стіни та навколишнє повітря, а внутрішні температури можуть підвищуватися в міру розкладання солом'яних тюків. Щури та миші також

можуть бути проблемою під час будівництва, оскільки вони люблять закопуватися в тюки, і перед їх трамбуванням, слід подбати про те, щоб щурів із тюків виселили.

#### Утрамбований ґрунт.

Утрамбована земля - це технологія, якою люди користуються протягом тисячоліть та є актуальною і сьогодні у якості стійкого матеріалу для будівництва житла. Сучасні ущільнені земляні будівлі можна збудувати за допомогою арматури або дерев'яних будівельних матеріалів, а механічні утрамбовки зменшують об'єм роботи, необхідної для створення міцних стін.

Утрамбована земля, тобто будівельний матеріал, виготовлений шляхом ущільнення певного об'єму ґрунтів, з давніх часів використовувалися багатьма народами. Технологія утрамбування землі може бути використана для виготовлення будівельних блоків або для спорудження цілих стін на місці, шар за шаром. При виготовленні будівельних блоків ґрунт утрамбовують у коробчасту форму. Використовуваний ґрунт повинен бути з високим вмістом піску та низьким вмістом глини, 70% та 30% відповідно. У сучасній практиці додається близько 10% води. Для утрамбованої землі характерна хороша герметичність на стисках.

Зазвичай товщина земляних стін становить не менше, ніж 30 см, завдяки чому будинок матиме досить високі енергозберігаючі властивості, та зберігатиме внутрішнє тепло навіть у холодному кліматі. Земляні стіни часто додатково покривають гіпсом, для надання кращої ізоляції.

#### Конопля.

Конопля є неймовірно універсальним природним ресурсом, який успішно застосовують і в харчовій, і в будівельній галузях. В будівництві конопля цінна через свої «зелені» характеристики, є сталим матеріалом, з можливістю рециклізації та екологічної утилізації.

Конопля може вирости до чотирьох метрів заввишки за три місяці без використання будь-яких хімічних прискорювачів росту. Частка конопляного будівництва поступово поступово зростає по всьому світу, завдяки безлічі

переваг перед іншими будівельними матеріалами: рослинне походження, а отже є відновлюваним ресурсом, має високі показники вогнестійкості, є нетоксичною, стійкою, та має високоізоляційні характеристики.

Як відомо, рослини поглинають вуглець з атмосфери в міру свого зростання, однак конопля вирізняється швидкістю темпів свого зростання, тому конопля здатна накопичувати більше вуглецю на гектар, ніж майже будь-яка інша рослина, включаючи дерева. Коли цю біомасу збирають, змішують з вапном і будуть із цієї маси будинок, конопля вона зберігає вуглець на весь час експлуатації будівлі. Додавання вапна підвищує енергозберігаючі властивості будівлі. Більшість звичайних будівельних матеріалів мають високий вміст вуглецю, який вони виділяють в атмосферу під час їх виробництва. Натомість конопля фактично поглинає більше вуглецю, ніж виділяє під час його виготовлення, що надає йому стійкості.

Конопля від природи не містить поживних речовин для паразитів, її не потрібно захищати, як деревину чи соломку, наприклад.

Конопля застосовується у будівництві вже майже сорок років, і його прогрес повільний, незважаючи на його численні переваги. Є багато причин, чому поширення та розвиток конопляної технології повільне, але жодна з них причин насправді не пов'язана з недоліками матеріалу. Індустрія виробництва конопель-бетону безпосередньо конкурує з іншими виробниками ізоляційних матеріалів, які не зацікавлені у просуванні конкурентів, що ускладнює процес нових розробок у консервативній будівельній галузі.

Хоча існують багато стійких альтернатив традиційним не стійким будівельним матеріалам, будівельний сектор масово продовжує використовувати ті самі високовуглецеві будівельні методи та матеріали. А це призводить до того, що будуються будинки, переповнені отруйними матеріалами, що неминуче впливає на здоров'я населення, та на навколишнє середовище. Можна допустити, що деякі місцеві уряди, які покладаються на будівельну галузь, щоб підтримувати економіку плавною, просто закривають очі на жакливі дані галузі щодо викидів та забруднення.

Конопляний матеріал - це не матеріал з великою кількістю невирішених питань. Цей матеріал є стійкою альтернативою класичним не стійким будівельним матеріалам, використання яких необхідно максимально скорочувати у всьому світі. Використовуючи альтернативні місцеві стійкі матеріали, які пропонує нам сама природа., дає нам змогу будувати стійкі житлові будинки, з значно кращими показниками. Для прогресу у будівельному сектор потрібна політична воля місцевих урядів та інвестиції, щоб не робити «як завжди», а робити краще.

Перероблена пластмаса.

Утилізація використаної пластмаси є помітною глобальною проблемою: у природних умовах пластмаси майже не розкладаються, і тим не менше, щороку у світі виготовляють близько 359 мільйонів тонн пластмас. Таким чином, пластик, безумовно, є величезною проблемою, але є раціональні рішення, такі як рециклізація матеріалу.

Більшість людей вважає, що переробка пластмас суворо обмежена: лише кілька видів можна переробити взагалі. Однак це не так: всі полімери технологічно можна переробити на 100%. Деякі пластмаси мають ідеальний життєвий цикл: їх можна знову і знову використовувати для виробництва тих самих товарів. Такі перероблені пластмаси можуть мати нижчі механічні властивості в порівнянні з новими пластмасами, оскільки кожен раз, коли ви плавите та обробляєте пластмасу, полімерні ланцюги деградують. Але ці властивості можна відновити, змішавши їх з добавками або незайманим пластиком.

Нарешті, будь-які пластикові відходи можна подрібнити та використовувати як наповнювач для асфальту чи то бетону у будівництві. Проблема полягає в тому, що переробка більшої частини пластикових відходів в даний час є збитковою.

Пластмаси міцні, довговічні, водонепроникні, легкі, легко формуються та підлягають вторинній переробці - усі ключові властивості будівельних матеріалів. Так, пластикові відходи знайшли застосування у будівельній галузі.

Замість видобутку, видобутку та фрезерування нових компонентів для будівельних матеріалів, нові техніки у будівництві створюють бетон, що включає перероблену пластмасу та сміття, що не тільки зменшує викиди парникових газів, але зменшує вагу та забезпечує нове використання для засмічення сміттєвих пластикових відходів.

Часткове використання переробленої пластмаси для побудови покрівельної черепиці - чудовий спосіб зменшити затрати, до того ж пластик має ряд інших переваг: він легкий, з низьким вмістом вуглецю, його монтаж простіший і швидший монтаж

Перероблену пластмасу можна використовувати для виготовлення міцніших бетонних конструкцій у вигляді тротуарів, бордюр тощо. Завдяки додаванню пластмаси. можна отримати бетон, який на 15% міцніший за звичайний бетон, завдяки чому така форма конструкції буде довговічнішою, і більш стійкою.

Використання переробленого пластику як основного інгредієнта конструкційних пиломатеріалів (пилової дерев'яної продукції) як альтернативи іншим матеріалам, таким як сталь, має безперечні переваги у екологічності. Використовуючи пластик для виготовлення пиломатеріалів замість дерева, вам більше не доведеться обприскувати дерево токсичними консервантами, щоб захистити його від таких факторів, як комахи та погода.

Використання пластика для виготовлення вікон є досить поширеним у всьому світі, оскільки їх легко проектувати та пристосовувати до різних стилів. Бонусом є те, що, оскільки вони виготовляються переважно з пластмас, рами на 100% підлягають вторинній переробці. До того ж пластикові вікна мають досить тривалий термін служби – до 40 років.

Нині все частіше застосовується підлогова плитка, що містить перероблену пластмасу. Переваги такої техніки у простому процесі установки, легша вага, і цінова доступність.

Використання переробленої пластикової плитки для стелі – також має переваги, оскільки з пластиком легко працювати, процес монтажу досить

простий, не потребує додаткового обслуговування (фарбування, лакування або додаткове покриття не потрібно після встановлення), цінова доступність.

Будівельні матеріали, виготовлені з перероблених пластмас, поки що не так широко використовуються в будівельній галузі, як би це насправді могло мати місце. І як і у випадку із розвитком та прогресом у застосуванні коноплі у будівництві будинків, тут потрібна політична воля місцевих урядів та широка екологічна свідомість, щоб заохотити більше інвестицій у потенціал у переробці пластмас.

### Природний камінь.

Серед найбільш відомих природних каменів для будівництва є граніт, мармур, пісковик, порфір, базальт, глиняний шифер та вапняк. Ці матеріали значно відрізняються від інших будівельних матеріалів, з точки зору своїх технічних характеристик, таких як водопоглинання, міцність на стиск, теплові показники та зберігання тепла або морозостійкість. Зовнішній вигляд каменю нічого не може сказати про його міць та якість: камені можуть бути однакові на вигляд, але мати різні характеристики. У будівництві, тверді породи, такі як граніт або базальт, більше підходять для зовнішнього фасаду будівлі, тоді як м'якші матеріали, такі як порфір або мармур, більше підходять для інтер'єрів.

Перш ніж природний камінь з'явиться на ринку для продажу, він повинен пройти тести на придатність, які базуються на європейських нормах. За винятком кількох винятків, наприклад, горючі сланці, всі природні камені належать до класу негорючих. Область застосування різних каменів залежить від його складу та необхідних екологічних вимог такі як навантаження та погодні умови.

Каменярі можуть застосовувати різні техніки для обробки поверхні природного каменю. Залежно від зовнішніх характеристик каменю, він шліфується або полірується, і тим самим майстри-каменярі надають каменю нову естетику. Кожен камінь є унікальним у своїх нерівностях, архітектори та дизайнери поєднують камінь з іншими будівельними матеріалами, створюючи унікальний дизайн.

Природний камінь використовується у промисловості, в садовому та ландшафтному дизайні, а також при облицюванні та дизайні приватних та комерційних об'єктів. Наприклад, глиняний шифер служить міцним, стійким покрівельним матеріалом на історичних та сучасних будівлях. Граніт, вапняк та базальт прикрашають вишукані зовнішні фасади музеїв, торгових центрів або житлових одиниць. Гравій або пісок прикрашають доріжки через сад або парк. Високоякісні сходові покриття та підлоги виготовляються з мармуру або пісковіку. Різні гірські кам'яні породи також використовуються в таких областях як кам'яна кладка, будівельний камінь для віконних і дверних рам, для будівництва тераси та тротуарна плитки, внутрішня обшивка стін, для виготовлення кухонні стільниць, умивальників, камінів тощо.

Природний камінь цінний своєю довговічністю, а також не містить основних забруднювачів, тому при необхідності, його також можна екологічно переробити та утилізувати.

Зола-цемент.

Зола-цемент - це відносно нова технологія перетворення золи від спалення міських твердих побутових відходів та комбінованої золи у композитний матеріал, подібний до цементу, який можна використовувати для виготовлення доріг, мостів, бар'єрів та морських споруд, перетворюючи цей потік відходів на альтернативний стійкий будівельний матеріал. Перетворення золи відбувається на атомному рівні, де іони золи стимулюються нанокompозитами, які поглинаються продуктами, що утворюються під час реакції гідратації. [39].

Золу-цемент можна назвати «зеленим» будівельним матеріалом, оскільки він виготовлений із відходів (золи, що утворюється від спалення твердих побутових відходів). Його використовують для замішування бетону замість цементу. Різні випробування щодо міцності, щільності, стирання, тестування при підвищених за занижених температурах дали результати навіть кращі, ніж у звичайного бетону.

Феррок.

Феррок – ще один новий матеріал, який можна назвати «зеленим» конкурентом бетону. До його складу входять перероблені матеріали, включаючи сталевий пил металургійної промисловості. Його використовують замість цементу для створення бетоноподібного будівельного матеріалу, який у 5 разів міцніший за бетон, оскільки до його складу входить металевий пил (виключно від відходів важкої промисловості). Більше того, феррок є вуглецево-негативним: він виділяє CO<sub>2</sub> під час замішування бетону, однак поглинає CO<sub>2</sub> під час затвердіння. Феррок є екологічно чистим матеріалом та на 95% складається із перероблених матеріалів і дешевий у виготовленні.

Феррок виготовляється шляхом поєднання сталевих пилових відходів з кремнеземом. Хімічна реакція між залізом, яке є у пилу, та вуглекислим газом у повітрі призводить до того, що суміш перетворюється на карбонат заліза. Як тільки він змішується з водою і потрапляє під дію вуглекислого газу, воно твердне у тверду форму, подібну до бетону [40].

#### Деревобетон.

Деревобетон – це будівельний матеріал із тирси та бетону, змішаних між собою. Із цього матеріалу роблять блоки, панелі та бруківку, які можна гвинтувати і свердлити, на відміну від бетону, він міцний, довговічний і більш стійкий, ніж звичайний бетон.

Тирса у деревобетоні також наділяє цей матеріал кращими енергозберігаючими властивостями, від тих, які має звичайний бетон. Дерев'яний бетон можна сформувати у традиційні форми, такі як блоки, цегла та бруківка. Оскільки деревобетон легший за бетон, він зменшує транспортні витрати.

