

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну

(повне найменування факультету)

Кафедра архітектури та дизайну

(повна найменування кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «МАГІСТР»

ІННОВАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ В ДИЗАЙНІ  
СЕРЕДОВИЩА ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

спеціальність 022 Дизайн  
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Дизайн»  
(назва освітньої програми)

Виконала: здобувачка вищої освіти  
групи Дмз - 21  
ВОЗНЯК Людмила Володимирівна

\_\_\_\_\_ (п.з.м.)

Керівник:  
канд. мист., доц.  
БОКІЙ Тетяна Філаретівна

\_\_\_\_\_ (п.м.ф.)

Кваліфікаційну роботу  
допущено до захисту  
«15» грудня 2023 р.

Гарант освітньої програми:  
канд. мист., доцент  
БОНДАРЧУК Юлія Сергіївна

Луцьк – 2023 рік

Луцький національний технічний університет  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет архітектури, будівництва та дизайну

Кафедра архітектури та дизайну

Ступінь вищої освіти: магістр

Галузь знань: 02 «Культура та мистецтво»

Спеціальність: 022 Дизайн

Освітня програма: «Дизайн»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри архітектури та дизайну

Оксана ПАСІЧНИК

«01» вересня 2023 року

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти

Возник Людмила Володимирівна  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Інноваційні матеріали в дизайні середовища та їх застосування

керівник кваліфікаційної роботи

Бонік Тетяна Філаретівна, канд. мист., доц.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «17» жовтня 2023 року № 314/01-02

2. Строк подання кваліфікаційної роботи 15 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи завдання на дизайн-розробку

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ, Розділ 1, Розділ 2, Розділ 3, Розділ 4, Висновки, Перелік джерел інформації, Додатки

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

Дизайн-розробка інтер'єру середовища  
з застосуванням інноваційних матеріалів.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 1	Бокій Т. Ф.	20.09.23	
Розділ 2	Бокій Т. Ф.	15.10.23	
Розділ 3	Бокій Т. Ф.	15.11.23	

7. Дата видачі завдання 15 серпня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

N з/п	Назва етапів науково-проектної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розділ 1.	20.09.2023	вс.
2.	Розділ 2.	15.10.2023	вс.
3.	Розділ 3.	15.11.2023	вс.
5	Формування висновків та додатків	20.11.2023	вс.
6	Розробка проектної частини	24.11.2023	вс.
7	Формування реферату	01.12.2023	вс.
8	Подання пояснювальної записки на інструментальну перевірку на	07.12.2023	вс.
9	Подання виконаного КР з відгуком	12.12.2023	вс.
10	Подання виконаної КР на підпис декану та відповідальному секретарю ЕК	15.12.2023	вс.
11	Захист кваліфікаційної роботи	21.12.2022	вс.

Магістрант

Керівник кваліфікаційної роботи

Возник Л.В.

(прізвище та ініціали)

Бокій Т. Ф.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

**Возняк Л.В. Інноваційні матеріали в дизайні середовища та їх застосування** (керівник: доц., канд. мист., Бокій Т.Ф.).

Кваліфікаційна робота магістра ОП «Дизайн» спеціальності 022 Дизайн. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2023. Кваліфікаційна робота магістра складається із вступу, 4 розділів, висновків і пропозицій, переліку джерел посилання, додатків (згідно структури кваліфікаційної роботи, затвердженої кафедрою).

Робота присвячена вивченню та дослідженню інноваційних матеріалів в дизайні середовища та їх властивостей. Сьогодні зростає усвідомлення людством своїх дій та шляхів покращення способу життя, а тому пошук нових матеріалів став одним із важливих питань в епоху глобального потепління. Тому з зростанням попиту та різноманітних потреб людей нові матеріали, технології та інновації стають актуальним питанням сьогодні.

У роботі в розділі 1 висвітлено та описано стан наукового дослідження теми з точки історичного розвитку та історію розвитку та виникнення будівельних матеріалів. У розділі 2 проведена систематизація та окреслено сфери використання інноваційних матеріалів в дизайні середовища. Були охарактеризовані категорії на які поділяються дані матеріали та визначено функції що виконують інноваційні матеріали в дизайні середовища.

На основі результатів виконаних досліджень у 3 розділі розглянуто та охарактеризовано інноваційні матеріали в дизайні середовища. Охарактеризовано фізичні та хімічні властивості інноваційних матеріалів. Також визначено роль цих матеріалів в дизайні середовища, де саме використовувані матеріали набувають ключового значення при проєктуванні в дизайні.

У розділі 4 на основі зробленого наукового дослідження розроблено дизайн-проєкт інтер'єру середовища житлового приміщення. Також описано складові частини її проєктування, особливості формотворення дизайну розробки та матеріали, що використовуються для нанесення татуювань.

Інноваційні технології, які зосереджені на покращенні екологічного стану планети продовжують зростати, оскільки все більше людей усвідомлюють вплив архітектурного середовища на навколишнє середовище. Завдяки безперервним дослідженням і розробкам нових технологій виготовлення та використання інноваційних матеріалів активно просувається в повсякденне життя кожної людини. Таким чином, можна задовольнити більше різноманітних потреб людей без шкоди для навколишнього середовища.

**Ключові слова:** інноваційні матеріали, дизайн середовища, дизайн інтер'єру, застосування інноваційних технологій.

## ABSTRACT

### **Vozniak L.V. Innovative materials in environment design and their application**

Master's qualification work of OP «Design» specialty 022 Design. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2023. The master's thesis consists of an introduction, 4 chapters, conclusions and proposals, a list of reference sources, appendices (according to the structure of the thesis approved by the department).

The work is devoted to the study and research of innovative materials in environment design and their properties. Today, humanity's awareness of its actions and ways to improve its lifestyle is growing, and therefore the search for new materials has become one of the important issues in the era of global warming. Therefore, with the growth of demand and various needs of people, new materials, technologies and innovations are becoming an urgent issue today.

The work in chapter 1 highlights and describes the state of scientific research of the topic from the point of view of historical development and the history of the development and emergence of building materials. Chapter 2 systematizes and outlines the areas of use of innovative materials in environment design. The categories into which these materials are divided were characterized and the functions performed by innovative materials in the design of the environment were determined.

On the basis of the results of the performed studies, in the 3rd section, common innovative materials in the design of the environment are considered. The physical and chemical qualities of innovative materials are characterized. The role of these materials in the design of the environment is also defined, where the materials used are of key importance when designing in the design.

In chapter 4, based on the scientific research, a design project of the interior of the residential environment was developed. It also describes the components of its design, the features of the development design, and the materials used for tattooing.

Innovative technologies that focus on improving the ecological state of the planet continue to grow as more people become aware of the impact of the architectural environment on the environment. Thanks to continuous research and development of new manufacturing technologies and the use of innovative materials, it is actively advancing into the everyday life of every person. In this way, more diverse needs of people can be met without harming the environment.

**Keywords:** innovative materials, environment design, interior design, application of innovative technologies.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	<b>8</b>
<b>1 БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ: ІСТОРІЯ ТА СУЧАСНІСТЬ</b>	<b>11</b>
1.1 Стан наукового дослідження теми.....	11
1.2 Історія виникнення та розвитку будівельних матеріалів..	17
1.3 Інноваційні матеріали як складова частина дизайну середовища.....	28
Висновки до розділу 1.....	30
<b>2 СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ В ДИЗАЙНІ СЕРЕДОВИЩА.....</b>	<b>31</b>
2.1 Сфери використання інноваційних матеріалів.....	31
2.2 Категорії на які поділяються інноваційні матеріали в процесі виготовлення.....	32
2.3 Функції що виконують інноваційні матеріали в дизайні середовища.....	33
Висновки до розділу 2.....	35
<b>3 ВЛАСТИВОСТІ ТА РОЛЬ ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ В ДИЗАЙНІ СЕРЕДОВИЩА.....</b>	<b>36</b>
3.1 Характеристика інноваційних матеріалів в дизайні середовища.....	36
3.2 Фізичні та хімічні властивості інноваційних матеріалів, що використовуються в дизайні середовища..... <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	42
3.3 Роль інноваційних матеріалів в дизайні середовища.....	43
Висновки до розділу 3.....	45
<b>4 ДИЗАЙН-РОЗРОБКА ІНТЕР'ЄРУ СЕРЕДОВИЩА З ЗАСТОСУВАННЯМ ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ.....</b>	<b>46</b>

4.1. Складові частини об'єкта проектування.....	46
4.2. Особливості формотворення об'єктів розробки.....	47
4.3. Матеріали і технологія виготовлення.....	48
Висновки до розділу 4.....	50
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....</b>	<b>51</b>
<b>ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....</b>	<b>53</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>58</b>
Додаток А. Ілюстративний матеріал.....	59
Додаток Б. Таблиці та схеми.....	75
Додаток В. Дизайн-розробка інтер'єру середовища з використанням інноваційних матеріалів. ....	85

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Один із найбільших викликів, які постали перед людством за останні роки – це глобальна загроза змін клімату. Зростає усвідомлення людством своїх дій та шляхів покращення способу життя, а тому пошук нових матеріалів став одним із важливих питань в епоху глобального потепління. Тому з зростанням попиту та різноманітних потреб людей нові матеріали, технології та інновації стають актуальним питанням сьогодні.

Способи пом'якшення наслідків глобальної катастрофи можуть включати переосмислення підходів до проектування, будівельних технологій та спонукати архітекторів й дизайнерів використовувати нові інноваційні матеріали в своїх проектах. Крім того, потрібно враховувати такі характеристики матеріалів як контроль забруднення, реакція на клімат, термічні бар'єри, здатність до біологічного розкладу, переробки та сприяння добробуту мешканців. Використання та розробка інноваційних матеріалів і продуктів що зберігають ресурси планети є нагальною необхідністю.

Завдяки безперервним дослідженням і розробкам нових технологій виготовлення та використання інноваційних матеріалів активно просувається в повсякденне життя кожної людини. Таким чином, можна задовольнити більше різноманітних потреб людей без шкоди для навколишнього середовища.

**Мета та завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження інноваційних матеріалів у дизайні середовища. Щоб досягнути обрану мету поставлено такі завдання:

- 1) дослідити історію розвитку та виникнення будівельних матеріалів;
- 2) окреслити сфери використання інноваційних матеріалів;
- 3) охарактеризувати категорії на які поділяються інноваційні матеріали в процесі виготовлення;

- 4) визначити функції, що виконують інноваційні матеріали в дизайні середовища;
- 5) охарактеризувати інноваційні матеріали в дизайні середовища;
- 6) визначити фізичні та хімічні властивості інноваційних матеріалів, що використовуються в дизайні середовища;
- 7) визначити роль інноваційних матеріалів в дизайні середовища;
- 8) на основі виконаного наукового дослідження спроектувати дизайн-візуалізацію інтер'єру середовища з застосуванням інноваційних матеріалів.

**Об'єктом дослідження** є інноваційні матеріали.

**Предметом дослідження** є властивості інноваційних матеріалів що використовуються в дизайні середовища.

**Наукова новизна** дослідження:

*вперше:* розглянуто інноваційні матеріали як складову частину дизайну середовища, структуровано сфери використання інноваційних матеріалів; визначено роль інноваційних матеріалів в дизайні середовища;

*вдосконалено:* категорії на які поділяються інноваційні матеріали в процесі виготовлення;

*отримали подальший розвиток:* класифікація властивостей інноваційних матеріалів та їх фізичні й хімічні якості, що використовуються для дизайну середовища.

**Методи дослідження.** Дослідження було розроблено з використанням описового методу для можливості окреслення перспектив щодо інновацій принесених сучасними технологіями в будівельні матеріали. Здійснено огляд літератури що стосується даної теми (статті, тези, книги та інтернет-ресурси). Інноваційні будівельні матеріали виявлені в результаті досліджень розглядалися за допомогою методів емпіричного та теоретичного дослідження.

**Практичне значення отриманих результатів.** Результати дослідження можуть бути застосовані при подальшому вивченні

інноваційних матеріалів в дизайні середовища, для продовження розгляду їх властивостей, а також для надання теоретичних і практичних матеріалів для підготовки професійних спеціалістів.

**Апробація роботи.** Результати роботи обговорювалися з викладачами та дизайнерами-практиками й отримали підтвердження своєї актуальності та можливість використання їх для підготовки фахівців з дизайну.

**Структура роботи.** Кваліфікаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (38 позицій) та додатків. Обсяг наукової роботи – 52 сторінки (без додатків). Додатки містять 43 сторінки.

## РОЗДІЛ 1

### БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ: ІСТОРІЯ ТА СУЧАСНІСТЬ

#### 1.1 Стан наукового дослідження теми

У всьому світі частка будівельного сектору в енерговитратах перевищила 30%, а в споживанні електроенергії – 50% [26]. Дослідники Wulandari D., Utomo S., Narmaditya B. стверджують, що одна третина викидів вуглецю походить від будівельного сектору, адже одним із головних факторів, що впливає на це споживання в будівельному секторі, є швидке зростання населення та посилення структуризації для задоволення попиту на житло, який він приносить [24].

Крім енерговитрат, частка будівельного сектору в матеріалоемності досить велика. З цієї причини вибір матеріалів при проектуванні будівель є одним із питань, на якому слід звернути увагу. З обраним будівельним матеріалом тісно пов'язані такі характеристики, як міцність, функціональність і естетичність будівлі. З іншого боку, кількість споживаної будівлею енергії та вплив на навколишнє середовище збільшуються або зменшуються залежно від властивостей вибраного матеріалу.

Таким чином, науковці Soliman A., Hafeez G., Erkmen E., Ganesan R., Ouf M., Hammad A., Eicker U., Moselhi O. вважають, що за допомогою рішень щодо вибору матеріалу, які приймаються на етапі проектування, можна гарантувати, що конструкція має високі експлуатаційні властивості з точки зору енергоефективності [20]. Пошук рішень проти руйнівного впливу будівельної індустрії на навколишнє середовище приніс нові відкриття в галузі мистецтва та науки. Натомість Ко Y-T. стверджує, що будівельні системи та матеріали диверсифіковані за допомогою інноваційних підходів у світлі технологічних і наукових розробок [12].

Окрім будівельного сектору, велике значення надається використанню інноваційних та розумних матеріалів для підвищення екологічності, економічності та безпеки в багатьох секторах.

Абизов В.А., Пушкарлова К.К., Кочевих М.О., Гончар О.А. Базелюк Н.Л. розробили концепцію стійкості, що стосується безперервності екологічних систем і здатності нести їх у майбутнє в архітектурі та інших галузях [25].

Основна мета сталої архітектури полягає в тому, щоб зменшити витрати на енергію шляхом зосередження використання відновлюваних джерел енергії, запропонувати користувачам здорові та комфортні простори та мінімізувати шкоду екології. Кисіль С.С., Полякова О. В., Булгакова Т. В. довели, що будівельні системи наносять екологічний характер при використанні будівельних матеріалів, адже стійкий будівельний матеріал надає мінімальні витрати енергії під час виробництва та використання, легкість оновлення та ремонту матеріалу, переробка та повторне використання матеріалу, який закінчив свій термін експлуатації, утилізація тощо [30].

Інноваційні матеріали мають забезпечувати економічну, екологічну та соціальну стійкість протягом всього свого життєвого циклу. Саме тому, сьогодні серед екологічних будівельних матеріалів є інноваційні матеріали, які вироблені сучасними технологічними розробками.

У сучасній науковій літературі існують різні погляди на типологію інноваційних будівельних матеріалів. Відповідно Özçelik M., Soylu S., Atmaca İ. класифікують інноваційні матеріали за дев'ятьма пунктами відповідно до їхніх властивостей і структури. Це матеріали, що переробляються, матеріали, що піддаються біологічному розкладу, біоматеріали, незмінні матеріали, функціональні речовини, розумні матеріали, гібридні матеріали, функціонально градієнтні матеріали та наноматеріали [19].

Інноваційні матеріали можуть забезпечити легкість застосування та використання, а також екологічні та економічні переваги, такі як викиди вуглецю, виробництво енергії та зниження витрат на використання продукту. Їх можна виробляти з абсолютно нової та іншої сировини, а також шляхом інтеграції нових функцій у традиційні будівельні матеріали з технологічним

та утилітарним підходом [29]. З цієї точки зору метою дослідження є визначення властивостей інноваційних будівельних матеріалів з високою довговічністю та вивчити їх роль у дизайні середовища.

Шевченко Л. С. вважають, що оскільки міські регіони та країни, що розвиваються, не мають належної інфраструктури збору та утилізації сміття, вони часто страждають від проблем, пов'язаних із утворенням твердих відходів. У зв'язку з цим для утилізації відходів використовуються методи відкритого звалища [37].

Проблеми навколишнього середовища залишаються актуальними, тому що дії, спрямовані на захист навколишнього середовища, повинні бути збалансовані з втратою природних ресурсів і зростанням виробництва відходів. Отже, Guebsi W., Zouari A. дослідили, щоб вирішити цю проблему, необхідно розглянути заходи для збалансування потреб людини та впливу на навколишнє середовище. Це можна використовувати як стратегію довгострокового розвитку [11].

Використання цегли відноситься до найдавніших цивілізацій. Цегла є одним з найбільш використовуваних будівельних конструкційних матеріалів. Більшість цегли виготовляють шляхом поєднання відповідної кількості глини та піску зі сполучною [5]. Цегла часто і широко використовується в будівництві. У будівельному секторі можна використовувати правильну суміш бетону та каменю.

Abbas S. Baig A. Nameed R. Kazmi S. Munir M. Shaukat S. дослідили ринок будівельної цегли та встановили, що завдяки використанню відходів як додаткового матеріалу у виробництві цегли цегельний бізнес може диверсифікувати асортимент продукції [1].

Дослідники Bahij S., Omary S., Feugeas F., Faqiri A. виявили, що проникна цегла – це спосіб просування ідей зеленої екології та енергозбереження. Ця цегла має кілька переваг, таких як зменшення теплового ефекту, шумопоглинання та покращені характеристики.

Проникну цеглу можна створити, додавши пластикові відходи. Вона вважається більш екологічною, оскільки використовує пластикові відходи тому є ефективною технікою використання екологічних, енергобезпечних та зелених принципів у сфері будівництва. Проникність пропонує багато переваг, таких як зниження тепла, зниження шуму та властивості проти ковзання. Вона підвищується, додаючи до цегли більше пластикового сміття, що робить її більш екологічною [5].

Нинішнє збільшення використання пластику чинить величезний тиск на довкілля та суспільство. Збільшення чисельності населення також може збільшити утворення пластикових відходів. Gallo P. Romano R. встановила, що починаючи з 1950 року було вироблено понад 8,3 мільярда тон пластику, і більше 60% цього сміття зараз викидається на звалища [10].

Пластмаси використовуються для повсякденної упаковки, оскільки вони недорогі та мають багато привабливих властивостей. Оскільки пластик виготовляється з хімічних полімерів, які не піддаються біологічному розкладанню, він не може розкладатися в землі.

У виробництві пластикових пакувальних матеріалів часто використовують такі синтетичні полімери, як поліамід, полістирол, поліетилен, полівінілхлорид, поліетилентерефталат, поліпропілен. Lodson J. Jahromi F. вважають, що викинуті полімери, які утворюються в результаті використання пластику, вважаються основною складовою твердих відходів і негативно впливають на навколишнє середовище через те, що вони не розкладаються біологічно.

Первинні та вторинні вуглецеві зв'язки, що складають пластичну структуру, призводять до забруднення навколишнього середовища [15]. Тому вкрай важливо поводитися з пластиковими відходами та перетворювати їх на корисні речі для покращення рівня життя людей.

Переробка є важливою технікою, яка допомагає зменшити кількість пластикових відходів у місцевих громадах. Відходи можуть бути перероблені для виробництва ефективних предметів [38].

