

Міністерство освіти і науки України  
Глухівський національний педагогічний університет  
ім. О. Довженка

Факультет технологічної та професійної освіти  
Кафедра професійної освіти та комп'ютерних технологій  
**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

**«ЗЕЛЕНЕ» БУДІВНИЦТВО ТА ЗНИЖЕННЯ ВУГЛЕЦЕВОГО ВИКИДУ З  
РОЗРОБКОЮ МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ»**

Спеціальність: 015 Професійна освіта (Будівництво та зварювання)

Освітній ступінь: магістр

***Виконавець:***

***Федоренко Віталій Михайлович***

магістрант 62 М-Пр(Б) групи

***Науковий керівник:***

***д-р. техн. наук. проф. Єсипенко:***

Дата захисту: 16 грудня 2023р.

Оцінка: \_\_\_\_\_

Підпис членів комісії:

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

## ЗМІСТ

Вступ.....	5
<b>РОЗДІЛ 1. Теоретичні засади та тенденції розвитку «зеленого» будівництва.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. «Зелене» будівництво і його роль у зниженні вуглецевого викиду</b>	<b>9</b>
<b>1.2. Міжнародні стандарти зеленого будівництва .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3. Сучасний стан розвитку зеленого будівництва в Україні ...</b>	<b>24</b>
<b>РОЗДІЛ 2. Конструктивно-технологічні рішення покрівель і фасадів зелених будівель.....</b>	<b>30</b>
<b>2.1. Зелені покрівлі.....</b>	<b>30</b>
<b>2.2. Зелені фасади .....</b>	<b>39</b>
<b>РОЗДІЛ 3. Методичне забезпечення викладання теми «Зелене будівництво» з використанням електронних презентацій .....</b>	<b>48</b>
<b>3.1. Основні положення та дидактичні вимоги використання дидактичних електронних презентацій.....</b>	<b>48</b>
<b>3.2. Навчально-методичне забезпечення з теми ««Зелене» будівництво».....</b>	<b>53</b>
<b>Висновки.....</b>	<b>76</b>
<b>Список використаних джерел .....</b>	<b>79</b>

## ВСТУП

На сьогодні будівництво є одним з найбільшим споживачем ресурсів планети - будівлі споживають 40% енергії (більше ніж промисловість або транспорт), 12% питної води та відповідають за 40% глобальних викидів парникових газів і 40% відходів на сміттєзвалищах. На період експлуатації будівель припадає 90% спожитої енергії та 80% викидів парникових газів, які призводять до нагрівання планети.

Рівень концентрації вуглекислого газу в атмосфері у 2020 році досяг найвищої позначки, яка існувала лише кілька мільйонів років тому, коли і температура була значно більшою, і рівень морів був на кілька десятків метрів вищим.

З метою зменшення парникових газів для протидії глобальному потеплінню в Парижі у 2015 році лідери світових держав домовилися обмежити підняття глобальної температури до кінця століття значно нижче 2°C та вжити заходи для обмеження її підвищення на 1,5 °C.

У 2021 році Європейським союзом була прийнята ще більш амбітніша програма – досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року. Ключовими напрямками європейського зеленого курсу є чиста енергія, кліматична дія, будівництво та реновація, стійка промисловість, стійка мобільність, зменшення викидів парникових газів.

Концепція зеленого будівництва виникла у 1970-х роках у відповідь на енергетичну кризу і зростаючу стурбованість населення погіршенням стану навколишнього середовища. Саме тоді було закладено основи сучасної концепції екологічного й соціального збалансованого розвитку. Її конкретне втілення – це використання поновлюваних джерел енергії та «зелене» будівництво.

Головна мета зеленого будівництва (green construction, green building, екологічне будівництво) полягає у мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище будівельної індустрії на всіх етапах шляхом використання кращих технологій, підвищення якості та комфорту

Основними завданнями «зеленого будівництва» є:

- підвищення ефективності використання природних та відновлювальних ресурсів (сонця, вітру, води);
- скорочення викидів, відходів та інших дій на довкілля, в тому числі зменшення викиду в атмосферу парникових газів;
- забезпечення безпеки і зменшення негативного впливу (за увесь життєвий цикл будівлі) на здоров'я людини, завдяки застосуванню інноваційних енергозберігаючих технологій, природних та безпечних матеріалів;
- зниження навантажень на енергетичні та теплові мережі завдяки впровадженню та застосуванню відновлюваних джерел енергії.

Зелене будівництво містить колосальний потенціал економічного та екологічного розвитку галузі. На фоні вичерпання природних ресурсів особливої актуальності набуває необхідність суттєвих змін будівельної галузі в узгодженні з сучасними ринковими вимогами та провідними світовими трендами.

Сучасні тренди будівельної галузі розвиваються в напрямку інноваційних технологій зеленого будівництва, які мінімізують негативний вплив на навколишнє середовище, заощаджують природні ресурси та зберігають здоров'я людей.

Зелене будівництво - це практика будівництва і експлуатації будівель, метою якої є зниження рівня споживання енергетичних і матеріальних ресурсів упродовж усього життєвого циклу будівлі, збереження або підвищення якості будівель і комфорту їх внутрішнього середовища. Основною турботою цього підходу є скорочення загального впливу будівництва на довкілля і людське здоров'я. Ця практика розширює і доповнює класичне будівельне проектування такими поняттями як економія, корисність, довговічність і комфорт, а сам процес будівництва та експлуатації будівлі – зменшенням негативного впливу будови на довкілля і людське здоров'я.

Стандарти зеленого будівництва дбають не тільки про мінімізацію впливу на навколишнє середовище на всіх етапах будівельного процесу, але й орієнтовані на покращення стану здоров'я, безпеки та комфорту людей. Норми безпеки зелених будівель включають надійність будівельних конструкцій, інклюзивний і доступний дизайн будівельних проєктів, управління експлуатаційними ризиками, безпеку переміщення по об'єкту, енергоефективне освітлення приміщень та прилеглих територій.

Зелене будівництво утілюється в життя у вигляді «зелених будівель». «Зелена будівля», – це результат нової філософії проєктування, яка націлена: на підвищення ефективності використання обмежених ресурсів планети (землі, енергії, тепла, води і матеріалів); на зниження шкідливого впливу на здоров'я людей і на мінімізацію негативної дії на довкілля впродовж усього життєвого циклу будівлі, завдяки кращому розташуванню, проєктуванню, будівництву, управлінню, експлуатації та утилізації.

Науково-методичні питання розвитку зеленого будівництва, будівельної екології, енергозбереження, висвітлювалися в працях Т. Ткаченко, К. Гончарової, В. Чалої, О. Сергійчук, С. Мащенко та інших. Разом з тим науково-практичний аспект розробки основних положень розвитку зеленого будівництва потребує додаткових досліджень.

**Метою** магістерської роботи є поглиблення теоретико-практичних положень зеленого будівництва і розробка методичного забезпечення теми «Зелене будівництво».

**Об'єктом дослідження** є зелені будівлі.

**Предмет дослідження** – принципи, стандарти та технологічні рішення конструкцій зелених будівель

Для реалізації поставленої мети вирішити наступні завдання:

- розглянути поняття «зеленого» будівництва, визначити його основні принципи;
- узагальнити міжнародний досвід зеленого будівництва і систематизувати стандарти «зеленого» будівництва;

- проаналізувати процес розвитку зеленого будівництва в Україні;
- розглянути та охарактеризувати конструктивно-технологічні рішення зелених покрівель і фасадів будівель;
- розробити методичне забезпечення викладання теми «Зелене будівництво» з використанням електронних презентацій.

**Методи дослідження** полягають у аналізі літературних джерел, теоретичних досліджень; аналізі, систематизації та узагальненні даних.

*Практичне значення результатів роботи.* Узагальнення даних по «зеленому» будівництву дозволяють вирішити подальші шляхи вирішенні актуальної проблеми екологічної та енергетичної безпеки будівель при підвищенні стійкості середовища для проживання людей. Отримані у роботі результати можуть використовуватись в підготовці здобувачів освіти інженерно-педагогічних спеціальностей будівельного профілю, у розробці нових програм підготовки і дисциплін.

*Апробація результатів дослідження.* Основні положення роботи доповідались і обговорювались на науково-практичних конференціях професорсько-викладацького складу та здобувачів освіти ГНПУ ім. Олександра Довженка (м. Глухів 2022-2023 рр.);

*Обсяг та структура роботи.* Магістерська робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Повний обсяг роботи становить 83 сторінки, які включають 79 сторінок основного тексту, списку використаних джерел на 4 сторінках.

## РОЗДІЛ 1. Теоретичні засади та тенденції розвитку «зеленого» будівництва

### 1.1. Зелене» будівництво і його роль у зниженні вуглецевого викиду

«Людська діяльність внаслідок викидів парникових газів спричинила зростання глобальної температури, яка досягла  $+1,1^{\circ}\text{C}$  у 2011–2020 роках, порівняно з 1850–1900 роками. Викиди парникових газів на планеті продовжують зростати ... як результат використання викопних палив, несталого споживання енергії, землекористування, способів життя, моделей споживання і виробництва», - говориться у шостому узагальненому звіті про зміну клімату, опублікованого у березні 2023 року Міжурядовою групою експертів зі зміни клімату. Рівень концентрації вуглекислого газу в атмосфері у 2020 році досяг найвищої позначки, яка існувала лише мільйони років тому, коли і температура була значно більшою, і рівень океанів та морів був на кілька десятків метрів вищим .



Рисунок 1. Глобальні ризики як можуть найбільше вплинути на світ у XXI столітті (за експертними оцінками фахівців)

Саме надлишок парникових газів в атмосфері призводить до змін клімату, наслідки яких спостерігаються у вигляді хвиль теплових аномалій, масштабних пожеж, сильних повеней і посух по всьому світу. Глобальна зміна клімату (рис. 1), стихійні лиха та інші екстремальні явища, викликані глобальним потеплінням, зі свого боку призводять до зростання ймовірності відмов технічних систем, які ускладнюються, стрімко зростають і все більше набувають життєво важливих функцій для суспільства.

Декарбонізація - заходи, покликані скоротити викиди парникових газів, що утворюються внаслідок людської діяльності. Щоб зменшити обсяги викидів і уникнути найбільш загрозливих наслідків зміни клімату, мають змінитися багато процесів у різних секторах виробництва всього світу - те, як людство виробляє енергію, доставляє товари, користується водними та земельними ресурсами та інше. Викиди парникових газів, які нагрівають планету, утворюються здебільшого у виробництві електроенергетиці, промисловості, транспорті, будівництві, сільському господарстві та землекористуванні. Тож усі ці галузі потребують декарбонізації.

Підписавши конвенцію ООН про зміну клімату, Україна зобов'язалась скорочувати викиди парникових газів та адаптуватися до зміни клімату. Тому національна стратегія розвитку держави має враховувати та включати питання адаптації до наслідків змін клімату для територій, природних екосистем, секторів економіки, постійно оновлювати оцінки фактичних та моделювання майбутніх змін клімату.

У 2021 році Кабінет Міністрів України прийняв «Стратегію з екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату» до 2030 року [19]. Цей перший національний документ створює законодавчу основу для довгострокової роботи з адаптації до зміни клімату і який повинен забезпечити готовність та стійкість до тих наслідків зміни клімату, яких вже уникнути не можливо. Крім того, реалізація Стратегії має сприяти досягненню нейтрального рівня деградації земельного фонду держави,



зменшенню втрат біорізноманіття, збільшенню площі природно-заповідних ресурсів тощо.

Адаптація до змін клімату не втрачає своєї актуальності і за нинішніх воєнних часів. Забезпечення реалізації –Стратегії з екологічної безпеки та адаптації до змін клімату<sup>1</sup> та врахування ризиків від зміни клімату є важливим у післявоєнному відновленні України, яке повинно базуватися на принципах Зеленої відбудови. Національна рада з відновлення України також включила до Плану відновлення України екологічну безпеку, одним із пріоритетних напрямків якої є запобігання та адаптація до зміни клімату.

Сьогодні будівельна галузь загалом поглинає понад третину світових природних ресурсів. Будівлі споживають 40% енергії (більше ніж промисловість або транспорт), 12% питної води та відповідають за 40% глобальних викидів парникових газів і 40% відходів на сміттєзвалищах. І що вкрай важливо: 90% спожитої енергії та 80% викидів парникових газів будівлями припадає на період їхньої експлуатації.

Тим часом світовий фонд будівель внаслідок прогнозованого збільшення населення планети до 2050 р. має зрости ще на 90%.

У 2022 році обсяг викидів парникових газів склав більше 57 гігатонн. Загальний обсяг викидів парникових газів, починаючи з 1950 року (відколи ведеться облік), становить більше 3100 Гігатонн. Основна частина цих викидів — це вуглекислий газ, якого у 2022 році в атмосферу потрапило 36 Гігатонн. Саме тому паризька конференція ООН з питань клімату визнала будівництво ключовим сектором, без радикальних змін у якому скоротити до 2050 року заплановані на 60% глобальні викиди вуглецю порівняно з 2012 роком щоб втримати підвищення температури на рівні до 2°C, буде неможливо.

Стаття 9 Директиви ЄС про енергетичне функціонування будівель вимагає від країн-членів забезпечити в себе перехід будівельної галузі на обов'язковий стандарт «будівля з майже нульовим споживанням енергії» (для всіх нових будівель з 31 грудня 2020 року).