#### Трав'яний бетон,

Трав'яним бетоном називається спосіб укладання бетонних доріжок, тротуарів, таким чином, що є відкриті ділянки, що дозволяють рости траві чи іншій флорі. Такий метод забезпечує перевагу зменшення загального використання бетону в цілому, покращує поглинання та відведення води від опадів, і надає «зелену» естетику навіть такому матеріалу як бетон.



## **2.4. Художньо-естетичні прийоми формування інтер'єру приватного житла з використанням екологічного підходу.**

Екологічне проектування використовує цілісний системний підхід, інтегруючи екологічні, соціальні та економічні принципи. Він враховує реальність того, що архітектура та дизайн безпосередньо впливають на якість нашого життя та стан навколишнього середовища. Вибір, який ми робимо в оздоблювальних матеріалах та меблях для наших будинків, може в цілому змінити загальні тенденції у промисловості, галузях видобутку та створенні речей.

Екологічний напрям у дизайні інтер'єру фокусується на підвищенні якості життя мешканців та зменшенні негативного впливу на навколишнє середовище.

Хоча естетика та природні мотиви є суттєвими елементами зеленого дизайну, більшість його переваг не у вигляді, а у відчутті. Покращена якість повітря в приміщенні, зменшення рівня токсичності, боротьба з відходами, а також збереження води та енергії - це лише деякі з найважливіших елементів екологічного проєкту. У дизайні внутрішнього простору еко-будинку важливими факторами є сприяння енергозберігаючим властивостям будівлі, оздоблення екологічними матеріалами та меблями, а також застосування природних мотивів у естетичному оформленні приміщень.

Екологічними можуть вважатися матеріали, які відповідають наступним критеріям:

1. Місцеві матеріали: матеріали місцевого походження та виробництва, Такий підхід зменшує транспортні витрати на перевезення матеріалів, зменшує кількість вихлопних газів та затори на автомагістралях.

2. Органічні матеріали, які виготовлені із відновлюваних джерел та мають «зелений» цикл життя.

3. Штучні матеріали, під час виготовлення, експлуатації та кінцевій утилізації яких не виділяються токсичні речовини.

2. Матеріали, виготовлені із продуктів рециклізації: такий підхід сприяє економії природних ресурсів.

4. Довговічні матеріали: чим міцніший матеріал, тим довше він прослужить, тим самим зменшить необхідність у його заміні.

5. Матеріали, які біорозкладаються наприкінці терміну їх експлуатації; якщо ж ні, має бути альтернативний «зелений» варіант.

Оздоблювальні матеріали.

Більшість фінішних покриттів та клеїв містять леткі органічні сполуки (ЛОС), які виводяться з атмосфери та негативно впливають на якість повітря в приміщеннях. Для оздоблення еко-будинку слід обирати матеріали з низьким вмістом ЛОС або не-ЛОС матеріали.

Леткі органічні сполуки - це випари, які відчуваються під час фарбування, а іноді і через кілька днів. ЛОС у фарбі, як правило, походять від добавок до фарби, таких як фунгіциди, біоциди (бензол, етиленгліколь, вінілхлорид, ртуть та ін.), барвники. Високий рівень ЛОС у фарбах може спричинити головний біль, алергічні реакції у людей похилого віку, дітей та хворих на хронічні захворювання.

Фарби з низьким вмістом біоцидів не містять фунгіцидів та інших токсичних хімікатів, які зазвичай додають у латексні фарби для продовження терміну її зберігання. Ці добавки вважаються шкідливими для якості повітря в приміщенні. Природні матеріали та клеї на основі рослинних / мінеральних складових доступні на ринку, хоча вони коштують в 1,5-2 рази дорожче стандартних продуктів. Фарби з низьким вмістом біоцидів та ЛОС також коштують дорожче. Термін їх придатності значно коротший від терміну придатності звичайних матеріалів.

Більшість фарб на масляній основі також можуть виділяти велику кількість ЛОС через високий вміст токсичних речовин. Фарби на основі алкідів та латексні фарби безпечніші, але деякі все ще мають високий рівень ЛОС.

Визначити вміст ЛОС у фарбі можна прочитавши етикетку або в каталозі компанії-виробника. Якщо дані про ЛОС ніде не вказані, краще обрати іншого

виробника. Зазвичай кількість ЛОС у фарбі виражається в грамах на літр. Найбільш екологічним вибором є придбання фарби без вмісту ЛОС. Але якщо фарба, необхідна для роботи, містить ЛОС, краще вибрати фарбу на основі латексу і не вище 250 грамів на літр; якщо необхідно використовувати фарбу на масляній основі, - то не вище 380 грамів на літр. До фарб на водній основі додають пестициди та консерванти: обираючи фарби, безпечні для здоров'я необхідно переконатись, що рівень ЛОС не перевищує 0,025%.

**Штукатурка:** натуральна глиняна штукатурка - це найздоровіше покриття для стін, екологічно чистий матеріал. Глиняна штукатурка - це суміш глини та піску, екологічно чиста альтернатива звичайній штукатурці та фарбі. Це натуральний, нетоксичний, довговічний і естетично привабливий матеріал. На відміну від більшості фарб, він не містить ЛОС (шкідливі хімічні речовини, які виділяються під час та після нанесення). На відміну від більшості сучасних штукатурок, глиняна штукатурка не містить акрилу та смол, для виробництва яких потрібно багато енергії.

**Таделакт** - це марокканська штукатурка природного походження, екологічно стійка, виготовлена з гідралічного вапна. Таделакт походить із Марокко, де застосовувався із давніх давен. Нині є популярним рішенням в оздобленні еко-будинків по всьому світу. При нанесенні таделакту не застосовуються агресивні хімічні речовини, а його гладка, стійка до води та цвілі поверхня означає, що він ідеально підходить для ванних кімнат, вологих приміщень та кухонь, загалом, де завгодно в будинку, де є вода. Щоб підтримати енергозберігаючі властивості еко-будинку та заощадити електроенергію на освітлення, для оздоблення стін слід обирати основною колірною гаммою світлі відтінки, які відображатимуть більше світла, тоді як темні стіни та декор потребують більше штучного освітлення. Щоб допомогти вам уникнути токсичних хімічних речовин та випарів, які є у більшості фарб, існує також безліч фарбових компаній, які зараз створюють менш абразивні варіанти, які є кращими для навколишнього середовища та вашого будинку.

Ще однією практикою стійкого дизайну інтер'єру, якою часто користуються наші дизайнери, є включення світловідбиваючих поверхонь для збільшення кількості світла, що відбивається від кімнати до кімнати, зменшуючи при цьому використання штучного освітлення.

Дерев'яні настінні та стельові панелі: часто застосовуються в інтер'єрі еко-будинків не лише в якості підлогового покриття, а й використовуються для декору поверхонь стін та стелі. Ці панелі, виготовлені з екологічно чистих матеріалів, в яких використовуються нетоксичні перероблені або швидко відновлювані матеріали, бувають із різних порід дерев місцевого походження.

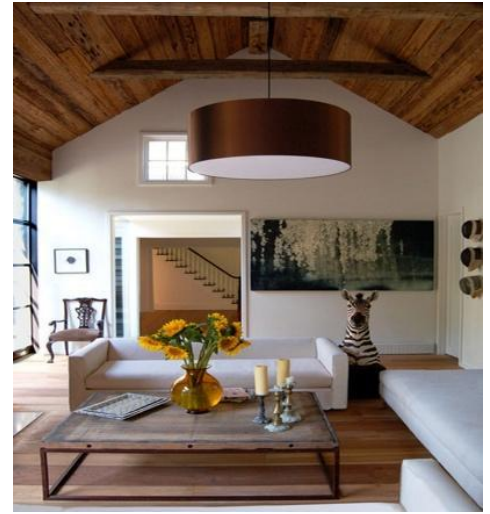


Рис. 50, 51 Декор стелі. Дерев'яні панелі в інтер'єрі [42]

Гіпсокартон для покриття стелі еко-будинку має бути застосований із фарбою з нульовим чи низьким вмістом легких летючих сполук, щоб захистити здоров'я малярів та мешканців будинку, це також зменшить вуглецевий слід та кількість забруднень порівняно з використанням інших не екологічних фарб.

Потенційно стійкі види плитки.

Кераміка: технічно керамічний посуд, керамічна плитка виготовляється з глини та обпалюється в печі. Керамічну плитку часто герметизують скляною глазур'ю, що складається з діоксиду кремнію, глинозему та флюсу. Однак керамічна плитка не поглинає леткі органічні сполуки (ЛОС), а також не

являється сприятливим середовищем для розмноження бактерій та грибків, кому є стійким вибором для еко-будинків, особливо для підлогового та настінного покриття у ванних кімнатах та санвузлах. Для облицювання камінів застосовують вогнестійкі кам'яні породи, наприклад, шамотну плитку.

**Керамограніт:** виготовляється подібно до керамічної плитки, але з використанням різних матеріалів (каолін) і випалюється при набагато більш високих температурах. Керамогранітна плитка щільна, довговічна і чудовий варіант для місць з великою прохідністю. Деякі види керамогранітної плитки є продуктами рециклізації, частково виготовлені із вторинних матеріалів, і являються сталим вибором.

**Терракот:** складається із суміші червоної та коричневої глини та обпалюється при дуже низьких температурах, її назва означає «спечена земля». Терраотова плитка виготовляється з використанням мінімальної енергії, часто з відновлюваних джерел, таких як оливкові кісточки. Залишаючись неглазурованою, плитка терракот має неповторний вигляд, і його використовують у всьому світі протягом століть для облицювання стін, підлоги та камінів у будинках,

**Камінь:** класичний і довговічний, його іноді можна використовувати повторно або переробляти. Завдяки своїм тепловим якостям кам'яна черепиця насправді може допомогти скоротити енергію, необхідну для обігріву будинку.

**Природний камінь:** найпоширеніші з них відомих природних каменів для оздоблення еко-інтер'єру є граніт, мармур, пісковик, порфір, базальт, глиняний шифер та вапняк.

**Кам'яний шпон або штучний камінь** виготовляється із суміші бетону – це, насамперед, цемент, змішаний з легким заповнювачем, який змішують з пігментами для додання йому природного вигляду. Однак, цемент це не найекологічніший матеріал, тому у дизайні еко-будинку краще використовувати природний камінь, якщо це необхідно.

**Підлогове покриття.**

Більшість сучасних підлогових покриттів часто бувають основними чинниками забруднення повітря в приміщеннях. Це пов'язано з вмістом летких органічних сполук, що є у в'язучих речовинах, що використовуються при виготовленні підлогових матеріалів, наприклад, як килимові покриття, а також у клеях, що використовуються для нанесення килимової підкладки, плитки та дерев'яних покриттів.

Оскільки будинки часто будуються щільно для економії місця та енергії, хімічні речовини, що виділяються із будівельних матеріалів, є більш концентрованими та шкідливими. Газоутворення формальдегіду є головною загрозою, яку часто використовують у виготовленні та влаштуванні підлогових покриттів. Так, високий рівень ЛОС буде викидати газ протягом місяців і, у багатьох випадках, цей процес буде продовжуватись випаровуватися роками. Зменшення застосування ЛОС в домашніх умовах можна досягти за допомогою альтернативних варіантів - переважно пов'язаних уникненням використання килимових покриттів.

Дерев'яна підлога вважається естетичним плюсом для еко-будинків. Перевагами дерев'яного підлогового покриття також є тривалий термін служби та досить просте обслуговування.

Більшість дерев'яних підлогових покриттів отримують з дерев твердих порід. Екологічним вибором для оздоблення підлоги будинку буде використання відновленої деревини, матеріалів місцевого походження та виробництва.

Дерев'яні підлогові покриття, що використовуються повторно, часто отримують із перероблених деревних відходів. З екологічної точки зору, такий підхід є стійкою альтернативою традиційному паркетному покриттю, оскільки економить матеріали і зменшує вирубку живих дерев (рис. 54).

Пробкове підлогове покриття є відносно новим. Зазвичай його застосовують у якості оздоблювального матеріалу для стін або у плящі вина (звідти походить і назва цього матеріалу), але це чудовий матеріал і для підлоги. Пробку роблять із кори дуба. Деревина не вирубують для збору кори, а зрізають кору, яка відростає знову кожні три роки, що робить її джерелом відновлюваних

джерел. Коркове підлогове покриття має природні антимікробні властивості, а також простий у догляді. Пробка, як і інші дерев'яні покриття, може бути оброблена різними фарбами та морилками для забарвлення. Коркові підлоги, залежно від якості, можуть прослужити 10-30 років.

Підлога з бамбука - ще один варіант деревини, який набирає популярності. Це матеріал природного походження, яка має подібні характеристики, як листяна деревина. Бамбукова підлога довговічна, проста в обслуговуванні і проста в установці. Бамбук дозріває за три-п'ять років, набагато швидше, ніж звичайні дерева, які ростуть двадцять років чи довше. Бамбук, дуже легкий, доступний у багатьох відтінках, які будуть актуальними в будь-якій обстановці чи декорі еко-будинку. Різноманітні візерунки та широкий вибір кольорів дають йому перевагу над традиційними дерев'яними підлогами.