Nabil S., Kirk D., Ploetz T., Trueman J., Chatting D., Dereshev D. дослідили, що можна переробляти неорганічні відходи, щоб виробляти деякі предмети, такі як пластикові квіти, сумки, гаманці та інші предмети для творчості [18].

Agyeman S., Obeng-Ahenkora N., Assiamah S., Twumasi G. досліджували, що пластмасові вироби можна використовувати для кустарного виробництва, а різні пластичні композиції можна використовувати для створення бруківки, екоцегли, дорожньо-будівельних матеріалів, асфальту [3].

Технології переробки відходів можна використовувати для мінімізації, запобігання та повторного використання сміття, адже переробка – це процес додавання відходам економічної, соціальної та екологічної цінності. Пластиковий залишок можна використовувати для зміцнення гранульованих конструкційних матеріалів для дорожнього покриття, а також він демонструє кращі деформаційні характеристики, які слід оцінити перед будівництвом шарів основи або дорожнього покриття [20].

В даний час альтернативні матеріали потрібні, коли відходи використовуються в будівельному секторі для будівельних цілей. Тому переробка пластикових відходів у будівельних проєктах може значно допомогти в досягненні цієї мети. Tavşan F., Yanilmaz Z. встановили, що переробка пластикових відходів також може бути використана як заміна в будівництві [21].

Переробка пластикового сміття може бути використана в дизайні продукту для сприяння екологічності.

Kumar G., Sreerath S. дослідили, що пластмасові відходи використовують для створення сумішей для виробництва цегли. Комбінації для підготовки цегли можна зробити з пластикових відходів. До найпопулярніших полімерів, що використовуються у виробництві цегли, відносяться HDPE, PET і LDPE [13].

Згідно з дослідженнями Del Rey Castillo E., Almesfer N., Saggi O., Ingham J. пластикові відходи можна використовувати для зміцнення кладки [7]. Однак глина все ще використовується як основний компонент суміші, що вимагає використання процесу спалювання. У цьому дослідженні дослідники поєднали розплавлені пластикові відходи ПЕТ і подрібнені скляні матеріали, що покращило процес горіння під час виробництва цегли.

Deng F., Liu Y., Lu X. & Fan J. досліджували полімери як матеріали, які не проводять тепло, і їх можна комбінувати з іншими матеріалами для створення матеріалів із щільною структурою пор, які не можуть легко поглинати воду [8].

Натомість Adiyanto O. Mohamad E. Jaafar R. Faishal M. Rasyid M. встановили, що епоксидну смолу як полімерний матеріал, який використовується для виготовлення композиційних матеріалів відіграє вирішальну роль у композиційних матеріалах. Епоксидні мономери на нафтовій основі виявляють виняткову жорсткість, високу міцність на розрив і відповідну електричну міцність.

Епоксидні смоли широко використовуються в будівельній, аерокосмічній та автомобільній промисловості. Смола має широкий спектр застосування завдяки своїй видатній змочуваності, високій механічній міцності, прийнятній стабільності розмірів, вогнестійким характеристикам, мінімальній усадці при висиханні та відповідній хімічній стійкості [2]. Епоксидні смоли можуть бути виготовлені з синтетичних і природних елементів, мають високі адгезійні властивості та використовуються для зв'язування таких матеріалів, як деревина, компост, мідь, залізо, цемент, сталь і пластик.

Отже, сучасні популярні теми досліджень часто стосуються особливостей циклічної економіки, здатності до біологічного розкладання, переробки відходів, негативного вуглецю, біофільного дизайну, біотехнологій тощо.

Було виявлено, що матеріали, які вироблені з чітким екологічним підходом мають кілька характеристик: позитивний ефект на добробут, більш інтригуючий зовнішній вигляд, економічна ефективність. Однак виробництво інноваційних матеріалів також може бути пов'язане зі складними та дорогими процесами. Під час аналізу літератури цілісного дослідження за тематикою роботи не було виявлено.

## **1.2 Історія виникнення та розвитку будівельних матеріалів**

У різні періоди розвитку людства виникали нові інноваційні матеріали. Таким чином, у давнину єдиним доступними будівельними матеріалами було те, що давала природа. Коли людство вперше об'єдналося в племена, люди будували маленькі села з простих дерев'яних хатин, накритих шкурами тварин. Ще в період палеоліту це були елементарні споруди, які мінімально захищали від негоди (Табл. Б.1).

У період неоліту, коли кліматичні умови погіршувалися, людина була змушена використовувати основний будівельний матеріал навколо себе – деревину – різноманітними способами, використовуючи її для будівництва міцніших хатин зі справжніми дахами та конструкцій, піднятих на палях, сліди яких були знайдені (Іл. А.1).

Наприкінці бронзового віку, приблизно в третьому тисячолітті до нашої ери, камінь почали серйозно розглядати як будівельний матеріал. Яскравим прикладом є Стоунхендж (Іл. А.2). Доісторичні будівельники перетворили землю та камінь у геометричні форми, створивши наші найдавніші утворення, створені людиною.

У стародавньому Єгипті могутні правителі будували монументальні піраміди, храми та святині. Споруди, такі як піраміди в Гізі були інженерними досягненнями здатними сягати висот. Проте, дерево не було широко доступним у посушливому єгипетському ландшафті. Будинки в Стародавньому Єгипті будували з блоків розпаленої на сонці глини.

Розлив річки Ніл і руйнування часу знищили більшість цих стародавніх будинків. Значна частина того, що відомо про стародавній Єгипет базується на великих храмах і гробницях, які були зроблені з граніту та вапняку й були прикрашені ієрогліфами, різьбленням і яскравими фресками. Стародавні єгиптяни не використовували будівельний розчин, тому камені обережно обрізали, підбираючи один до одного.

Форма піраміди була дивом інженерії, що дозволяло стародавнім єгиптянам будувати величезні споруди. Її розвиток дозволив єгиптянам будувати величезні та пам'ятні гробниці для своїх царів. Похилі стіни могли досягати великої висоти, оскільки їхню вагу підтримувала широка основа піраміди. Новаторський єгиптянин на ім'я Імхотеп створив один із найдавніших масивних кам'яних монументів — ступінчасту піраміду Джосера (Іл. А.3).

Будівельники стародавнього Єгипту не використовували несучі арки. Натомість колони були розміщені близько одна до одної, щоб підтримувати важкий кам'яний антаблемент угорі. Яскраво пофарбовані та витончено різьблені колони часто імітували пальми, рослини папірусу та інші форми рослин. Протягом століть розвинулося щонайменше тридцять різних стилів колон. Коли Римська імперія окупувала ці землі, перські та єгипетські колони вплинули на західну архітектуру.

Класична архітектура відноситься до стилю та дизайну будівель Стародавньої Греції та Стародавнього Риму. Вона сформувала сьогоденний підхід до будівництва в західних колоніях по всьому світу. Від розквіту Стародавньої Греції до падіння Римської імперії великі будівлі будувалися відповідно з дотриманням чітких правил. Римляни та греки будували споруди з оброблених кам'яних блоків, укладених регулярними рядами. Більшість із них були громадськими роботами в завойованих провінціях (Іл. А.4).

Виробництво цегли, особливо в районі Риму, стало великою галуззю промисловості і за часів імперії було державною монополією. Цегляна

конструкція була дешевшою в побудові ніж кам'яна, тому через економію на масштабі масового виробництва та низький рівень навичок, необхідний для її встановлення. Цегляна арка була прийнята для перекриття отворів у стінах, виключаючи необхідність у перемичках.

Також, варто зазначити, що римляни винайшли водяне колесо, пилораму та арку. Вони почали використовувати скло для архітектурних цілей приблизно після 100 р. н. е. і використовували подвійне скло як теплоізоляційне. Римські дороги включали вельветові стежки та дороги з твердим покриттям, які іноді спиралися на плити або пальові основи та мости.

Римська будівельна сфера поширювалася на мости, акведуки та криті амфітеатри. Їхні каналізаційні та водопровідні системи працюють і сьогодні. Єдиним аспектом римського будівництва, про який збереглося дуже мало доказів, є форма дерев'яних конструкцій даху, жодна з яких не збереглася цілою [8].

Варто зазначити, що Китай є культурним вогнищем Східної Азії. Багато Далекосхідних будівельних методів і стилів еволюціонували з Китаю. Відомим прикладом китайського будівництва є Велика китайська стіна, що побудована між V і II століттями до нашої ери.

Вона була побудована з утрамбованої землі, каміння та дерева, а пізніше цегли та черепиці на вапняному розчині. Дерев'яні ворота закривали проходи. Найдавніші археологічні зразки дерев'яних з'єднань врізного та шипового типу були знайдені в Китаї приблизно 5000 роком до нашої ери.

Китайці дотримувалися державних правил протягом тисячоліть, тому багато стародавніх будівель, що збереглися, були побудовані методами та матеріалами, які все ще використовувалися в XI столітті.

Китайські храми зазвичай являють собою дерев'яні каркаси на земляно-кам'яній основі. Найстарішою дерев'яною будівлею є храм Наньчань (Утай), датований 782 роком нашої ери (Іл. А.5). Однак китайські

будівельники храмів регулярно перебудовують дерев'яні храми, тому деякі частини цих стародавніх будівель різного віку.

Зникнення римської влади в Західній Європі під час V століття призвело до занепаду будівельних технологій. Цегельне виробництво стало рідкістю і відродилося лише в XIV столітті. Також, було втрачено використання будівництва куполів і склепінь у кам'яному віці. Будівельна техніка впала до рівня залізного віку, прикладом якого є будівництво з колод, глиняні стіни, глинобитна цегла та плетення.

Коли традиції Римської імперії поширювалися Європою, з'явилася вагома, кремезна романська архітектура з округлими арками. Церкви та замки раннього Середньовіччя будували з товстими стінами та важкими опорами.

Незважаючи на те, що Римська імперія розпалася, її ідеї дійшли далеко до Європи та активно впроваджувалися. Базиліка Св. Серніна в Тулузі, Франція, побудована між 1070 і 1120 роками (Іл. А.6) є прикладом цієї перехідної архітектури з апсидою де присутня конструкція візантійського куполу з поєднанням готичного шпилью.

План поверху включає в себе латинський хрест, що відображає готичний стиль, де присутні високі вівтарі та вежа на перехресті. Побудований з каменю та цегли, Св. Сернін знаходиться на шляху паломництва до Сантьяго-де-Компостела [10].

На початку XII століття нові способи будівництва означали, що собори та інші великі будівлі могли злетіти на нову висоту. Для готичної архітектури є характерними елементи, які підтримували вищу, витонченішу архітектуру, адже — інновації, такі як гострі арки, летючі контрфорси та ребристі склепіння ввійшли в повсякденне життя суспільства. Крім того, складні вітражі мали можливість замінити стіни, які більше не використовувалися для підтримки високих стель. Натомість, горгульї та інші скульптури виконували практичні та декоративні функції.

Багато з відомих святих шанованими віруючими людьми у світі належать до цього періоду в історії архітектури, що включають в себе й Шартрський собор і собор Паризької Богоматері у Франції, а також собор Святого Патріка в Дубліні та монастир Адар в Ірландії (Іл. А.7).

Готична архітектура відображалася переважно у Франції, де архітектори, дизайнери та будівельники почали адаптувати попередній романський стиль. На архітектурне відображення цієї епохи також вплинули стрілчасті арки та складна кам'яна кладка мавританської архітектури в Іспанії. Однією з найперших готичних будівель був амбулаторія абатства Сен-Дені у Франції, побудована між 1140 і 1144 роками [8].

Проте, спочатку готична архітектура була відома як французький стиль і тільки в епоху Відродження, коли французький стиль вийшов з моди, «ремісники» мали можливість показати своє бачення архітектурного будівництва в ці роки. Вони «придумали» слово готика, щоб припустити, що будівлі у французькому стилі були грубою роботою німецьких варварів, хоча етикетка була неточною, а назва «Gothic» все таки залишилася.

У той час як архітектори, дизайнери та будівельники створювали великі готичні собори Європи, живописці та скульптори в північній Італії відходили від жорстких середньовічних стилів і закладали основу Відродження. Історики мистецтва називають період між 1200 і 1400 роками раннім Відродженням або проторенесансом в історії мистецтва.

Проте, повернення до класичних ідей започаткувало «епоху пробудження» в Італії, Франції та Англії. Саме тому, в епоху Відродження архітектори та будівельники надихалися ретельно пропорційними будівлями Стародавньої Греції та Риму.

Італійський майстер епохи Відродження Андреа Палладіо допоміг пробудити пристрасть до класичної архітектури, коли він спроектував красиві симетричні вілли, такі як Вілла Ротонда поблизу Венеції, Італія (Іл. А.8).

Роботи майстрів епохи Відродження поширилися Європою ще довго після того, як епоха відійшла у вічність, проте, архітектори західного світу знаходили натхнення в красивій пропорційній архітектурі того періоду. У Сполучених Штатах його проекти-нащадки називають неокласичними сьогодні.

На початку 1600 років новий витончений архітектурний стиль збагатив будівлі. Стиль, який став всесвітньовідомим як бароко, характеризувався складними формами, екстравагантними орнаментами, розкішним живописом і яскравими контрастами.

В Італії стиль бароко знайшов своє відображення в розкішних і драматичних церквах неправильної форми та в відображенні екстравагантних орнаментів. Проте, у Франції орнаментований стиль бароко поєднується з класичною стриманістю та величністю форми, адже, Версальський палац у Франції є втіленням складного стилю бароко, що зустрічається нині по всій Європі (Іл. А.9).

В останній половині XVIII століття розгорталася низка подій, насамперед в Англії, які пізніше історики назвуть першою промисловою революцією, яка мала б глибокий вплив на суспільство в цілому, а також на будівельні технології. Серед перших із цих подій було велике виробництво заліза, починаючи з роботи в Абрахам Дарбі, який у 1709 році першим використав кокс як паливо в процесі плавки [23].

Доступність заліза сприяла розвитку машин, зокрема парової машини подвійної дії Джеймса Ватта 1769 році [31]. Генрі Корт розробив процес приготування та плавки кованиго заліза в 1784 році, і в тому ж році він побудував перший прокатний стан, що приводився в дію паровим двигуном, щоб виробляти катані довжини кованих прутків, кутників та інших форм (Іл. А.10).

Проте, перше застосування заліза в будівництві відбулося за кілька століть до індустріальної епохи. Повністю самостійний залізний каркас без кам'яних додатків повільно виник у серії особливих типів будівель. Першим

скромним прикладом став Хангерфордський рибний ринок у Лондоні (1835 рік). Деревина була заборонена через вимоги санітарії; балки охоплювалися консольними опорами з обох боків, а порожнисті чавунні колони служили дренажем даху [23]. Варто зазначити, що всю поперечну стійкість забезпечували жорсткі з'єднання між колонами та балками.

Виробництво цегли було індустріалізовано в XIX столітті. Трудомісткий процес ручного формування, який використовувався протягом 3000 років, був витіснений «пресованою» цеглою. Її масове виробництво було розповсюдженим, що характеризувалося процесом механічної екструзії, під час якого глина продавлювалася через прямокутну матрицю у вигляді безперервної колони та нарізалася до потрібного розміру різакон. Було також поширено використання витонченої форми та штампування блоків кладки. Періодично топлі вуликові печі, які запалювані коксом, продовжували використовувати. Наприкінці цього століття з'явилася тунельна піч, через яку цеглу повільно переміщали на конвеєрі. Нові методи значно здешевили цеглу, і вона стала одним із складових будівельних матеріалів епохи.

Технологія виготовлення деревини також зазнала швидкого розвитку в XIX столітті в Північній Америці, де були до використання доступні великі ліси хвойних порід ялиці та сосни, які можна було збирати та обробляти промисловими методами, адже парові та водяні лісопильні заводи почали виробляти деревину стандартних розмірів у великій кількості лише в 1820 роках.

Натомість, виробництво дешевого машинного виробництва цвяхів в 1830 роках забезпечило іншу необхідну складову, яка уможливила серйозну інновацію в будівництві.

Також, значним досягненням першої індустріальної епохи була поява будівельної науки, зокрема пружна теорія конструкцій. З її допомогою можна було б використовувати математичні моделі для прогнозування

конструктивних характеристик із значною точністю за умови належного контролю якості використовуваних матеріалів.

Настання індустріальної ери також ознаменувало серйозні зміни в ролі архітекторів, дизайнерів та будівельників. Художники-архітектори епохи Відродження мали покровителів-близнюків — церкву й державу, на яких вони могли розраховувати на замовлення. У індустріальних демократіях, що розвиваються, ринок великомасштабних будівель, гідних уваги архітектора, розширився і різні користувачі вимагали дивовижного діапазону нових типів будівель.

Технології контролю навколишнього середовища почали різко розвиватися в першу індустріальну епоху. Першим великим прогресом було використання вугільного газу для освітлення. Він вперше був отриманий у 1690 роках шляхом нагрівання вугілля в присутності води з утворенням метану, а в 1792 р.

Вільям Мердок розробив газоструминний освітлювальний прилад. Першою великою будівлею, яка мала газове освітлення (від невеликого газового заводу на місці), була ливарна майстерня Джеймса Ватта в Бірмінгемі в 1803 році [12].

Піч і камін залишалися основними джерелами обігріву приміщень протягом цього періоду, але розвиток парової машини та пов'язаних з нею котлів привів до нової технології у вигляді парове опалення. Адже, ще в 1784 році Джеймс Ватт обігрівав свій власний офіс паром, що проходила по трубах [35]. Протягом ХІХ століття поступово розвивалися системи парового опалення, а пізніше й гарячої води. Вони використовували центральні котли на вугіллі, підключені до мережі труб, які розподіляли нагріту рідину до чавунних радіаторів і повертали її в котел для повторного нагрівання. Парове тепло було суттєвим удосконаленням у порівнянні з печами та камінами, оскільки всі продукти згоряння були видалені з зайнятих приміщень. Проте, всі джерела тепла все ще були локалізовані в радіаторах.

Якщо перша промислова епоха була епохою заліза та пари, то другу індустріальну епоху, яка почалася приблизно в 1880 році, можна назвати розвитком виробництва сталі і електроенергії. Масове виробництво цього нового матеріалу та цього нового виду енергії також змінило будівельні технології. Сталь спочатку була виготовлена у великих кількостях для залізничних рейок. Прокатка сталевих рейок (яка була адаптована з технології прокатки кованого заліза) та інших форм, таких як кутники та швелери, почалася приблизно в 1870 році. Вона стала набагато міцнішим і менш крихким металом цього періоду. Сталь була обрана як основний будівельний матеріал для Паризької виставки 1889 року, а саме для Ейфелевої вежі.

Саме тому, вперше залізобетон застосував французький будівельник Франсуа Куаньє в Парижі в 1850-х роках. Його власний суцільнобетонний будинок в Парижі, а також дахи та підлоги які були укріплені невеликими кованими балками можна побачити й сьогодні. Розвиток залізобетону почався з французького садівника Патент Жозефа Моньє 1867 року, де на великі бетонні вазони, зміцнені кліткою із залізних дротів посадили рослини [24].

Велика ера висотних будинків розпочалася після закінчення Другої світової війни, коли світова економіка та населення знову розширилися. У цей час архітектори прийняли концепцію високої будівлі як скляної призми.

Ідея використання скляної призми була висунута архітекторами Ле Корбюзьє та Людвігом Міс ван дер Роє у проєктах 1920 років. Їхні конструкції використовували склонавісні стіни що були прикріплені до зовнішніх структурних компонентів будівлі. Перша повністю скляна навісна стіна, яка була лише на фасаді однієї вулиці, була стіною Hallidie Building (1918) у Сан-Франциско (Іл. А.11).

Першою багатоповерховою будівлею з повністю скляною навісною стіною була АО Smith Research Building (1928) у Мілуокі від Holabird and Root де скло утримувалося алюмінієвими рамами [13].