Наразі використовують терміни, які є тотожними, а саме: «зелене будівництво», «екологічне будівництво», «стале будівництво». Проте більше поширення отримав термін «зелене будівництво» (green construction, green buildings) або екологічне будівництво, яке спрямоване на зниження рівня споживання енергетичних і матеріальних ресурсів, та на скорочення згубної дії будівельної діяльності на здоров'я людини і довкілля.

У вузькому значенні під зеленим будівництвом прийнято розуміти зведення і експлуатацію будівель з меншим рівнем споживання енергії і матеріалів протягом всього життєвого циклу будинку.

Національне Агенство сталого розвитку дає наступне визначення: *зелене будівництво - це практика будівництва і експлуатації будівель, цілями якої є зниження рівня споживання енергетичних і матеріальних ресурсів упродовж усього життєвого циклу будівлі, збереження або підвищення якості будівель і комфорту їх внутрішнього середовища. Основною турботою цього підходу є скорочення загального впливу будови на довкілля і людське здоров'я. Ця практика розширює і доповнює класичне будівельне проектування поняттями економії, корисності, довговічності, нешкідливості і комфорту.*

З зазначеного визначення можна визначити основні характеристики "зеленого" будівництва:

- оптимальний вибір місця будівлі в загальній інфраструктурі ландшафту, навколишнього середовища та транспорту;
- максимального використання природньої сонячної енергії;
- найнижче споживання енергії, підвищена ефективність, альтернативні джерела енергії;
- покращення теплоізоляційних характеристик та безпечно використання теплоізоляційних будівельних матеріалів;
- зворотна вентиляція (віддача тепла повітря в систему опалення);
- використання нешкідливих, відновлюваних та переробних будівельних матеріалів;

- надання переваги місцевим будівельним матеріалам;
- автоматизована система опалення;
- ефективне використання води та можливість її повторного використання;
- поліпшення якості повітря в приміщеннях;
- сприятливий вплив на здоров'я та самопочуття людини;
- полегшення технічного обслуговування будівлі;
- зниження кількості відходів у процесі демонтажу та утилізації будівлі;
- сприяння довгостроковому екологічному, економічному та соціальному розвитку:

Вважається «зелене будівництво» виникло в США і країнах Європи ще в 70-х роках минулого століття. Низька вартість та невичерпність запасів енергоносіїв зумовили марнотратний характер їх використання, який найяскравіше проявився у будівництві. Енергетична криза 70-х років минулого століття стала шоком для світової економіки і для країн, енергетика яких була орієнтована на невідновлювальні джерела енергії. У той же час була опублікована перша доповідь Римського клубу «Межі зростання», яка показала невтішні перспективи на наступні півстоліття щодо використання природних ресурсів.

Саме тоді було закладено основи сучасної концепції «сталого розвитку (екологічного й соціального збалансованого)». Її конкретне втілення – це використання поновлюваних джерел енергії та «зелене» будівництво. Відтоді ці напрями почали розвиватись у технологічно розвинутих країнах.

В кінці 80-х років концепція зеленого будівництва стала альтернативою традиційному будівництву спочатку в Німеччині, Нідерландах і Скандинавії, а потім у США і Канаді. І вже до середини 90-х років провідні будівельні компанії від експериментальних розробок зелених будівель перейшли у їх масове комерційне застосування.

За статистичними даними, наведеними Радою зеленого будівництва (GBC) на сьогодні будівлі всього світу використовують близько 40 % усієї

споживаної первинної енергії, 67 % усієї електрики, 40% усієї сировини і 14 % усіх запасів питної води, а також роблять 35 % усіх викидів вуглекислого газу і майже 50 % усіх твердих побутових відходів [9].

Прогнозується, що глобальне будівництво зросте на 6,6% у 2025 році та на 42% до 2030 року. У зв'язку з цим зростанням зростає ризик забруднення та утворення відходів. Тим часом світовий фонд будівель внаслідок прогнозованого збільшення населення планети може зрости до 2050 року на 90%.

Вуглецевий слід за період функціонування будівельного об'єкта (середні показники - 60 років) становить 75%. За розрахунками фахівців, на нове будівництво щорічно припадає близько 3,7 млрд. тонн парникових газів, що еквівалентно річним викидам 950 вугільних електростанцій. На виробництво найчастіше використовуваних будівельних матеріалів - бетон, сталь і алюміній, припадає 23% глобальних викидів.

Одним з сучасних критеріїв оцінювання мінімізації негативного впливу з навколишньому середовищу є вуглецевий слід (англ. carbon footprint).

Дослідження вуглецевого сліду охоплює стадії добування матеріалів і будівництва і включає детальну оцінку як безпосередньої дії, так і дії ланцюжка постачань матеріалу. Вони включають: використання енергії, викиди двоокису вуглецю ( $\text{CO}_2$ ), окису вуглецю (CO), двоокису азоту ( $\text{NO}_2$ ), двоокису сірки ( $\text{SO}_2$ ), дрібних зважених часток ( $\text{PM}^{10}$ ) і легких органічних речовин. Інші категорії включають тверді відходи і рідкі викиди.

Вуглецевий слід - сукупність викидів усіх парникових газів, які утворились (прямо та опосередковано) внаслідок діяльності окремої людини, організації, міста, країни тощо.

Для спрощення розрахунків кількість викидів усіх парникових газів перераховують у еквівалент  $\text{CO}_2$ , тобто розраховують, яка кількість  $\text{CO}_2$  (у тонах) дає такий самий парниковий ефект як задана кількість іншого парникового газу.

Розрахунок викидів парникових газів, які утворюються і видаляються в атмосферу виконується за величиною витрат енергії або палива (показник енергетичної діяльності) і коефіцієнтом викидів.

Коефіцієнт викидів визначає масову кількість  $\text{CO}_2$ , яка утворюється на одиницю показника енергетичної діяльності. Коефіцієнт викидів вимірюється в  $\text{т CO}_2/\text{МВт}\cdot\text{год}$  або в  $\text{т CO}_2/\text{т витрат палива}$ .

Декарбонізація - заходи, покликані скоротити викиди парникових газів, що утворюються внаслідок людської діяльності. Щоб зменшити обсяги викидів і уникнути найбільш загрозливих наслідків зміни клімату, мають змінитися багато процесів у різних секторах економіки по всьому світу - вироблення енергії, доставляння товарів, користування земельними ресурсами та інше.

Викиди вуглекислого газу, метану та інших парникових газів, які нагрівають планету, утворюються здебільшого у секторах виробництва електроенергії, промисловості, транспорту, будівництва, сільського господарства та землекористування. Тож усі ці галузі і перш за все будівництво потребують декарбонізації. Отже, головними завданнями зеленого будівництва є:

- підвищення ефективності використання природних та поновлювальних ресурсів;
- зменшення викиду в атмосферу газів, що є причиною утворення парникового ефекту;
- збільшення частки відновлювальних джерел енергії, завдяки впровадженню їх у технологічний процес та використанні в експлуатації та обслуговуванні житлових зелених будівель;
- зменшення негативного впливу протягом усього життєвого циклу будівлі на здоров'я людини, завдяки застосуванню новітніх, енергозберігаючих, природних та безпечних матеріалів;
- зниження навантажень на енергетичні мережі завдяки впровадженню та застосуванню відновлюваних джерел енергії;

- зниження експлуатаційних витрат.

Виділяють наступні типи будівель, закладених в концепції зеленого будівництва:

- мейнстрім – економія тепла та води, використання систем збирання дощової води;
- екохайтек – офісні будівлі зі складними інженерними системами й фасадами, системами переробки сміття тощо;
- автономні екобудинки – незалежність будівель від зовнішніх джерел постачання енергії;
- еколоутек – орієнтація на природні місцеві матеріали такі як дерево, глина, солома та інше.
- екофутуризм – будівельні матеріали будуть екологічно безпечними і безвідходними, частина яких після зносу будинку повернеться до ґрунту та розчиниться в ньому, а другу частину можливо повторно включити до нових виробничих ланцюгів.

Слід зазначити, що ситуація з «зеленому» будівництва в розвинених країнах і тих, що розвиваються, докорінно відрізняється. Останні мають величезну потребу в нових будівлях, проте їм бракує відповідної державної політики, бізнес-моделей, технологій тощо. Натомість, розвинені країни, попри незаперечне лідерство у сфері зеленого будівництва, сьогодні більше переймаються величезним фондом вже наявних будівель, які з огляду на низьку енергоефективність вимагають глибокої модернізації. Так, у країнах ЄС близько 40% будівель збудовано до 1960-х років, тоді як щорічне поповнення фонду будівель за рахунок нового будівництва складає сьогодні менше 1%.

Зелені будівлі мають низку важливих переваг над традиційним будівництвом:

*Екологічні вигоди:*

- менше споживання енергії, води та інших природних ресурсів;

- менший негативний вплив на довкілля впродовж всього життєвого циклу (зведення, експлуатація, реновація, знесення) із забрудненням повітря й води та продукуванням відходів від утилізації;
- пом'якшення впливу на клімат.

*Економічні вигоди:*

- нижча вартість експлуатації внаслідок значного зменшення потреби в опаленні та охолодженні;
- більша прибутковість за рахунок вищої орендної плати;
- вища ринкова вартість і ринковий попит, що працює як на імідж забудовника, так і власника або користувача;
- краща захищеність від ризиків, пов'язаних зі зростанням вартості комунальних послуг, можливими проблемами з постачанням енергії й води, необхідністю чергової модернізації тощо;
- приваблення молодих і креативних працівників;
- створення нових, зелених робочих місць.

*Соціальні вигоди:*

- менша захворюваність алергією, астмою мешканців житлових будинків завдяки тепловому комфорту і високій якості повітря в приміщенні;
- кращі умови і вища продуктивність праці працівників, які перебувають у приміщеннях зелених будівель;
- задоволення користувачів від вищої якості життя.

## **1.2. Міжнародні стандарти зеленого будівництва**

Концепція зеленого будівництва розглядає об'єкт будівництва не як будівельну продукцію, тобто закінчені будівництвом і введені в дію будівлі і споруди, а як місце існування людей, тобто усю сукупність чинників будівлі і

його інфраструктури, що визначають умови життєдіяльності: енергоефективність, безпека для здоров'я людини, комфорт і екологічність. Основними вимогами до таких об'єктів упродовж усього життєвого циклу є раціональність використання відновлювальних ресурсів (енергії землі, води, вітру та ін.), мінімізація негативного впливу на природне довкілля, комфортних умов для проживання людей.

В останні десятиліття за участю архітекторів, будівельників, інженерів, державних структур та громадських організацій були розроблені світові стандарти зеленого будівництва і методи екологічної оцінки об'єктів будівництва .

Світовий та європейський досвід будівництва свідчать, що «зелена» сертифікація будівництва є нормою, а в деяких країнах – прийнята на державному рівні. «Зелена» сертифікація - це гарантія безпеки довкілля, безпеки та комфорту для користувачів будівель, використання якісних будівельних матеріалів, а також скорочення експлуатаційних витрат за рахунок високої енергоефективності та ощадного використання ресурсів.

Сьогодні у світі налічується десятки національних систем сертифікації у сфері зеленого будівництва, як обов'язкові так і добровільні.

Серед добровільних систем сертифікації можна виділити такі:

Великобританія – BREEAM;

США – LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), Living Building Challenge (LBC), Green Globes, Build it Green, NAHB NGBS, ENERGY STAR;

Німеччина – DGNB, CERNEUS;

Австралія – GREEN STAR, NABERS;

Франція – HQE;

Бразилія – AQUA, LEED Brazil;

Канада – LEED Canada, Green Globes, Built Green Canada, BREEAM Canada;

Китай – GBAS та ін.



Системи сертифікації зеленого будівництва під час аналізу об'єкта враховує різні критерії, які дають можливість оцінити ресурсоефективність будівлі для забезпечення її користувачів або відвідувачів відповідним рівнем комфортності та функціональності. Рівень сертифіката, який видається, залежить від багатьох факторів, таких як якість внутрішнього середовища приміщень, застосовані технології та інновації під час будівництва, матеріали та інше. Градація сертифікатів дає змогу класифікувати будівлі за рівнем енергоефективності й екологічної безпеки.

Найбільш відомими системами сертифікації є BREEAM , LEED, DGNB/BNB; HQE.

Міжнародний стандарт екологічного будівництва BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) – розроблений в 1990 році компанією BRE Global є найбільш популярним і широко використовуваним в Європі методом оцінки якості та екологічності об'єктів будівництва.

Наразі, станом на 2021 рік за системою сертифікації BREEAM сертифіковано понад 650 000 будівель, і динаміка річного приросту кількості сертифікованих будівель зростає.

Оцінка має такі критерії :

- управління (організацією будівництва, після введення в експлуатацію та інше);

- енергія (скорочення викидів CO<sup>2</sup>, використання поновлюваних джерел енергії та інше);

- водоефективність (використання «сірих» і дощових вод, контроль витоків та інше);

- ефективне використання майданчика під забудову (облік екологічної цінності території, використання забруднених та порушених раніше земель та інше);

- здоров'я та екологічне благополуччя (природна вентиляція, комфортний тепловий режим та інше);

- транспорт (близькість до об'єктів соціальної інфраструктури, відповідна кількість машиномісць та інше);
- будівельні матеріали (сертифіковані виробники матеріалів, повторне використання та інше);
- утилізація відходів (утилізація побутового сміття, вивезення будівельного сміття та інше);
- забруднення навколишнього середовища (контроль викидів парникових газів та інше);
- інновації (рівень використання інноваційних розробок та сучасних технологій).