Ламінат – недорога альтернатива, яка імітує дерево, має тривалий термін служби і простий в монтажі, однак не є екологічним матеріалом. Його недолік полягає в клеях, що використовуються при склеюванні його шарів. Вони складаються з токсичних хімічних речовин, включаючи формальдегід. Більше того, оскільки ламіноване підлогове покриття виготовлене з пластмас та іншої синтетики, так що далі вона неминуче потрапить на звалище, тобто рецилізації не підлягає.

Вінілове підлогове покриття - синтетичний матеріал, виготовлений з хлорованих нафтохімікатів, які є шкідливими і не екологічним.

Натуральний лінолеум створений із суміші лляної олії, коркового пилу, деревних смол, деревного борошна, пігментів та меленого вапняку. Як і пробка, цей матеріал є водостійким. Він має тривалий термін зберігання, досить просте встановлення і обслуговування.

**Тканини та декор.**

Еко-тканини можуть бути виготовлені з рослинних волокон, тваринних волокон, а також синтетичні волокна, які є безпечні для здоров'я мешканців та мають «зелений» життєвий цикл. Еко-тканини використовують як поверхнева оббивка меблів, у якості килимів, штор, постільної білизни тощо.

«Зелені» та стійкі рослинні волокна: органічна бавовна; органічний льон; бамбук, кора дерев, конопля, агава, «морська трава» сіацелл, соєва клітковина.

«Зелені» та стійкі тканини тваринного походження: органічна вовна (овеча, овеча, верблюжа), кашемір, альпака, шовк.

Хоча багато синтетичних тканин виготовляються з продуктів на основі нафти, їх все одно деякі із них можна вважати зеленими, так, синтетичні тканини, прядені з перероблених матеріалів до та після споживання, як-то пластикові пляшки та відходи промислового виробництва. Такий метод рециклізації зменшує відходи на звалищах. Деякі з цих перероблених матеріалів надзвичайно довговічні. Ще більш стійкими є тканини, створені з перероблених відходів, які можна переробити в нову сировину, коли термін їх життя закінчиться. Ці види синтетики легко чистити, вони вогнестійкі та придатні до рециклізації. Натуральні килими - це вироблені з бавовни та вовни, або плетені килими рослинного походження з мінімальною обробкою. Так, килими «морська трава» або «seagrass» - це повністю природні та стійні підлогові покриття, плетені із рослини, яка росте в прибережних морських водах по всьому світу: її вручну збирають, сушать, після чого його волокна сплітаються в різні конструкції та візерунки, в натуральних відтінках зеленого або золотистого кольорів, має водовідштовхуючі властивості. Сизалеві килими також сплетені із натуральних волокон, витягнуте з шаршавого листа рослини агави, вирізняються своєю міцністю, однак не є м'яким на дотик і не має водовідштовхуючих властивостей і поглинає рідину як губка.

Килими з вовни також є природним та стійким варіантом поверхневого підлогового покриття, які виготовляють із овечої, козиної та верблюжої вовни: вовну сплітають у нитку, яку можна пофарбувати в будь-який колір, а потім сплести у килим. Килими із вовни міцні і довговічні. У деяких сім'ях вовняні килими передаються з покоління в покоління, роблячи їх сімейними реліквіями.

Натуральні килими із бавовни - це екологічно чистий матеріал, рослинного походження, який отримують із бавовника. Бавовняні килими прості у виготовленні, м'які, міцні і дуже ефективно утримують барвники. Ці



характеристики роблять бавовну придатним матеріалом для конструкцій килимів зі складними візерунками та деталями. Однак, килими рідко виготовляються повністю з бавовни. Натомість бавовна часто поєднується з іншими волокнами, наприклад, такими як вовна.

Декор вікон, може бути виготовлений із тканини – штори, або може бути у вигляді плетених полотен, наприклад, із льону чи коноплі, які мають високу стійкість до ультрафіолетових променів та захищають приміщення від літнього сонця. Іншим варіантом можуть бути жалюзі із відновленого дерев'яного матеріалу, як то бамбук, наприклад, який має протимікробні властивості.

Зелені фіто стіни.

Фіто стіна, зелена стіна, вертикальний сад – все це синоніми техніки, яка використовується для вирощування рослин на вертикально підвішеній панелі за допомогою гідропоніки. Ці унікальні конструкції можуть бути як окремо стоячими, так і прикріпленими до стіни.

Вертикальні сади є надзвичайно ефектним методом внесення природних мотивів у житлових приміщеннях. Звичайно, вони не замінюють рослини в горщиках, а доповнюють природний настрій у будинку.

Фіто стіни можуть бути різними за розмірами, від маленьких, як рамка для картини, до таких великих та займати всю стіну. Вертикальні сади можна розмістити у будь-якому приміщенні та навіть на невеликому внутрішньому дворіку. Зелені стіни не тільки виглядають вражаюче, але викликають відчуття психологічного комфорту у приміщенні, завдяки властивій природі заспокійливій силі.

Внутрішні вертикальні сади можуть складатися з багатьох різних видів рослин; папороті, фікус повторний, пілея та калатея - найпопулярніші види рослин, що використовуються в зелених стінах. Вертикальні сади також дуже просторі і можуть заповнити будь-яке порожнє місце на стіні.

Зелені стіни працюють як природна система чистого повітря і сприяють покращенню атмосфери дихання та здоровому навколишньому середовищу.

Рослини також допомагають зменшити шумове забруднення, що створює гармонію та психологічний комфорт для мешканців еко-будинків.

Вертикальні сади на зовнішніх фасадах будинків також підтримують естетику еко-дизайну і прикрашають будинок, часто містять мох, виноградні лози та інші рослини. Зовнішні вертикальні сади також дають будівлям деякий захист та ізоляцію від коливань температури. Влітку зовнішні вертикальні сади використовують процес, який називається випаровуванням, який допомагає охолодити повітря навколо нього. Оскільки клімат у різних місцевостях різко відрізняється, рослини для зовнішніх стін встановлюються відповідно до кліматичних умов.



Рис. 64, 65 Вертикальні сади у інтер'єрі [54]

Більшість закритих вертикальних садів від мають панель або систему лотків, яку легко підтримувати. Панельні системи допомагають підтримувати вертикальні сади на стінах. Для деяких проєктів використовуються

поліпропіленові піддони та водостійка підкладка, щоб допомогти рослинам залишатися зволоженими. Однак вертикальний сад потребує спеціального догляду і може легко вийти з ладу без належного обслуговування. Це означає не тільки полив рослин, але обрізку та видалення відмерлих листків. Більшість вертикальних садових систем мають складні зрошувальні системи, які забезпечують належний полив рослин, хоча часто потрібен певний рівень додаткового обслуговування.

Більш простим за доглядом варіантом зелених стін є мохова стіна. Загалом, мохова стіна - це внутрішня або зовнішня композиція, розміщена біля стіни і прикрашена або збереженим, або живим мохом, або їх поєднанням. Мохові стіни можуть бути зроблені із справжнього, але збереженого моху, який не вимагає ґрунту або субстрату, а також не вимагає поливу чи зрошення будь-якого виду, оскільки такі мохові стіни не є живими, і не є штучними, а зроблені з моху, що перебуває в стані спокою, збережений за допомогою природного процесу парафіну або гліцерину. Стіни моху зберігають свій пишний вигляд при нульовому обслуговуванні (за винятком випадкового забруднення) принаймні протягом десяти років.

## **Висновки.**

Основна концепція еко-будівництва полягає в оптимізації енергетичних показників та забезпеченні екологічної стійкості житлового сектору. Очевидно, що в еко-будинку енергоефективність на першому місці, і з поважних причин.

Застосування якісних екологічних будівельних матеріалів у поєднанні із ефективними методами енергозберігаючого житла, подальше зменшене енергоспоживання, дозволить повною мірою забезпечити енергетичні потреби цих будинків безпосередньо від природних відновлюваних джерел, які є доступні у місцевості.

Принципи формування дизайну інтер'єру приватних житлових будинків з використанням екологічного підходу базуються на основній концепції еко-

будівництва, тому еко-дизайн – це на сам перед енергоефективність, стійкість матеріалів, включаючи оздоблювальні матеріали, меблі, тканини і декор будинку, а також покращена якість життя та здорове оточення.

### **РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕР'ИМЕНТАЛЬНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ІНТЕР'ЄРУ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКОЛОГІЧНОГО ПІДХОДУ**

#### **3.1. Аналіз архітектурної ситуації та вихідні дані.**

Для експериментального проєкту був обраний енергоефективний будинок «Вілла Vita Nova Urbana» (68, 69) [57] від компанії Кагер (Kager). Будинок розташований у дуже красивому і екологічно чистому місці, на узбережжі Київського водосховища у котеджному містечку «New Haven Luxury Village» села Лютіж, що у Вишгородському районі, Київської області, у 35 км від центру Києва (рис. 67) [56].



Рис. 67 Котеджне містечко «New Haven Luxury Village», с. Лютіж, Вишгородський район, Київська область, Україна [56]



Рис. 68 «Вілла Vita Nova Urbana» від компанії Кагер (Kager),  
Котеджне містечко «New Haven Luxury Village», с. Лютіж,  
Вишгородський район, Київська область, Україна [57]



Рис. 69 «Вілла Vita Nova Urbana» від компанії Кагер (Kager),  
Котеджне містечко «New Haven Luxury Village», с. Лютіж,  
Вишгородський район, Київська область, Україна [57]

Двоповерховий будинок зі склінням даху і зоною другого світла, має площу 160 м<sup>2</sup>; на першому поверсі розташована велика зала-студія із зоною другого світла і склінням даху, їдальнею, кухнею і виходом на криту терасу внутрішнього дворику, кабінет/гостьова, санвузол, топкова. На другому поверсі 3 спальні, із яких дві дитячі, та основна спальна кімната, одна ванна кімната, об'єднана із санвузлом, гардеробна кімната, галерея з зоною другого світла.

Приватний житловий будинок розташований у мальовничому кортежному містечку, на узбережжі Київського моря.

Будинок збудовано за технологією «сучасний Фахверк».

Фахверк - тип будівельної конструкції, несучою основою якої є просторова секція з дерев'яних балок.

Фахверк з'явився в Німеччині в XV столітті і далі розповсюдився по майже по всій Європі, особливо в Британії, Німеччині, Бельгії, Франції та північній частині Європи [58].

Фахверковий будинок має жорсткий і міцний несучий каркас з вертикальних стійок, горизонтальних балок і діагональних розкосів які є основною відмінною особливістю конструкції фахверка. Простір між елементами каркасу заповнювався глиною або цеглою, панелі штукатурилися, а сам каркас залишався видимим. Елементи дерев'яного каркасу візуально розділяли білі стіни, саме вони надавали зовнішньому вигляду будинку особливого вигляду, який і став архітектурною особливістю фахверка. Так були збудовані сотні тисяч дерев'яних будинків в Європі, які стоять вже по 300-500 років, що є найкращим доказом надійності технології [58].



Рис. 70 Фахверковий будинок в Парижі, якому вже понад 800 років [58].

#### Сучасний фахверк.

В XXI столітті, завдяки появі нових матеріалів і технологій, таких як клеєний брус і енергоефективне скління, фахверкова технологія отримала новий розвиток. Сучасні фахверкові будинки успадкували міцний дерев'яний каркас, а зовнішній вигляд змінився завдяки використанню великої площі скління. Великі площі панорамного скління від підлоги до стелі в сучасному фахверку створюють неймовірне відчуття світла і свободи, а застосування найсучасніших матеріалів та інноваційних технологій в конструкції будинку, дозволило зробити такий будинок максимально енергоефективним [58].

Будинок «Вілла Vita Nova Urbana» від компанії Кагер (Kager) створений в повній відповідності з існуючою фахверковою технологією, де відображені всі його конструктивні деталі.

Стійки, балки і розкоси виготовлені з ламінованого дерев'яного масиву, який проходить скрупульозну обробку. Всі елементи виготовлені вручну провідними майстрами. Використання фахверк технології дозволяє досягти високої ремонтпридатності. Крім цього, конструкція захищена від впливу цвілі і грибка і оснащена системою припливно-витяжної вентиляції, тому в будинку

завжди свіже повітря. Кожен квадратний метр ділянки був детально спланований для поєднання з архітектурою фахверк, на внутрішньому дворіку є сад з газоном, також встановлений навіс для паркування автомобіля [58].

### **3.2. Функціонально-планувальне рішення інтер'єру приватного будинку.**

Від правильної організації функціонально-просторової структури будинку залежить зручність проживання в ньому, тому до проєктування варто підходити всебічно. Відмінність індивідуального будинку від міської квартири укладено в наявності двох окремих зон: жилої і господарської, які за умовами гігієни повинні бути розділені між собою. Однак зручність проживання диктує умова, при якій між жилою і господарською зоною повинен бути забезпечений взаємозв'язок. Задоволення цих суперечливих вимог є запорукою раціональної та комфортної організації простору інтер'єру.