Слідом за розвитком навісних стін у багатоповерхових будинках з'явилися нові форми конструкції. У міру зростання вартості систем контролю за навколишнім середовищем економічний тиск спрацював на створення більш ефективних структур. У 1961 р. шестидесяти поверхова будівля Chase Manhattan Bank Building була вперше спроектована із використанням лише скла та металевих конструкцій (Іл. А.12).

Вимоги до планування та зонування передбачають обмеження висоти та площі підлоги, а також відступи від будівель, щоб забезпечити достатню кількість світла та повітря для сусідніх об'єктів. Правила зонування також встановлюють вимоги щодо дозволеного використання будівель, місць для паркування та озеленення та навіть встановлюють стандарти візуального вигляду будівель. Вимоги до атмосферних умов будівлі включають мінімальні (але не максимальні) температури та швидкості зміни повітря для розрідження запахів і забезпечення адекватного постачання киснем. Вимоги щодо безпеки життєдіяльності включають відповідні сходи для аварійних виходів, аварійне освітлення, системи виявлення та контролю диму, а також вогнестійкі будівельні матеріали. Санітарні вимоги включають достатню кількість сантехніки та відповідних розмірів труб. Електричні вимоги включають розміри дротів, вимоги щодо безпеки конструкції та розташування розеток.

У ХХ та ХХІ століттях відбулися зміни, адже модерністські стилі приходили та зникали й продовжують розвиватися сьогодні. Сучасні тенденції включають сучасне мистецтво та школу Баугауз, започатковану Вальтером Гропіусом. Деконструктивізм, формалізм, бруталізм і структуралізм – це основні ідеї основоположників цієї школи. Вони представляли новий спосіб мислення, а в архітектурі яку проектували підкреслювали функціональність задовольняючи конкретні потреби споживача.

Модерністська архітектура може виражати ряд стилістичних ідей, включаючи експресіонізм і структуралізм. В останні десятиліття ХХ століття

дизайнери повстали проти раціонального модернізму, в результаті виникли нові постмодерністські стилі. Модерністська архітектура, як правило, має мало або взагалі не має орнаментів і є збірною, тобто містить в своїй конструкції фабричні частини. Дизайн підкреслює функціональність, а штучні будівельні матеріали зазвичай складаються зі скла, металу, цегли та бетону.

Постмодерністська архітектура розвинулася з модерністського руху, але суперечить багатьом модерністським ідеям. Поєднуючи нові ідеї з традиційними формами, постмодерністські будівлі можуть здивувати, адже, знайомі форми та деталі використалися не за стандартним призначенням. Наприклад, штаб-квартира AT&T Філіпа Джонсона є прикладом постмодернізму. Як і багато інших будівель у міжнародному стилі, хмарочос має витончений класичний фасад (Іл. А.13).

Історія будівництва позначена низкою тенденцій. Одним з них є підвищення довговічності використовуваних матеріалів. Ранобудівельні матеріали були швидкопсувними, такими як листя, гілки та шкури тварин. Пізніше стали використовуватися міцніші природні матеріали — глина, камінь і деревина та синтетичні матеріали — цегла, бетон, метали та пластмаси. Іншим є пошуки будівель все більшої висоти і це стало можливим завдяки розробці більш міцних матеріалів і знанням про те, як матеріали поведуться при різних температурних умовах, тому використовувати їх можна з більшою перевагою.

Третя основна тенденція стосується ступеня контролю над внутрішнім середовищем будівель, адже стало можливим дедалі точніше регулювати температуру повітря, рівень світла та звуку, вологість, запахи, швидкість повітря та інші фактори, які впливають на комфорт людини. Ще одна тенденція — це зміна енергії, доступної для будівельного процесу, починаючи з м'язової сили людини і розвиваючись до потужних машин, які використовуються сьогодні. Отже, сьогодні люди все більше цікавляться екологічно чистими будівельними матеріалами, які гарантують високий

рівень стійкості, а також самонесучими та сейсмостійкими конструкціями. Відповідно, щоб досягти цього останніми роками було висунуто низку інноваційних ідей для розробки нових матеріалів.

### **1.3 Інноваційні матеріали як складова частина дизайну середовища**

Інновації та підприємництво можуть допомогти розробити нові продукти та послуги, які можуть боротися зі зміною клімату. Щоб переконатися, що нові інновації допомагають захистити планету, навіть якщо їх основна функція не пов'язана безпосередньо з кліматом дизайнери, архітектори та будівельники повинні проектувати з урахуванням навколишнього середовища. Один із способів зробити це є включення екологічно чисті матеріали в дизайн продукту.

Екологічні матеріали – це матеріали для виробництва, які мають менший вплив на навколишнє середовище, ніж інші традиційні варіанти [29]. Інновації сьогодні вирішують дві проблеми: усунення забруднення навколишнього середовища традиційним пластиком і створення стійкої альтернативи замкнутого циклу [27]. Інновації у сфері поводження з відходами є сферою орієнтованою на навколишнє середовище, адже використання екологічно чистих матеріалів забезпечує одні з найперспективніших рішень для проблем утилізації відходів.

Використання матеріалів, які можна переробити, може допомогти пом'якшити певний вплив виробничого сектора на навколишнє середовище. Промислове виробництво потребує величезної кількості сировини та виробляє щонайменше половину відходів які утворюються у світі щороку. Виявлення та заміна матеріалів із високим ступенем впливу на навколишнє середовище екологічно відповідальними матеріалами може допомогти підприємцям переконатися, що їхні інновації не завдають додаткової шкоди навколишньому середовищу і підтримати перехід до екологічнішого промислового виробництва.

Інноваційні матеріали – це звичайні матеріали, але з інноваційним підходом до дизайну, який враховує цільову продуктивність[29]. Відповідно до глобальних потреб ця цільова ефективність спрямована на високу енергоефективність, екологічні та довгострокові будівлі та інфраструктуру.

Зменшення споживання енергії та розширення залежності від відновлюваної енергії підвищують енергоефективність нових та існуючих будівель. Імітація природи в дизайні матеріалів дозволяє взаємодіяти між конструкцією та навколишнім середовищем і користувачами прокладає шлях для розумних матеріалів, які формують безпечне, комфортне та здорове середовище.

Заміна матеріалів з високим вмістом вуглецю екологічно чистими матеріалами та використання будівельних і промислових відходів для заміни природних матеріалів є основними напрямками для досягнення стійких екологічних матеріалів [29]. Наприклад, деревина є відновлюваним ресурсом, який може сприяти стійкості будівельної галузі шляхом зменшення викидів вуглецю та підвищення добробуту мешканців. Натуральні волокна також можна використовувати як ефективну, недорогу та довговічну арматуру в армованих волокнами полімерних композитних матеріалах, які використовуються в різних будівельних сферах. Коли натуральні волокна використовуються в термопластичних композитних матеріалах, можна досягти можливості переробки на додаток до його переваг. Ще один клас стійких конструкцій можна створити за допомогою технології самовідновлення. Подібна інноваційна технологія останнім часом успішно реалізована для культових цивільних споруд [27].

Першим кроком у розвитку інноваційних матеріалів є зниження екологічного впливу матеріалів за допомогою значних відновлюваних ресурсів. Наприклад, використання деревини є життєздатним вибором, однак вибір сертифікованої деревини сталого рівня заготівлі є екологічнішим [27].

Деякі матеріали негативно впливають на здоров'я через свою токсичну природу або токсичність на стадії виробництва. Уникання використання

таких матеріалів зменшить ризики для здоров'я мешканців і користувачів. Крім того, енергія та ресурси, що зібрані для виробництва матеріалів, відображають втілену енергію. Зазвичай вуглецевий слід для матеріалу прямо пропорційний його втіленій енергії. Використання перероблених матеріалів для виробництва нових матеріалів значно зменшує втілену енергію [29]. Фізичні властивості матеріалів мають важливе значення для досягнення стійкості. Адже, чітко окреслена визначена цільова продуктивність матеріалів полегшить вибір оптимальних матеріалів із хорошими фізичними властивостями та меншим впливом на навколишнє середовище.

Крім того, усі альтернативні екологічні матеріали мають відповідати нормам і стандартам або перевищувати їх, що забезпечує високу надійність. Наявність хороших варіантів утилізації, включаючи переробку та повторне використання допомагає зменшити вплив як на екологію, так і на навколишнє середовище. Також, вартість є основною проблемою з міцним зв'язком з усіма попередніми аспектами. Екологічні матеріали повинні задовольняти всі фактори вибору, не збільшуючи загальну вартість кінцевого продукту.

### **Висновки до розділу 1**

У розділі 1 вивчено стан наукового дослідження теми. Встановлено, що сьогодні будівництво є значною частиною індустріальної культури, проявом її різноманітності та складності. Виявлено відсутність цілісного дослідження за темою. Досліджено історію виникнення та розвитку будівельних матеріалів, які можуть створювати середовище для задоволення різноманітних потреб суспільства. Розглянуто інноваційні матеріали як складову частину дизайну середовища.

## РОЗДІЛ 2

### СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ В ДИЗАЙНІ СЕРЕДОВИЩА

#### 2.1 Сфери використання інноваційних матеріалів

Усвідомлення руйнівного впливу будівельної індустрії на навколишнє середовище в останні роки змусило виробників прагнути виробляти будівельні матеріали, які є більш стійкими, екологічно чистими та не завдають шкоди здоров'ю людини. Відповідно сфери використання цих матеріалів у дизайні розширюються (Табл. Б.2).

Таким чином, дизайн середовища поділяється на дизайн інтер'єру, екстер'єру та ландшафтний. У дизайні інтер'єру інноваційні матеріали використовують при будівництві чи декоруванні стелі, стін та підлоги.

Дизайн екстер'єру охоплює зовнішню частину будівель куди входить фасад, дах та конструкція будинку. Ландшафтний дизайн включає будівельні компоненти, які використовуються в саду та автоматизовані внутрішні та зовнішні системи, що полегшують обслуговування та догляд за прибудинковою територією.

Інновації та підприємництво є критично важливими інструментами для пом'якшення та усунення наслідків зміни клімату. Матеріали, які використовуються для виробництва цих інновацій, повинні зменшувати шкоду навколишньому середовищу, а не завдавати їй ще більшої. Стійкість матеріалу, а також його функціональність і довговічність почали прийматися як критерій дизайну.

Разом із цією орієнтацією, розвиток у світі технологій і науки також зробив значний внесок у виробництво інноваційних і стійких матеріалів у будівельній галузі. Враховуючи, що будівлі є областями, де спостерігаються найбільші втрати та надходження енергії, розробка таких інноваційних матеріалів для забезпечення більш екологічних та енергоефективних характеристик є важливим питанням з точки зору екологічної стійкості та здоров'я людини.

Отже, можна зробити висновок, що інноваційні матеріали в основному використовуються в дизайні інтер'єру під час декору стелі, стін чи підлоги. В дизайні екстер'єру при зведенні конструкцій, а також побудови даху чи оздобленні фасаду та ландшафтному дизайні в огорожувальних конструкціях, як фасадний облицювальний матеріал або у якості автоматизованої внутрішньої чи зовнішньої системи.

## **2.2 Категорії на які поділяються інноваційні матеріали в процесі виготовлення**

Інноваційні матеріали, які виготовляються сьогодні можна розділити на три основні категорії відповідно до їх походження: матеріали на основі відходів, матеріали вироблені організмами та стійкі матеріали органічної природи (Табл. Б.3).

Матеріали на основі відходів роблять значний внесок у реалізацію концепції циркулярної економіки, яка була прийнята Європейською комісією у 2020 р., забезпечуючи суттєву частину широкої промислової трансформації, необхідної для встановлення вуглецевої нейтральності та конкурентоспроможності в довгостроковий термін [8].

Під час дослідження було виявлено матеріальні методи роботи з різноманітними джерелами відходів: сільськогосподарськими, промисловими, побутовими та харчовими. Встановлено, що сюди входять такі матеріали виготовлені з використанням традиційно використовуваної епоксидної смоли, цементу, смоли, глини, лише частково приносять користь природному середовищу.

Матеріали, вироблені організмами, є важливою частиною поточного розвитку інноваційних матеріалів. Основна частина матеріалів, класифікованих як вироблені організмами, складається з композиційних матеріалів міцелію.

Третя група, що включає стійкі матеріали органічної природи, представлена різними підходами до створення матеріалів. Група

характеризується найрізноманітнішими техніками виробництва, які включають 3D-друк, фюзинг, різні види формування, висікання, зшивання, покриття волокон і мінералізацію.

### **2.3 Функції що виконують інноваційні матеріали в дизайні середовища**

Найчастіше матеріали та технології розглядаються як дві різні сутності в будівельній галузі. Однак, сьогодні традиційні матеріали взаємодіють з технологією виробництва інноваційних будівельних матеріалів. В результаті, ці матеріали не тільки високоефективні, але й екологічно безпечні (Табл Б.4).

*Матеріали, що самоочищаються.* Забруднене повітря або самоочищення матеріалів пояснюється нанотехнологіями. Вони з'явилися в будівельній галузі у формі наноматеріалів і розвитку технологій [10]. Такі матеріали самоочищаються, поверхні з яких вони зроблені легко миються й в цілому вони покращують якість повітря шляхом його очищення. Одним із прикладів самоочисних матеріалів є матеріали, поверхня яких покрита фотокаталізатором діоксидом титану (Іл. А.14).

Ще одним матеріалом із властивістю самоочищення є матеріали з супергідрофобними властивостями поверхні. Водовідштовхувальні властивості супергідрофобних поверхонь називають «Ефектом лотоса» [23]. Сьогодні використовуються зовнішні фарби з ефектом лотоса. Його наносять на цегляні поверхні, такі як бетон, камінь, кам'яна кладка, пензлем, валиком або безповітряним розпиленням. Одним із прикладів застосування гідрофобної фарби з рисами лотоса є музей Ara Pacis в Італії (Іл. А.15).

*Матеріали, що зменшують викиди вуглецю.* Викиди вуглецю безпосередньо пов'язані з урбанізацією та супутнім збільшенням споживання енергії. Одним із інноваційних матеріалів, розроблених для зменшення викидів вуглецю, є гнучий бетон (Іл. А.16). Бетон є одним з найбільш використовуваних будівельних матеріалів у світі, але він не гнучий.

Сировиною гнучкого бетону є попіл від спалювання вугілля та синтетичні волокна.

Іншим матеріалом, який зменшує викиди вуглецю та очищає забруднене повітря, є цегла, що поглинає забруднення (Іл. А.17). Ця інноваційна цегла виготовлена для роботи як частина системи вентиляції будівлі, поглинаючи атмосферні забруднювачі перед тим, як випускати відфільтроване повітря.

*Матеріали, що виробляють енергію.* В останні роки, коли потреба в енергії значно зросла, стало зрозуміло, що викопне паливо не є екологічно чистим і замість нього слід використовувати альтернативні джерела енергії. У виробництві будівельних матеріалів останнім часом часто використовується інтеграція систем, які використовують сонячну енергію серед відновлюваних джерел енергії в матеріал. Одним з інноваційних матеріалів, що випускаються для цієї мети, є черепиця (Іл. А.18).

*Матеріали, що забезпечують ізоляцію.* Енергоефективність має велике значення в процесі забезпечення комфортних умов у будівлях. Особливо збільшують споживання енергії втрати та надходження тепла в огорожувальні конструкції. Одним з інноваційних матеріалів, що виробляються для утеплення будівель, є алюмінієва піна (Іл. А.19). Вона має чудові фізико-механічні властивості, такі як низька щільність, висока питома жорсткість і висока поглинаюча здатність [8].

Іншим матеріалом, є деревина як один з найбільш екологічно чистих традиційних будівельних матеріалів. Непрозора структура деревини має обмеження щодо ефекту денного світла, особливо при її використанні як фасадного матеріалу. Розроблена, щоб уникнути цього обмеження, прозора деревина утворюється в результаті реакції лігніну в структурі деревини з перекисом водню. Прозоре дерево було розроблено як більш стійкий та ізоляційний матеріал порівняно зі склом і пластиком. Він допомагає підвищити теплоізоляційну ефективність завдяки використанню замість скла

та пластику на фасадах будівель. Таким чином, прозору деревину вводять у будівельну сферу як енергоефективний матеріал.

Отже, функції що виконують інноваційні матеріали в дизайні середовища поділяються на матеріали що знижують викиди вуглецю, що виробляють енергію, забезпечують теплоізоляцію та самоочищуючі матеріали.

## **Висновки до розділу 2**

У розділі 2 проведена систематизація інноваційних матеріалів в дизайні середовища. Визначено сфери використання інноваційних матеріалів в дизайні середовища. Вони використовуються в дизайні інтер'єру при побудові стелі, стін, підлоги, в дизайні екстер'єру при зведенні конструкції, фасаду та даху будинку та в ландшафтному дизайні як будівельний компонент забезпечуючи внутрішні та зовнішні функціональні системи саду. Систематизовано категорії на які поділяються інноваційні матеріали в процесі виготовлення, а саме матеріали на основі відходів, вироблені живими організмами та стійкі матеріали органічної природи та визначено функції, що виконують інноваційні матеріали в дизайні середовища (знижують викиди вуглецю, виробляють енергію, забезпечують теплоізоляцію, самоочищаються).

## РОЗДІЛ 3

### ВЛАСТИВОСТІ ТА РОЛЬ ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ В ДИЗАЙНІ СЕРЕДОВИЩА

#### 3.1 Характеристика інноваційних матеріалів в дизайні середовища

Інноваційні будівельні матеріали розробляються в рамках технологічних і наукових інновацій для використання в багатьох сферах, таких як несучі системи, будівельні елементи, будівельні компоненти, дизайн інтер'єру в архітектурі. Досліджені матеріали перераховані в Таблиці Б.5.

*Поверхні, покриті фотокаталізатором  $TiO_2$*  складаються з наночастинок, вони не залишають плям та є світлочутливими. Найпоширенішими з них сьогодні є прозоре дерево та прозорий алюміній (Іл. А.20).

*Прозоре дерево* – це конструкційний матеріал, який є альтернативою склу та пластику. Він має таку ж міцність, як і пиломатеріали, і набагато легший. Виготовляється шляхом пресування та обробки тонких смужок деревини. Лігнін замінюється полімерами, щоб зробити деревину прозорою в процесі обробки. До позитивних властивостей прозорої деревини відноситься її низька щільність порівняно зі склом, низька теплопровідність і високе оптичне пропускання [15]. Оптичний коефіцієнт пропускання зменшує потребу в штучному світлі, таким чином мінімізуючи споживання електроенергії (Іл.А. 20:1).

*Прозорий алюміній* – цей матеріал що є керамічним сплавом [13]. Міцний, стійкий до корозії та окислення, також, вже використовується як куленепробивне скло в системах безпеки, проте, він є дороговартісним інноваційним матеріалом у цій галузі (Іл. А.20:2).

Через урбанізацію та індустріалізацію, що постійно зростає, світ зіткнувся з прісноводною катастрофою. Іони важких металів та органічні забруднювачі спричиняють перш за все серйозну загрозу для водного життя. Для очищення води використовуються як промислові так і звичайні методи очищення, такі як окислення, абсорбція, коагуляція тощо. Мембранна

технологія є найбільш часто використовуваною технологією для очищення води завдяки її екологічному та екологічному підходу. Однак мембранна технологія зіткнулася з серйозною проблемою забруднення мембран через тривале використання техніки.

Очищення води має важливе значення для багатьох промислових застосувань, від обробки промислових стоків перед скиданням до виробництва надчистої води в медичних установах або на виробництві. Саме тому, самоочисні покриття є вірогідною заміною високого енергоспоживання. Поверхні, що самоочищаються, вкриті  $\text{TiO}_2$  використовувалися в будівельних матеріалах, таких як цемент, плитка, вапняк, скло, можуть спостерігати свій художній вигляд без забруднення або забруднюються протягом усього життя.