Система LEED (The Leadership in Energy & Environmental Design) - це стандарт вимірювання проектів енергоефективних, екологічних (green building) і сталих (sustainable building) будівель. LEED була розроблена американською Радою з екологічного будівництва (United States Green Building Council - USGBC) (USGBC) і ґрунтується на визначених категоріях для досягнення оцінок різних рівнів: Сертифікований, Срібний, Золотий, Платиновий.

Оцінка має такі критерії

- екологічний розвиток об'єктів ;
- ефективне управління водними ресурсами;
- енергія та атмосфера;
- матеріали та ресурси;
- якість середовища всередині приміщення;
- інновації в дизайні ;
- регіональні

DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) – рейтингова система сертифікації, розроблена Радою сталого будівництва Німеччини (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) для використання у якості інструмента проектування і оцінювання якості будівель.

DGNB має шість аспектів, які впливають на оцінку:

- екологія,
- економіка,
- соціально-культурний,
- функціональний,
- методи та процеси,
- розташування.

Система DGNB включає п'ятдесят різних критеріїв, таких як, тепловий комфорт, доступ до послуг, захист від шуму. Спеціальні критерії використовуються для оцінювання міських районів: зміна клімату в місті, біорізноманіття та інші для досягнення різних рівнів оцінки: бронзова, срібна та золота (Bronze, Silver, Gold).

В таблиці 1.2 подана більш детальна порівняльна характеристика цих систем сертифікації.

Таблиця 1.2

Система сертифікації	Характеристика	Головні критерії та категорії
LEED	Система сертифікації будівель за енергоефективними та екологічними стандартами США (Leadership in Energy and Environmental Design). Грунтується на визначених категоріях для досягнення оцінок різних рівнів: Certified (40-49 балів) Silver (50-59 балів) Gold (60-79 балів)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- екологічний розвиток об'єктів;</li> <li>- ефективне управління водними ресурсами;</li> <li>- енергія та атмосфера;</li> <li>- матеріали та ресурси;</li> <li>- якість середовища всередині приміщення;</li> <li>- інновації в дизайні;</li> <li>- регіональні пріоритети;</li> </ul>

	Platinum (80 і більше балів)	
BREEAM	<p>Система екологічної оцінки ефективності будівель в Великобританії (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)</p> <p>Багатокритеріальна система, яка ґрунтується на визначених категоріях для оцінок різних досягнень: Acceptable (10-25%) Pass (25-40%) Good (40-55%) Very good (55-70%) Excellent (70-85%) Outstanding (більше 85%)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- енергоефективність;</li> <li>- споживання енергії та води;</li> <li>- внутрішнє середовище;</li> <li>- забруднення;</li> <li>- транспорт;</li> <li>- матеріали;</li> <li>- відходи;</li> <li>- екологічний та управлінський процеси</li> </ul>
DGNB	<p>Система сертифікації Німеччини DGNB – Рада сталого будівництва Німеччини (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen). Об'єктивний опис та оцінювання сталості будівель та міських районів. Якість будівлі оцінюється, за весь період її життєвого циклу. Система включає різні критерії під кожний окремий проект для досягнення різних рівнів оцінки: (Bronze, Silver, Gold), як і</p>	<p>Оцінює загальну ефективність будівельного проекту або міського району. Використовує 50 різних критеріїв, таких як, термальний комфорт, доступ до послуг, захист від шуму. Спеціальні критерії використовуються для оцінювання міських районів: зміна клімату в місті, біорізноманіття та інші.</p>

	пресертифікація на стадії планування	
HQE	Мультикритеріальна система, за основу якої покладений підхід оцінювання життєвого циклу проекту, використовує 14 категорій	Еко-будівництво: гармонічна взаємодія з навколишнім середовищем; інтегрований вибір будівельного процесу та продуктів; робоче місце з низьким рівнем забруднення. Еко-менеджмент: енергетичний менеджмент; менеджмент водних ресурсів; поводження з відходами; технічне обслуговування. Комфорт: гідрометричний; акустичний; візуальний; нюховий. Здоров'я: умови здоров'я простору; якість повітря; якість води.

Процедура сертифікації будівель у всіх системах відбувається за однією схемою:

- за оцінкою об'єкта за всім групами параметрів відбувається підрахунок загального індексу зеленої ефективності споруди.
- залежно від набраної кількості балів будинку надається відповідний сертифікаційний ранг;
- споруди, що набрали менше визначеної мінімальною для визнання зеленими кількості балів, сертифікації не підлягають.

Впровадження зелених стандартів відіграє важливу роль у процесі переходу до будівництва в умовах сталого розвитку. Вони покликані поліпшувати якість життя суспільства і стан довкілля через заохочення будівельного бізнесу до перегляду звичного орієнтування виключно на отримання прибутків, перенесення акценту на аспекти ощадного використання ресурсів та підвищення привабливості будівель за рахунок інноваційних технологій, зменшення експлуатаційних витрат та підвищення комфорту й безпеки користувачів.

На сьогодні частка зелених будівель в загальному числі новобудов в державах Євросоюзу досягає вже 20% і кількість таких будинків у технологічно розвинених країнах постійно зростає.

### **1.3. Сучасний стану розвитку зеленого будівництва в Україні**

Попри назрілу об'єктивну необхідність розвитку зеленого будівництва відповідно до вимог ООН та ЄС, національні зелені стандарти будівництва в Україні ще не розроблені в повній мірі та не пройшли верифікацію на міжнародному рівні. Ринок зеленого будівництва ще недостатньо розвинений в Україні. За оцінками фахівців, частка зеленого будівництва в Україні складає близько 2% від загального обсягу ринку будівництва, що приблизно в 15 разів менше, ніж в середньому по країнам Європи і представлене лише комерційними об'єктами (торгово-розважальні комплекси, бізнес-центри, технологічні парки тощо).

Перешкодами у розвитку зеленого будівництва в Україні є:

- відсутність державної підтримки «зеленого» будівництва;
- низька поінформованість всіх цільових аудиторій, мала кількість українських фахівців у сфері «зеленого» будівництва;

- додаткові витрати на послуги закордонних експертів і консультантів для процесів сертифікації;
- ускладнений процес узгодження і впровадження національних будівельних норм при сертифікації об'єктів.

Ринкові дослідження свідчать, що розробка екологічного проекту в Україні в середньому в два рази дорожче, ніж звичайного будинку. В той же час ціна продажу такого об'єкту тільки на 10% вище для зеленого будівництва .

Серед позитивних аспектів слід відзначити, що з 2016 року почала свою діяльність Рада Зеленого Будівництва в Україні в якості акредитованого члена Всесвітньої Ради Зеленого Будівництва. Інфраструктура для розвитку вітчизняного зеленого будівництва зміцнилася із заснуванням та подальшою практичною діяльністю Фонду Енергоефективності. Він був створений з метою поширення знань, інвестицій, консультації та міжнародного обміну досвідом. Також кроком уперед є законодавче закріплення та розвиток інституту енергоаудиторів, системи державної сертифікації будівель. Ринок за ці роки підготував сертифікованих консультантів та акредитованих фахівців за трьома провідними системами зеленої будівельної сертифікації: BREEAM, DGNB, LEED. Україна стала активним учасником програм енергоефективних перетворень в країнах Східного партнерства та отримала серйозне фінансування від Європейського Інвестиційного Банку.

У той час як Європейський Союз вже реалізує моделі досягнення нульового енергоспоживання будівель, Україна робить свої перші кроки. Експерти рекомендують першочергово вирішити питання поставки і маркування екологічних будівельних матеріалів на вітчизняний ринок за допомогою державних закупівель та розробити економічний механізм підтримки впровадження зелених стандартів з урахуванням закордонного досвіду. Паралельно має відбуватись удосконалення відповідної нормативно-правової бази та гармонізація з європейською національною системою зелених стандартів.

Попри те, що процес зеленого будівництва в Україні розвивається дуже повільно, вже є поодинокі об'єкти нерухомості, які отримали "зелені" сертифікати, і ще близько десяти проєктів перебувають у стадії сертифікації. За системою LEED уже сертифіковано посольство США в Україні, офіс компанії Shell у Бізнес-центрі "Торонто-Київ". "Зелені" сертифікати BREEAM мають Торгівельний центр Forum Lviv (Львів) і бізнес-центр Astarta (Київ) та бізнес-парк «Оптіма Плаза» у Львові. Варто також зазначити, що лише один житловий комплекс DIADANS де проєктувальниками були впроваджені найкращі доступні технологічні рішення, отримав зелений» сертифікат BREEAM.



Рис. 1.1 Бізнес-парк «Оптіма-плаза» у м. Львів (оцінка BREEAM Very Good)





Рис. 1.2. Нова будівля посольства США (оцінка LEED Silver)



Рис. 1.3. Бізнес-центр Astarta (м.Київ).



Рис.1.4. Житловий комплекс DIADANS

Експерти вважають, що в Україні для нових проектів житлових будинків та торговельних центрів найоптимальнішим методом оцінки екологічності об'єктів є BREEAM, оскільки враховує національні особливості регіону, де реалізується проект, а також місцеві будівельні правила і норми.

Основними перевагами сертифікації за стандартом BREEAM для інвесторів і проєктувальників є:

- позиціонування на ринку як авторів будівель і споруд з мінімальним впливом на довкілля;
- зниження експлуатаційних витрат за рахунок використання енергоефективного обладнання та енергомодельовання об'єкту;
- підвищення якості робочого та житлового середовища;
- гарантія, що при будівництві об'єкту застосовувались технології, що відповідають основним принципам сталого розвитку (sustainable development);

- запровадження інноваційних рішень, що мінімізують вплив на навколишнє середовище;
- відповідність корпоративним і організаційним екологічним цілям.

Так, в процесі сертифікації житлового комплексу DIADANS (рис.1.4) робочою групою компанії MCL в тісній співпраці з BRE Global були визначені напрями розвитку будівельної галузі України та затверджені вагові значення для категорій оцінки житлових будівель відповідно до вимог BREEAM. Імплементация стандарту BREEAM в Україні дозволить забезпечити високий рівень якості новозбудованих об'єктів.

Ринок зеленого будівництва в Україні тільки формується. В Україні практично відсутній стандарт якісного та енергоефективного зеленого будівництва. Стандартизація житла, комерційних та промислових об'єктів позитивно вплине на будівельну галузь в Україні, прискорить енергетичну незалежність нашої країни,

## РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ПОКРІВЕЛЬ І ФАСАДІВ ЗЕЛЕНИХ БУДІВЕЛЬ

### 2.1. «Зелені» покрівлі

Важливим елементом теплозахисної оболонки зеленої будівлі є «зелена» покрівля. Зелені покрівлі – існують вже тисячі років у різних регіонах світу. При влаштуванні зелених покрівель в ті часи, коли природні матеріали були єдиним доступним видом будівельних матеріалів, у холодному кліматі вони сприяли теплоізоляції даху, а в теплом кліматі захищали покрівлю від перегріву. У Скандинавських країнах ще за часів вікінгів утеплювали будинки, покриваючи скатні покрівлі дерном. На дахах виростали лугові рослини, а на деяких росли і дерева (рис.2.1)





Рисунок 2.1. Зелені покрівлі Норвегії

«Зелена» покрівля («зелений» дах (green roof) - це складний багатошаровий килим, на верхньому шарі якого є зелені насадження. Така конструкція покрівлі виконує не тільки захисні функції, але і дозволяє додатково ефективно використовувати відкриті площі, а саме - створювати на них парки, газони, зони для пікніків та інші мальовничі ландшафти.

Зелені» покрівлі є вирішенням актуальних на даний момент проблем: компенсації рослинних насаджень, втрачених в результаті будівництва; зменшення обсягів і швидкості стоку дощової води з дахів; зменшення температури їх нагріву. При цьому, у людей з'являються нові місця відпочинку, а будівля набуває більш привабливого зовнішнього вигляду.

Галузь застосування зелених покрівель перш за все залежить від особливостей конструкцій будівлі і кліматичних умов. У більшості розвинутих країн на законодавчому рівні заохочується озеленіння покрівель.

Так, у Японії з 2001 року озелененню підлягають 20% покрівлі площею від 250 м<sup>2</sup> і 10% покрівлі площею більше 1000 м<sup>2</sup> (рис.2.2). У Швейцарії с 2002 року озелененню підлягає кожна плоска покрівля. Розпорядженням мера Лондона з 2007 року озеління покрівлі обов'язкове у всіх великих проєктах. В Канаді з 2009 року обов'язковому озеленінню підлягає кожна покрівля, площа якої перевищує 12000 м<sup>2</sup>. У США у одному лише Нью-Йорку нараховується десятки тисяч зелених покрівель (рис.2.4.). У Німеччині прийняті федеральні закони, які зобов'язують власників крупних офісних і торгових центрів проводити озеленіння дахів(рис. 2.5.).



Рисунок 2.2. Торговий центр Namba-Naka Nichome у м. Осака.



Рис.2.3. Школа мистецтв і дизайну у м. Сингапур



Рис.2.4. Будівля Чикагської мерії



Рис.2.5. Проект озеленіння міських дахів у Гамбурзі (до озеленіння і після озеленіння)



Згідно діючих норм [7] для проектування зеленої покрівлі можуть бути передбачені такі конструкції покриттів:

- плоске
- з ухилом менше 5°
- скатний дах з ухилом 5-15°.