Житлову зону умовно ділять на денну й нічну. В одноповерхових будинках цей поділ є досить умовним, але у дворівневому житлі відбувається досить чітко. Дійсно, звичайно у двоповерховому будинку зона нічного перебування розташована на другому поверсі й у денний час її відвідують рідко або взагалі не відвідують. Там, як правило, розміщують спальні, дитячі кімнати й гардеробні. При високому рівні комфорту в нічній зоні обов'язково душові кімнати й туалет. До нічної зони звичайно примикають балкони, що служать для відпочинку у денний час. У денній зоні звичайно влаштовують велику вітальню, їдальню, кухню. Тут же дублюють гігієнічні приміщення (ванни й санвузли), до житлової зони примикають веранди або тераси, які в теплу пору року служать місцем відпочинку та розваг. Кімнату для гостей можна влаштувати як у денний, так і в нічній зоні залежно від розмірів будинку і його внутрішнього планування.

Робочий кабінет або бібліотеку можна при бажанні розмістити в кожній із зазначених зон, а при необхідності виділити в окрему робочу зону. У будинках з високим рівнем комфорту робочу зону сполучають із зоною відпочинку, у якій може бути розміщені: спортивний зал, більярдна, художня студія тощо.



Головний простір можна виділити великою площею, включенням у нього сходів, що ведуть на другий поверх, збільшенням дверних прорізів, скляними простінками, через який буде видно сад або внутрішній дворик.

Тип об'ємно-планувальної структури еко-будинку «Вілла Vita Nova Urbana» від компанії Кагер (Kager) – це котедж, з мінімалістичним дизайном та частково скляними стінами.

Основою будинку є несуча фахверкова конструкція з дерев'яних рамних елементів які виготовляються з клеєної ламінованої деревини ялини. Це забезпечує будинку надзвичайну міцність, довговічність та стійкість до землетрусів до 7 балів по шкалі Ріхтера. Масивна дерев'яна конструкція надає будинку особливого шарму, а винос даху в 1,5 метра по периметру будинку добре затіняє фасад та захищає скління від опадів [59].

Будинок має вдале та зручне плануванням з просторими приміщеннями і функціональними просторами. Із приміщення вітальні та ідеальні є вільний шлях на терасу або внутрішній дворик велика площа скління стін забезпечують будинок сонячним світлом та відкривають панорамний вид.

Скляні стіни будинку розташовані у напрямку півдня та заходу для найкращої акумуляції сонячної енергії, а технічні приміщення виходять на північний бік. Таке розташування підвищує енергоефективність будинку, мінімізує втрати тепла і значно зменшує витрати на обігрів.

Еко-будинок має міцну конструкцію за рахунок використання несучих колон, які є невід'ємними елементами архітектури і стилю. Відкрите планування створює відчуття єднання з навколишньою природою. Дерев'яні балки служать каркасом і знаходяться як з зовнішньої, так і з внутрішньої сторони стін на зовнішнього фасаду, та і всередині будинку на другому поверсі на стелі. Таким способом в Європі було побудовано тисячі будинків, яким сьогодні вже по 300-500 років [58].

Об'єднання фахверка з сучасними технологіями і енергоефективним склінням є центральною концепцією будинку. Панорамні скляні стіни по

периметру будівлі в поєднанні з масивними балками з дерева дають відчуття абсолютної міцності та свободи одночасно,

Для скляних стін використане потрійне ізоляційне скління, камери склопакету заповнені ізолюючим інертним газом аргоном, що забезпечує максимальну теплоізоляцію. [59].

На першому поверсі будинку розташована велика зала-студія, в якій гармонійно поєднані зона відпочинку. Зона ідеальні та зона кухні. Загальна проща зали-студії 72,84 м<sup>2</sup>.

Також на цьому поверсі розташована топкова, загальною площею 5,76 м<sup>2</sup>, санвузол, площею 4 м<sup>2</sup>, та гостьова кімната, площею 14, 23 м<sup>2</sup>. В топковій встановлене технічне обладнання будинку: тепловий насос, бак-накопичувач, інвертор та акумулятори (які працюють у тандемі із фотоелектричними панелями), блок системи вентиляції з рекуперацією тепла, проточний водонагрівач, термостат теплої водяної підлоги та контролер системи вентиляції.

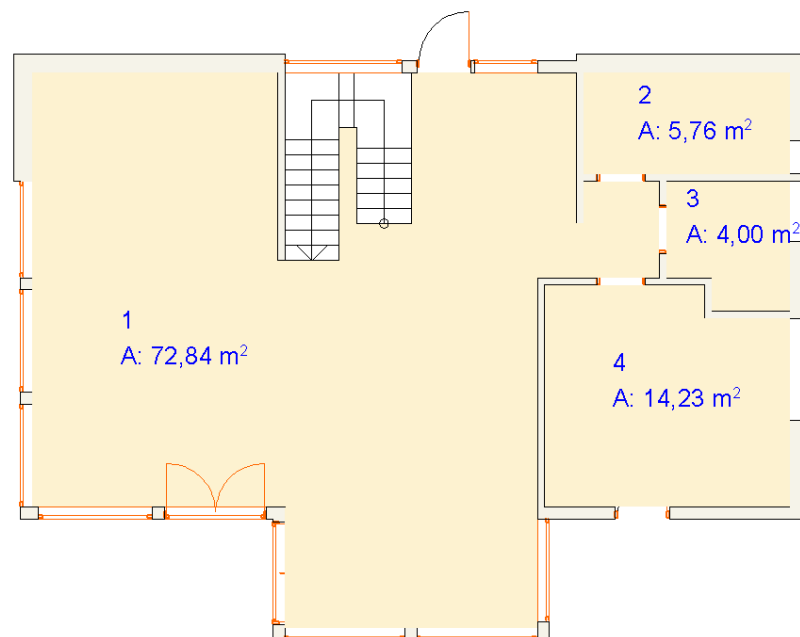


Рис. 71 Зонування першого поверху будинку, де:

- зала-студія, яка включає зону відпочинку, зону ідеальні та зону кухні;
- топкова; 3 – санвузол; 4 – гостьова кімната.

Приміщення зали-студії по периметру має скляні герметичні стіни, із потрійних склопакетів. Також у цьому приміщенні встановлені двоє скляних дверей – в зоні відпочинку та в зоні ідеальні, які ведуть до внутрішнього дворику із садом.

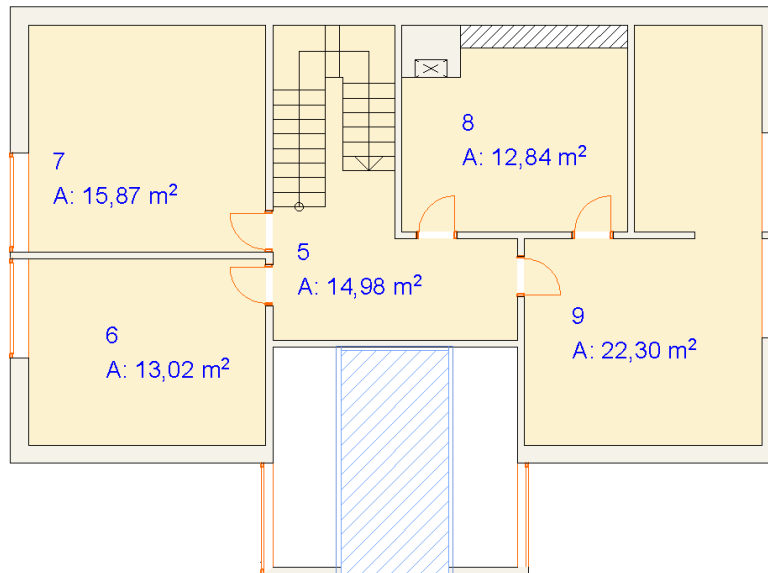


Рис. 72 Зонування другого поверху будинку, де:

- 6 – дитяча кімната №1; 7 – дитяча кімната №2; 8 – ванна кімната;  
9 – головна спальна кімната, яка включає також гардеробну зону

Дерев'яні сходи зі скляними перилами ведуть до холу на другому поверсі будинку, загальною площею 15м<sup>2</sup>, а також дві дитячі кімнати (загальними площами 13 м<sup>2</sup> та 16 м<sup>2</sup>), ванною кімнатою, площею 13 м<sup>2</sup>, і головною спальною кімнатою, загальна площа якої, разом із гардеробною зоною, складає 22 м<sup>2</sup>. Гардеробна зона відокремлена від спальні перегородкою, однак скляна стіна, яка проходить майже по всьому периметру цієї частини будинку, спальна та гардеробна зони об'єднуються в один простір.

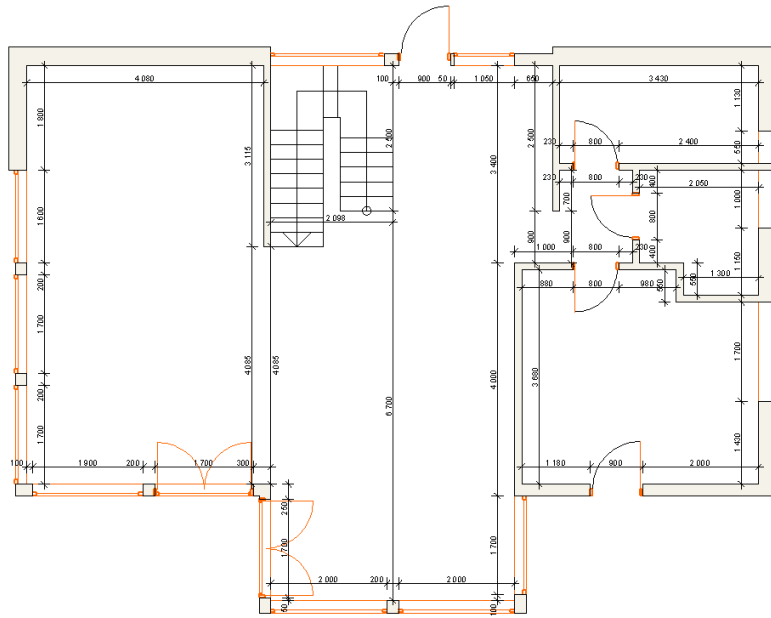


Рис. 73 Обмірний план будинку. Перший поверх.

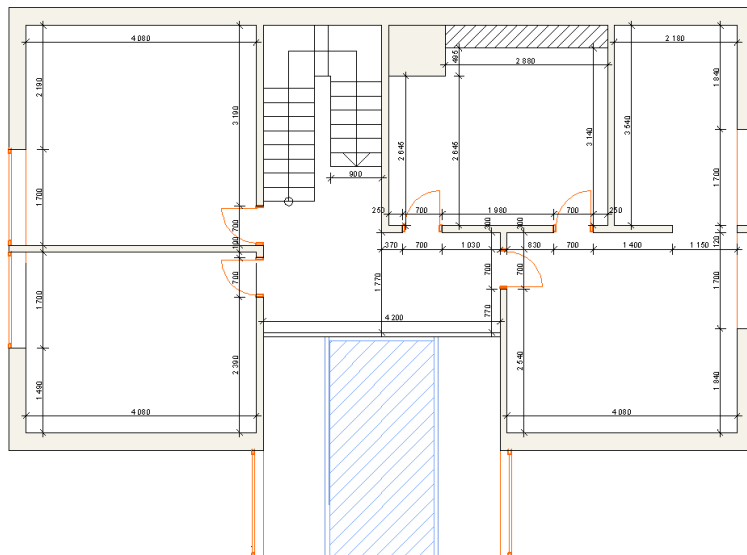


Рис. 74 Обмірний план будинку. Другий поверх.

Будинок має панорамне скління даху, що є не лише естетично привабливим прийомом, а й сприяє енергоефективності будинку, кращому

освітленню та економному використанні електроенергії. З другого поверху можна побачити перший поверх та зону відпочинку.



Рис. 75, 76 Панорамне скління даху будинку [60]

### 3.3. Технологічне оснащення екологічного інтер'єру приватного будинку.

Енергоефективний каркасний будинок «Вілла Vita Nova Urbana», що був реалізований компанією Kager у Київській області, відповідає класам енергоефективності A, A+, Passive house, Zero Energy house.

Проект «Вілла Vita Nova Urbana», передбачає використання відновлюваних джерел енергії для забезпечення будинку електроенергією, опаленням та гарячою водою.

Завдяки високій енергоефективності будинку, за підрахунками спеціалістів компанії, Вартість середнього споживання енергії на опалення будинку становить близько одного євро на день, що робить цей будинок економічно вигідним та економним.

Пасивний будинок «Вілла Vita Nova Urbana» в 5 разів тепліший за цегляний будинок і в 2 рази перевершує діючі європейські норми енергоефективності будівель. Коефіцієнт теплопровідності скляних стін будинку

еквівалентний цегляній кладці у 88 см, а теплопровідність глухих стін еквівалентна цегляній стіні у 3 метри.

Завдяки сучасним еко-технологіям, встановлених у будинку, можна досягти позитивного рівня споживання енергії, коли будинок виробляє енергії більше ніж споживає.