Біологічно створені *супергідрофобні поверхні* мають здатність відштовхувати воду, і ця характеристика має велике значення в промисловості (Л. А.21). Супергідрофобні поверхні відіграють життєво важливу роль у різних сферах застосування завдяки своїм хімічним і фізичним властивостям, таким як самоочищення, гідроізоляція, антикорозія та антижелезедність. Такі поверхні відіграють важливу роль у будівельних матеріалах, наприклад при будівництві дороги, залізниці, аеропорту, мостів, дамб тощо.

Механічна довговічність і хімічна стійкість є головною проблемою для виготовлення самоочисних покриттів. Вплив розчинників на ці покриття та різниця зовнішніх температур може призвести до відшарування матеріалу від поверхні покриття, через що буде відбуватися поступове зниження характеристик покриттів.

Однак поверхні, які реагують на внутрішні джерела світла, є більш довговічними та стійкими завдяки супергідрофільності. У результаті самоочищувальні покриття повинні бути розроблені таким чином, щоб вони мали антибактеріальні властивості, протизапотівання та антивідблиски та

добре зчеплювалися з різними поверхнями, такими як дзеркало, кераміка та меблі.

*«Гнучий» бетон* має високу міцність на розрив та проводить низький рівень викидів вуглецю. Це новий вид бетону, який імітує загоєння людського тіла після ран. Це досягається шляхом виділення деяких матеріалів у бетон. Цей бетон виготовляється шляхом додавання в бетонну суміш волокон або капсул, які містять адгезивні рідини. Після розтріскування капсули або волокна розриваються і виділяють рідини, що згодом загоює бетон. Варто зазначити, що ця технологія все ще знаходиться на стадії дослідження. Це автоматичне загоєння бетону збільшить термін служби бетону та зменшить витрати на ремонт. Якщо тріщини розширюються і потрапляють на арматуру, це призводить до корозії. Однак цей бетон, що самовідновлюється, запобігає цьому (Іл. А.16).

Цегла, яка поглинає забруднення, також відома як *«цегла, що дихає»*, є альтернативою звичайній цеглі. Це пористі бетонні блоки, призначені для фільтрації забруднень із зовнішньої атмосфери та пропускання чистого повітря всередину будівель. Обертання циклонного фільтра сприяє осіданню твердих частинок, які призводять до забруднення всередині цегли, залишаючи чисту циркуляцію повітря в навколишньому середовищі.

Вона проводить фільтрацію повітря шляхом уловлювання забруднюючих речовин всередині цегли. Застосування, як і в звичайній цегли, для оздоблення зовнішніх та внутрішніх фасадів. Проте, така цегла не може виконувати роль несучої конструкції понад два поверхи через свою порожнисту природу та є менш ефективною порівняно з альтернативними системами фільтрації, які виконують ту саму функцію.

*Біопластик* зазвичай виготовляється з рослинного джерела. При розпаді він не погіршує якість ґрунту та не шкодить навколишньому середовищу. Він виготовляється з відновлюваних ресурсів, які вже є в природі. Вони біологічно розкладаються і не виділяють надлишку вуглекислого газу в атмосферу. Тривають дослідження методів виробництва

біопластику, які можуть виявитися ефективними рішеннями проблем дизайну (Іл. А.22).

Більшість матеріалу вже зустрічається в природі, і, отже, не має вуглецевого сліду. Проте, у сфері використання біопластику в архітектурі технології ще не просунуті. Деякі з них мають короткий термін служби і в майбутньому стають крихкими. Зростання сільськогосподарських культур, які використовуються для створення цього біопластику, споживає не менш шкідливі для навколишнього середовища добрива.

*Сонячна плитка / черепиця* використовується для оздоблення даху. Вона збирає денне світло то виконує фотоелектричну функцію. Черепиця Tesla Solar інтегрувала сонячні властивості в черепицю. Він діє як альтернатива громіздкому та непривабливому кріпленню сонячної панелі та натомість зберігає естетичну привабливість даху (Іл. А.18).

Це черепиця, придатна для використання в будівлях будь-якого типу. Добре підходить для спекотного середовища з прямим сонячним промінням. На вигляд естетична черепиця з чорним матовим покриттям яка економить енерговитрати будівлі за наявності технології резервного копіювання, яка гарантує наявність електрики вдень і вночі, проте така черепиця має високу вартість установки. Оскільки система менша за звичайну сонячну панель, продуктивність буде приблизно на 25% меншою [14]. Сонячна плитка Tesla революціонує сонячну промисловість, зробивши її привабливою формою сталого рішення.

*Світловідбиваючий бетон* є наземним будівельним матеріалом. Він стійкий до хімічних впливів та ультрафіолетових променів, має некристалічну структуру та є прозорим і глясовим зовні. Його можна зберігати на денному світлі, він 100% підлягає переробці та має нетоксичний вміст (Іл. А.23).

Бетон поглинає сонячне світло вдень і випромінює його вночі. Ця техніка дозволяє кристалізаційним властивостям матеріалів розпадатися та пропускати світло, роблячи його непрозорим. Цей високо енергоефективний

матеріал панує в архітектурній індустрії та сьогодні використовується при будівництві у ванних кімнатах, басейнах, фасадах, дорогах, паркувальних майданчиках і кухнях. Його також можна використовувати в дорожніх знаках через світловипромінювальні властивості. Цей матеріал складається з кремнезему, річкового піску, промислових відходів, лугу та води.

*Сонячне скло* використовується як будівельний матеріал через його міцність, елегантність і універсальність. За останнє десятиліття скло як будівельний матеріал зайняв головні компоненти будівлі. Сонячне скло допомагає інтегрувати здатність генерувати електроенергію в такий широко використовуваний будівельний матеріал. Він поглинає ультрафіолетові хвилі від існуючої відновлюваної сонячної енергії та перетворює їх на електрику. Сонячне скло є екологічно чистим, зберігаючи прозорість та елегантність скла (Іл. А.24).

Сонячне скло можна використовувати для побудови чи декору фасадів, світлових прорізів дахів чи вікон. Воно є економічно вигідним у довгостроковій перспективі, оскільки зменшує зовнішні витрати на електроенергію. Проте, початкові витрати на його встановлення є дорогими. Технологія сонячного скла ще не відповідає сонячній конверсії звичайних панелей.

*Мицелій* – це біоматеріал, що складається з грибкових ниток, целюлози та білків. Завдяки своїй унікальній структурі його можна використовувати в архітектурній сфері через його звукоізоляційні та теплоізоляційні властивості. Він вогнестійкий та натуральний, проте, може мати велику вагу та пліснявіти при підвищеній вологості (Іл. А.25).

Будучи органічним матеріалом він піддається компостуванню, а коренеподібна структура гриба наносить дуже незначний негативний вплив на навколишнє середовище, що робить його одним із найбільш екологічно стійких матеріалів. Крім того, він стійкий до цвілі та вогню, а також був випробуваний як вихідний матеріал для цегли.

*Алюмінієва піна* має пористу та гнучку структуру, відповідно характеризується низькою щільністю. Також, вона 100% придатна для переробки. Алюмінієва піна зазвичай використовується в фасадах і модульних фурнітурах. Цим матеріалом можна оформити складні фасадні деталі, які повністю придатні для вторинної переробки, оскільки їх можна розплавити та переформувати в різні форми після викидання.

Матеріал дуже гнучкий і може сформувати будь-яку органічну форму. Властивість пористості піни можна використати для того, щоб задовольнити потреби в освітленні та вентиляції будівлі.

Ці панелі формуються за допомогою вдування повітря в розплавлений алюміній і за певної температури, коли бульбашки повітря стабілізуються, утворюючи панелі з пінопласту, які створюють візерунки та шари для непрозорості матеріалу. Відповідно до процесу виробництва панелі з пінопласту можуть бути сформовані з різною щільністю, формою та видимістю (Іл. А.19).

*Гідрогель* використовується як будівельна оболонка для теплоізоляції, адже має пористу та легку структуру, ударостійкий, вогнестійкий тощо. Гідрогель має здатність охолоджувати приміщення, тому, зазвичай його розміщують між стіновими панелями. Крім того, він є екологічно чистим матеріалом, який зменшує витрати на енергію, яку в іншому випадку використовували б додаткові пристрої для охолодження будівель (Іл. А.26).

Бульбашки гідрогелю поглинають воду, коли повітря навколо них нагрівається. Потім він випаровує поглинену воду і спричиняє зниження температури до п'яти градусів Цельсія. В результаті, це призводить до зниження викидів CO<sub>2</sub> в повітря.

Гідрогель можна використовувати для будівництва стіни, здатної охолоджуватися. Важливість цієї характеристики є надзвичайно важливою, оскільки можна скоротити значну кількість енергії, яка споживається зовнішніми пристроями для охолодження будівель. Відповідно, зменшуються викиди шкідливих газів.

*Поперечно-ламінована* деревина використовується як будівельна оболонка для побудови внутрішніх стін, рами вікон та дверей. Вона надає теплоізоляцію та вогнестійкість й надає можливість переробки після використання. Поперечно-ламінована деревина має стійку та пружну форму після оброблення деревини, яка не потребує спалювання вичопного палива під час її будівництва.

Поперечно-ламінована деревина – це тип масової деревини, яка зв’язана шарами. Вона виготовляється з дошок шляхом склеювання шматків деревини шарами, де кожен шар перпендикулярний до попереднього. Поперечно-ламінована деревина відома своєю міцністю, а також легкою вагою. Її легко та швидко можна виготовити за межами підприємства та зібрати на місці (Іл. А.27).

Отже, такі будівельні матеріали як: прозорий алюміній та прозоре дерево (поверхні, покриті фотокаталізатором), супергідрофобні поверхні, «гнучий» бетон, «дихаюча» цегла, біопластик, сонячна плитка чи черепиця, світловідбиваючий бетон, сонячне скло, міцелій, алюмінієва піна, гідрогель, поперечно-ламінована деревина відкрили нові можливості в промисловості та будівництві. Незважаючи на те, що деякі з цих матеріалів ще не мають широкого використання, технологічні інновації змінять ситуацію в найближчому майбутньому.

### **3.2 Фізичні та хімічні властивості інноваційних матеріалів, що використовуються в дизайні середовища**

Архітектура та містобудування виступають центром, у якому зберігаються всі сучасні інновації. Будівництво в даний час включає в себе безліч елементів, які влаштовують його мешканців, виходячи за рамки простого забезпечення їх безпеки та захисту. Сучасна архітектура забезпечує безпеку своїх мешканців, збагачує їхній досвід об’єднуючи такі елементи як художнє вираження, природне освітлення, біоміметичні підходи, взаємозв’язок, готовність, наявність медичного обладнання та передові

системи екстреної допомоги. Досліджувані матеріали формуються та виготовляються на основі їхніх фізичних та хімічних властивостей (Табл. Б.6).

Вміст матеріалів допомагає захистити здоров'я людей і безперервність ресурсів протягом усього життєвого циклу конструкцій. З точки зору фізичних властивостей, існує тенденція додавати структурну гнучкість і легкість матеріалам загалом. Подібним чином вони стають довговічнішими за рахунок підвищення рівня стійкості до зовнішніх факторів.

Фізичні властивості інноваційних матеріалів проявляються у високій міцності, пористій структурі, прозорості, стійкості до ультрафіолету, теплоізоляції, звукоізоляції, ударостійкості, негорючості та водонепроникності

Також, було визначено, що часто використовувані будівельні матеріали, такі як бетон, скло та дерево, отримали властивості за допомогою хімічного втручання. Тому можна виділити такі основні хімічні властивості інноваційних матеріалів: світлочутливість, самоочищення, низький рівень викидів вуглецю, не токсичність, відсутність плям, фільтрування брудного повітря, збір та зберігання денного світла та можливість вторинної переробки.

Інноваційним матеріалам можна віддати перевагу через їхній позитивний вплив на природу та здоров'я людини, вони також несуть ризик не отримати достатньо місця в будівельному секторі через високу вартість. Сьогодні інноваційні будівельні матеріали стають все доступнішими та допомагають запобігти екологічним проблемам за рахунок своїх фізичних та хімічних властивостей.

### **3.3 Роль інноваційних матеріалів в дизайні середовища**

Усі вище охарактеризовані матеріали належать до категорії інноваційних та екологічних. Вони включають використання сонячної енергії, енергію вітру, виробництво гідроенергії тощо. Сьогодні все-більше

дизайнерів віддавати перевагу використанню інноваційних матеріалів у своїх проєктах.

Було встановлено, що роль інноваційних матеріалів в дизайні середовища є екологічною, економічною, соціальною та технологічною (Табл. Б.7).

Екологічна роль полягає в контролі споживання енергії, викидів парникових газів та вуглецю, рівню шуму, якості повітря та очищення води. Використання інноваційних матеріалів зменшує кількість відходів і забруднення розробляючи продукти, які можна повністю використовувати повторно або біологічно розкласти. Також, вони зберігають природні ресурси ефективно використовуючи матеріали що просувають замкнуті системи й зменшують викиди парникових газів.

Економічна роль стосується будівництва, технічного обслуговування та витрати на експлуатацію й ремонт. Економічні вигоди полягають в ефективному використанні матеріалів та підвищенні конкурентоспроможності. Варто зазначити, що незважаючи на те, що екологічні матеріали часто коштують дорожче, їх вартість слід порівнювати з довгостроковою економією споживання енергії та витратами на обслуговування.

Соціальна роль визначається в доприманні безпеки (смертельні випадки, травми, пошкодження майна), доступності, мобільності та естетичності. В результаті у споживачів поліпшується здоров'я та добробут через використання нетоксичних матеріалів і зменшення забруднення сприяють здоровішому середовищу життя та покращенню здоров'я населення.

Технологічна роль є дієвою демонстрацією ефективності зелених продуктів. Дизайнерам сьогодні варто віддавати перевагу екологічному дизайну цього розробці проєкту можна використовувати в ньому нові інноваційні матеріали. Таким чином, дизайнери можуть зрозуміти основні моменти дизайну та розробляти інноваційні екологічні продукти.

Отже, встановлено, що інноваційні матеріали виконують екологічну (споживання відновлювальної енергії, якість повітря, води), економічну (витрати на етапі будівництва, витрати на експлуатацію), соціальну (доступність, мобільність, естетичність) та технологічну (безпека, технічне обслуговування) роль.

### **Висновки до розділу 3**

У розділі 3 розглянуто властивості та роль інноваційних матеріалів у дизайні середовища. Охарактеризовано такі інноваційні матеріали в дизайні середовища: поверхні покриті фотокаталізатором, супергідрофобні поверхні, «гнучий» бетон, «дихаюча» цегла, біопластик, сонячна плитка / черепиця, світловідбиваючий бетон, сонячне скло, міцелій, алюмінієва піна, гідрогель та перехресно-ламінована деревина;

Визначено фізичні та хімічні властивості інноваційних матеріалів, що використовуються для дизайну середовища. Фізичні включають в себе високу міцність, пористу структуру, прозорість, стійкість до ультрафіолету, теплоізоляцію, звукоізоляцію, ударостійкість, негорючість та водонепроникність. До хімічних входить світлочутливість, самоочищення, нетоксичність, фільтрування брудного повітря, низький рівень викидів вуглецю, мінімізація плям, збір та зберігання денного світла й можливість вторинної переробки;

Досліджено роль інноваційних матеріалів в дизайні середовища, що включає в себе екологічну, економічну, соціальну та технологічну ролі які активно взаємодіють між собою.

## ДИЗАЙН-РОЗРОБКА ІНТЕР'ЄРУ СЕРЕДОВИЩА З ЗАСТОСУВАННЯМ ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

1. *Призначення та галузь застосування:* створення дизайну інтер'єру середовища з використанням інноваційних матеріалів.

2. *Умова для розробки:* завдання на магістерське проектування для виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти, технічне завдання на дизайн-розробку.

3. *Мета розробки:* створення дизайну інтер'єру середовища з використанням інноваційних матеріалів.

4. *Джерела:* фахова та спеціалізована література, втілені проекти фірмових стилів, сучасні дизайн-розробки, а також аналоги і прототипи.

5. *Вимоги до розробки об'єктів проектування:*

- склад об'єкта і вимоги до його складових частин: розробка дизайну житлового інтер'єру з використанням інноваційних матеріалів у декорі;
- умови експлуатації: дизайн інтер'єру з використанням інноваційних матеріалів є візуальним дизайн-проектом;
- конструктивно-технологічне забезпечення: відповідність технологіям виготовлення інноваційних матеріалів;
- ергономічні вимоги: повинні відповідати антропометричним (врахувати співвідношення елементів з пропорціями людини), психічним, фізіологічним та іншим ергономічним стандартам;
- вимоги естетики: забезпечуються системою композиції як основним методом проектування з метою створення стильного інтер'єру;
- патентна чистота: дизайн-розробка є авторською;
- вимоги до категорії якості: найвищі.

6. *Ергономічні вимоги:*

• орієнтовна вартість замовлення: кошторис витрат залежить від обраного варіанту інтер'єру замовником.

7. *Специфічні вимоги:* дотримання правил експлуатації при використанні інноваційних матеріалів.

8. *Характер та стадії розробки:* нова дизайн-розробка на основі проведеного аналізу аналогів і прототипів з виконанням усіх стадій проектного процесу за методикою кафедри архітектури та дизайну ЛНТУ. Стадії розробки: наукове дослідження, аналіз аналогів та прототипів, пошукові ескізи логотипу, затвердження кінцевих варіантів, комп'ютерна візуалізація складових частин проекту.

9. *Обмеження:* використання відповідних матеріалів та обумовленість із замовником, врахування якості матеріалів.

10. *Композиційні елементи та види робіт, що підлягають розробці:* виконання оригінал-макетів, пояснювальна документація, демонстраційне графічне рішення.

11. *Пропозиції з використання матеріалів для виробів:* передбачено використання різних матеріалів.

12. *Документи і художньо-графічних матеріали, що передаються замовнику:* завдання на розробку, демонстраційна графіка, пояснювальна документація.

13. *Порядок контролю та приймання:* згідно з вимогами методики проектування та за домовленістю сторін.

Студент Возмек Л.В. Возмек (підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи Бокій Г.Ф. Бокій (підпис)

Замовник De style De style (підпис)

## РОЗДІЛ 4

### ДИЗАЙН-РОЗРОБКА ІНТЕР'ЄРУ СЕРЕДОВИЩА З ЗАСТОСУВАННЯМ ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

#### 4.1. Складові частини об'єкта проєктування

Розроблено дизайн-проєкт інтер'єру середовища житлового приміщення з застосуванням досліджених інноваційних матеріалів, що включає в себе:

- візуалізацію житлової зони;
- передпокою;
- кухні;
- санвузла;
- плани креслення розміру стін інтер'єру;
- плани креслення розміщення меблів;
- плани креслення електрики;
- плани креслення розгортки інтер'єру;
- план-рендер.

Дизайн-розробку виконано в програмі для 3D візуалізації Blender. Таким чином, спочатку було вирішено провести процес ескізування інтер'єру (Іл. В.1). Далі розробленні плани креслення розміру стін інтер'єру (Іл. В.4), розміщення меблів (Іл. В.5), електрики (Іл. В.6) та побудова розгортки інтер'єру (Іл. В.7).

Наступним кроком стала візуалізація плану-рендеру інтер'єру середовища (Іл. В.8). Після цього відбувався процес проєктування інтер'єру середовища з використанням інноваційних матеріалів (Іл. В.2). Під час візуалізації було використано нанесення матеріалів для інтер'єру, що включають в себе і застосування інноваційних матеріалів для підвищення екологічності житла та добробуту його мешканців (Іл. В.3).

Візуалізація житлової зони інтер'єру середовища з використанням інноваційних матеріалів була розроблена в жовто-зелених тонах (Іл. В.9). З інноваційних матеріалів було використано прозору деревину, «гнучкий»

бетон та біопластик. Передпокій було розроблено з дотриманням функціональних властивостей цієї зони та дотриманням загальної концепції дизайн-розробки. Щодо інноваційних матеріалів для візуалізації цієї зони було застосовано міцелій та перехресно-ламіновану деревину (Іл. В.10).