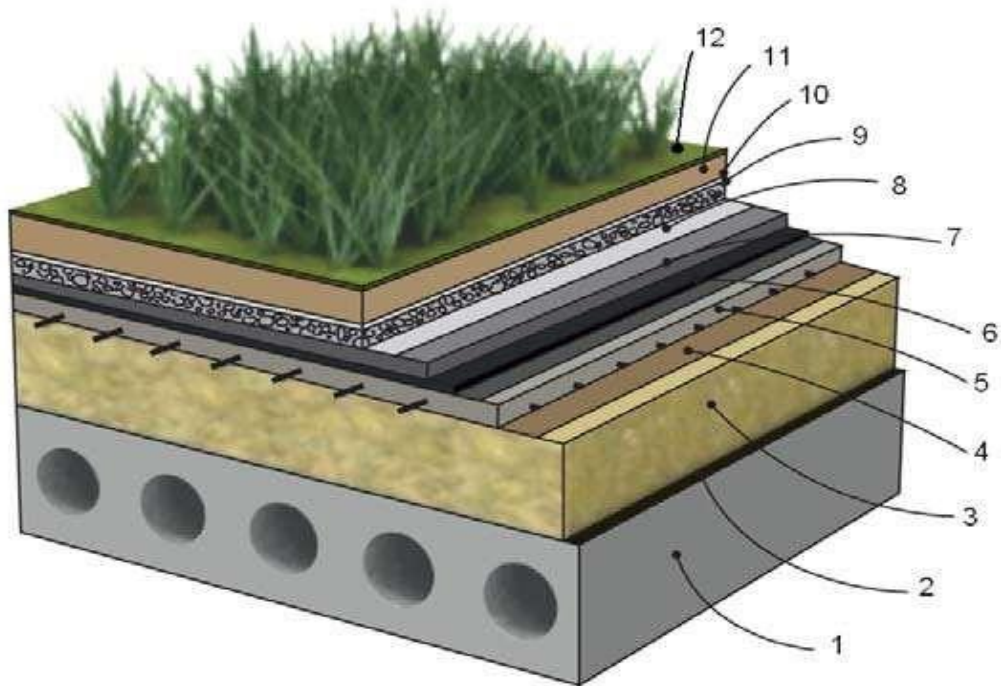


Рисунок 2.6. Схема конструкції зеленого даху:

1) несуча конструкція; 2) пароізоляція; 3) теплоізоляція; 4) водоізоляційний шар; 5) вирівнююча стяжка; 6)гідроізоляція; 7) мембрана; 8) геотекстиль; 9) гравій; 10) геотекстиль; 11) рослинний ґрунт; 12) озеленення.

На скатних дахах з ухилом більше 15° необхідні спеціальні рішення з закріплення рослинного ґрунту.

Типовий зелений дах – це багат шарова захисна конструкція, що складається із залізобетонної плити покриття, основного шару гідроізоляційного килима, теплоізоляції з екструдованих пінополістирольних плит, розділового шару з геотекстилю, дренажного і фільтруючого шарів, ґрунтового та рослинного шару (рис. 2.6).

Типи «зеленої» покрівлі. Розрізняють такі типи зелених покрівель:

- екстенсивна «зелена» покрівля,
- інтенсивна «зелена» покрівля.

Екстенсивна зелена покрівля призначена для тимчасового використання. Ходити по покрівлі можна тільки у відведених для цього місцях. Ґрунтова суміш складається з гравію, органічних речовин, керамзиту, торфу, піску і має товщину від 5 до 15 см. Рослини використовуються невибагливі, яким не страшні посухи і коливання температур, наприклад, такі як: седуми, сухостійкі рослини, лугові трави. Рослини інших видів висаджують в спеціальних ємностях або піддонах.

Навантаження від екстенсивної зеленої покрівлі в водонасиченому стані становить 80 - 100 кг/м<sup>2</sup>. Фактично, на такому даху створюється природний ландшафт, з рослинністю що практично повністю покриває поверхню ґрунту (чагарники, трави) висотою до 1,5 м.

Ухил покрівлі для екстенсивного озеленіння може становити до 35°. Система екстенсивного озеленіння покрівлі практично не вимагає догляду і є більш економічною у обслуговуванні. Після зростання зелена поверхня потребує найбільш простого догляду: її необхідно тільки стригти і очищувати від бур'янів.

Перевагами такої покрівлі є її низька вартість, відносно невелика вага і простота висадки рослин.

Екстенсивне озеленіння покрівлі – озеленіння експлуатованої ділянки поверхні, яке не вимагає великого навантаження на дах (від 165 кг/м<sup>2</sup> до 180 кг/м<sup>2</sup>).

Інтенсивна зелена покрівля (інверсійна) - це вид покрівлі, конструкція якої дозволяє облаштувати на покрівлі не тільки газон з рослин, але і цілий сад з чагарників і невеликих дерев і навіть з басейнами і фонтанами. Така складна екосистема, вимагає повноцінного догляду і поливу. Товщина ґрунтового шару становить від 0,2 до 0,6 м, що значно ускладнює конструкцію. Зазвичай інтенсивна зелена покрівля влаштовується на

комерційних і громадських об'єктах: бізнес-центри, готелі, ресторани, санаторії, лікарні і т.п. Значна товщина ґрунту і інших елементів інтенсивної зеленої покрівлі (басейни, фонтани, дерева і т.д.) істотно збільшує навантаження на несучі конструкції покриття будівлі. Тому, конструкцію інтенсивної зеленої покрівлі передбачають на стадії проектування об'єкту.

У випадку реконструкції об'єкту слід ретельно розрахувати допустиме навантаження від зеленої покрівлі, яку зможе витримати несуча конструкція будівлі.

Головна перевага інтенсивної покрівлі - можливість створення унікального дизайну на даху. Недолік інтенсивної покрівлі:

- проект зеленої покрівлі повинен бути розроблений ще на етапі проектування об'єкту будівництва

- догляд за інтенсивною зеленою покрівлею потребує її регулярного обслуговування.

Сучасні матеріали дозволяють виконувати якісне та швидке озеленіння дахів самостійно. В якості теплоізоляції використовують високоефективні матеріали (піноскло, пінополістирол, пінополіуретан). Для гідроізоляції застосовують спеціальні мембрани з захистом від проростання коренів. Дренаж з гравію дозволяє відвести надлишки вологи, у вигляді фільтра між ґрунтом і нижніми шарами застосовуються геотекстильні матеріали.

Напівінтенсивні зелені покрівлі. Напівінтенсивні зелені покрівлі не відносять до окремої категорії зелених покрівель, але вони потрапляють у проміжну категорію між екстенсивними та інтенсивними зеленими даховими системами. У випадку вибору такої покрівлі збільшуються витрати на обслуговування, на встановлення та збільшуються вага конструкції у порівнянні з екстенсивною поверхнею. Але, більш глибокий рівень основи субстрату дає більше можливостей для дизайну; можна висаджувати різні трави, багаторічні рослини та чагарники.

Основними перевагами озелених дахів є:

- пом'якшення ефекту «теплових островів» (heat island effect) за рахунок вирівнювання температури поверхонь;
- в літній час збільшення площі «зелених» дахів може істотно знизити середню температуру цілого міста;
- зменшення затрат на опалення будівлі в холодний період року за рахунок високого опору теплопередачі конструкції;
- будівлі з зеленим дахом наближаються до стандартів пасивного будинку;
- зменшення затрат на охолодження і кліматизацію будівель в теплий період року за рахунок збільшення маси конструкції, а також завдяки природному випаровуванню вологи;
- суттєве зменшення забрудненості повітря і збагачення його киснем, що, в свою чергу, підвищує комфортні умови проживання в місті і скорочує число алергічних і астматичних захворювань;
- підвищення акустичного комфорту за рахунок додаткового поглинання міського шуму, при цьому шар ґрунту поглинає переважно низькочастотний звук, а рослинний шар - високочастотний;
- зменшення кількості вологи, що потрапляє в зливну систему каналізації у вигляді атмосферних опадів; покриття з озеленінням очищують дощову воду, в тому числі і від важких металів.

Недоліком озелених покрівель можна вважати більшу вартість в порівнянні зі звичайною. Будівництво «зелених» покрівель істотно ускладнює конструкцію.

## 2.2. «ЗЕЛЕНІ» ФАСАДИ

Вертикальне озеленіння фасадів все частіше застосовують у великих містах, де будівлі зі скла, бетону, каменю і штучних матеріалів займають більшу частину міської забудови, і місць для зон екологічного комфорту практично не залишається.

Основою для вертикального озеленіння стають різні конструкції і технології.

Можна виділити такі види вертикального озеленіння фасадів за ступенем заповнення його площини:

- суцільне вертикальне озеленіння — «зелена» шкіра або «зелена» оболонка (рис.2.7.);
- часткове озеленіння- . «зелена» стіна, клаптикове, щілинне, ярусна декорація та ін. (рис.2.9.);
- модульне або комбінаторне (рис.2.8.).
- 



Рис.. 2.7. Суцільне озеленіння фасаду



Рис. 2.8. Модульне або комбінаторне озеленіння фасаду



Рис. 2.9. Клаптикове озеленіння фасаду

За технологією виконання розрізняють такі типи озеленіння фасадів

- повстяні кишені (гідропонні системи) - рослини не потребують ґрунту, тільки світло, воду та мінерали (рис. 2.9);



Рис. 2.9 Повстяні кишені (гідропонні системи)

- модульний субстрат (з використанням субстрату) - основою даної конструкції є використання фітомодулів, що кріпляться до металевої конструкції(рис. 2.10);



Рис. 2.10 Модульний субстрат

- змішана технологія полягає у використанні стандартних модулів з повсті, наповнених родючим субстратом, які фіксуються на металевому каркасі, що кріпиться до фасаду(рис. 2.11). Постачають модулі вже з рослинами, які висаджені в розрізи, що зроблені на зовнішніх вертикальних стінках повстяних контейнерів. В конструкцію каркаса також вмонтована розгалужена система трубок краплинного поливу.





Рис. 2.11. Змішана технологія

- контейнерна технологія (висадка рослин у горщики) (рис. 2.12). На стіні закріплюються ящики, в яких вирощують як в'юнкові, так і звичайні рослини. Контейнери для озеленіння виготовляють з металу, пластмаси, кераміки, дерева, бетону;
- вертикальне озеленіння (знизу вгору) - рослини висаджуються в ґрунт та горщики близько зовнішніх стін. Деякі з них не вимагають додаткових опор (як, наприклад, п'ятилистковий виноград), для інших потрібна додаткова опора - шпагат, дріт або зварні металеві сітки.. Опорою для рослин стає дах, де висаджують рослини згори вниз.

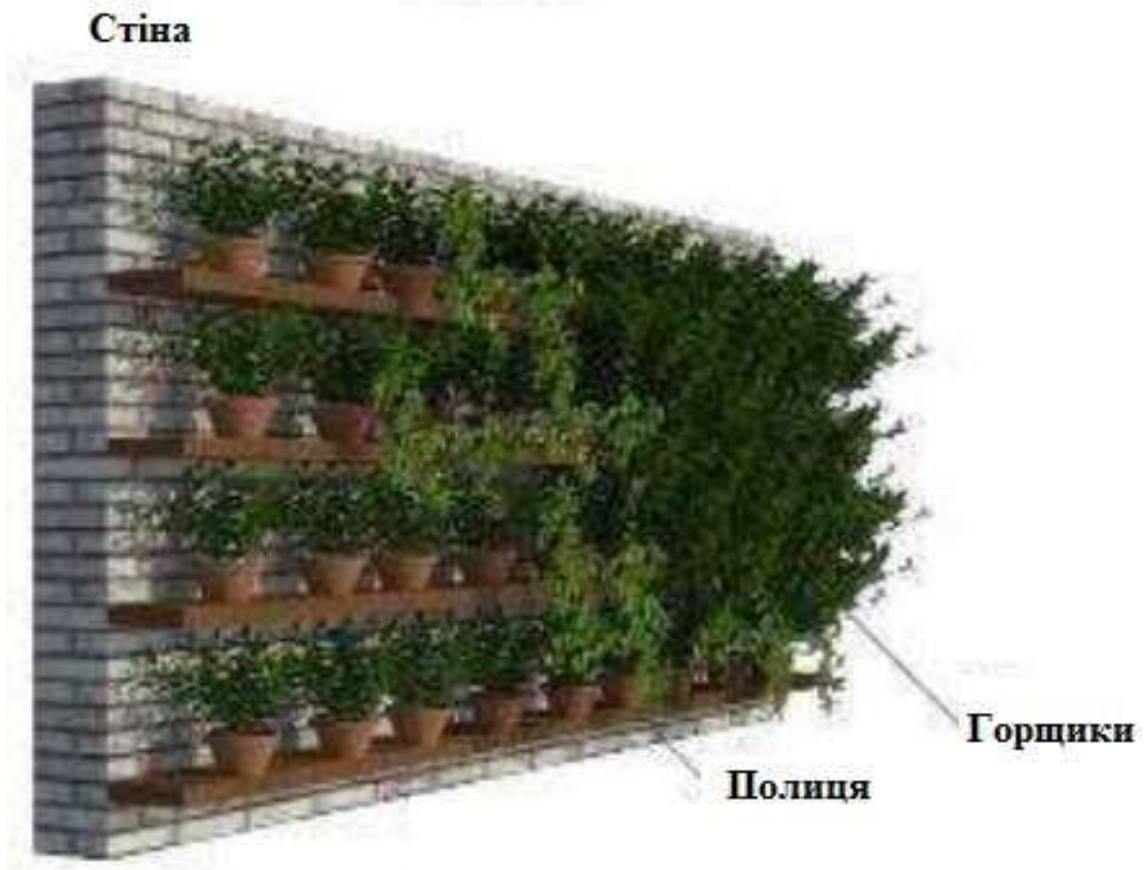


Рис. 2.12. Контейнерна технологія

- озеленіння стін за допомогою моху. Для даного озеленіння використовується певна субстанція, яка наноситься на стіну. У «міксері» змішується мох, кефір, вода, цукор до певної консистенції. Все це наноситься розпилювачем однорідним шаром на стіну. За цією ж схемою можна виконувати малюнки з моху на стіні.