Технічне оснащення будинку включає:

Фотоелектричні панелі;

Тепловий насос повітря/вода, потужністю 16кВт;

Комбінований бак;

Вентиляційна установка з рекуперацією тепла;

Для забезпечення «зеленою» електроенергією, будинок оснащений сучасними сонячними панелями, які були встановлені на даху будинку. Сонячні модулі утворюють «сонячну електростанцію (рис. 77).

Гібридна сонячна електростанція, яка встановлена в будинку, є найбільш складною, та водночас, ефективною та універсальною фотоелектричною системою, оскільки має переваги мережевих і автономних систем [61].

Гібридна фотоелектрична система працює одночасно як мережева і автономна, дозволяючи економити електроенергію протягом дня і не залишитися без електрики в разі відключення загальної мережі [61].



Рис. 77 Фотоелектричні модулі, розміщені на даху житлового еко-будинку [61]

Гібридна система дозволяє продавати надлишки згенерованої електроенергії в мережу місцевої енергокомпанії за «зеленим тарифом» [61].

Опалення, охолодження та гаряче водопостачання будинку здійснює тепловий насос повітря/вода (рис. 78, 79). Для місцевого клімату тепловий насос такого типу є найбільш раціональним вибором, оскільки, вони прості в установці та ефективно працюють до  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Будинок обладнаний досконалим, з екологічної точки зору, тепловим насосом повітря/ вода з ефективним холодоагентом R32. На відміну від холодоагентів R410A, R32 знижує парниковий ефект на 66%, тобто нове покоління теплових насосів створює мінімальний вплив на довкілля. Також новий холодоагент дозволяє підвищити ефективність теплового насоса на 20%.

Тепловий насос має сертифікат ЕНРА (European Heat Pump Association) Австрійської асоціації з теплових насосів, що підтверджує рівень якості обладнання японського виробника. До складу Європейської асоціації теплових насосів входять найбільші розробники і виробники теплових насосів і обладнання для формування систем.



Рис. 78, 79 Тепловий насос повітря/вода [62]

Тепловий насос повітря/вода, який встановлений у будинку «Вілла Vita Nova Urbana», має наступні характеристики [63]:

Потужність 16 кВт;

Клас енергоефективності A++;

Холодоагент R-32, безпечний для озонового шару;

Компресор інверторного типу;

Температура теплоносія до 60°C;

Циркуляційний насос з електронним регулюванням;

Вентилятор працює безшумно з мінімальним споживанням енергії;

Інтегрована система підігріву конденсату;

Дистанційний пульт управління надає широкий діапазон налаштувань;



Покращена концепція корпусу та правильний підбір компонентів пристрою зробив його достатньо компактним, для переміщення навіть через самі вузькі дверні прорізи

Розміри: 1418x1000x330 мм

Вага - 119 кг [63]

Система управління тепловим насосом будинку додаткового була інтегрована спеціалістами до системи «розумний будинок».

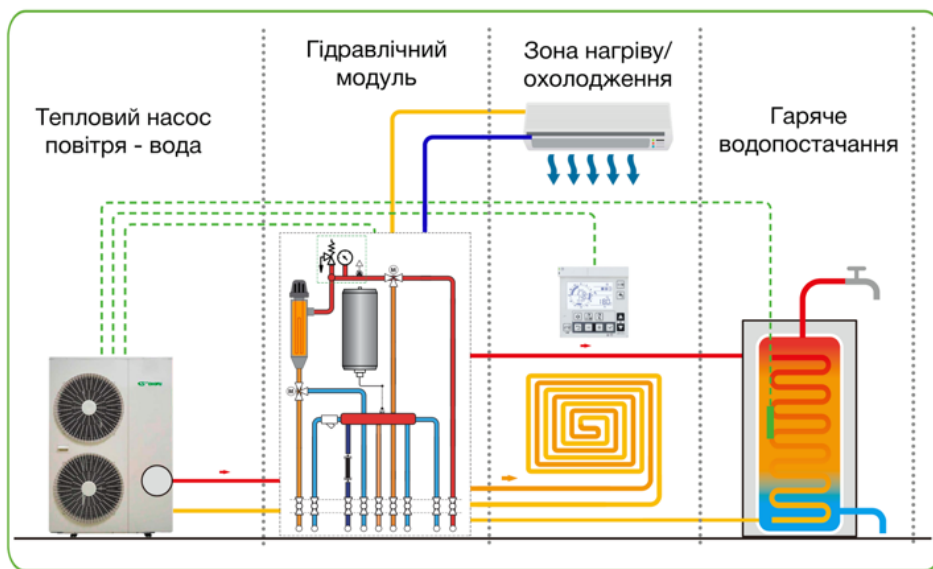


Рис. 80 Тепловий насос повітря/вода: гаряче водопостачання [62]

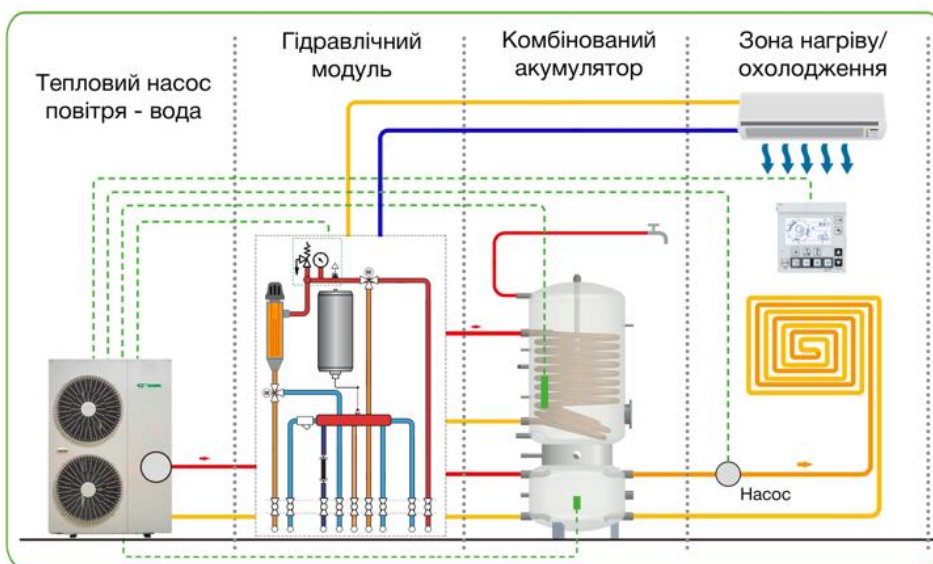


Рис. 81 Тепловий насос повітря/вода: нагрів/ охолодження [62]

Для забезпечення оптимальної гідравліки та нагріву гарячої води, використовується комбінований бак компанії, який поєднує ємкісний водонагрівач та буферний бак. Насосні групи та енергоефективний насос забезпечують чіткий гідравлічний розподіл та необхідну температуру теплоносія [64].

Будинок оснащений системою вентиляції з рекуперацією тепла на основі вентустановки та гнучких полімерних повітропроводів, які інтегровані в стяжку. [64].

Система опалення/охолодження виконана у вигляді теплих водяної підлоги. Розподільники та автоматика від компанії забезпечують чіткий контроль температури в кожній кімнаті [64].

Подача повітря з підлоги відбувається через кліматичні панелі, які дають змогу за рахунок теплої підлоги підняти чи знизити температуру вентиляційного вхідного повітря.

Забудовником також було виконано монтаж систем водопостачання та каналізації, а також проведено встановлення сантехнічного обладнання.

Для створення комфортного мікроклімату, будинок оснащено сталою та економною системою водяного обігріву/охолодження підлоги. Ця низькотемпературна система обігріву рівномірно розподіляє тепло по всій поверхні підлоги, тим самим забезпечуючи максимальний комфорт в приміщеннях. Постійний приплив свіжого повітря у всі приміщення будинку і відтік використаного забезпечує система вентиляції з рекуперацією тепла [64].

У будинку встановлена система «розумний дім», яка підвищує зручність керування процесами та приладами в будинку. Іншими ключовими аспектами є покращення енергоефективності та підвищення безпеки будинку. Так, розумний домашній термостат зв'язується з контактом вікна через Wi-Fi, він виявляє відкрите вікно і таким чином регулює температуру. Також, термостат вимикає опалення, як тільки отримує інформацію про те, що більше нікого немає вдома від датчиків інших пристроїв. Розумні світлодіодні лампи автоматично випромінюють різну степінь освітлення залежно від часу доби. Зовнішні та

внутрішні камери допомагають контролювати безпеку в будинку. Управління зовнішніми жалюзіями, вентиляцією, блокування зовнішніх дверей та багато інших опцій входять до системи «розумний дім».

### **3.4. Матеріали в будівництві та дизайні еко-будинку.**

Основою будинку є несуча фахверкова конструкція з дерев'яних рамних елементів які виготовляються з клеєної ламінованої деревини ялини. Це забезпечує будинку надзвичайну міцність, довговічність та стійкість до землетрусів до 7 балів по шкалі Ріхтера. Масивна дерев'яна конструкція надає будинку особливого шарму, а винос даху в 1,5 метра по периметру будинку добре затіняє фасад та захищає скління від опадів [59].

Ізоляційні матеріали для будинку підбрані так, щоб забезпечити дифузійний потік вологи з дому і забезпечити найкращі теплоізолюючі властивості. В системі конструкцій еко-будинку застосовані інноваційні матеріали із дерев'яних волокон. Дерев'яна вовна - ізоляційний матеріал з неперевершеними теплоізоляційними властивостями багаторазово підвищує теплову стабільність будівлі. Дерев'яна вовна - екологічно чистий відновлюваний матеріал з максимальними теплоізолюючими властивостями [59].

Для скляних стін було використане потрійне ізоляційне скління, камери склопакету заповнені ізолюючим інертним газом аргоном, що забезпечує максимальну теплоізоляцію. Теплопровідність скляних стін будинку є еквівалентною цегляній стіні товщиною 88 см. Еко-будинок «Вілла Vita Nova Urbana» від компанії Кагер (Kager) у 5 разів тепліший за звичайний цегляний будинок [59].

Стіни, панелі перекриттів, покрівля.

Основа зовнішніх і внутрішніх стін, панелей міжповерхових перекриттів, покрівельної системи, накриття терас також виготовлене з ламінованої деревини.

У зовнішніх стінах застосовано потрійний контур ізоляції, товщина зовнішніх стін 310 мм. [59].

Вікна та двері.

Віконні рами, рами вхідних та балконних дверей, а також внутрішні двері виготовлені з ламінованої деревини. Для засклення вікон та скляних дверей використане потрійне ізоляційне скління, камери склопакету заповнені ізолюючим газом аргоном. [59]. Усі вікна оснащені автоматичними зовнішніми жалюзями, які керуються пультом дистанційного керування та програмою «розумний дім»



Рис. 82 Фасад. Вікна еко-будинку [60].

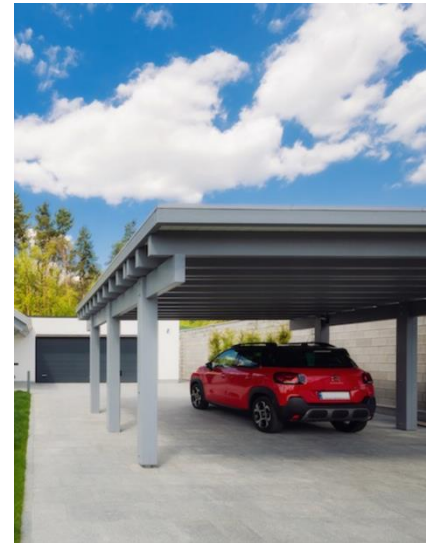


Рис. 83 Пергола для авто [60]

Скління даху.

Надає еко-будинку відчуття єднання з природою та додають додаткове сонячне освітлення. Скління даху виготовлено з загартованого скла, склопакети з потрійним склінням заповнені ізолюючим газом аргоном. Скління даху оснащене автоматичною шторкою з електроприводом, датчиками вітру і світла і управляються автоматично або дистанційно [59].

Зовнішні венеціанські жалюзі.

Зовнішні алюмінієві жалюзі, які виготовлені із матеріалів рециклізації, оснащені електроприводом та регулюють кількість сонячного світла в будинку і

забезпечувати приватність мешканцям. Вони інстальовані в конструкцію будинку і управляються за допомогою пульта дистанційного керування [59].

Черепиця.

Для монтажу даху було застосовано спеціальну пласку широкоформатну керамічну черепицю. Особливістю будинку є прихована система зливостоків, яка інтегрована в конструкцію покрівлі [59].

Сходи.

Конструкція міжповерхових сходів виготовлена з ламінованої деревини, а перила із дерева та скла [59].

Вхідні двері.

Вхідні двері виготовлені із ламінованої деревини, з бічними скляними секціями з ізолюючого скла. Двері оснащені 5-циліндровим замком підвищеної безпеки. Додаткове блокування всіх зовнішніх дверей пропонує система «розумний дім», яка встановлена в будинку [59].

Пергола, навіс, гараж для авто.

Для захисту від пекучого сонця на відкритій терасі встановлена пергола. Для паркування автомобіля є відкритий навіс.