Візуалізація кухні в інтер'єрі виконана у стриманому, лаконічному стилі. Фасади відтворенні у білому кольорі, для поверхні та мийки обрано камінь (Іл. В.11). У санвузлі використанні ті самі інноваційні матеріали як у кухні для отримання гармонії та дотримання загальної концепції роботи (Іл. В.12).

Отже, у розробці інтер'єру середовища житлового приміщення були використанні такі інноваційні матеріали як прозора деревина, «гнучий» бетон, «дихаюча» цегла, біопластик, сонячне скло, міцелій, перехресно-ламінована деревина, які були відображенні доступними матеріалами у програмі Blender.

#### **4.2. Особливості формотворення об'єктів розробки**

Використовуючи Blender для візуалізації дизайну інтер'єру було створемо прості та складні моделі, складні органічні моделі.

3D-моделювання — це мистецтво створення цифрових зображень об'єктів або поверхонь за допомогою програмного забезпечення для 3D-моделювання [17]. У найпростішому випадку тривимірні моделі можна створити з простих фігур, таких як куби, прямокутники та трикутники. Потім ці фігури змінюються на складні багатокутні конструкції.

3D-моделювання є проміжним етапом між виникненням ідеї та її втіленням у життя. Його можна використовувати для створення інтерактивного дизайну об'єкта або поверхні, який представляє реальний дизайн.

Залежно від застосування, це також може бути важливим кроком для перевірки структурної здійсненності конструкції. Наприклад, можна швидко

створити частину фізичного об'єкта, проаналізувати його фізичні властивості, а потім за потреби оновити модель.

Програмне забезпечення для 3D-моделювання дає змогу дизайнерам і компаніям моделювати продукти та презентувати їх як офлайн, так і у веб-переглядачі.

Методи 3D-моделювання, про були використанні при реалізації дизайн-проєкту:

*Ліплення* використовує пензлі та інші інструменти, щоб згладити, захопити, штовхати та маніпулювати поверхнями в більш органічні моделі.

*Моделювання коробки* починається з примітивного об'єкта, наприклад куба чи форми. Потім цей об'єкт перетворюється на модель. Одночасно маніпулюють великою частиною об'єкта або цілим об'єктом. Коробкове моделювання найкраще працює з моделюванням твердої поверхні.

*NURBS* розшифровується як нерівномірний раціональний базисний сплайн, метод тривимірного моделювання, який використовується для створення поверхонь і кривих. Його гнучкість і точність полегшують створення форм.

*NURMS* розшифровується як non-uniform rational mesh smooth, метод тривимірного моделювання, який використовується для згладжування сіток.

*Полігональне моделювання* використовує грані, ребра та вершини для редагування частин 3D-моделі. Форма об'єкта змінюється шляхом зміни координат однієї чи кількох вершин.

3D-моделювання успішно долає розрив між реальністю та штучним світом. Тривимірне проєктування є важливою складовою на етапі візуалізації майбутнього проєкту та надає замовнику розуміння майбутнього вигляду його замовлення.

### **4.3. Матеріали і технологія виготовлення**

Екологічність будівництва охоплює життєвий цикл проєкту від етапу проєктування до завершення до поточної експлуатації та обслуговування.

Кожен крок у цьому процесі приносить виклики, які ускладнюють баланс між витратами та навколишнім середовищем. Використання інноваційних будівельних матеріалів є одним із способів покращити стійкість архітектурного середовища.

Інновації в будівельних матеріалах зосереджені на нових способах створення більш екологічних матеріалів. Удосконалення існуючих чи створення нових матеріалів, полягає в зменшенні залежності від матеріалів на основі викопного палива та інших природних ресурсів. Сьогодні будівництво може включати використання інноваційних матеріалів в середовищі.

Інновації в будівельних матеріалах — це безперервна реальність будівельної галузі, у якій переважно домінують непереможні технології та знання. Бажання досягти нових висот постійно спонукають науковців досліджувати, проте, інновації не завжди пов'язані зі створенням нових технологій чи матеріалів, а з розвитком того, що вже є та експериментуванням з ним.

В дизайні, будівництві чи архітектурі це може бути використання відходів, використання основних будівельних матеріалів або використання їх у більш визначений чи виразний спосіб.

Сьогодні багато архітекторів висловлюють проблеми навколишнього середовища через адаптацію екологічно чистих матеріалів і методів будівництва. З кожним днем з'являються нові інноваційні альтернативні будівельні матеріали, оскільки широко використовувані матеріали сьогодні мають несприятливі побічні ефекти, відповідно для кожної потреби є рішення, яке є більш екологічним та сприяє формуванню кращого середовища життя.

Інноваційні технології, які зосереджені на покращенні екологічного стану планети продовжують зростати, оскільки все більше людей усвідомлюють вплив архітектурного середовища на навколишнє середовище.

Однак, використання інноваційних матеріалів залежить від будівельної галузі, архітекторів та дизайнерів які проектують будівлі майбутнього.

#### **Висновки до розділу 4**

В 4 розділі на основі виконаного наукового дослідження розроблено дизайн-проект інтер'єру середовища житлового приміщення, що включає в себе візуалізацію житлової зони, передпокою, кухні, санвузла та плани креслення розміру стін інтер'єру, розміщення меблів, креслення електрики, розгортки інтер'єру, план-рендер з застосуванням інноваційних матеріалів. Також були описанні складові частини об'єкта проектування та особливості його формотворення.

Інноваційні будівельні матеріали розробляються в рамках технологічних і наукових інновацій для використання в багатьох сферах, таких як несучі системи, будівельні елементи, будівельні компоненти, дизайн інтер'єру в архітектурі. Саме тому у розробці інтер'єру середовища житлового приміщення були використанні такі інноваційні матеріали як прозора деревина, «гнучий» бетон, «дихаюча» цегла, біопластик, сонячне скло, міцелій, перехресно-ламінована деревина.

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розглянуто інноваційні матеріалів у дизайні середовища та їх властивості. Потреба у цілісному та систематизованому дослідженні зумовила актуальність теми:

1. Досліджено історію розвитку та виникнення будівельних матеріалів. Встановлено що вона сягає часів палеоліту, де будівельними матеріалами було те, що давала природа (дерево, шкіра та кістки тварин), далі III тис. до н.е. у Єгипті винайшли камінь та гранітні блоки, II тис. до н.е. у Стародавній Греції та Римі вперше використали цеглу, бетон та скло. У 500 році в Китаї виготовили та почали використовувати черепицю, вапняний розчин та пісок. Далі відбувся період застою, коли нових матеріалів не винаходили.

Таким чином, у 800 році в Романській архітектурі при будівництві використовували округлі арки, а у 1100 році в Готичній архітектурі архітектори впровадили гострі арки й купольне будівництво. Епоха Відродження (1400 рік ) привнесла в будівництво прозоре скло, а згодом у XVIII столітті в Англії винайшли метали: залізо, сталь, залізобетон. У XIX столітті почалося масове виробництво промислових будівельних матеріалів, таких як цегла, деревина та цвяхи. XX століття відзначається виробництвом вугільного газу, сталі та залізобетону. Сьогодні у XXI столітті на перший план вийшло енергозбереження, екологія та сталий розвиток будівельних матеріалів;

2. Окреслено сфери використання інноваційних матеріалів в дизайні середовища. Вони використовуються в дизайні інтер'єру при побудові стелі, стін, підлоги, в дизайні екстер'єру при зведенні конструкції, фасаду та даху будинку та в ландшафтному дизайні як будівельний компонент забезпечуючи внутрішні та зовнішні функціональні системи саду;

3. Охарактеризовано категорії на які поділяються інноваційні матеріали в процесі виготовлення, а саме матеріали на основі відходів, вироблені живими організмами та стійкі матеріали органічної природи;

4. Визначено функції, що виконують інноваційні матеріали в дизайні середовища: знижують викиди вуглецю, виробляють енергію, забезпечують теплоізоляцію, самоочищаються;

5. Розглянуто та охарактеризовано такі інноваційні матеріали в дизайні середовища: поверхні покриті фотокаталізатором, супергідрофобні поверхні, «гнучий» бетон, «дихаюча» цегла, біопластик, сонячна плитка / черепиця, світловідбиваючий бетон, сонячне скло, міцелій, алюмінієва піна, гідрогель та перехресно-ламінована деревина;

6. Охарактеризовано фізичні та хімічні властивості інноваційних матеріалів, що використовуються для дизайну середовища. Фізичні включають в себе високу міцність, пористу структуру, прозорість, стійкість до ультрафіолету, теплоізоляцію, звукоізоляцію, ударостійкість, негорючість та водонепроникність. До хімічних входить світлочутливість, самоочищення, не токсичність, фільтрування брудного повітря, низький рівень викидів вуглецю, мінімізація плям, збір та зберігання денного світла й можливість вторинної переробки;

7. Визначено роль інноваційних матеріалів в дизайні середовища: екологічна (споживання відновлювальної енергії, якість повітря, води), економічна (витрати на етапі будівництва, витрати на експлуатацію), соціальна (доступність, мобільність, естетичність) та технологічна (безпека, технічне обслуговування);

8. На основі виконаного наукового дослідження розроблено дизайн-проект інтер'єру середовища житлового приміщення, що включає в себе візуалізацію житлової зони, передпокою, кухні, санвузла та плани креслення розміру стін інтер'єру, розміщення меблів, креслення електрики, розгортки інтер'єру, план-рендер з застосуванням інноваційних матеріалів.

Інноваційні технології, які зосереджені на покращенні екологічного стану планети продовжують зростати. Однак, використання інноваційних матеріалів залежить від будівельної галузі, архітекторів та дизайнерів які проектують будівлі майбутнього.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Abbas S. Baig A. Hameed R. Kazmi S. Munir M. Shaukat S. Manufacturing of Clay Bricks Using Hybrid Waste Marble Powder and Sugarcane Bagasse Ash: A Sustainable Building Unit. *Sustainability*. 2023. Vol. 15. DOI: 10.3390/su152014692
2. Adiyanto O. Mohamad E. Jaafar R. Faishal M. Rasyid M. Optimization of PET Particle-Reinforced Epoxy Resin Composite for Eco-Brick Application Using the Response Surface Methodology. *Sustainability* 2023. , Vol. 15. DOI: 10.3390/su15054271
3. Agyeman S., Obeng-Ahenkora N., Assiamah S., Twumasi G. Exploiting recycled plastic waste as an alternative binder for paving blocks production. *International Journal of Case Studies*. 2019. Vol. 11.
4. Alim M., Tao Z., Abden M., Rahman A. Samali B. Improving performance of solar roof tiles by incorporating phase change material. *Solar Energy*. 2020 pp. 1308-1320.
5. Bahij S., Omary S., Feugeas F., Faqiri A. Fresh and hardened properties of concrete containing different forms of plastic waste – A review. *Waste Management*. 2020. Vol. 113. pp. 157-175.
6. Bhairappanavar S., Liu R., Shakoor A. Eco-friendly dredged material – cement bricks. *Construction and Building Materials*. 2020. Vol. 271:121524.
7. Del Rey Castillo E., Almesfer N., Saggi O., Ingham J. Light-weight concrete with artificial aggregate manufactured from plastic waste. *Construction and Building Materials*. 2020. Vol. 265:120199.
8. Deng F., Liu Y., Lu X. & Fan J. Improved stability of aluminum foam through heat treatment of foamable precursor. *Metals and Materials International*. 2020. pp. 1596-1601.

9. Edike U., Aina O., Adeoye A. Adoption of eco-bricks for housing: The case of Yelwa. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*. 2021. Vol. 14. pp. 801-812.
10. Gallo P., Romano R. Adaptive facades, developed with innovative nanomaterials, for a sustainable architecture in the Mediterranean area. *Procedia Engineering*. 2017. pp. 1274-1283.
11. Guebsi W., Zouari A. Investigation on multi-criteria decision making methods application in sustainable product design. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2022. Vol. 3. pp. 91-104.
12. Ko Y-T. Modeling an Innovative Green Design Method for Sustainable Products. *Sustainable Engineering and Science*. 2020. Vol. 12 (8). DOI: 10.3390/su12083351.
13. Kumar G., Sreerath S. Development of Bricks Using Plastic Wastes. *Springer International Publishing: Midtown Manhattan* 2021. Vol. 97.
14. Li Y., Fu Q., Yang X. Transparent wood for functional and structural applications. *Royal Society Publishing*. 2017. pp. 1-15.
15. Lodson J., Jahromi F. Sustainable innovative materials for interior architecture using biomimicry. *Sustainable Structure and Materials*. 2017. pp. 1-11.
16. Ming N. Research on Application of New Materials and Technology of Decoration. *6th International Conference on Mechatronics, Materials, Biotechnology and Environment (ICMMBE 2016)*. 2016. pp. 739-742.
17. Murmu A., Patel A. Towards sustainable bricks production: An overview. *Construction and Building Materials*. 2018. Vol. 165. pp. 112-125.
18. Nabil S., Kirk D., Ploetz T., Trueman J., Chatting D., Dereshev D., Olivier Interioractive: Smart Materials in the Hands of Designers and Architects for Designing Interactive

- Interiors. *ACM Conference on Designing Interactive Systems (DIS 17)*. 2018. pp. 10-14. DOI: 10.1145/3064663.3064745.
19. Özçelik M., Soylu S., Atmaca İ. Endüstriyel bir tesiste arojel ile yalıtımın teknik ve ekonomik analizi. *Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*. 2017. pp. 2189-2199.
20. Soliman A., Hafeez G., Erkmen E., Ganesan R., Ouf M., Hammad A., Eicker U., Moselhi O. Innovative construction material technologies for sustainable and resilient civil infrastructure. *Materialstoday: PROCEEDINGS*. 2022. Vol. 60 (1). pp. 365-372. DOI: 10.1016/j.matpr.2022.01.248.
21. Tavşan F., Yanılmaz Z. Sustainable Innovative Materials in Architecture. *Architectural Sciences and Building Materials*. 2022. pp. 1-27
22. Tjahjono B., Cao D. Advancing bioplastic packaging products through co-innovation: A conceptual framework for supplier-customer collaboration. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 252.
23. Vasylenko V., Matyuchenko N. Використання сучасних текстильних матеріалів в дизайні інтер'єру сучасного освітнього простору. *Theory and practice of design 2023*. Vol. 28. pp. 148-156.
- Wiberg M. Interaction Design Meets Architectural. *Thinking. Interaction and Architecture*. 2015. March-April. pp. 60-63. DOI: 10.1109/MPRV.2004.1269124
24. Wulandari D., Utomo S., Narmaditya B. Waste bank: Waste management model in improving local economy. *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2017. Vol. 7. pp. 36-41.
25. Абизов В.А., Пушкарова К.К., Кочевих М.О., Гончар О.А. Базелюк Н.Л. Інноваційні будівельні матеріали у створенні архітектурного середовища. *Архітектура та дизайн*. 2020. С. 20-21

26. Агліуллін Р., Закутенко В., Боєва А. Екологічні тенденції та їх вплив на дизайн інтер'єру готелів. *Актуальні проблеми сучасного дизайну, Київський національний університет технологій та дизайну*. 2022.
27. Брижаченко Н. С. Інтерактивність як чинник формування дизайну сучасного громадського інтер'єру: автореф. дис. канд. мистецтвознавства : спец. 17.00.07 Дизайн. Харків, 2015. 23 с.
28. Данильченко Н. Вплив розвитку сучасних технологій на дизайн суднового середовища. *V Міжнародна науково-практична конференція «АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОГО ДИЗАЙНУ» Київ, КНУТД, 27 квітня 2023 р.* 2023. С. 196-199.
29. Іщенко О. Л. Інноваційні технології при будівництві та експлуатації сучасного малоповерхового житла. *Інноваційні методи в архітектурі та будівництві, матеріали круг-лого столу (м. Івано-Франківськ, 17 червня 2022 року)*. Івано-Франківськ: Редакційно-видавничий відділ Університету Короля Данила. 2022. 112 с.
30. Кисіль С.С., Полякова О. В., Булгакова Т. В. Цифрові технології в дизайні сучасного внутрішнього середовища цивільних будівель. *Art and design*. 2020. №1. С. 105-114. DOI: 10.30857/2617-0272.2020.1.8.
31. Корочанський В. А. Особливості дизайну інтер'єрів офісів. 2020.
32. Полякова О. В. Художньо-образні засади дизайну інтелектуально керованого житлового середовища: автореф. дис. канд. мистецтвознавства : спец. 17.00.07 Дизайн. Київ. КНУТД. 2018. 22 с.
33. Рощенко О. М. Інноваційні технології 3D друку у промисловості: загальний аспект. *Наукові нотатки 75*. 2023. С. 78-84.

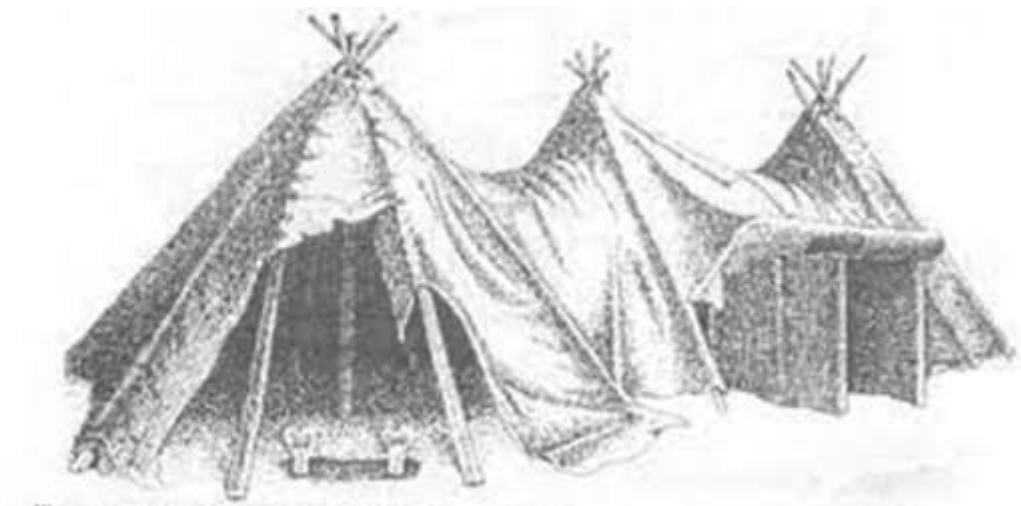
- 34.Сергієнко О. М. Інноваційні матеріали, як альтернатива традиційного оздоблення інтер'єру яхт дерев. *ГУМАНІТАРНИЙ ВІСНИК НУК*. 2018. С. 40-44.
- 35.Харіна А., Янковська Л. Адитивні технології: використання альтернативних матеріалів в дизайні та мистецтві. *Сучасні проблеми моделювання*. 2020. С. 179-186.
- 36.Швачка Л., Шляхи впровадження інноваційних дизайнерських рішень в інтер'єрі готельних підприємств. *Інтеграція науки і освіти: розвиток культурних і креативних індустрій*. 2023. С. 151-156.
- 37.Шевченко Л. С. Передумови повторного використання матеріалів у дизайні об'єктів архітектурного середовища. 2020.
- 38.Шека В., Цівка Є. Обґрунтування вуглепластику як інноваційного матеріалу для кріплення гірничих виробок вугільних шахт. *Mining Science*. 2021. С. 112-121. DOI: 10.33271/crpnmu/64.112

# ДОДАТКИ

**Додаток А. Ілюстративний матеріал**



1



2

Ілюстрація 1. Хатини іокутсів, зроблені з магнолії, середній палеоліт.



1



2

Ілюстрація 2. Стоунхендж, Англія, 4.5 тисячі років до н.е.



1



2

Ілюстрація 3. Єгипетські піраміди, Єгипет, 3 тисячі років до н.е.



Ілюстрація 4. Римський Форум, Італія



Ілюстрація 5. Храм Наньчань, Китай, Шаньсі, 782 рік.