Найбільш раціональними є повстяна та модульна системи. Вони дозволяють озеленяти великі площі фасадів і включати «зелені стіни» безпосередньо у інтер'єр будівель.

Повстяна (гідропонна) система була розроблена французом Патриком Бланком, засновником вертикального озеленіння, який і запатентував даний спосіб. Він прийшов до висновку, що багатьом рослинам взагалі не потрібен ґрунт - достатньо вертикальної підтримки. Так, до фасаду будівлі монтується металева рама з тонким настилом полімерної повсті з капілярною

структурою, через яку тече вода з розчиненими мінеральними добривами. Саме в нього висаджується насіння та рослини.

Однією з найважливіших переваг цього способу озеленіння будівель є відсутність традиційних для сучасних «висячих садів» лотків і горщиків із землею, які кріпляться вгорі на стінах. Вага вертикального саду зводиться до мінімуму.

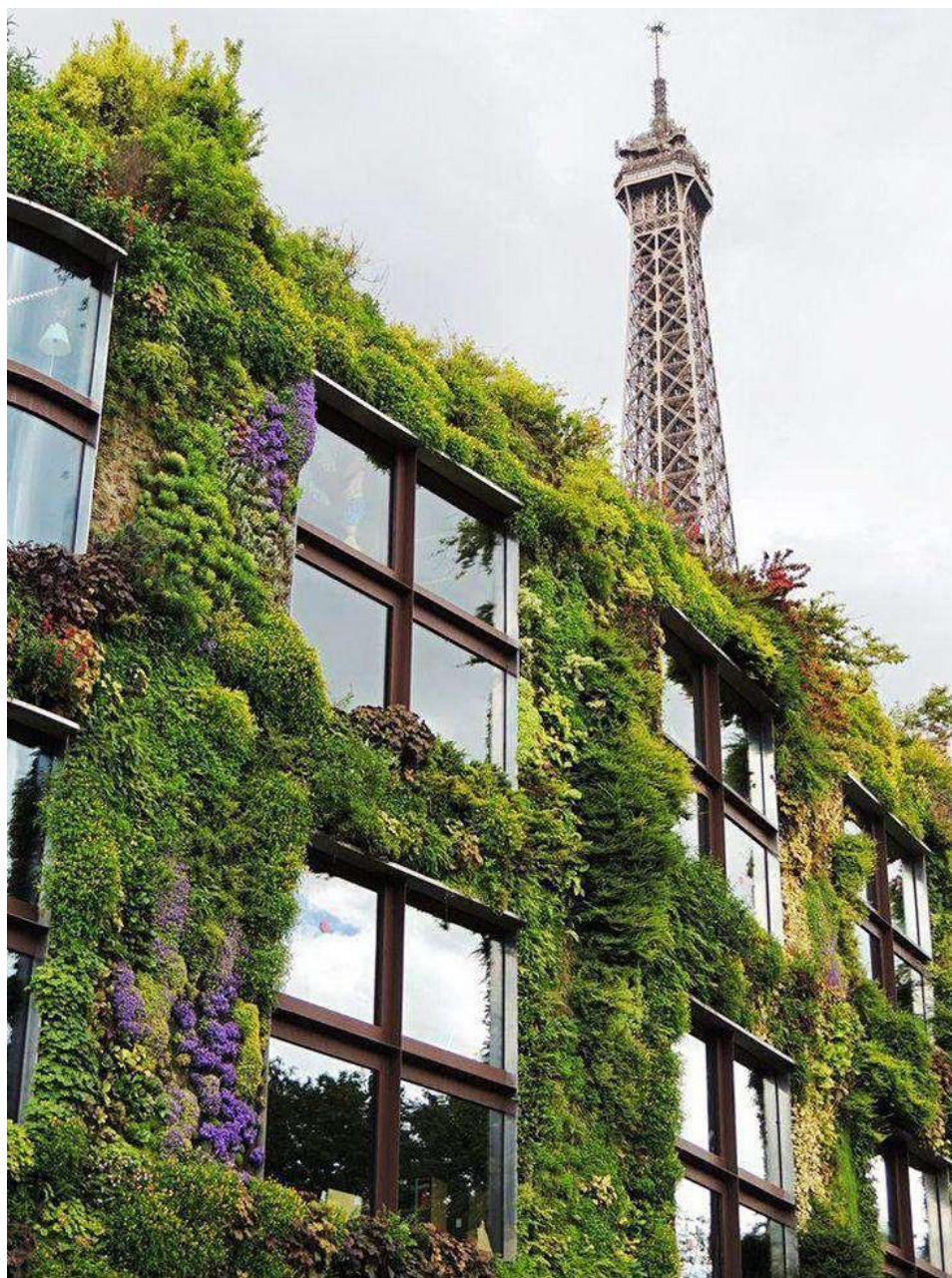


Рис. 2.13 Проект П. Бланка: зелена стіна Музею на набережній Бранлі, Париж (Франція).



Рис. 2.13. Проект П. Бланка: вертикальне озеленіння частини фасаду отеля поблизу від Гайд-Парку, Лондон (Великобританія)

Кожна з вищерозглянутих технологій має свої переваги та недоліки. Технології з використанням повсті забезпечують легкість конструкції, рослини вирощуються гідропонним шляхом. Недолік конструкції в тому, що рослинам потрібен час для того, щоб вкоренитися та прорости, отже від початку улаштування зеленої стіни до її використання може пройти кілька

місяців, а деякі стіни набувають гарного і презентабельного вигляду протягом цілого року.

Для ґрунтової зеленої стіни потрібні потужний каркас, додаткові розрахунки, та витрати на встановлення. До переваг можна віднести те, що при створенні ґрунтової стіни можлива установка модулів вже з пророщеними рослинами, і така стіна буде функціонувати відразу після монтажу.

Використання вертикального озеленіння фасадів допомагає регулювати тепловий режим внутрішніх приміщень будівель, дає можливість замаскувати зовні непривабливі споруди і створити оптимальні мікрокліматичні умови - знизити рівень шуму, силу вітру, підвищити вологість, створити затінювання, збагатити повітря киснем, поглинути шкідливі гази і пил. Окрім того, вертикальне озеленіння дає можливість отримати захоплюючий декоративний ефект та створює позитивний емоційний вплив на оточуючих.

## РОЗДІЛ 3. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИКЛАДАННЯ ТЕМИ «ЗЕЛЕНЕ БУДІВНИЦТВО» З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОННИХ ПРЕЗЕНТАЦІЙ

### 3.1. Основні положення та дидактичні вимоги використання дидактичних електронних презентацій

Одна з перспективних інформаційних технологій - мультимедійні презентації, які дозволяють одночасно задіяти графічну, текстову, аудіо (звукову) та візуальну інформацію і донести її до споживача у формі, що найбільш наочна та легко сприймається.

Мультимедіа (від лат. *multum* (багато) + *medium* (середовище)) - інтеграція різних форм представлення інформації (текст, графіка, звук, відео, анімація) та її обробки в єдиному файлі. Науковці визначають «мультимедіа» як: 1) комп'ютерну технологію, яка дозволяє гнучко керувати потоками різноманітної інформації; 2) як програмні і комп'ютерні засоби, які використовують цю технологію.

Отже, мультимедіа – це взаємодія візуальних і аудіо ефектів під управлінням інтерактивного програмного забезпечення.

Технологія мультимедійного навчання була розроблена Р. Мейєром, який довів, що оптимальне навчання відбувається тільки в тому випадку, коли синхронно задіяні і слухові і зорові канали сприйняття інформації.

Під мультимедіа *розуміємо сучасну комп'ютерну інформаційну технологію, що передбачає інтеграцію в комп'ютерній системі інформації в різних формах (текст, звук, відео, графічне зображення, анімацію (мультиплікацію) і використання її у вигляді інтерактивного діалогу викладача та здобувачів освіти.*

Широке застосування мультимедійних технологій здатне підвищити ефективність методів та форм організації освітнього процесу здобувачів освіти.

Серед різноманітних мультимедійних засобів, які можна використати для викладання навчальних дисциплін, є презентація як засіб унаочнення теоретичного матеріалу на лекційних, практичних та лабораторних заняттях та у процесі їх самостійної підготовки

Під терміном презентація (від англ. presentation – представлення, показ) розуміють представлення чогось нового, недавно створеного, ще невідомого аудиторії (наприклад нового товару, продукту, проєкту тощо).

Використання мультимедійних технологій у освітньому процесі забезпечує гармонійне поєднання можливостей новітніх інформаційно-комп'ютерних технологій у поданні навчального матеріалу з безпосереднім спілкуванням викладача зі студентською аудиторією.

Серед основних переваг мультимедійних презентацій дослідники визначають наступні:

- 1) інформаційна ємність (у одній презентації можна розмістити великий обсяг графічної, текстової, звукової інформації);
- 2) компактність (можливість ефектно поєднувати звукові та візуальні образи, добирати домінуючі кольори, що створюють у аудиторії позитивне емоційне ставлення до інформації);
- 3) наочність (візуалізація абстрактної інформації);
- 4) мобільність (презентація може демонструватися в різних умовах);
- 5) інтерактивність (можливість безпосередньо керувати демонстрацією презентації);
- 6) універсальність і багатофункціональність (розроблена презентація може згодом бути використана в інших умовах та з іншою метою).
- 7) багатофункціональність засобів відтворення
- 8) можливість застосування для самоосвіти й дистанційного навчання.

Найбільш поширеними програмами у закладах освіти для створення і перегляду презентацій є програма Microsoft Power Point, яка входить до складу пакету Microsoft Office. В якості інформаційного наповнення

презентації Power Point можуть бути використані різні види інформації (текстова, аудіо, графічна, анімація, відео та ін.).

Презентація, створена за допомогою Power Point – це набір слайдів, що зберігаються у файлі спеціального формату. Слайд може містити текст, графічні об'єкти (фотографії, таблиці, рисунки, діаграми, відеозаписи), звук, анімацію), елементи керування (кнопки, гіперпосилання). Презентацію Power Point можна демонструвати на екрані монітора або інтерактивної дошки.

Мультимедійні засоби навчання, що використовуються в освітньому процесі, повинні відповідати системі ряду дидактичних та методичних вимог.

До дидактичних вимог відносять:

1. адаптивність до індивідуальних можливостей здобувача освіти;
2. інтерактивність навчання;
3. реалізація можливостей комп'ютерної візуалізації навчальної інформації;
4. інтелектуальний розвиток здобувачів освіти;
5. системність і функціональна зв'язаність подання дидактичного матеріалу.

З дидактичними вимогами тісно пов'язані і методичні вимоги, які враховують своєрідність і специфіку відповідної науки, її понятійний апарат, специфіку конкретної навчальної дисципліни,

Аналіз літератури та педагогічної досвіду дозволяють виділити декілька основних аспектів застосування мультимедійних презентацій у навчальному процесі при проведенні різних видів занять .

У процесі читання лекції лектор, маючи обмеження в часі, викладає основні поняття дисципліни і дає вказівки та пояснення здобувачам освіти за змістом самостійно вивченого матеріалу. В цих умовах для підвищення якості і ефективності навчання збільшується значення візуалізації навчальної інформації. Мультимедійні лекції можна використовувати для викладання практично всіх курсів. Якість і ступінь засвоєння навчального матеріалу, а



також вплив на активізацію пізнавальної діяльності, як показує практика і проведені дослідження, істотно зростає [18].

Активація емоційного впливу на лекції із застосуванням мультимедійних засобів навчання пов'язана з тим, що:

1. навчальне середовище поєднується з наочним представленням інформації в кольорі (дослідженнями психологів доведено, що запам'ятовування кольорової фотографії майже в два рази вище ніж чорно-білої);

2. використання анімації є одним із ефективних засобів привернення уваги і стимулювання емоційного сприйняття інформації;

3. наочне представлення інформації у вигляді фотографій, відеофрагментів змодельованих процесів має більш сильну емоційну дію на людину, ніж традиційні, оскільки сприяє покращенню розуміння і запам'ятовування процесів (явищ), які демонструються на екрані.

Основні принципи розробки дидактичних мультимедійних презентацій:

1. Оптимальний обсяг (залежно від мети презентації, від передбачуваного способу її використання, а також від контингенту слухачів (їх віку, підготовки і т.п.);

2. Доступність (значення всіх нових термінів повинно бути роз'яснено)

3. Науковість (необхідна побудова всіх положень, визначень і висновків на виключно науковій основі);

3. Врахування особливостей сприйняття інформації з екрана (в презентаціях бажано звести текстову інформацію до мінімуму, замінивши її схемами, діаграмами, малюнками, фотографіями, анімацією, відеофрагментами);

4. Естетичність (важливу роль в позитивному сприйнятті презентації грають гармонійні колірні поєднання, витриманість стилю і художня естетичність в оформленні слайдів);

5. Динамічність (необхідно підібрати оптимальний для сприйняття темп зміни слайдів, анімаційних ефектів).