Всі горизонтальні дерев'яні елементи будинку вкриті алюмінієвими відливами. Вони забезпечують захист дерев'яних елементів будівлі від дії опадів та пекучого сонця. Зовнішні підвіконники виготовлені з алюмінію [59].

Технічна досконалість.

Будинок відповідає вимогам з точки зору екологічності, архітектури, дизайну та елегантності. Будинок збудовано з високоякісних та екологічних матеріалів, має відмінну звукоізоляцію, екологічну, пожежну та сейсмічну безпеку [59].

Дизайн внутрішнього простору за експериментальним проєктом був оформлений згідно виявленим основним принципам еко-дизайну. Застосування екологічних матеріалів у дизайні житлових приміщень забезпечують мешканцям комфортне та здорове життя у будинку і водночас дбайливо ставляться до навколишнього середовища.

### Стіни та стеля.

У якості основного оздоблювального матеріалу для стін еко-будинку було обрано натуральну глиняну штукатурку кремово-білого кольору. Глиняна штукатурка є екологічно чистим та досить не дорогим матеріалом. Стіни з глиняною штукатуркою мають природній та естетично привабливий вигляд. Світлий відтінок візуально розширює простір та віддзеркалює денне сонячне світло, тому це сприяє енергоефективності будинку та заощаджує електроенергію на освітлення.

У якості оздоблювального матеріалу для стелі було обрано гіпсокартон: гіпсокартонна підвісна стеля та пофарбована у білу фарбу із низьким вмістом ЛОС. Гіпсокартон – це стійкий екологічний матеріал, що складається з двох шарів будівельної паперу (картону) і сердечника з шару затверділого гіпсового тіста з наповнювачами. Гіпсокартон також має високі теплоізоляційні та звукоізоляційні показники.

### Підлогове покриття.

У якості підлогового покриття для усіх приміщень першого та другого поверхів, окрім ванних кімнат та топкової, було обрано відновлену деревину, двох відтінків – темно коричневого для першого поверху, та світло коричневого для другого поверху.

### Відновлена деревина.

Важливим аспектом при виборі оздоблювального матеріалу для підлогового покриття для ванних кімнат та топкової було враховувати екологічні якості матеріалу. Вибір зупинився на керамічній плитці, оскільки цей матеріал є більш екологічним порівняно з іншими матеріалами. Керамічна плитка довговічна, не виділяє летких токсичних сполук (не містить ЛОС), а також дуже гігієнічна та легка в обслуговуванні.

Матеріал-основа для керамічної плитки раніше отримувалась із руслу річки, але сьогодні вона, швидше за все, виробляється із глини, пилу кам'яних порід мармуру, або навіть із переробленого скла.

Хоча плитка обробляється при високих температурах, більшість виробників мають приміщення, які повторно використовують матеріали та воду. Випал плитки при високих температурах може вимагати більше енергії, але процес не виділяє в повітря ніяких летких органічних сполук. Мізерно мала кількість матеріалів відправляється на звалища, оскільки виробники не хочуть витратити будь-який матеріал.

Догляд за керамічною плиткою досить простий: підлогу з керамічної плитки можна мити теплою водою. Це позбавляє від необхідності використання агресивних хімічних речовин у будинку.

### 3.5. Художньо-естетичне рішення інтер'єру.

Екологічна культура наголошує на тому, що людина – це частина природи. Екологічне мислення об'єднує усіх живих істот на планеті - людей, тварин, рослин – в одне ціле, і знайшло своє відображення в різних галузях соціально-економічного життя людей. Так, в будівельному секторі, екологічне мислення втілюється в еко-дизайні, який однаково піклується і про людей, і про навколишнє середовище.

Художньо-естетичне рішення інтер'єру експериментального дизайн-проекту приватного житлового будинку з екологічним підходом було вирішено, враховуючи основні принципи еко-дизайну, які були визначені автором на попередніх етапах.

Основоположним принципом екологічного будівництва є енергоефективність. Так, колір стін у приміщенні впливає на рівень її освітленості: приміщення, де стіни оздоблені матеріалами темних кольорів (наприклад, темними фарбами) завжди менш світлі, ніж у тих, що мають стіни світлого кольору, оскільки світлі стіни віддзеркалюють сонячні промені. Враховуючи цей факт, основну колірну гамму внутрішніх стін та стелі приміщень будинку було вирішено у кремово-білому кольорі.

Підлога у всіх приміщеннях на першому поверсі еко-будинку, окрім ванної кімнати та топкової, за експериментальним дизайн-проектом, оздоблена

дерев'яним підлоговим покриттям темно-коричневого кольору із відновленої деревини модрина. Для оздоблення підлоги приміщень другого поверху було обрано дерев'яне підлогове покриття світлого кольору із відновленої деревини берези. Підлогове покриття у ванних кімнатах – керамічна плитка світлих відтінків.

На першому поверсі розташовані такі приміщення: зала-студія, гостьова кімната, ванна кімната та топкова.



Рис. 84 Комп'ютерна візуалізація інтер'єру будинку з екологічним підходом. Перший поверх, зала-студія. Експериментальний дизайн-проект.

Зала-студія включає три зони: зону відпочинку, зону їдальні та зону кухні.

Зона відпочинку включає:

диван та два крісла нейтрального сірувато-білого кольору ; їх зовнішня обшивка – це натуральний матеріал бавовна;

два дерев'яних журнальних столика, округлої форми, один із яких більший та вищий білого кольору, інший менший – темно-коричневий;

дві книжкові шафи білого кольору, виготовлені на замовлення із відновленого дерева;



килим із вовни округлої форми білого кольору.

Зона ідеальні включає:

дерев'яний обідній стіл темно-коричневого кольору на шість персон;

дерев'яні стільці темно-коричневого кольору з м'якою сидишкою кремово-білого кольору з натуральної бавовни.

Зона кухні включає:

комплект кухонних меблів модульного типу, виконаний у білому та коричневому кольорах із натурального дерева та стільницями із натурального каменю граніту.

Гостьова кімната включає:

диван розкладний;

письмовий стіл;

комп'ютерне крісло;

книжкова шафа;

шафа для одягу.

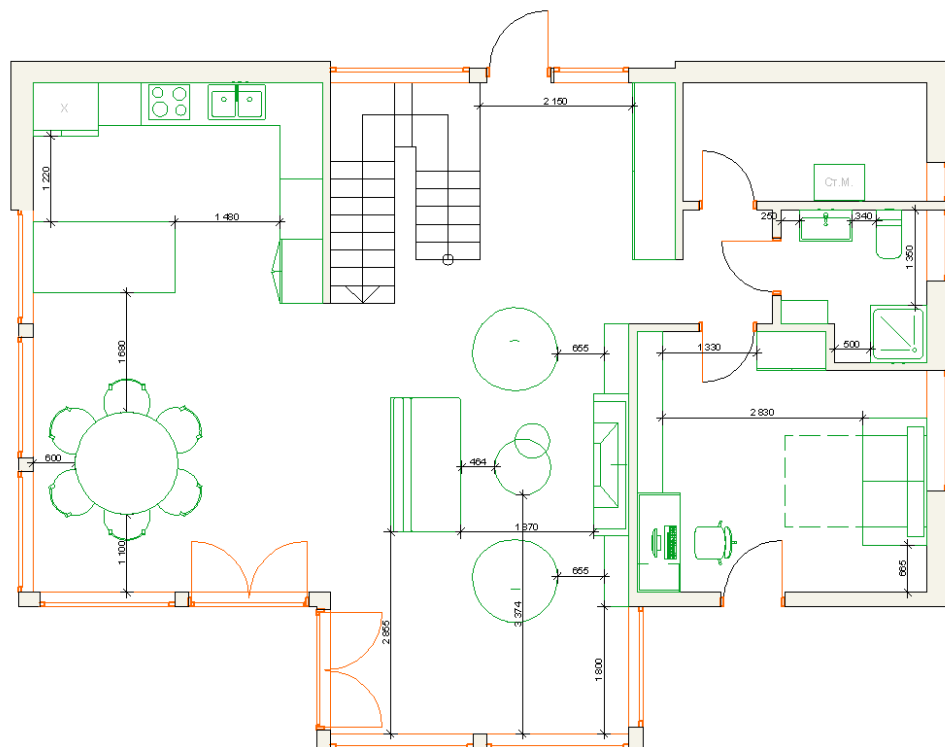


Рис. 85 План розташування меблів. Перший поверх.

На другому поверсі розташовані дві дитячі кімнати, головна спальня кімната з гардеробною, та ванна кімната.



Рис. 86 Комп'ютерна візуалізація інтер'єру будинку з екологічним підходом. Другий поверх, головна спальня. Експериментальний дизайн-проект.

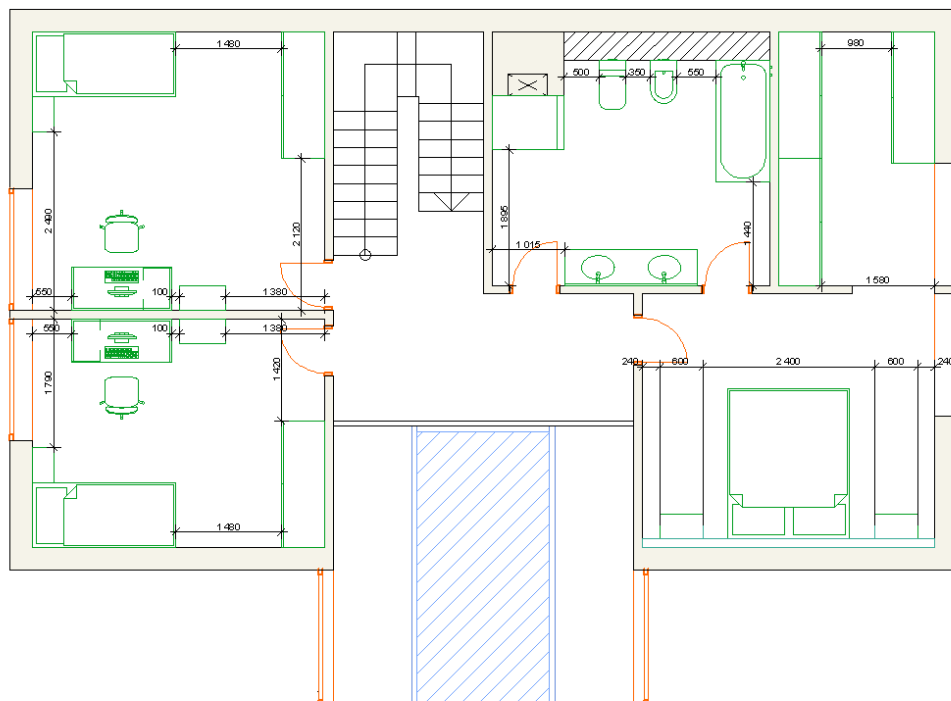


Рис. 87 План розташування меблів. Другий поверх.

Дитячі кімнати включають:

односпальне ліжко;

приліжкова тумба;

книжкова шафа;

шафа для одягу.

Головна спальна кімната включає:

двоспальне ліжко;

дві приліжкові тумби;

шафи для одягу.

В якості декору у будинку розставлено багато різних горшкових рослин, а також дві мохові стіни: перша – на стіні; що біля сходів, друга – в головній спальні. Мохові стіни додають інтер'єрі природніх мотивів та барвистості.

## **Висновки.**

Метою експериментального дизайн-проєкту є створення інтер'єру приватного житлового будинку з використанням екологічного підходу. В процесі дослідження історичних аспектів зародження та розвитку тенденцій екологічної культури, архітектури та екологічного дизайну, а також в процесі аналізу світового досвіду будівництва та дизайну з екологічним підходам, було виявлено три основоположні принципи –**где они в тесте**, які, зрештою, і були застосовані у розробці експериментального дизайн-проєкту приватного житлового будинку із застосуванням екологічного підходу.

Світлий сонячний інтер'єр будинку створює відчуття легкості та комфорту: екологічні оздоблювальні матеріали, дерев'яні меблі, натуральні тканини, зелені стіни, рослини в горщиках підтримують природні мотиви. Скляні стіни будинку стирають межі між будинком та навколишнім середовищем – будинок стає частиною природи. Ручна обробка деревини і

досконалість деталей надають будинку елегантності. Це стиль життя в гармонії з природою.

## ВИСНОВКИ

Процес проектування та дизайну внутрішнього середовища за останні роки засвідчив зміну в дизайнерських стратегіях, які прийняли забезпечення здорового та стійкого середовища, спираючись на вибір екологічно чистих будівельних та оздоблювальних матеріалів та відповідних естетичних дизайнерських рішеннях у внутрішніх просторах, створюючи екологічно відповідальну та раціональну архітектуру і дизайн інтер'єру. Однак, численні дослідження показують, що незважаючи на розробку концепції стійкості, серед архітекторів, дизайнерів і самих власників приватних житлових будинків, все же існують деякі неясності щодо повного розуміння екологічності житла і не мають чітких стратегій стійкого дизайну, особливо це стосується вибору матеріалів для будівництва, оздоблювальних матеріалів та навіть матеріалів предметів обстановки. Дана робота спрямована на визначення основних принципів та особливостей екологічного дизайну через дослідження історичних аспектів формування екологічного мислення і екологічного дизайну, та аналіз світового досвіду екологічного для визначення ролі дизайнерів інтер'єру у просуванні концепцій сталості у внутрішніх просторах шляхом правильного вибору матеріалів та дизайнерських рішень для збереження навколишнього середовища й ресурсів, забезпечення здорового і комфортного середовища для мешканців еко-будинків.