Ілюстрація 6. Романська архітектура базилики Св. Серніна у Тулузі, Франція, 1070-1120 роки.



Ілюстрація 7. Готичний собор Нотр-Дам де Шартр,  
Алессандро Ванніні, Франція.



Ілюстрація 8. Вілла Ротонда, Венеція, Італія,  
Андреа Палладіо, 1566-1590 рр.



Ілюстрація 9. Версальський палац у стилі бароко у Франції.



Ілюстрація 10. Залізний міст через річку Северн в Англії, 1781 рік.



Ілюстрація 11. Перша багатоповерхова будівля «Hallidie Building», Сан-Франциско, 1918 рік.



Ілюстрація 12. Chase Manhattan Bank Building, 1961 рік.



Ілюстрація 13. Головний офіс Філіпа Джонсона в штаб-квартирі АТ&Т (тепер SONY), Нью-Йорк.



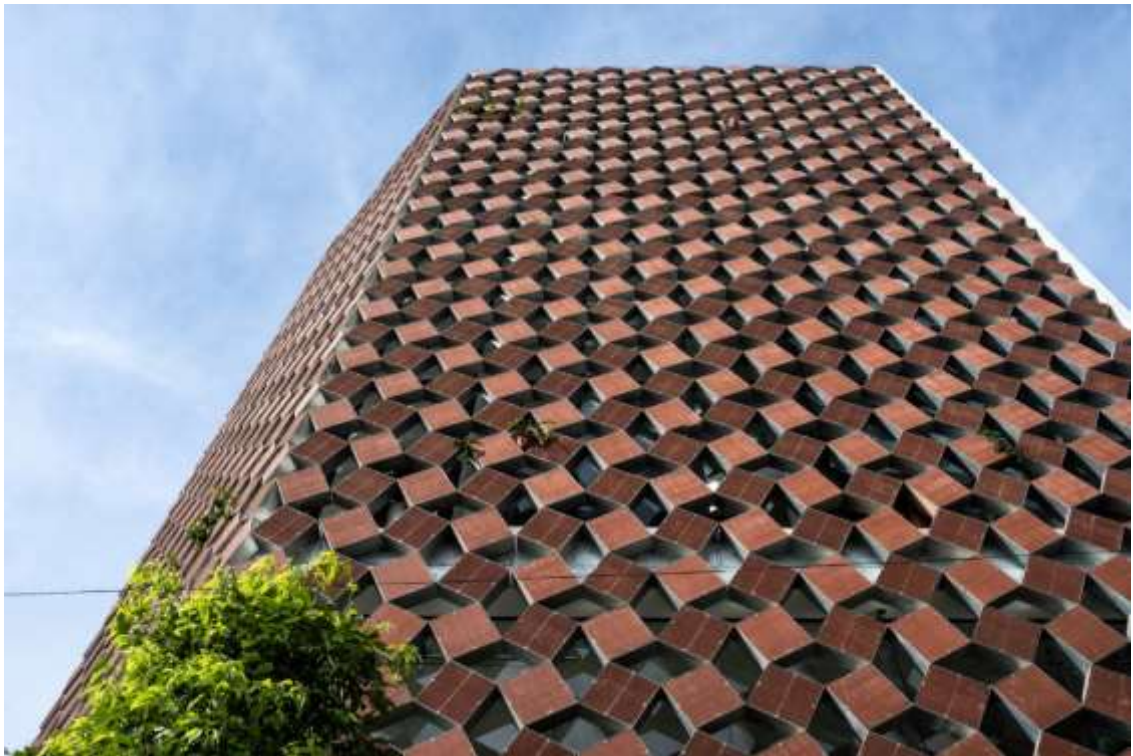
Ілюстрація 14. Приклад використання самоочищуючих матеріалів: фотокаталізатор з діоксидом титану, MSV Arena у Німеччині.



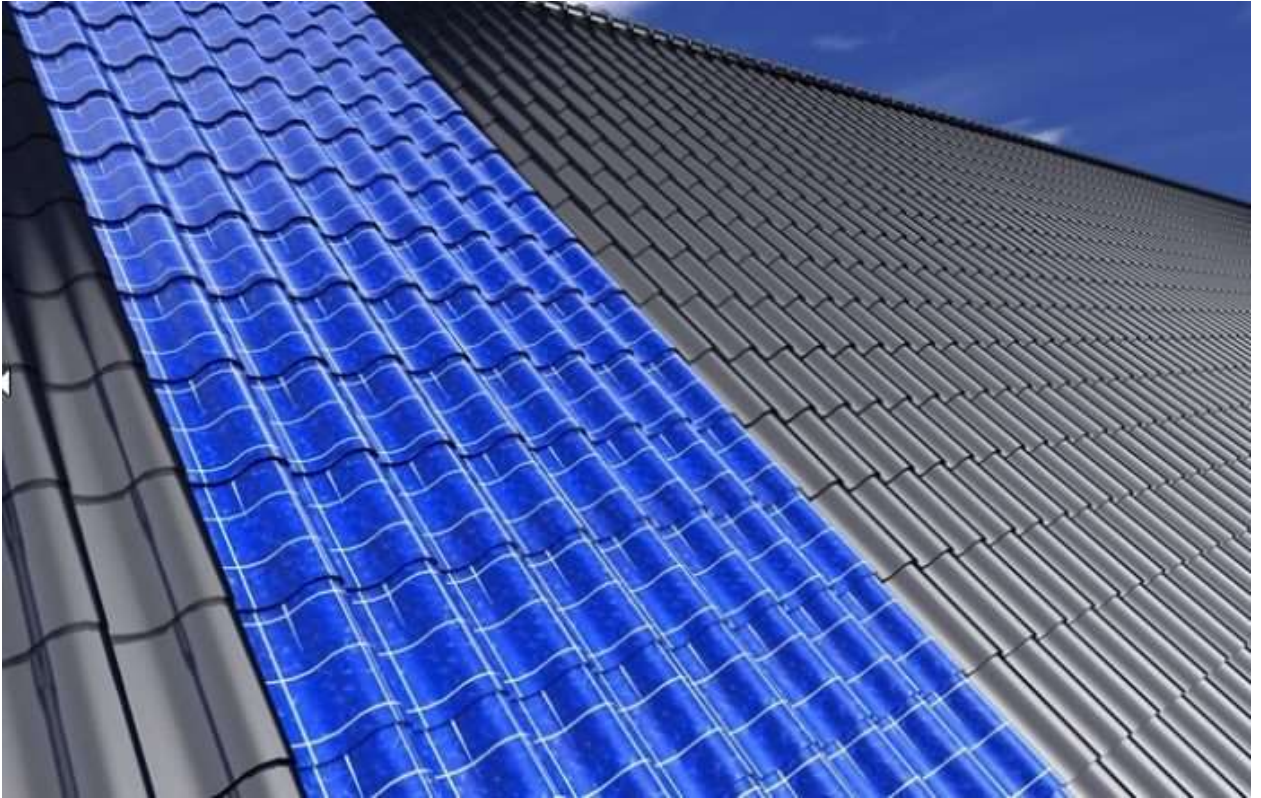
Ілюстрація 15. Приклад використання самоочищуючих матеріалів: матеріали з супергідрофобними властивостями, музей Ara Pacis в Італії.



Ілюстрація 16. Приклад використання матеріалів, що зменшують викиди вуглецю: гнучий бетон.



Ілюстрація 17. Приклад використання матеріалів, що зменшують викиди вуглецю: цегла, що поглинає забруднення.



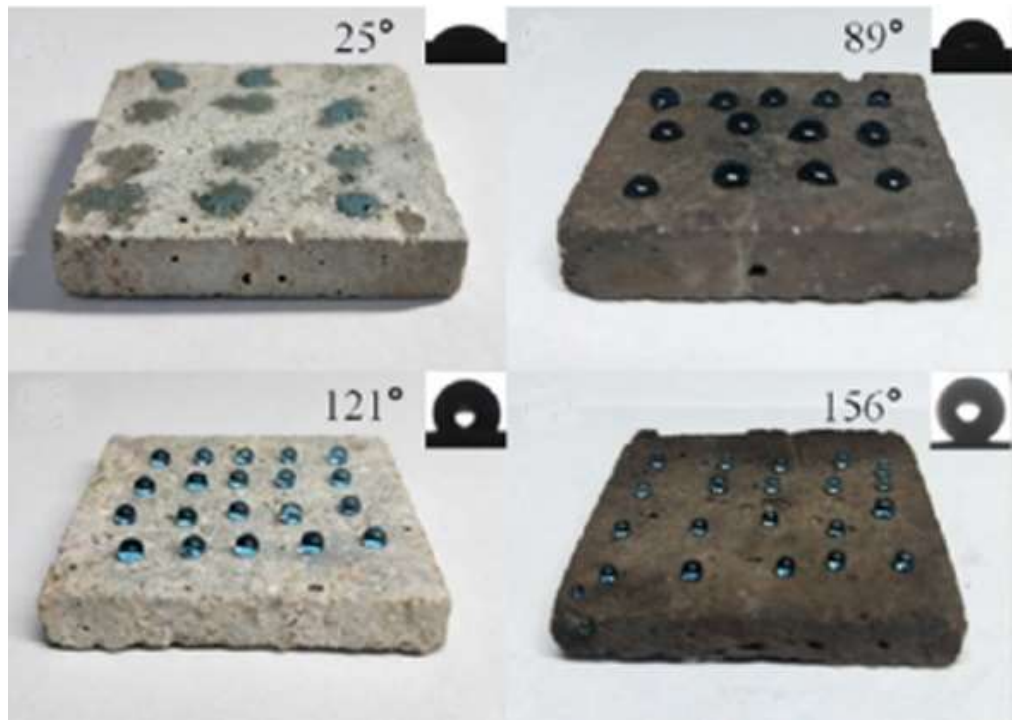
Ілюстрація 18. Матеріали, що виробляють енергію:  
сонячна черепиця від Tesla.



Ілюстрація 19. Матеріали, що забезпечують ізоляцію: алюмінієва піна.



Ілюстрація 20. Поверхні, покриті фотокаталізатором:  
1 – прозорий алюміній, 2 – прозоре дерево.



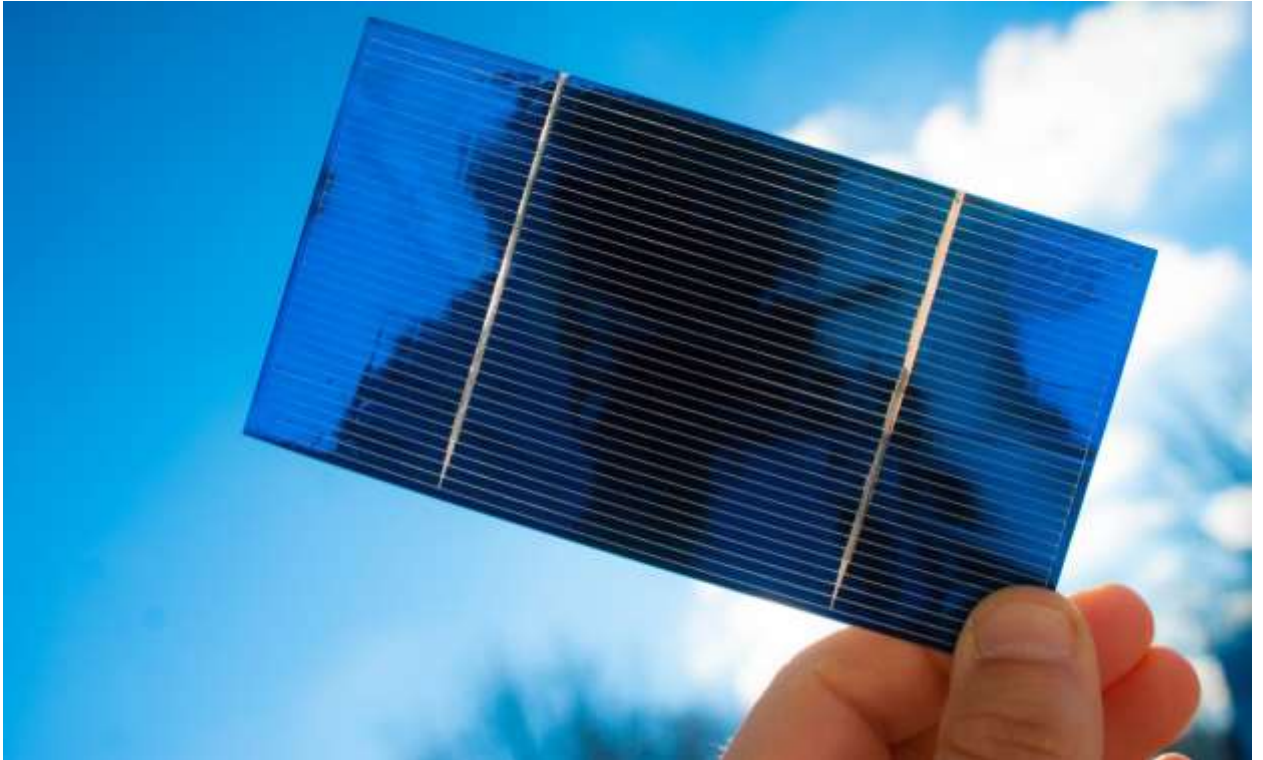
Ілюстрація 21. Супергідрофобний бетон.



Ілюстрація 22. Біопластик.



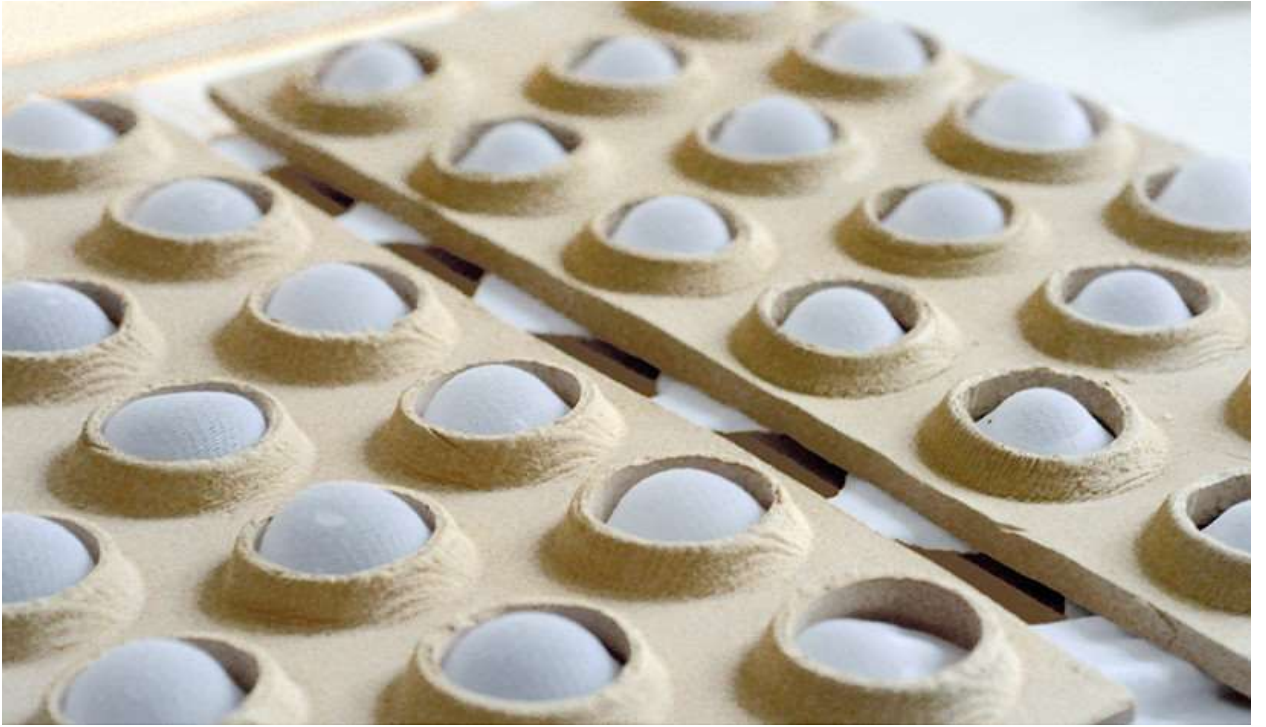
Ілюстрація 23. Світловідбиваючий бетон.



Ілюстрація 24. Сонячне скло.



Ілюстрація 25. Міцелій надрукований на 3D принтері.



Ілюстрація 26. Гідрогель.



Ілюстрація 27. Поперечно-ламінована деревина.

## Додаток Б. Таблиці та схеми

Таблиця Б.1. Історія виникнення та розвитку будівельних матеріалів.

Винайдення	<b>Період Палеоліту</b>	Будівельними матеріалами було те, що давала природа (дерево, шкіра та кістки тварин)
	<b>III тис. до н.е.</b>	Єгипет (камінь, гранітні блоки)
	<b>II тис. до н.е.</b>	Стародавня Греція та Рим (цегла, бетон, скло)
	<b>500 рік</b>	Китай (черепиця, вапняний розчин, пісок)
Застій	<b>800 рік</b>	Романська архітектура (округлі арки)
	<b>1100 рік</b>	Готична архітектура (гострі арки, купольне будівництво)
Відродження	<b>1400 рік</b>	Епоха Відродження (прозоре скло)
	<b>XVIII століття</b>	Англія (метали: залізо, сталь, залізобетон)
	<b>XIX століття</b>	Промислові будівельні матеріали (цегла, деревина, цвяхи)
Розвиток	<b>XX століття</b>	Виробництво вугільного газу, сталі та залізобетону
	<b>XXI століття</b>	Енергозбереження, екологія та сталий розвиток будівельних матеріалів


Таблиця Б.2. Сфери використання інноваційних матеріалів в дизайні середовища



Таблиця Б.3. Категорії на які поділяються  
інноваційні матеріали в процесі виготовлення.



**МАТЕРІАЛИ  
НА ОСНОВІ  
ВІДХОДІВ**



**МАТЕРІАЛИ,  
ВИРОБЛЕНІ  
ОРГАНІЗМАМИ**



**СТІЙКІ  
МАТЕРІАЛИ  
ОРГАНІЧНОЇ  
ПРИРОДИ**

Таблиця Б.4. Функції що виконують інноваційні матеріали в дизайні середовища.

Функція	Назва матеріалу
Самоочищуючі матеріали	Поверхні, покриті фотокаталізатором; Супергідрофобні поверхні.
Знижують викиди вуглецю	«Гнучий» бетон; «Дихаюча» цегла; Біопластик.
Виробляють енергію	Сонячна плитка / черепиця; Світловідбиваючий бетон; Сонячне скло.
Забезпечують теплоізоляцію	Міцелій; Алюмінієва піна; Гідрогель; Перехресно-ламінована деревина.

Таблиця Б.5. Характеристика інноваційних матеріалів в дизайні середовища.