Створюючи презентацію із застосуванням мультимедіа, керуються певними критеріями відбору інформації:

1. слайди презентації повинні містити тільки основні моменти заняття (основні поняття та визначення, схеми, рисунки, анімаційні та відео фрагменти, що відображають сутність вивчаємих процесів або явищ);
2. при відборі матеріалу уникати дрібних деталей;
3. уникати великих текстових фрагментів;
4. виділяти в текстах найбільш важливі моменти;
5. не заповнювати слайди великою кількістю інформації;
6. не перенавантажувати слайди різними спецефектами, інакше увага слухачів буде зосереджена саме на них;
7. кількість слайдів презентації не має бути дуже великою, оскільки це розсіює увагу і втомлює слухачів;
8. на рівень сприйняття матеріалу великий вплив має кольорова гама слайда. На одному слайді рекомендується використовувати не більше трьох кольорів: один для фону, один для заголовків, один для тексту.
9. необхідно чітко розрахувати час на показ презентації, щоб вона була доповненням до лекції, а не навпаки.

Дотримання вищерозглянутих принципів розробки використання мультимедійних презентацій та критеріїв відбору інформації дозволяє істотно підвищити ефективність освітнього процесу.

Проте, поряд з очевидними перевагами мультимедійних технологій існують проблемні питання їх використання:

- створення мультимедійних презентацій вимагає знань і навичок роботи з спеціальним програмним забезпеченням і значних часових затрат;
- надмірні об'єми інформації та зловживання спецефектами, можуть відволікати увагу здобувачів в процесі навчання;
- рівень інтерактивної взаємодії користувачів з мультимедійною програмою залишається ще дуже далеким від рівня спілкування між людьми.

Отже, мультимедійна презентація – лише допоміжний засіб навчання, провідну роль відіграє сам викладач, який і є організатором ефективної, змістовної та результативної діяльності здобувачів освіти..

### **3.2. Методичне забезпечення викладання теми «Зелене» будівництво»**

Застосування навчально-методичного забезпечення теми «Зелене» будівництво» з використанням мультимедійних презентацій, є дидактично ефективним, оскільки дозволяє:

- оптимізувати і ефективно використати час заняття;
- одночасно задіяти різні канали сприйняття інформації. Якщо здобувач освіти під час проведення занять сприймає яскраві емоційні образи у вигляді рисунків, відео, фото-, анімаційних зображень, а також занотовує, частка інформації відтвореної через деякий час, сягає до 80%;
- підвищити інформативність заняття – кількість інформації, подана на слайдах, значно перевищує обсяг матеріалу, який викладач може відобразити на дошці;
- підвищити наочність інформації та зробити навчальний матеріал теми переконливим за рахунок використання різних форм його представлення: текст, креслення, рисунки, фото, таблиці, відеофрагменти тощо);
- полегшити процес сприйняття і запам'ятовування навчальної інформації через використання яскравих та привабливих образів;
- здійснити психологічне розвантаження та підвищити увагу аудиторії в період її зниження (25-30 хвилин після початку заняття та останні хвилини заняття) за рахунок естетичного оформлення слайдів та/або доцільно застосованих анімаційних і звукових ефектів;

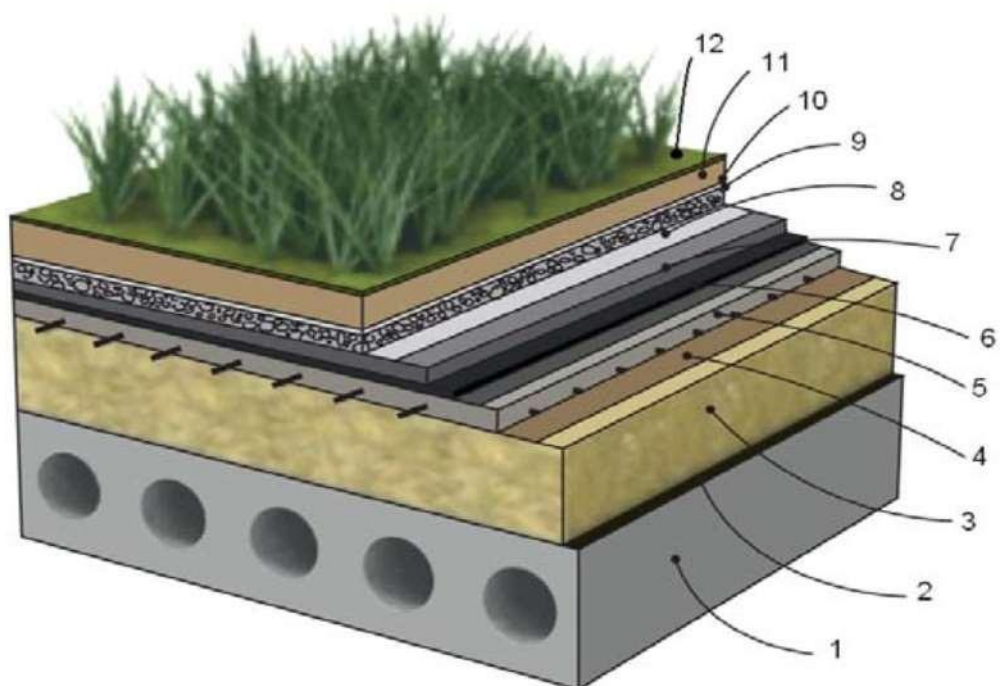
- підвищити рівень доступності і сприйняття інформації;
- здійснити повторення (перегляд, коротке відтворення) найбільш складних питань заняття;
- стимулювати мотивацію навчання через використання новітніх, цікавих здобувачам освіти технологій;
- тримати зв'язок з аудиторією – завдання на слайдах дозволяють швидко і якісно перевірити рівень сприйняття, розуміння і засвоєння навчального матеріалу, а також здійснити необхідні пояснення і уточнення;
- підвищити динамічність, переконливість, емоційність і яскравість викладення навчального матеріалу;
- створити комфортні умови роботи на занятті викладача і здобувачів

Для розробки дидактичної електронної презентації теми «Зелене будівництво» було використано такий алгоритм дій:

1. визначено тему, мету і тип заняття;
2. складено структуру заняття, намічено завдання і етапи для їх досягнення;
3. визначити етапи, на яких необхідно застосувати засоби мультимедіа;
4. відібрані матеріали оцінити за часовими витратами (тривалість їх викладання не повинна перевищувати допустимих норм);
5. скласти і розробити сценарій презентації із наявного дидактичного матеріалу;
6. виконати апробацію розробленої презентації.

Основні переваги використання мультимедійної презентації PowerPoint при викладанні теми «Зелене будівництво» :

1. Можливість показати складні конструкції і системи відтворення яких під час заняття є важким або трудомістким.



2. Можливість візуалізації тривимірних об'єктів – конструкцій та їх деталей;



3. Використання цікавих та емоційно захоплюючих фотографій зелених будівель



4. Спрощення процесу демонстрації представлення дидактичного матеріалу (креслення, схем, рисунків або таблиць).

Тип	Характеристика	Головні критерії
<b>LEED</b>	Система сертифікації будівель за енергоефективними та екологічними стандартами: Certified (40-49 балів) Silver (50-59 балів) Gold (60-79 балів) Platinum (80 і більше балів)	-екологічний розвиток об'єктів; - ефективне управління водними ресурсами; - енергія та атмосфера; - матеріали та ресурси; - якість середовища всередині приміщення; - інновації в дизайні; - регіональні пріоритети
<b>BREEAM</b>	Метод екологічної оцінки будівель: Acceptable (10-25%) Pass (25-40%) Good (40-55%) Very good (55-70%) Excellent (70-85%) Outstanding (більше 85%)	- енергоефективність; - споживання енергії та води; - внутрішнє середовище; - забруднення; - транспорт; - матеріали; - відходи; -екологічний та управлінський процеси

5. Функції переходів слайдів надають можливість безпосередньо під час роботи з аудиторією вибирати індивідуальний темп і сценарій заняття.
6. Картинки, фотографії, графічні елементи дозволяють прослідкувати хід логіки викладання матеріалу.

Типи «зелених» покрівель залежно від товщини ґрунту та конструкції:

інтенсивна зелена покрівля



екстенсивна зелена покрівля

Озеленіння за ступенем заповнення площини фасаду



Суцільне озеленіння



Модульне озеленіння

Наведемо приклад розробленого нами заняття з теми ««Зелене» будівництво» з використанням електронних презентацій



**Мета заняття:** Сформувати у здобувачів освіти теоретичні знання «Зеленого будівництва» та його ролі у вирішенні проблем збереження навколишнього середовища

**Завдання заняття:**

1. Розглянути «Зелене будівництво» як теорію та вид практичної діяльності.
2. Проаналізувати основні принципи, стандарти та розвиток «зеленого» будівництва.
3. З'ясувати технологічні рішення зелених покрівель і фасадів будівель та їх складові компоненти.



Слайд 1. Головна сторінка презентації теми «Зелене будівництво»

**1. Вивчення нового матеріалу.**

**«ЗЕЛЕНЕ» БУДІВНИЦТВО І ЙОГО РОЛЬ У ЗНИЖЕННІ ВУГЛЕЦЕВОГО ВИКИДУ.**

Поняття зеленого будівництва виникло у 1970-х роках у відповідь на енергетичну кризу і зростаючу стурбованість населення погіршенням стану

навколишнього середовища. Її конкретне втілення – це використання поновлюваних джерел енергії та «зелене» будівництво..

Будівлі споживають 40% енергії (більше ніж промисловість або транспорт), 12% питної води та відповідають за 40% глобальних викидів парникових газів і 40% відходів на сміттєзвалищах.. І що вкрай важливо: 80% викидів парникових газів будівлями припадає на період їхньої експлуатації.

## Вступ

Будівлі споживають 40% енергії (більше ніж промисловість або транспорт), та відповідають за 40% відходів на сміттєзвалищах 40% глобальних викидів парникових газів.



Слайд 2. Вступ

Зелене будівництво (green buildings) - це практика будівництва і експлуатації будівель, метою якої є зниження рівня споживання енергетичних і матеріальних ресурсів упродовж усього життєвого циклу будівлі, збереження або підвищення якості будівель і комфорту їх внутрішнього середовища.

## Вступ

Концепція зеленого будівництва виникла у 1970-х роках у відповідь на енергетичну кризу і зростаючу стурбованість населення погіршенням стану навколишнього середовища.

Зелене будівництво (green buildings) - це практика будівництва і експлуатації будівель, метою якої є зниження рівня споживання енергетичних і матеріальних ресурсів упродовж усього життєвого циклу будівлі, збереження або підвищення якості будівель і комфорту їх внутрішнього середовища.

### Слайд 3. Вступ

Головними завданнями зеленого будівництва є:

- підвищення ефективності використання природних та відновлювальних ресурсів;
- зменшення викиду в атмосферу газів, що є причиною утворення парникового ефекту;
- збільшення частки відновлювальних джерел енергії завдяки впровадженню їх у технологічний процес та використанні в експлуатації та обслуговуванні житлових зелених будівель;
- зменшення негативного впливу (за увесь життєвий цикл будівлі) на здоров'я людини під час перебування в житловому будинку, завдяки застосуванню новітніх, енергозберігаючих, природних та безпечних матеріалів;
- зниження експлуатаційних витрат.

## Завдання зеленого будівництва

- підвищення ефективності використання природних та відновлювальних ресурсів (сонця, вітру, води);
- зменшення викиду в атмосферу газів, що є причиною утворення парникового ефекту;
- збільшення частки відновлювальних джерел енергії у процесі зведення, експлуатації та обслуговуванні житлових зелених будівель;
- зменшення негативного впливу на здоров'я людини під час перебування в житловому будинку, завдяки застосуванню новітніх, енергозберігаючих, природних та безпечних матеріалів;
- зниження експлуатаційних витрат

### Слайд 4. Завдання «зеленого будівництва»

Зелені будівлі мають низку важливих переваг над традиційними будівлями:

Екологічні вигоди:

- менше споживання енергії, води та інших природних ресурсів;
- менший негативний вплив на довкілля впродовж життєвого циклу включно із забрудненням повітря й води та продукуванням відходів;
- пом'якшення впливу на клімат.

Економічні вигоди:

- нижча вартість експлуатації внаслідок значного зменшення потреби в опаленні/охолодженні;
- більша прибутковість активів за рахунок вищої орендної плати;
- вища ринкова ціна і кращі продажі, що працює як на марку забудовника, так і прогресивний образ власника або користувача;
- краща захищеність від ризиків, пов'язаних зі зростанням вартості комунальних послуг, можливими збоями із постачанням енергії, необхідністю чергової модернізації тощо;

- вища продуктивність праці за рахунок покращення умов праці внаслідок зниження синдрому нездорових будівель;
- приваблення молодих і креативних фахівців і працівників;
- створення нових, зелених робочих місць.

## Екологічні вигоди зелених будівель

- менше споживання енергії, води та інших природних ресурсів;
- менший негативний вплив на довкілля впродовж всього життєвого циклу будівлі (зведення, експлуатація, реновація, знесення) із забрудненням повітря і води та відходів від утилізації;
- пом'якшення впливу на клімат і людське здоров'я.