Сучасний дизайн приватних житлових будинків з використанням екологічного підходу - це одночасно і наука, і мистецтво. Еко-дизайн настільки вписується в природне середовище, що на відміну від інших архітектурних напрямів, не протистоїть йому, а зберігає і, навіть, відновлює.

В результаті дослідження історичних аспектів виникнення і формування екологічного мислення та екологічного дизайну були зроблені наступні висновки:

1. Екологічний дизайн – один із напрямів всесвітнього екологічного руху, область комплексної дизайнерської діяльності в проєктній культурі.

2. Метою екологічного дизайну є гармонізація взаємовідносин людини та природи.

3. Екологічний дизайн розглядається та застосовується у єдності технічних, речовинних та художньо-естетичних чинників.

В результаті аналізу досвіду проектування приватних житлових будинків з використанням екологічного підходу в Україні та за кордоном, було виявлено наступні основні принципи використання даного підходу при формуванні житлового середовища:

1. Принцип використання еко-технологій;
2. Принцип використання еко-матеріалів;
3. Принцип застосування еко-естетики.

Результати дослідження також показують, що процес популяризації та покращення середовища інтер'єру за допомогою стійких матеріалів є спільною відповідальністю архітекторів, дизайнерів інтер'єру, та самих мешканців приватних житлових будинків. Роль дизайнерів інтер'єру у цьому процесі - це розробка рішень для підвищення естетичного та експлуатаційного рівня стійких матеріалів в інтер'єрі. Також необхідним є донесення значимості екологічності для якості життя, обираючи матеріалів та меблів, що відповідають концепціям повторного використання та переробки, щоб остаточно підняти рівень екологічної стійкості внутрішніх просторів, а також забезпечити здорове середовище та добробут для мешканців, будуючи краще та стійкіше майбутнє.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. National Geographic. Causes and effects of climate change: веб-сайт. URL: <https://www.nationalgeographic.com/environment/global-warming/global-warming-overview/> (дата звернення: 5.09.2020).
2. НВ. Дамба на мільярди. Як Венеція захищається від глобального затоплення і що з цього вийде: веб-сайт. URL: <https://nv.ua/ukr/techno/popscience/povin-u-veneciji-shcho-stalosya-i-yak-virishuvati-problemu-50054419.html> (дата звернення: 5.09.2020).
3. TheWorldOnly. Рост населения Земли: 6 миллиардов за последние 200 лет: веб-сайт. URL: <https://theworldonly.org/rost-naseleniya-zemli-6-milliardov-za-poslednie-200-let/> (дата звернення: 5.09.2020).
4. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Детермінізм: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki> (дата звернення: 2.09.2020).
5. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера / переизд. М.: Рольф, 2002. 182 с.
6. Marie S. O'Neill,<sup>1</sup> Michael Jerrett. Health, Wealth, and Air Pollution: Environmental Health Perspectives. Vol. 111 No. 16, 2003, p. 101-119.
7. MadeForMind. Брюссель представил стратегию ЕС по защите климата до 2050 года: веб-сайт. URL: <https://www.dw.com/ru/> (дата звернення: 12.09.2020).
8. Независимая. Климатическая политика Европы бессмысленна без участия Китая, Индии, Австралии и США: веб-сайт. URL: [https://www.ng.ru/ng\\_energiya/2020-01-13/12\\_7766\\_climate.html](https://www.ng.ru/ng_energiya/2020-01-13/12_7766_climate.html) (дата звернення: 12.09.2020).
9. Sylvia Lorek, Joachim H. Spangenberg. Indicators for Environmentally Sustainable Household Consumption. International Journal of Sustainable Development, Vol. 4 No. 1, 2001, p. 101-119.
10. Цигичко С.П. Екологія в архітектурі та містобудуванні : навч. посіб. Харків: ХНАМГ, 2012. 146 с., С.9.

11. Дизайнерська діяльність: Екологічне проектування. Науково-методичне видання / Свірко В.О., Бойчук О.В., Голобородько В.М., Рубцов А.Л., Кардаш О.В., Чемакіна О.В. Київ: УкрНДІ ДЕ, 2016. 196 с., С.15.
12. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Будинок над водоспадом: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki> (дата звернення: 2.07..2020).
13. AD. Step Inside This City of the Future That Time Forgot: веб-сайт. URL: <https://www.architecturaldigest.com/story/paolo-soleri-arcosanti-arizona> (дата звернення: 13.07..2020).
14. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Пасивний будинок: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki> (дата звернення: 2.11.2019).
15. DOMESPACE. La maison ronde en bois qui tourne avec le soleil: веб-сайт. URL: <https://domespace.wixsite.com/domespace/> (дата звернення: 12.07.2020).
16. Houzz. Houzz Новая Зеландия: Экодом, спроектированный студентами: веб-сайт. URL: <https://www.houzz.ru/statyi/houzz-novaya-zelandiya-eko-dom-sproektirovannyyu-studentami-stsetivw-vs~45677144> (дата звернення: 1.09.2020).
17. Аббасова С. Будинки майбутнього: хто і як створює енергоефективне житло в Україні. Економічна правда. 2017. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2017/02/24/621932/> (дата звернення: 13.03.2020).
18. Green Paper, A 2030 Framework for Climate and Energy Policies, COM (2013). Taking stock of the Europe 2020 strategy for smart sustainable and inclusive growth, Brussels: web-site: [http://ec.europa.eu/energy/consultations/20130702\\_green\\_paper\\_2030en.htm\\_European\\_Commission](http://ec.europa.eu/energy/consultations/20130702_green_paper_2030en.htm_European_Commission) (дата звернення: 5.09.2020).
19. D. D'Agostino. Assessment of the progress towards the establishment of definitions of nearly zero energy buildings (nZEBs) in European member States (2015): <https://www.semanticscholar.org/paper/Assessment-of-the-progress-towards-the-of-of-Nearly-D%E2%80%99Agostino/d5b4fb47e31947679d0d9ed24db4aca21ef4868c>



20. EUR-Lex. Access to European Union law. Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings: веб-сайт. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32002L0091> (дата звернення: 10.06.2020).

21. European Commission. Energy performance of buildings directive: веб-сайт. URL: [https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive\\_en](https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en) (дата звернення: 10.06.2020).

22. Passipedia. Classic, Plus, Premium: The new Passive House classes and how they can be reached: веб-сайт. URL: [https://passipedia.org/certification/passive\\_house\\_categories/classic-plus-premium](https://passipedia.org/certification/passive_house_categories/classic-plus-premium)

23. Manitoba Hydro. Geothermal system components: веб-сайт. URL: [https://www.hydro.mb.ca/your\\_home/geothermal\\_heat\\_pumps/components/](https://www.hydro.mb.ca/your_home/geothermal_heat_pumps/components/) (дата звернення: 3.07.2020).

24. Theunderfloorheatingstore. How air source heat pumps work: веб-сайт. URL: <https://www.theunderfloorheatingstore.com/renewable-energy/how-air-source-heat-pumps-work> (дата звернення: 3.07.2020).

25. Solar Naturally. Solar Energy Explained: How Do Solar Panels Work? веб-сайт. URL: <https://www.solarnaturally.com.au/solar-energy-explained-solar-panels-work/> (дата звернення: 5.07.2020).

26. Википедия. Свободная энциклопедия. Солнечные коллекторы: веб-сайт. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата звернення: 8.07..2020).

27. Altenergo. Solar Thermal Collectors: веб-сайт. URL: <https://www.altenergo.lv/en/sun-energy/solar-thermal-collectors> (дата звернення: 8.07.2020).

28. PEAK OIL. Solar Water Heating System Basics For A Sustainable Future: веб-сайт. URL: <https://www.peakoil.net/renewable/solar-water-heating> (дата звернення: 15.07.2020).

29. ЭкоТехника. «Солнечные» стеклопакеты с квантовыми точками получили повышенный КПД: веб-сайт. URL: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/3012-solnechnye-steklopakety-s->

kvantovymi-tochkami-poluchili-povyshennyj-kpd.html (дата звернення: 18.09..2020).

30. Energy Innovation. Transparent Solar Panels Can Turn Windows Into Powerplants: веб-сайт. URL: <http://www.energyhousecalls.com/transparent-solar-panels-can-turn-windows-into-powerplants/> (дата звернення: 18.09..2020).

31. Solar Glazing: Solar Windows and Facades Improve Building ROI: веб-сайт. URL: <http://www.glassnets.com/hangzi/show.php?itemid=1560> (дата звернення: 18.09..2020).

32. Elmin. Де будуть вітряні електростанції. Розглядаємо вітрові електростанції для будинку. веб-сайт. URL: <https://elmin.ru/uk/insulation/gde-stroyat-vetryanye-elektrostantsii-rassmatrivaem-vetrovye.html> (дата звернення: 22.09..2020).

33. Советы по строительству. Как сделать водяной теплый пол: веб-сайт. URL: <https://stroychik.ru/pol/vodyanoj-teplyj-pol> (дата звернення: 2.10.2020).

34. Сайт о строительстве и ремонте. Водяной теплый пол. Веб-сайт: URL: <https://galvana.ru/vodyanoj-teply-j-pol-svoimi-rukami/> (дата звернення: 22.09..2020).

35. The Daily Chronicle. Science, Satellite and Space Daily News: Zero Energy Buildings. Веб-сайт: URL: <https://thedailychronicle.in/tag/altura-associates/> (дата звернення: 05.09..2020).

36. Проектант. Воплощённая энергия в строительных материалах: Веб-сайт: URL: <https://www.proektant.by/articles/tehnologii/282801.html> (дата звернення: 22.09..2020).

37. CircularEnergy. Embodied Carbon - The ICE Database: веб-сайт. URL: <https://circularecology.com/embodied-carbon-footprint-database.html> (дата звернення: 8.08..2020).

38. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Деревні матеріали: веб-сайт. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата звернення: 8.08..2020).

39. Ashcrete technologies. Municipal Solid Waste (MSW) Incineration Bottom Ash and Combined Ash transformation: веб-сайт. URL: <http://ashcretech.com/> (дата звернення: 18.08..2020).

40. BuilderSpace.com. How Is Ferrock Made? веб-сайт. URL: <https://www.builderspace.com/how-is-ferrock-made> (дата звернення: 13.08..2020).

41. Simple construct. what is clay plaster? веб-сайт. URL: <https://simpleconstruct.net/natural-plasters/clay-plaster/> (дата звернення: 1.08..2020).

42. Pinterest. American Clay | Naturally Beautiful Walls. веб-сайт. URL: <https://www.pinterest.com/pin/494199759091292221/> (дата звернення: 10.09..2020).

43. Crossville. EcoCycle Americana: веб-сайт. URL: <https://www.crossvilleinc.com/Products/EcoCycle-Americana> (дата звернення: 10.09..2020).

44. Ukrmarket. Камінь пісковик. веб-сайт. URL: <https://ukrmarket.net/obyavlenie-kamin-piskovik> (дата звернення: 10.09..2020).

45. TimberHomeLiving. How to Choose Reclaimed Wood Flooring: веб-сайт. URL: <https://www.timberhomeliving.com/articles/choosing-reclaimed-wood-for-your-floors> (дата звернення: 2.09..2020).

46. Pinterest. Cork floating flooring in various colours: веб-сайт. URL: <https://www.pinterest.co.uk/colourflooring/cork-floating-flooring-in-various-colours/> (дата звернення: 3.09..2020).

47. Green Elemental. Search results for: bamboo flooring: : веб-сайт. URL: <https://elemental.green/?s=bamboo+flooring> (дата звернення: 13.09..2020).

48. Bona. Going Green: Introduction to Bamboo Flooring: : веб-сайт. URL: <https://us.bona.com/articles/Bamboo-Flooring.html> (дата звернення: 13.09..2020).

49. TopBestProReviews. Top 10 Best Seagrass Rugs in 2020 Reviews: веб-сайт. URL: <https://www.topbestproreview.com/best-seagrass-rugs/> (дата звернення: 21.09..2020).

50. Overstock. Why you need a sisal carpet: веб-сайт. URL: <https://www.overstock.com/guides/tips-on-buying-a-sisal-rug> (дата звернення: 21.09..2020).

51. Indiamart. Wonder Floor Off White Wool Tufted Carpet: веб-сайт. URL: <https://www.indiamart.com/proddetail/wool-tufted-carpet-2556491333.html> (дата звернення: 13.09..2020).

52. Wayfair. Cotton Area Rugs: веб-сайт. URL: <https://www.wayfair.com/rugs/sb1/cotton-area-rugs-c215386-a1244~2135.html> (дата звернення: 16.09..2020).

53. Etsy. Natural Jute: веб-сайт. URL: <https://www.etsy.com/sg-en/listing/713795341/2x3-floor-area-rug-home-living-decor> (дата звернення: 16.09..2020).