Назва матеріалу	Зовнішній вигляд	Характеристика
Поверхні, покриті фотокаталізатором	 <p data-bbox="683 667 930 712">Прозоре дерево</p>  <p data-bbox="651 1014 962 1059">Прозорий алюміній</p>	<p data-bbox="1058 376 1377 667">Прозорий алюміній та прозоре дерево – матеріали які є альтернативою склу та пластику.</p> <p data-bbox="1058 689 1377 790">Виготовляється шляхом пресування.</p> <p data-bbox="1058 813 1377 1115">Вони щільні, водонепроникні, куленепробивні та мають низьку теплопровідність.</p>
Супергідрофобні поверхні		<p data-bbox="1058 1153 1377 1433">Мають здатність відштовхувати воду та самоочищатися, тому набувають важливого значення при будівництві</p> <p data-bbox="1058 1456 1377 1686">дороги, залізниці, аеропорту, мостів, дамб тощо.</p>

<p>«Гнучий» бетон</p>		<p>Бетон, що самовідновлюється.</p> <p>Виготовляється шляхом додавання в бетонну суміш волокон або капсул, які містять адгезивні рідини, що після розтріскування «загоюють» бетон.</p>
<p>«Дихаюча» цегла</p>		<p>Цегла, яка поглинає забруднення є альтернативою звичайній цеглі. Це пористі бетонні блоки, призначені для пропускання чистого повітря всередину будівель.</p>
<p>Біопластик</p>		<p>Виготовляється з відновлюваних ресурсів, які вже є в природі. При розпаді він не погіршує якість ґрунту та не шкодить навколишньому середовищу.</p>

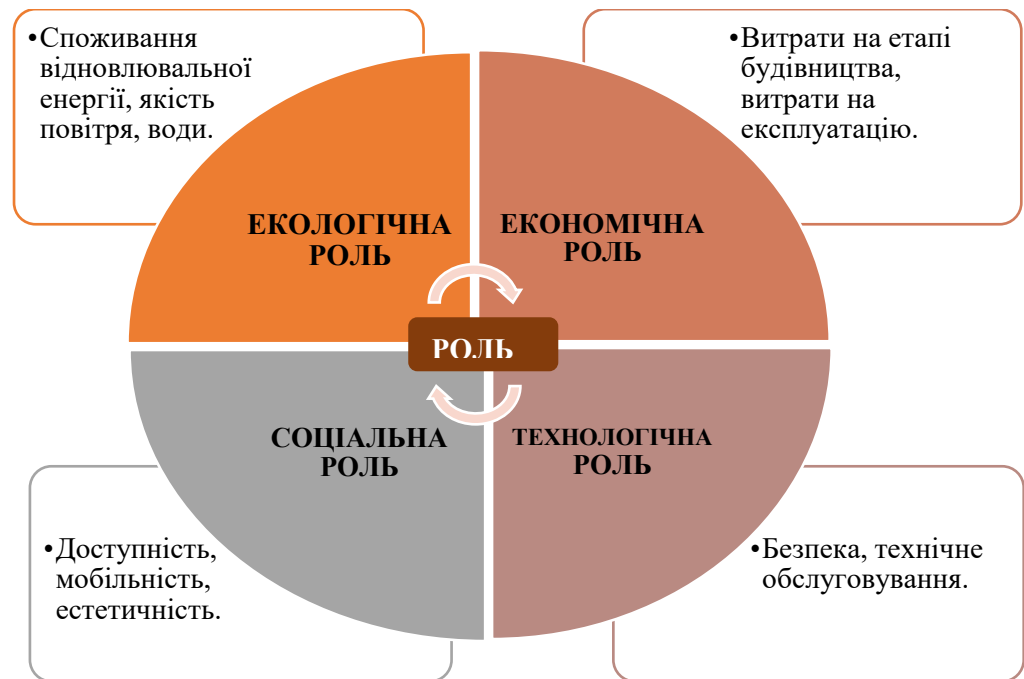
<p>Сонячна плитка / черепиця</p>		<p>Tesla Solar інтегрувала сонячні властивості в черепицю. Вона зберігає естетичну привабливість даху.</p>
<p>Світловідбиваючий бетон</p>		<p>Бетон поглинає сонячне світло вдень і випромінює його вночі. Це дозволяє кристалізаційним властивостям матеріалів пропускати світло, роблячи його непрозорим.</p>
<p>Сонячне скло</p>		<p>Використовується як будівельний матеріал через його міцність і універсальність. Допомагає генерувати електроенергію.</p>
<p>Міцелій</p>		<p>Біоматеріал, що складається з грибкових ниток, целюлози та білків.</p>

		<p>Піддається компостуванню та має дуже незначний вплив на навколишнє середовище</p>
<p>Алюмінієва піна</p>		<p>Формується за допомогою вдування повітря в розплавленій алюміній і за певної температури. Використовуються в фасадах і модульних фурнітурах.</p>
<p>Гідрогель</p>		<p>Може охолоджувати приміщення, тому гідрогель можна використовувати для створення стіни, здатної охолоджуватися.</p>
<p>Поперечно-ламінована деревина.</p>		<p>Виготовляється шляхом склеювання між собою шарів цільних пиломатеріалів. Характеризується міцністю та легкістю.</p>

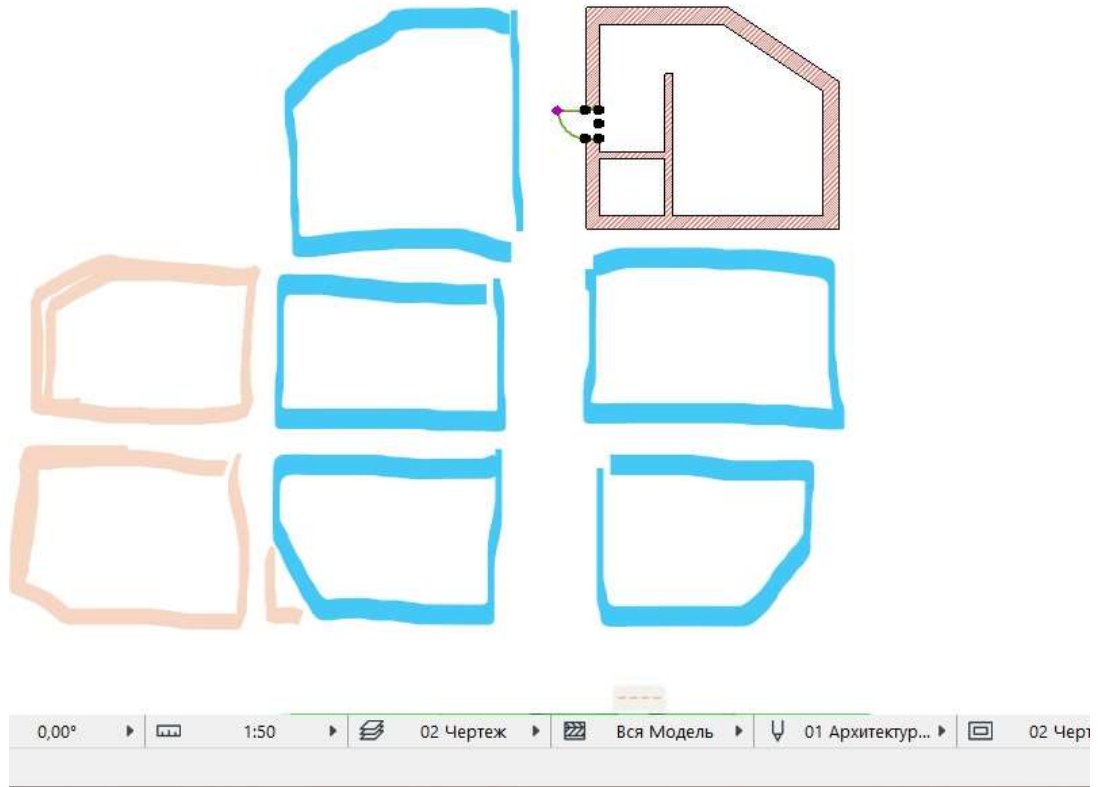
Таблиця Б.6. Фізичні та хімічні властивості досліджуваних матеріалів.

Фізичні властивості	Хімічні властивості
Висока міцність	Не залишає плям
Пориста структура	Світлочутливість
Відсоток прозорості	Самоочищення
Стійкість до ультрафіолету	Низький рівень викидів вуглецю
Теплоізоляція	Не токсичність
Звукоізоляція	Фільтрування брудного повітря
Ударостійкість, негорючість	Збір та зберігання денного світла
Водонепроникність	Можливість вторинної переробки

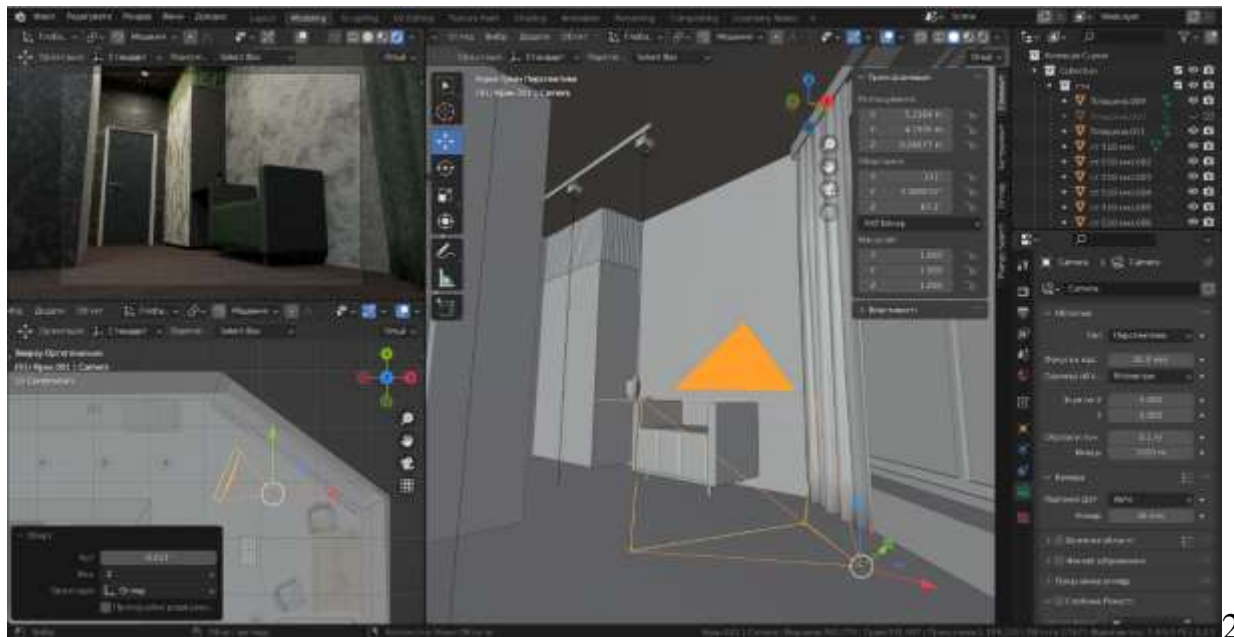
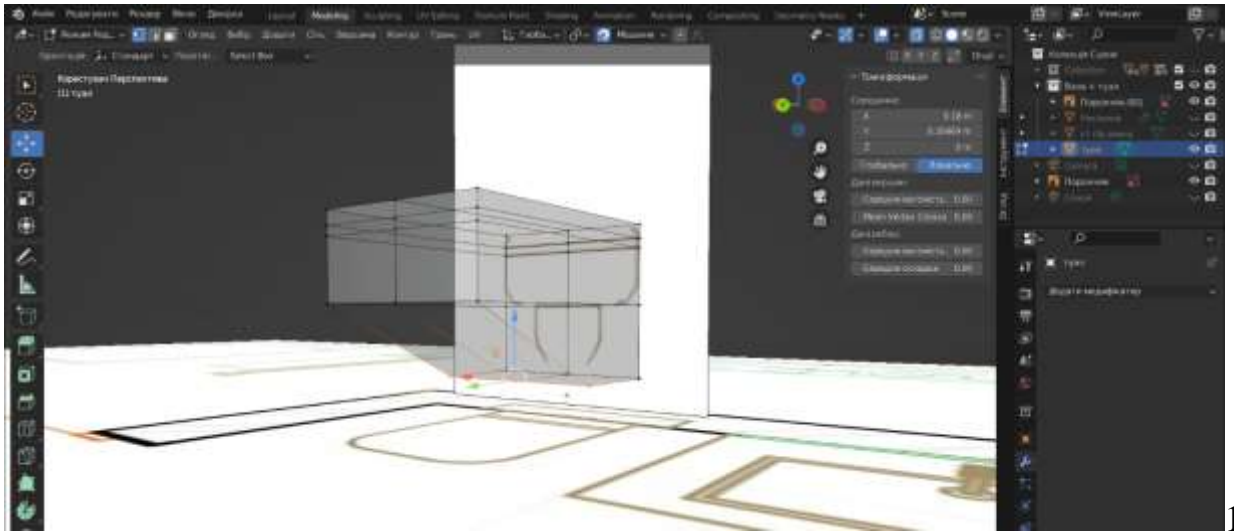
Таблиця Б.7. Роль інноваційних матеріалів в дизайні середовища



**Додаток В. Дизайн-розробка інтер'єру середовища  
з використанням інноваційних матеріалів**



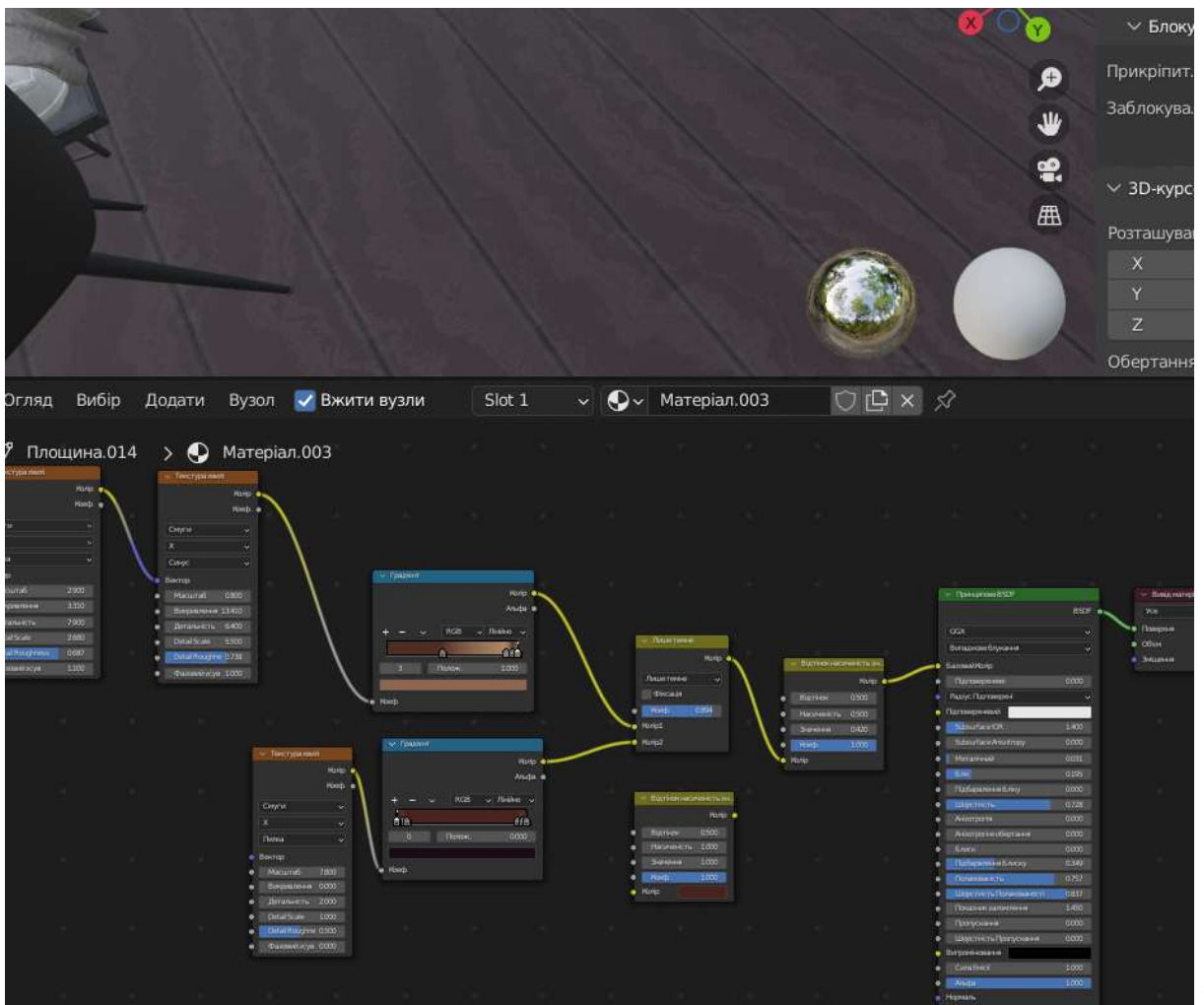
**Ілюстрація В.1. Процес ескізування інтер'єру середовища  
з використанням інноваційних матеріалів.**



Ілюстрація В.2. Процес проектування інтер'єру середовища з використанням інноваційних матеріалів.