Слайд 5. Екологічні вигоди «зелених» будівель

## Економічні вигоди зелених будівель

- нижча вартість експлуатації (споживають в 5-6 разів менше ресурсів для обігріву/охолодження 1м<sup>2</sup> площі) ;
- більша прибутковість за рахунок вищої орендної плати;
- вища ринкова вартість і ринковий попит, що працює як на імідж забудовника, так і власника або користувача;
- краща захищеність від ризиків, пов'язаних зі зростанням вартості комунальних послуг, можливими проблемами з постачанням енергії, необхідністю чергової модернізації тощо;
- вища продуктивність праці;
- створення нових зелених робочих місць, приваблення молодих і креативних працівників.

Слайд 6. Економічні вигоди «зелених» будівель

### Соціальні вигоди:

- менша захворюваність захворювань алергією, астмою мешканців житлових будинків завдяки тепловому комфорту і високій якості повітря в приміщенні;
- кращі умови і вища продуктивність праці працівників, які перебувають у приміщеннях
- задоволення користувачів від вищої якості життя.

## Соціальні вигоди зелених будівель

- менша захворюваність мешканців будинку і працівників завдяки тепловому комфорту і високій якості повітря в приміщенні;
- менша захворюваність алергією, астмою мешканців житлових будинків завдяки тепловому комфорту і високій якості повітря в приміщенні;
- кращі умови праці працівників, які перебувають у приміщеннях;
- задоволення користувачів від вищої якості життя.

### Слайд 7. Соціальні вигоди «зелених» будівель

Стандарти зеленого будівництва і методи екологічної оцінки нерухомості активно розробляються вченими і практиками по всьому світу.

«Зелена» сертифікація є гарантією забезпечення безпеки для довкілля, безпеки та комфорту для користувачів будівель, використання якісних будівельних матеріалів, а також скорочення експлуатаційних витрат за рахунок високої енергоефективності та ощадного використання ресурсів

Впровадження зелених стандартів відіграє важливу роль у процесі переходу до будівництва в умовах сталого розвитку. Вони покликані поліпшувати якість життя суспільства і стан довкілля через зоохочення

будівельного бізнесу до перегляду звичного орієнтування виключно на отримання прибутку, перенесення акценту на аспекти розумного використання ресурсів та підвищення привабливості будівель за рахунок інноваційних технологій, зменшення експлуатаційних витрат та підвищення комфорту й безпеки користувачів.

На сьогодні частка зелених будівель в загальному числі новобудов в державах Євросоюзу досягає вже 20% і кількість таких будинків у технологічно розвинених країнах постійно зростає.

## Стандарти зеленого будівництва

- Стандарти зеленого будівництва активно розробляються вченими та практиками по всьому світу, а також закладені в основу добровільної сертифікації. Найбільш відомими системами сертифікації є BREEAM (Великобританія), LEED (США), DGNB/BNB (Німеччина); HQE (Франція).
- Розробка і впровадження стандартів «зеленого» будівництва стимулює розвиток бізнесу, інноваційних технологій і економіки, поліпшує якість життя суспільства і стан навколишнього середовища.
- Міжнародний стандарт екологічного будівництва BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) – є найбільш популярним в Європі методом оцінки якості та екологічності об'єктів будівництва. За тридцять років існування стандарту більш ніж 550 000 будівель отримали відповідні сертифікати.

### Слайд 8. Стандарти зеленого будівництва

"Зелені" сертифікати BREEAM мають Торгівельний центр Forum Lviv (Львів) і бізнес-центр Astarta (Київ) та бізнес-парк «Оптіма Плаза» у Львові. Варто також зазначити, що і житловий комплекс DIADANS, де були впроваджені найкращі доступні технологічні рішення, отримав зелений» сертифікат BREEAM.

## Зелені будівлі України



Бізнес-центр «Astarta» у Києві

Бізнес-парк «Оптіма-плаза»  
у Львові



## Зелені будівлі України



Житловий комплекс DIADANS

Слайди 9,10. Зелені будівлі України



## ПОКРІВЛІ І ФАСАДИ ЗЕЛЕНИХ БУДІВЕЛЬ

«Зелена» покрівля («зелений» дах (green roof) - це складний багатошаровий килим, на верхньому шарі якого є зелені насадження. Таким чином, конструкція виконує не тільки захисні функції, але і дозволяє додатково ефективно використовувати відкриті площі, а саме - створювати на них парки, газони, зони для пікніків та інші мальовничі ландшафти.

У Скандинавських країнах (Норвегія, Швеція, Данія) ще за часів вікінгів утеплювали будинки, покриваючи скатні покрівлі дерном. На дахах виростали лугові рослини, а на деяких росли і дерева.



У Скандинавських країнах (Норвегія, Швеція, Данія) ще за часів вікінгів утеплювали будинки, покриваючи скатні покрівлі дерном.

Слайд 11. Зелені покрівлі

У більшості розвинутих країн на законодавчому рівні заохочується озеленіння покрівель.

## Зелені покрівлі



Торговий центр Namba-Naka Nichome  
у м. Осака



Школа мистецтв і дизайну  
у м. Сингапур

Слайд 14. Зелені покрівлі

## Зелені покрівлі



Зелені покрівлі Нью-Йорку



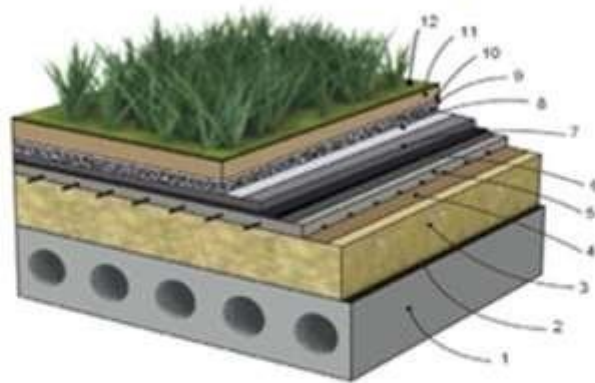
Будівля Чикагської мерії

Слайд 15. Зелені покрівлі

Типовий зелений дах – це багатошарова захисна конструкція, що складається із залізобетонної плити покриття, основного шару гідроізоляційного килима, теплоізоляції з екструдованих пінополістирольних плит, розділового шару з геотекстилю, дренажного і фільтруючого шарів, ґрунтового та рослинного шару.

## Зелені покрівлі

### Конструкції зеленої покрівлі



1) несуча конструкція; 2) пароізоляція; 3) теплоізоляція; 4) водоізоляційний шар; 5) вирівнююча стяжка; 6) гідроізоляція; 7) мембрана; 8) геотекстиль; 9) гравій; 10) геотекстиль; 11) рослинний ґрунт; 12) озеленення.

### Слайд 16. Конструкція зеленої покрівлі

Типи конструкції зеленої покрівлі будинку:

- екстенсивна «зелена» покрівля
- інтенсивна «зелена» покрівля.

Екстенсивна зелена покрівля призначена для тимчасового використання і фактично не призначений для ходіння по ній. Ґрунтова суміш складається з гравію, органічних речовин, керамзиту, торфу, піску і має товщину від 5 до 15 см. Рослини використовуються невибагливі, яким не страшні посухи і коливання температур, наприклад, такі як: седуми, сухостійкі рослини і лугові трави.

Навантаження від екстенсивної зеленої покрівлі в водонасиченому стані становить 80 - 100 кг/м<sup>2</sup>. Фактично, на такому даху створюється природний ландшафт, з рослинністю висотою до 1,5 м.



Слайд 17. Типи зелених покрівель

Система екстенсивного озеленіння покрівлі практично не вимагає догляду і є більш економічною у обслуговуванні.

Екстенсивне озеленіння покрівлі – озеленіння експлуатованої ділянки поверхні, яке не вимагає великого навантаження на дах (від 165 кг/м<sup>2</sup> до 180 кг/м<sup>2</sup>). Перевагами такої покрівлі є її низька вартість, відносно невелика вага і простота висадки рослин.

Інтенсивна зелена покрівля (інверсійна) - це вид покрівлі, конструкція якої дозволяє облаштувати на покрівлі не тільки газон з найрізноманітніших рослин, але і цілий сад з чагарників і невеликих дерев. Така більш складна екосистема, вимагає повноцінного догляду і поливу. Товщина ґрунтового шару становить від 0,2 до 0,6 м, що значно ускладнює конструкцію. Зазвичай інтенсивна зелена покрівля влаштовується на комерційних і громадських об'єктах: бізнес-центри, готелі, ресторани, санаторії, лікарні і

т.п. Значна товщина ґрунту і інших елементів інтенсивної зеленої покрівлі (басейни, фонтани, дерева і т.д.) істотно збільшує навантаження на несучі конструкції покриття будівлі. Тому, конструкцію інтенсивної зеленої покрівлі передбачають на стадії проектування новобудови. У випадку реконструкції слід ретельно розрахувати допустиме навантаження від зеленої покрівлі, яку зможе витримати несуча конструкція будівлі.

Головна перевага інтенсивної покрівлі - можливість створення унікального дизайну на даху, але є певні недоліки - догляд за інтенсивною зеленою покрівлею потребує її регулярного обслуговування.

Основними перевагами зелених дахів є:

- пом'якшення ефекту «теплових островів» за рахунок вирівнювання температури поверхонь;
- в літній час збільшення площі «зелених» дахів може істотно знизити середню температуру цілого міста;
- зменшення затрат на опалення будівлі в холодний період року за рахунок високого опору теплопередачі конструкції;
- будівлі з зеленим дахом наближаються до стандартів пасивного будинку;
- зменшення затрат на охолодження і кліматизацію будівель в теплий період року за рахунок збільшення маси конструкції, а також завдяки природному випаровуванню вологи;
- суттєве зменшення забрудненості повітря і збагачення його киснем, що, в свою чергу, підвищує комфортні умови проживання в місті і скорочує число алергічних і астматичних захворювань;
- підвищення акустичного комфорту за рахунок додаткового поглинання міського шуму, при цьому шар ґрунту поглинає переважно низькочастотний звук, а рослинний шар - високочастотний;
- зменшення кількості вологи, що потрапляє в зливну систему каналізації у вигляді атмосферних опадів; покриття з озеленінням очищують дощову воду, в тому числі і від важких металів.

## Зелені покрівлі

Основними перевагами озелених дахів є:

- пом'якшення ефекту «теплових островів» за рахунок вирівнювання температури поверхонь;
- в літній час збільшення площі «зелених» дахів може істотно знизити середню температуру цілого міста;
- зменшення затрат на опалення будівлі за рахунок високого опору теплопередачі конструкції;
- зменшення затрат на охолодження і кліматизацію будівель в теплий період року;
- суттєве зменшення забрудненості повітря і збагачення його киснем, що, підвищує комфортні умови проживання в місті;
- підвищення акустичного комфорту за рахунок додаткового поглинання міського шуму;
- зменшення кількості вологи, що потрапляє в зливну систему каналізації; покриття з озелененням очищують дощову воду, в тому числі і від важких металів.

### Слайд 18. Переваги зелених покрівель

Зелені фасади застосовують у великих містах, де будівлі зі скла, бетону, каменю і штучних матеріалів займають більшу частину міської забудови, і місць для зон екологічного комфорту практично не залишається.

Основою для вертикального озеленіння стають різні конструкції і технології.

Види вертикального озеленіння фасадів за ступенем заповнення площини:

- суцільне вертикальне озеленіння — «зелена» шкіра або «зелена» оболонка;
- часткове озеленіння- . «зелена» стіна, клаптикове, щілинне, ярусна декорація та ін.;
- модульне або комбінаторне.

## Зелені фасади

Озеленіння за ступенем заповнення площини фасаду



Суцільне озеленіння



Модульне озеленіння

## Зелені фасади

Озеленіння за ступенем заповнення площини фасаду



Часткове (кляптикове) озеленіння

Слайди 19,20. Види вертикального озеленіння фасадів

Вертикального озеленіння фасадів допомагає регулювати тепловий режим внутрішніх приміщень будівель, дає можливість замаскувати зовні непривабливі споруди і створити оптимальні мікрокліматичні умови - знизити рівень шуму, силу вітру, підвищити вологість, створити тінь, збагатити повітря киснем, поглинути шкідливі гази і пил. Окрім того, вертикальне озеленіння дає можливість отримати приголомшливий декоративний ефект та створює позитивний емоційний вплив на оточуючих.

## Висновки

«Зелене» будівництво має ряд переваг, серед яких не тільки переваги для навколишнього середовища, переваги для суспільства, економічні, екологічні вигоди, маркетингові переваги об'єктів сертифікації, але і переваги для кожного з учасників процесу «зеленого» будівництва.

Розробка і впровадження стандартів «зеленого» будівництва стимулює розвиток бізнесу, інноваційних технологій і економіки, поліпшує якість життя суспільства і стан навколишнього середовища. Вони є інструментом розумної економіки - зберігають гроші на всіх етапах і сприяють інтеграції в світовий рух, є ключем до зарубіжних інвестицій і визнання на світовому рівні.

Зелені будівлі споживають в 5-6 разів менше ресурсів для обігріву 1м<sup>2</sup> і, за оцінками експертів, впровадження заходів щодо озеленення існуючих та створення зелених споруд може знизити в цілому по Європі показники споживання енергії на 6%, а викидів CO<sup>2</sup> – на 5% вже в середньостроковій перспективі

Слайд 21. Висновки

### Контрольні питання до заняття:

1. Які причини призвели до поширення концепції зеленого будівництва?:
2. Яка мета зеленого будівництва?
3. Які головні завдання зеленого будівництва?
4. Які екологічні та соціальні вигоди від зеленого будівництва?
5. Які економічні вигоди від зеленого будівництва?