54. Green kiss. Living walls at home: веб-сайт. URL: <http://greenkiss.ca/portfolio-view/living-walls-at-home/> (дата звернення: 13.09..2020).

55. Bynature. Preserved Mixed Moss Walls: веб-сайт. URL: <https://bynaturedesign.ca/products/preserved-products/mix-moss-walls/> (дата звернення: 5.10..2020).

56. Kager. Котеджне містечко New Haven Luxury Village під Києвом: веб-сайт. URL: <https://kagerhouse.com.ua/village> (дата звернення: 5.10..2020).

57. Kager. Вілла Vita Nova Urbana 160: веб-сайт. URL: <https://kagerhouse.com.ua/projects/item/vita-nova-urbana-160> (дата звернення: 17.10..2020).

58. Kager. Фахверк будинки: веб-сайт. URL: <https://kagerhouse.com.ua/technology/fachwerk> (дата звернення: 25.10..2020).

59. Kager. Будинки Kager: веб-сайт. URL: <https://kagerhouse.com.ua/technology/construction> (дата звернення: 25.10..2020).

60. Kager. Фото будинків: веб-сайт. URL: <https://kagerhouse.com.ua/photogallery#!prettyPhoto> (дата звернення: 29.10..2020).

61. Сахара. Sun Power. веб-сайт. URL: <https://сахара.ua/obladnannia-fotoelektrychni-systemy-sun-power> (дата звернення: 30.10..2020).

62. Facebook. Тепловий насос. веб-сайт. URL:

<https://www.facebook.com/chofu.ukraine/posts/367281880773716/> (дата звернення: 30.10..2020).

63. Сахара. Наші проєкти. Теплові насоси. Приватний будинок у Київській області: веб-сайт. URL: <https://сахара.ua/nashi-proekty-terpovi-nasosy-pryvatnyi-budynok-u-kyivskii-oblasti> (дата звернення: 3.11..2020).

64. Kager. Будинки Кагер: веб-сайт. URL: <https://kagerhouse.com.ua/technology/innovations> (дата звернення: 3.11..2020).

65. Сахара. Наші проєкти. Поверхнєве опалення / охолодження: веб-сайт. URL: <https://сахара.ua/nashi-proekty-systemy-opalennia-systemy-poverkhnevoho-opalennia> (дата звернення: 3.11..2020).

66. The International Passive House Association. Passive house: веб-сайт. URL: <https://www.passivehouse-international.org> (дата звернення: 5.07.2020)

67. Всеукраїнська громадська організація Жива планета. Еко-дім - безпека, комфорт та якість: веб-сайт. URL: <http://www.zhiva-planeta.org.ua/eco-dim.html> (дата звернення: 10.11.2019).

68. ЭкоТехника. Конопля и солнечная энергия - в Марроко представили экодом SUNIMPLANT: веб-сайт. URL: <https://ecotechnica.com.ua/arkhitektura/4835-konoplya-i-solnechnaya-energiya-v-marroko-predstavili-ekodom-sunimplant.html> (дата звернення: 15.07.2020).

69. Лебедев Ю.С. Архитектурная бионика. Москва: Стройиздат, 1990. 269 с.

70. Всеукраїнська громадська організація Жива планета. Автономний енергозберігаючий еко-дім Резиденція Яннеля: веб-сайт. URL <http://www.zhiva-planeta.org.ua/eco-dim/rezedenciya-yangelya.html> (дата звернення: 10.11.2019)

71. Техно24. Голландська компанія буде будувати плавучі модульні будинки: веб-сайт. URL: [https://techno.24tv.ua/gollandska-kompaniya-bude-buduvati-plavuchi-novini-tehnologiy\\_n1366047](https://techno.24tv.ua/gollandska-kompaniya-bude-buduvati-plavuchi-novini-tehnologiy_n1366047) (дата звернення: 5.07.2020).

72. Сайт організації U.S. Green Building Council. URL: <http://www.usgbc.org> (Дата звернення: 20.08.2020).

73. Табунщиков Ю. А. Микроклимат и энергосбережение: пора понять приоритеты. АВОК, 2008. Вып. 5 URL: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=4044](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4044) (Дата звернення: 12.08.2020).

74. Товбич В.В. Методологічні основи формування і розвитку архітектурної діяльності: дис. докт. арх.: 18.00.01. Київ, 2014. 418 с.

75. Wells Matthew. Skyscrapers: Structure and Design. London, 2005. 791p.

76. Williams Daniel E., Orr David W., WatsonDonald. Sustainable Design: Ecology, Architecture, and Planning. Hoboken, New Jersey, 2007. 320 p.

77. Wright F.L. The Natural House. Plume, 1970. 224 p.

78. Обстановка. Новости дизайна мебели и архитектуры: веб-сайт. URL: <https://obstanovka.com/> (дата звернення: 9.08.2020).

79. Архитектура и экология: веб-сайт. URL: [http://www.ernst.kiev.ua/Passiv\\_ru.html](http://www.ernst.kiev.ua/Passiv_ru.html) (дата звернення: 5. 09. 2020).

80. Eco Town. Еко будівництво: веб-сайт. URL: <https://ecotown.com.ua/news/efektyvne-spozhyvannya/ekobudivnytstvo/> (дата звернення: 5. 09. 2020).

81. Solar Panels. Все про солнечную энергетику. Солнечная энергия. На службе у людей: веб-сайт. <http://solarpanels.com.ua/articles/solnechnaya-energiya-na-sluzhbe-u-lyudej/> (дата звернення: 1. 08. 2020).

88. Solar Panels. Все про солнечную энергетику. Потенциал Украины в сфере солнечной энергетики.: веб-сайт. <http://solarpanels.com.ua/articles/potentsial-ukrainy-v-sfere-solnechnoj-energetiki/> (дата звернення: 1. 08. 2020).

89. Solar Panels. Все про солнечную энергетику. Солнечная энергетика. Потенциал, тенденции, реальные перспективы в Украине.: веб-сайт. <http://solarpanels.com.ua/articles/solnechnaya-energetika-potentsial-tendentsii-realnye-perspektivy-v-ukraine/> (дата звернення: 3. 08. 2020).

90. Solar Panels. Все про солнечную энергетику. Делаем сами: 8 вариантов солнечного отопления частного дома: веб-сайт.

<http://solarpanels.com.ua/articles/delaem-sami-8-variantov-solnechnogo-otopleniya-chastnogo-doma/> (дата звернення: 3. 08. 2020).

91. Хайтек. В Австралии создали солнечные батареи, которые встроены прямо в оконные стекла: веб-сайт. <https://hightech.fm/2020/04/22/solar-cell-in-window> (дата звернення: 5. 08. 2020).

92. Державні будівельні норми України. ДБН В.2.2-15:2019 Житлові будинки. Основні положення.: веб-сайт. URL: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn\\_v\\_2\\_2\\_15\\_2015\\_zhitlovi\\_budinki\\_osnovni\\_polozhennja/1-1-0-1184](https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_2_15_2015_zhitlovi_budinki_osnovni_polozhennja/1-1-0-1184) (дата звернення: 8. 08. 2020).

93. BGR. Scientists invented an ‘anti-solar panel’ that generates power in the dark: веб-сайт. <https://bgr.com/2020/02/03/anti-solar-panel-night-energy/> (дата звернення: 7. 08. 2020).

94. Хайтек. Туманное будущее солнечной энергетики: три главных препятствия: веб-сайт. <https://hightech.fm/2018/01/16/wsjsolar> (дата звернення: 5. 08. 2020).

95. Панкина М.В., Захарова С.В. Экологический дизайн как интегрирующее содержание профессиональной подготовки дизайнеров и специалистов в области экологического образования. Фундаментальные исследования. 2012. Вып. 6-2. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=29995> (дата звернення: 05.09.2020).

96. Реутская И., Ариф Алави М. Принципы и методы проектирования эколого-ориентированной и энергосберегающей архитектурной среды. Архитектура и дизайн. 2015. № 1, 2 (20-21). URL: <https://ais.by/article/principyu-i-metody-proektirovaniya-ekologo-orientirovannoy-i-energoberegayushchey> (дата звернення: 15.08.2020).

97. Реймерс, Н. Ф. Экология: Теории, законы правила, принципы и гипотезы. Москва : Мысль, 1994. 366 с.

98. Прокопенко, К .И. Методика архитектурного проектирования энергосберегающих жилых зданий. Архитектура и строительные науки. 2014. Вып. 1,2. С. 13-16.

99. Реутская, И .П. Визуальное восприятие как фактор формирования архитектурной композиции жилых зданий. Вестник Полоцкого государственного университета. Строительство. Прикладные науки. 2009. Вып. 12. С. 7-11.

100. Панкина М.В., Захарова С.В. Экологический дизайн : науч. пособ. Бийск, 2011. 118 с.

101. Алексеенко А.М., Северин В.Д. Взаимосвязь форм жизненной среды человека и современных технологий. Вестник ХДАДМ. 2009. Вып. 9. С. 3- 9.

102. Райт Ф.Л., Гольдштейн А.Ф. Мастера архитектуры. Москва: Стройиздат, 1973. 136 с.

103. Ковальський Л.М., Чижмак Д.А. Тенденції формування екологічно безпечних споруд : Сучасні проблеми архітектури та містобудування. Науково-технічний збірник / Відп. ред. М.М. Дьомін. – Київ. КНУБА, 2009. – Вип. 21. – С. 239 – 243.

104. Кондратьева К. А. Дизайн и экология культуры. Москва: Изд. Моск. гос. худ.-пром. университет им. С. Г. Строганова, 2000. 106 с.

105. Орлова О.О. Екологічний фактор формоутворення в дизайні: автореф. дис. канд. мистец.: Харків: ХДАДМ, 2003. 21 с.

106. Осиченко Г.О., Павленко О.А. Прийоми інтеграції природного і штучного середовища в органічній архітектурі ХХ століття. Вісник ХДАДМ. – 2009. - №4. – С. 80 - 89.

107. Jones L. Environmentally Responsible Design: Green and Sustainable Design for Interior Designers: John Wiley & Sons, 2008. 432 p.

108. Nayar J. Green living by design (the practical guide for eco-friendly remodeling and decorating) : Filipacchi Publishing, 2009. 160 p.

109. Bauer M. Green Building: Guidebook for Sustainable Architecture. Stuttgart: Springer, 2010. 210 p.

110. Близнюк М.М. Екологічний напрям дизайнерської творчості. Художній авангард: пошук нової мистецької парадигми. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції. Херсон: ХНТУ, 2015. 185 с.



111. Близнюк М.М. Екологічний дизайн: теоретичні основи, принципи, освітня складова. Вісник Львівської національної академії мистецтв. Вип. 33. С. 141-151.

112. Стерлигова Е.А. Экологическая психология : учеб. пособ. Пермь: ПГНИУ, 2012, 212 с.

113. Петрик І. Як зробити українську енергосистему гнучкою. Економічна правда. 2019. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2019/09/4/651261/> (дата звернення: 13.08.2020).

114. Зиміна С.Б. Стилiстичні особливості органічного та екологічного інтер'єрів. Вісник Київського національного університету будівництва. Сер. Сучасні проблеми архітектури та містобудування. 2017. Вип. 47. С. 71-88.

115. Лебедев Ю.С. Архитектурная бионика. Москва: Стройиздат, 1990. 269 с.

116. Лавренътев А.Н. История дизайна: Монография. Москва: Гардарики, 2007. 297с.

117. Білявський Г.О. Основи екології: теорія та практикум : навч. посіб. Київ: Лібра, 2002. 352 с.

118. Кондратьева К.А. Дизайн и экология культуры. Москва: МГХПУ им. Строганова, 2000. 105 с.

119. Alkemi. ALKEMI recycled surfacing: веб-сайт. URL: <http://www.renewedmaterials.com/> (дата звернення: 2.08.2020).

120. LiveRoof. Dedicated to your success.: веб-сайт. URL: <https://liveroof.com//> (дата звернення: 2.08.2020).

121. BARK HOUSE. Interior Bark Wall Finishes & Exterior Bark Shingle Siding: веб-сайт. URL: <https://barkhouse.com/> (дата звернення: 2.08.2020).

122. Kirei. Inspire A Beautiful World.: веб-сайт. URL: <https://www.kireiusa.com/> (дата звернення: 2.08.2020).

123. LiveWall. Living Walls That Work.: веб-сайт. URL: <https://livewall.com/> (дата звернення: 2.08.2020).

123. Ifpeb. Institut français pour la performance du bâtiment: веб-сайт. URL: <https://www.ifpeb.fr/> (дата звернення: 7. 08. 2020).

124. Park Associati. Val Tidone House веб-сайт. URL: <https://www.parkassociati.com/casa-val-tidone/> (дата звернення: 1.09.2020).

125. Houzz. Houzz тур: Экодом в Подмосковье с мебелью из прошлого: веб-сайт. URL: <https://www.houzz.ru/statyi/houzz-novaya-zelandiya-eko-dom-sproektirovannyu-studentami-stsetivw-vs~45677144> (дата звернення: 1.09.2020).