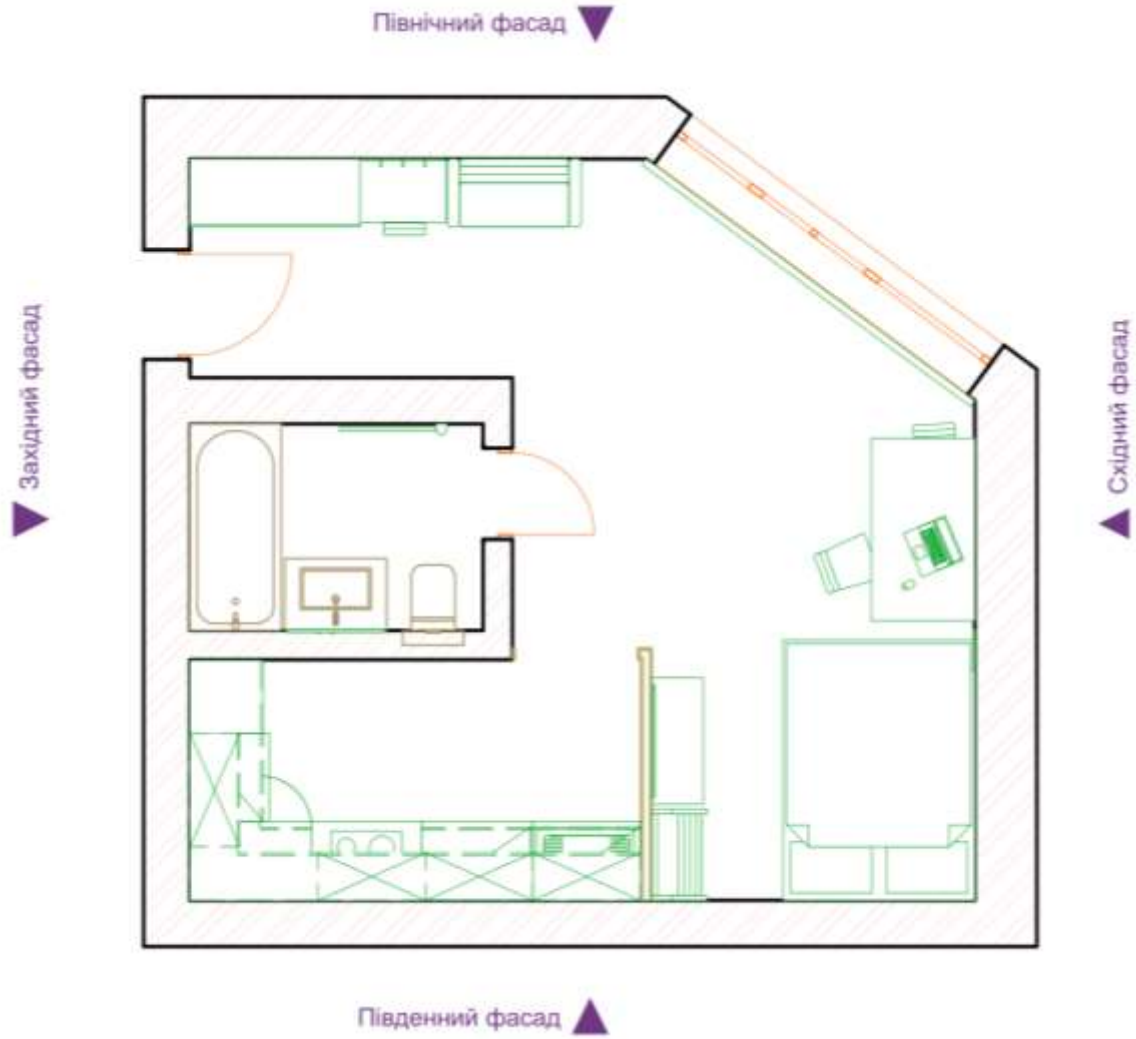
1



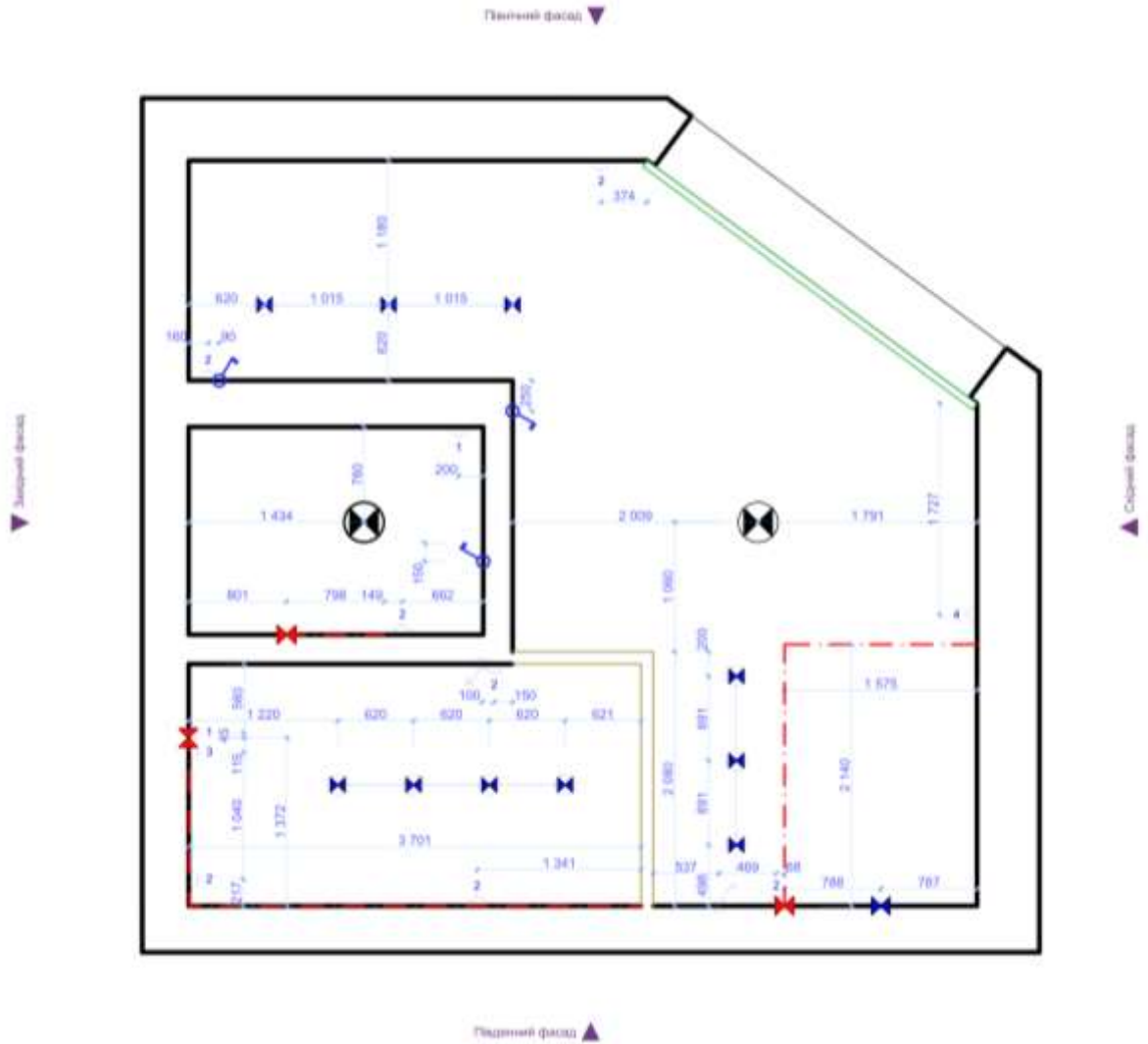
2

Ілюстрація В.3. Процес нанесення матеріалів для інтер'єру середовища з використанням інноваційних матеріалів.

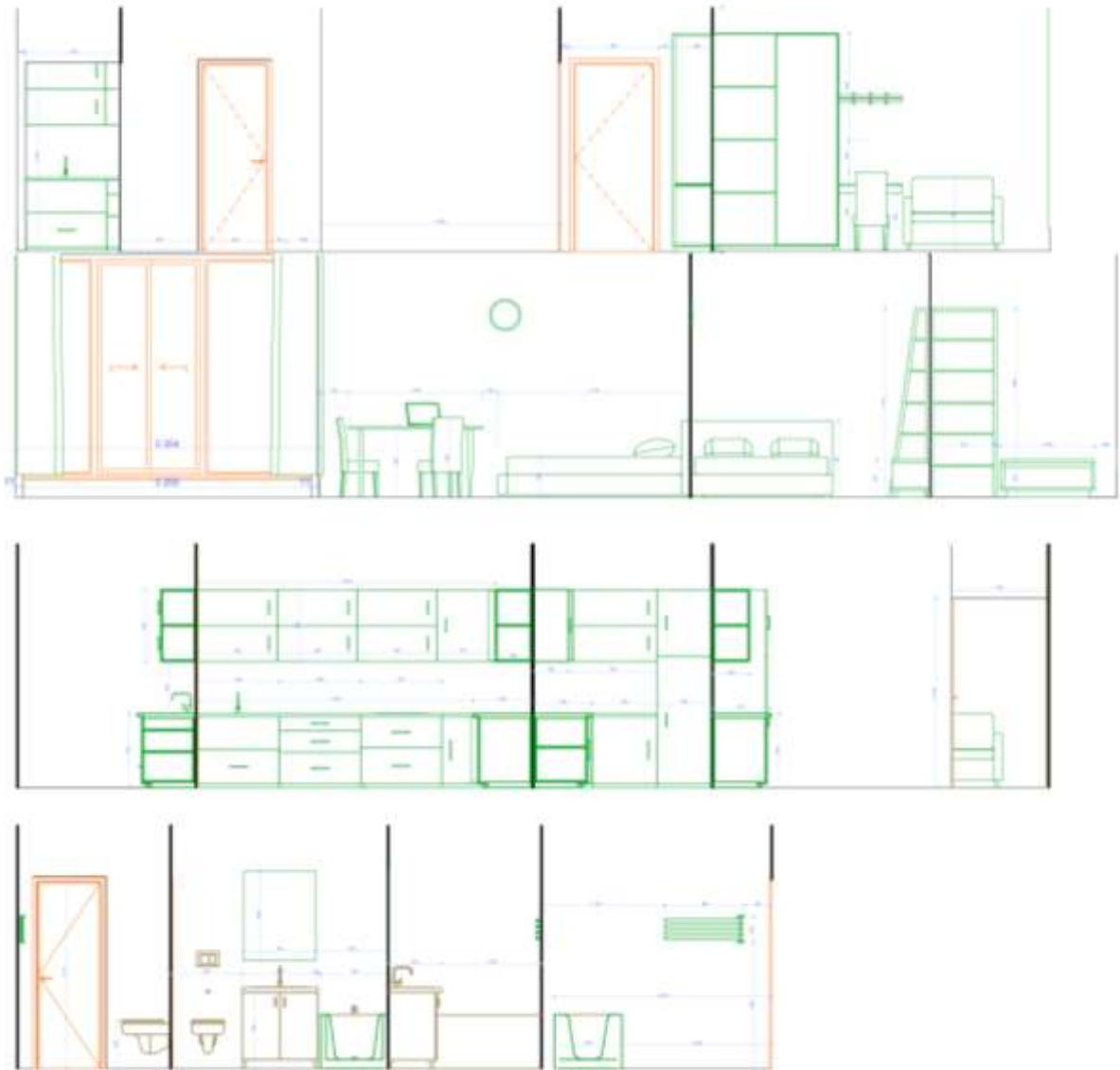




Ілюстрація В.5. План креслення розміщення меблів у інтер'єрі.



Ілюстрація В.6. План креслення електрики у інтер'єрі.



Ілюстрація В.7. План креслення розгортки інтер'єру.



Ілюстрація В.8. План-рендер інтер'єру середовища з використанням інноваційних матеріалів.



Ілюстрація В.9. Візуалізація житлової зони інтер'єру середовища з використанням інноваційних матеріалів.



1

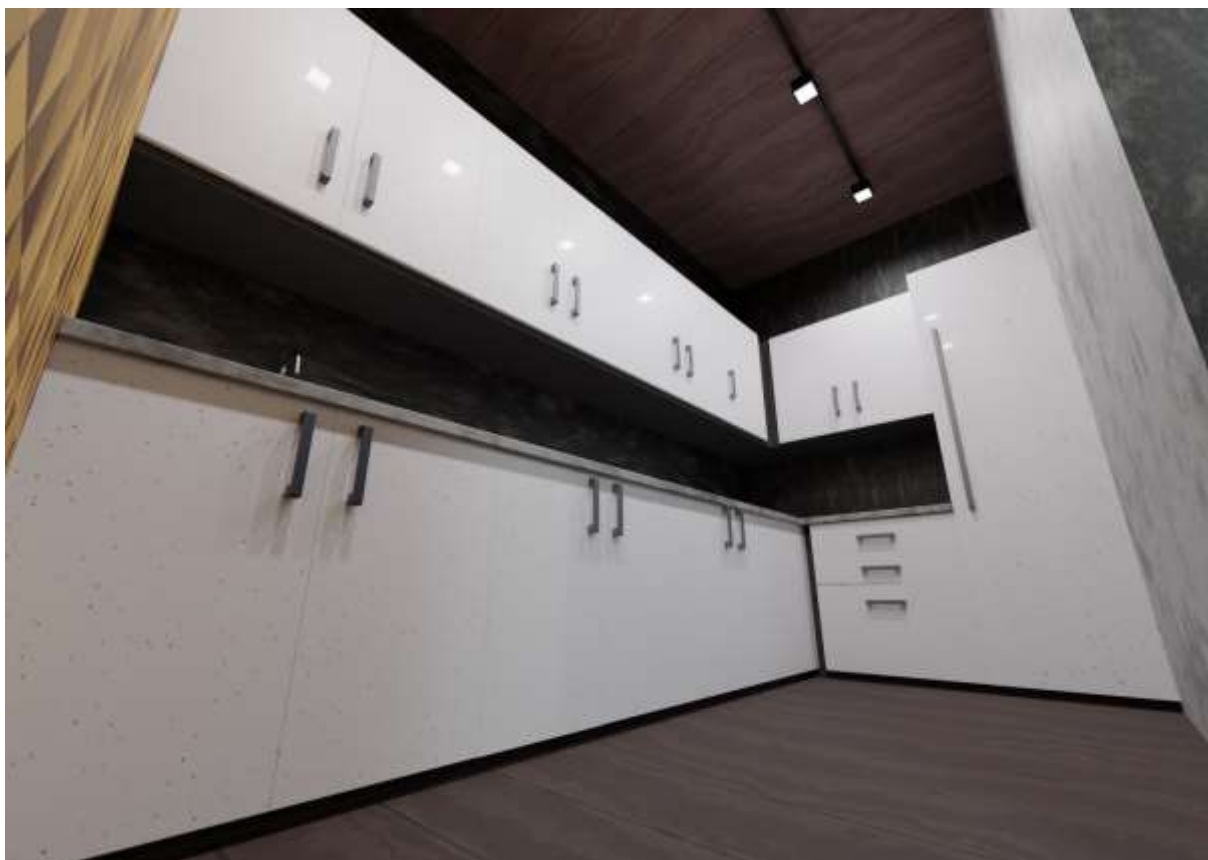


2



3

Ілюстрація В.10. Візуалізація передпокою інтер'єру середовища з використанням інноваційних матеріалів.



1



2

Ілюстрація В.11. Візуалізація кухні в інтер'єрі середовища з використанням інноваційних матеріалів.



1



2

Ілюстрація В.12. Візуалізація санвузлу в інтер'єрі середовища з використанням інноваційних матеріалів.

**Метою** кваліфікаційної роботи є дослідження інноваційних матеріалів в дизайні середовища.

**Об'єктом** дослідження є інноваційні матеріали. **Предметом** дослідження є властивості інноваційних матеріалів що використовуються в дизайні середовища.

**Завданнями** роботи є:

1. Дослідити історію розвитку та використання будівельних матеріалів;
2. Определити сфери використання інноваційних матеріалів;
3. Охарактеризувати категорію на які поділяються інноваційні матеріали в процесі виготовлення;
4. Визначити функції, що виконують інноваційні матеріали в дизайні середовища;
5. Охарактеризувати інноваційні матеріали в дизайні середовища;
6. Визначити функції та збірні властивості інноваційних матеріалів, що використовуються в дизайні середовища;
7. Визначити роль інноваційних матеріалів в дизайні середовища;
8. На основі виконаного наукового дослідження створити дизайн-візуалізацію інтер'єру середовища з застосуванням інноваційних матеріалів.

**АНОТАЦІЯ**

Робота присвячена визначенню та дослідженню інноваційних матеріалів в дизайні середовища та їх властивостей. Сьогодні зростає усвідомлення людством своїх дій та шляхи покращення способу життя, а тому пошук нових матеріалів став одним із важливих питань в епоху глобального прогресу. Тому зростає вплив науки та різноманітних потреб людей нові матеріали, технології та інновації стають актуальним питанням сьогодні.

У роботі в розділі 1 досліджено та описано стан наукового дослідження теми в такій історичній перспективі та історію розвитку та використання будівельних матеріалів. У розділі 2 проведено систематизацію та середовища сфери використання інноваційних матеріалів в дизайні середовища. Були охарактеризовані категорії на які поділяються дані матеріали та визначено функції що виконують інноваційні матеріали в дизайні середовища. На основі результатів виконаного дослідження у 3 розділі розглянуто та охарактеризовано інноваційні матеріали в дизайні середовища. Охарактеризовано фізичні та хімічні властивості інноваційних матеріалів. Також висвітлено роль цих матеріалів в дизайні середовища, де саме використовувати матеріали набувають ключового значення при проєктуванні в дизайні.

У розділі 4 як основі зробленого наукового дослідження розроблено дизайн-проект інтер'єру середовища житлового призначення. Також описано складові частини її проєктування, особливості формування дизайну розробки та матеріали, що використовуються для нанесення татувань. Інноваційні технології, які зосереджені на покращенні екологічного стану планети продовжують зростати, оскільки все більше людей усвідомлюють вплив архітектурного середовища на навколишнє середовище. Завдяки безперервним дослідженням і розробкам нових технологій використання та використання інноваційних матеріалів активно просувається і покращує життя кожної людини. Таким чином, можна задоволяти більше різноманітних потреб людей без шкоди для навколишнього середовища.

**Ключові слова:** інноваційні матеріали, дизайн середовища, дизайн інтер'єру, застосування інноваційних технологій.

**ХАРАКТЕРИСТИКА ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ В ДИЗАЙНІ СЕРЕДОВИЩА**

Інноваційні матеріали (нові матеріали)	Складні матеріали (композити)	Складні матеріали (композити)	Діагностичні матеріали	Інноваційні	Інноваційні матеріали / технології
Матеріали з високими показниками міцності. Використовуються для створення конструкцій, що вимагають високої міцності та стійкості до вогню.	Матеріали, що складаються з різних компонентів, що надають їм певні властивості, такі як легкість, міцність, стійкість до вогню.	Матеріали, що складаються з різних компонентів, що надають їм певні властивості, такі як легкість, міцність, стійкість до вогню.	Матеріали, що використовуються для діагностики стану будівельних конструкцій.	Матеріали, що використовуються для створення інтер'єру середовища.	Матеріали, що використовуються для створення інтер'єру середовища.
					
Матеріали з високими показниками міцності. Використовуються для створення конструкцій, що вимагають високої міцності та стійкості до вогню.	Матеріали, що складаються з різних компонентів, що надають їм певні властивості, такі як легкість, міцність, стійкість до вогню.	Матеріали, що складаються з різних компонентів, що надають їм певні властивості, такі як легкість, міцність, стійкість до вогню.	Матеріали, що використовуються для діагностики стану будівельних конструкцій.	Матеріали, що використовуються для створення інтер'єру середовища.	Матеріали, що використовуються для створення інтер'єру середовища.
					

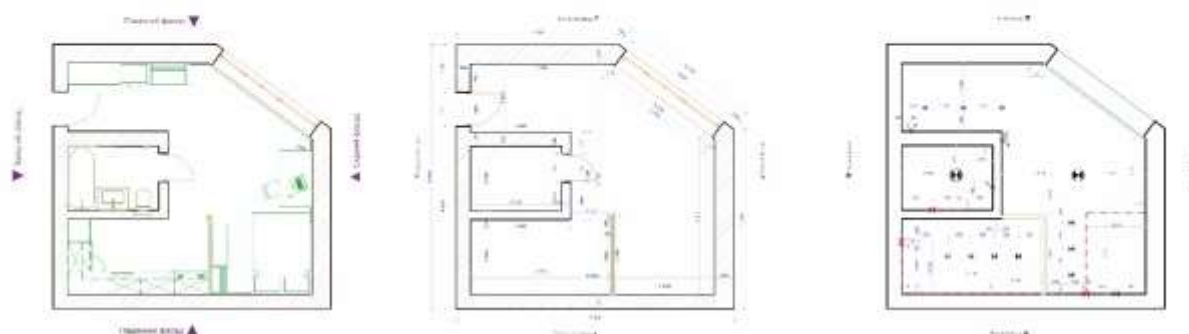


Міжові властивості	Класичні властивості
Висока міцність	Позитивна екологія
Перекриття	Світлопронізація
Відноснокорозійна	Самочистючість
Співпраця до утилізації	Найвищий рівень енергетичної ефективності
Теплоізоляція	Найвища міцність
Варіанти	Висока міцність будівельних матеріалів
Міцність, стійкість	Здатність до обробки дерев'яного матеріалу
Будівельні властивості	Міцність будівельних матеріалів



Ілюстрація В.13. Планшет демонстраційної графіки №1

## ДИЗАЙН-РОЗРОБКА ІНТЕР'ЄРУ СЕРЕДОВИЩА З ВИКОРИСТАННЯМ ІННОВАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ



Плани інтер'єру середовища з використанням інноваційних матеріалів



Візуалізація житлової зони



Візуалізація передпокою



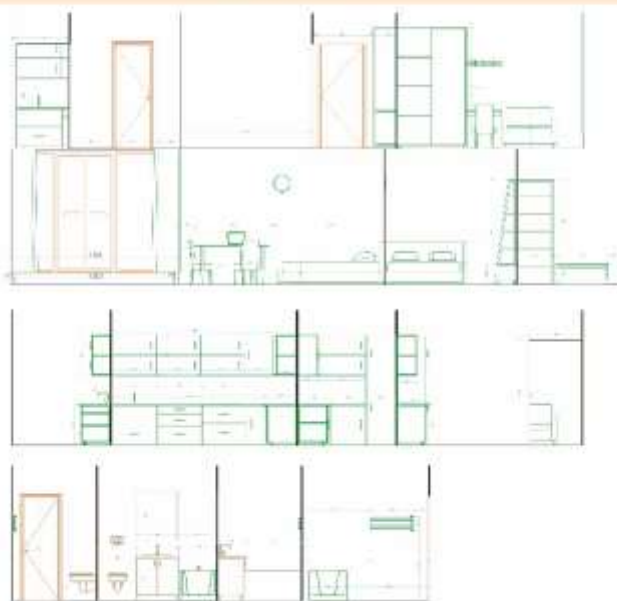
Ілюстрація В.14.Планшет демонстраційної графіки №2



План-рендер



Візуалізація кухні



План креслення розгортки інтер'єру



Візуалізація санвузлу

Ілюстрація В.15. Планшет демонстраційної графіки №3



Ілюстрація В.16. Цілісна композиція планшетів демонстраційної графіки.