5. Порівняйте між собою системи сертифікації будівель REEAM і LEED. Яка, на Ваш погляд, найбільше підходить для екологічної оцінки будівель в Україні і чому?
6. Який склад конструкції зеленого даху?
7. Які переваги і недоліки інтенсивної покрівлі?
8. Які переваги і недоліки екстенсивної покрівлі?
9. Де використовують інтенсивні покрівлі?
10. У чому полягають переваги озеленених дахів?
11. Які є види вертикального озеленіння фасадів
12. У чому полягають переваги озеленених озеленіння фасадів?

### **Література:**

#### **Література для здобувачів освіти:**

1. Білявський Г.О. та ін.. Основи екології: Підручник. – 3-тє вид. – К.: Либідь, 2006. – 408с.

#### **Література для викладача:**

1. Написання методичних розробок. Методичні рекомендації // Професійно-технічна освіта: інноваційний досвід, перспективи. Науково-методичний збірник. – Випуск 2. –2006. –С.101-114.
2. Ракута В. М. Microsoft Office PowerPoint 2007 (2010) для педагогічних працівників: навчальний посібник. – Чернігів: ЧОППО ім. К. Д. Ушинського, 2013. – 43с.

## ВИСНОВКИ

1. На сьогодні будівництво є одним з найбільшим споживачем ресурсів планети. - будівлі споживають 40% енергії (більше ніж промисловість або транспорт), 12% усіх запасів питної води, та відповідають за 35 % усіх викидів парникових газів і майже 50 % усіх твердих побутових відходів. Декарбонізація - заходи, покликані скоротити викиди парникових газів, що утворюються внаслідок людської діяльності.

Зелене будівництво - це практика будівництва і експлуатації будівель, метою якої є зниження рівня споживання енергетичних і матеріальних ресурсів упродовж усього життєвого циклу будівлі, збереження або підвищення якості будівель і комфорту їх внутрішнього середовища.

Головна мета зеленого будівництва (green construction, green building, екологічне будівництво) полягає у мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище будівельної індустрії шляхом використання кращих технологій, підвищення якості та комфорту.

2. Основними завданнями «зеленого будівництва» є:

- підвищення ефективності використання природних та відновлювальних ресурсів;
- скорочення викидів, відходів та інших дій на довкілля, в тому числі зменшення викиду в атмосферу парникових газів;
- забезпечення безпеки і зменшення негативного впливу (за увесь життєвий цикл будівлі) на здоров'я людини, завдяки застосуванню інноваційних енергозберігаючих технологій, природних та безпечних матеріалів;

3. Розробка і впровадження стандартів «зеленого» будівництва BREEAM (Великобританія), LEED (США), DGNB/BNB (Німеччина); HQE (Франція) та ін. стимулює розвиток бізнесу, інноваційних технологій і економіки будівництва, поліпшує якість життя суспільства і стан навколишнього середовища. Міжнародний стандарт екологічного будівництва BREEAM (Building Research Establishment Environmental

Assessment Method) – є найбільш популярним в Європі методом оцінки якості та екологічності об'єктів будівництва. За тридцять років існування стандарту більш ніж 650 000 будівель отримали відповідні сертифікати.

4. Частка зеленого будівництва в Україні складає близько 2% від загального обсягу ринку будівництва, що приблизно в 15 разів менше, ніж в середньому по країнам Європи і майже повністю представлене комерційними об'єктами (торгово-розважальні комплекси, бізнес-центри, технологічні парки тощо).

Перешкодами у розвитку зеленого будівництва в Україні є: – відсутність державної підтримки «зеленого» будівництва; низька поінформованість всіх цільових аудиторій, мала кількість українських фахівців у сфері «зеленого» будівництва; додаткові витрати на послуги закордонних експертів і консультантів для процесів сертифікації та ускладнений процес узгодження і впровадження національних будівельних норм при сертифікації об'єктів.

5. «Зелена» покрівля («зелений» дах (green roof) - це складний багатошаровий килим, на верхньому шарі якого є зелені насадження. Конструкція такої покрівлі виконує не тільки захисні функції, але і дозволяє додатково ефективно використовувати відкриті площі, а саме - створювати на них парки, газони, зони для пікніків та інші мальовничі ландшафти.

Розрізняють такі типи зелених покрівель: екстенсивна та інтенсивна.

Основними перевагами озеленених дахів є:

- пом'якшення ефекту «теплових островів»;
- влітку площі «зелених» дахів можуть істотно знизити середню температуру міста;
- зменшення витрат на опалення будівлі та на охолодження і кліматизацію в теплий період року;
- суттєве зменшення забрудненості повітря і збагачення його киснем;
- поглинання міського шуму;

- зменшення кількості води, що потрапляє в систему каналізації та очищення дощової води, в тому числі і від важких металів.

#### 8. Розрізняють такі види озеленіння фасадів

- суцільне вертикальне озеленіння ;
- часткове озеленіння- . клаптикове, щілинне та ін.;
- модульне або комбінаторне.

Вертикального озеленіння фасадів допомагає регулювати тепловий режим внутрішніх приміщень будівель, дає можливість замаскувати зовні непривабливі споруди і створити оптимальні мікрокліматичні умови - знизити рівень шуму, силу вітру, підвищити вологість, створити тінь, збагатити повітря киснем, поглинути шкідливі гази і пил, створити позитивний емоційний вплив на оточуючих.

10. Мультимедійна презентація - це ефективний спосіб подання інформації (текст, графіка, звуковий супровід, відеофрагменти і анімацію). про матеріали, проекти або технології. Основні переваги використання мультимедійної презентації PowerPoint при викладанні теми «Зелене будівництво» : можливість показати складні конструкції і системи; можливість візуалізації тривимірних конструкцій та їх деталей; використання цікавих та емоційно захоплюючих фотографій зелених будівель; спрощення процесу демонстрації представлення дидактичного матеріалу (креслення, схем, рисунків або таблиць); функції переходів слайдів надають можливість безпосередньо під час роботи з аудиторією вибирати індивідуальний темп і сценарій заняття; фотографії та графічні елементи дозволяють прослідкувати хід логіки викладання матеріалу.

Використання мультимедійних презентацій на заняттях при викладанні теми «Зелене будівництво» дозволяє оптимально використовувати різні методи навчання, раціонально використовувати час заняття; індивідуалізувати та диференціювати процес навчання, а також активізувати пізнавальну активність здобувачів освіти, стимулювати їх самостійність та підвищити ефективність педагогічної діяльності викладача.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авраменко Н.Л., Бабич А. С., Олійник Л. В. Екологічні податки і парниковий ефект: точки дотику // Екологічні виклики і сталий розвиток: економічні, правові та екологічні аспекти: Зб.матер.міжн.наук.-практ.конф. за заг. ред..В.В. Назарова, М.О. Дей. – Київ: ТОВ «Форматт», 2016. – С.13-19.
2. Білотіл В. Ю. Основні теоретичні засади, сучасний стан розвитку та тенденції формування «зеленого» будівництва в Україні в контексті сталого розвитку //Збалансоване природокористування. – 2022. – №. 1. – С. 63-73.
3. Білоус В. В., Колісніченко В. В. Актуальність енергетичної сертифікації в будівельному секторі України : дис. – Київський національний університет будівництва і архітектури, 2019.
4. Гаврилова Л. Г. Використання навчальних мультимедійних презентацій на лекціях з мистецьких дисциплін у педагогічному ВНЗ / Л.Гаврилова // Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка. – 2010. – № 7 (194). –Ч. I. – С.66-72
5. Дребот О. І., Височанська М. Я., Білотіл В. Ю. Перспективні аспекти стимулювання розвитку «зеленого будівництва» в Україні. – 2022.
6. Дмитроченкова Е.І. Аналіз міжнародних систем сертифікації «зеленого» будівництва. Екологічні науки: наук.-практ. журнал. 2018. № 1 (20). Т. 1. С. 140-143.
7. ДБН В.2.6-220:2017. Покриття будівель і споруд. [На заміну ДБН В.2.6-97; чинний від 2018-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2017. 46 с. (Інформація та документація).
8. ДСТУ ISO 14040:2013 Екологічне управління. Оцінювання життєвого циклу. Принципи та структура (ISO 14040:2006, IDT

9. ДСТУ ISO 14050:2016 Екологічне управління. Словник термінів (ISO 14050:2009, IDT)
10. ДСТУ ISO 14004-2016. Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо запровадження
11. ДСТУ ISO 14025:2008 Екологічні маркування та декларації. Екологічні декларації типу III. Принципи та процедури (ISO 14025:2006, IDT)
12. ДСТУ ISO 15392:202\_(ISO 15392:2019, IDT) Сталість в будівлях та будівельних роботах. Загальні принципи
13. ДСТУ XXX:202\_ Настанова щодо забезпечення збалансованого використання природних ресурсів при проектуванні споруд / К.: ДП «УкрНДНЦ» – 94с.
14. Екосистемні послуги. Огляд / О. Василюк, Л. Ільмінська «БФ «Фонд захисту біорізнома ніття України», 2020, – 84с.
15. Маслюківська О.П. Фінансування заходів по енергозбереженню від надходжень від податку на двоокис вуглецю // Вісник Львівського ун-ту, 2009. – Серія економічна. Вип. 41. – С.391-397
16. Матеріали Міжнародного Форуму «Декарбонізація сталевих і промислових підприємств: виклик для України», К.: 14.07.2021
17. Мащенко С. О., Вовк М. С., Алієв Р. А. Теорія та методологія «зеленого будівництва» // Економічний простір: Збірник наукових праць. – 2016. – №113. – С. 220–230.
18. Ракута В. М. Microsoft Office PowerPoint 2007 (2010) для педагогічних працівників: навчальний посібник. – Чернігів: ЧОППІО ім. К. Д. Ушинського, 2013. – 43с.
19. Енергетична стратегія України до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», схвалена розп. Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р
20. Концепція реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 р.

21. Межі зростання. 30 років потому / Рандерс Й., Медоуз Д., Медоуз Д., Rabulum 2018 р. – 464с.
22. Стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050 року – К: Мін. екології та природних ресурсів України, 2018. – 79с.
23. Резолюція Генеральної Асамблеї ООН «Перетворення нашого світу: Порядок денний в області сталого розвитку на період до 2030 року» / Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sdgs.un.org/2030agenda>
24. Табунщиков Ю.А., Наумов А.Л., Миллер Ю.В. Критерии энергоэффективности в «зеленом» строительстве // Энергосбережение. 2012. № 1. С. 1–9.
25. Ткаченко Т.М. Проблеми класифікації та використання «зелених конструкцій» в екологізації сучасних міст // Екологічні науки: науково-практичний журнал. Київ, 2018. № 1(20). Т.2. С. 21–24.
26. Ткаченко Т.М., Ткаченко О.А. Сучасний стан використання "зелених конструкцій" в урбоценозах // Збірник наукових праць Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Краматорськ, 2019. № 1. С. 3-30.
27. Чала В.С., Орловська Ю.В., Глущенко А.В. Європейські практики інвестування зеленого будівництва: Підручник Д.: ПДАБА. 2023. – 148 с.
28. Anthoff D.; Emmerling J. Inequality and the Social Cost of Carbon/ Journal of the Association of Environmental and Resource Economists. 2019, №6 (2): – P.243-273
29. Eilperin J.; Dennis B. Biden is hiking the cost of carbon. It will change how the U.S. tackles global warming. The Washington Post. Retrieved 2021-02-26.
30. Hammond G., Jones C.: Inventory of carbon energy (ICE). Version 1.6a. Sustainable Energy Research Team (SERT). Department of Mechanical Engineering. University of Bath, UK Proposal for a Regulation of the

- European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism, COM(2021) 564 final, 14.07.2021
31. Running S.W. A measurable planetary boundary for the Biosphere // Science, 2012/V. 337. – P.1458-1459
32. Scrap bonus. External Costs and Fair Competition in the Global Value Chains of Steelmaking. Fraunhofer-Institute for Microstructure of Materials and Systems IMWS, 2020
33. Stevens P. ‘Urgent’ need for businesses to adapt to growing threat from climate change, McKinsey says. CNBS. Retrieved 29 March 2020
34. Sumner J. Carbon Taxes: A Review of Experience and Policy Design Considerations / J. Sumner, L. Bird, and H. Smith / Technical Report NREL/TP-6A2-47312. – National Renewable Energy Laboratory. – 2009. – 38p.
35. The European Green Deal, Brussels, 11.12.2019, COM (2019) 640 final – 24p.
36. Wang P.; Deng X.; Zhou H.; Yu S. Estimates of the social cost of carbon: A review based on meta-analysis / Journal of Cleaner Production. Journal of Cleaner Production 209 (2019) 1494-1507. 209: 1494–1507
37. Benefits of Green Building [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.wieland/service/download?download\\_catduct\\_category](http://www.wieland/service/download?download_catduct_category)
38. United Nations (2016) Global Sustainable Development Report [Electronic resource]. – Mode of access: <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page>
39. European Commission. Green building programme. [Electronic resource]. – Mode of access: <http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/greenbuilding>
40. Energy Performance of Buildings Directive (2010/31/EU) [Electronic resource]. – Mode of access: <http://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/ALLqGwlgY9KN!2064651424?uri=CELEX%3A32010L0031>



41. Energy Efficiency Directive (2012/27/EU) [Electronic resource]. – Mode of access: <http://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?qid=1399375464230&uri=CELEX%3A32012L002>