

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

**ЗМЕНШЕННЯ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ
ЯК МЕХАНІЗМ АДАПТАЦІЇ ДО ЗМІН КЛІМАТУ**

Конспект лекцій
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
за спеціальністю Е2 «Екологія»

Київ 2025

УДК 504/502

К82

Рецензент Т.М. Ткаченко, д-р техн. наук, професор

Затверджено на засіданні кафедри технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці, протокол № 1 від 28 серпня 2025 року.

В авторській редакції

Кривомаз Т. І

К82 Зменшення вуглецевого сліду як механізм адаптації до змін клімату [електронний ресурс] : конспект лекцій. – Київ : КНУБА, 2025. – 103 с.

Містять теоретичний матеріал з курсу «Зменшення вуглецевого сліду як механізм адаптації до змін клімату».

Призначено для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю Е2 «Екологія», а також можуть використовувати здобувачі першого і другого рівнів вищої освіти за спеціальністю G2 «Технології захисту навколишнього середовища».

© КНУБА, 2025

© Кривомаз Т.І., 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ЛЕКЦІЯ № 1 Міжнародні регламенти декарбонізації	6
ЛЕКЦІЯ № 2 Законодавчі передумови декарбонізації України	14
ЛЕКЦІЯ № 3 Вуглецеві викиди	28
ЛЕКЦІЯ № 4 Кліматична криза	36
ЛЕКЦІЯ № 5 Шляхи декарбонізації будівельної галузі	45
ЛЕКЦІЯ № 6 Критерії стійкості зеленого будівництва	51
ЛЕКЦІЯ № 7 Сталий розвиток міст	59
ЛЕКЦІЯ № 8 Моніторинг шкідливих викидів	74
ЛЕКЦІЯ № 9 Калькуляція вуглецевих викидів	81
ЛЕКЦІЯ № 10 Перспективи зеленого відновлення України	88
Список рекомендованих джерел	96

ВСТУП

Будівельна галузь – один із найбільших споживачів енергії та джерел викидів парникових газів у світі. Вона відповідає за понад третину глобального енергоспоживання та викидів CO₂, що пов'язано як із виробництвом будівельних матеріалів, так і з експлуатацією об'єктів нерухомості. У контексті загострення кліматичної кризи та зростаючих міжнародних зобов'язань щодо декарбонізації, трансформація будівельного сектору стає критично важливою.

Цей курс спрямований на формування у студентів системного бачення проблеми кліматичних змін у сфері будівництва та розуміння практичних інструментів для зниження вуглецевого сліду. Особлива увага приділяється комплексному підходу до проектування, будівництва та експлуатації будівель з урахуванням принципів сталого розвитку, енергоефективності, адаптації до кліматичних ризиків і міжнародних екологічних стандартів.

Курс буде корисним не тільки для здобувачів спеціальностей E2 «Екологія» та G2 «Технології захисту навколишнього середовища», але й для архітекторів, інженерів, забудовників, міських планувальників, а також фахівців, залучених до формування державної політики у сфері енергетики та клімату.

Мета дисципліни – надати системне розуміння принципів декарбонізації в будівельній галузі та методів зменшення вуглецевого сліду на всіх етапах життєвого циклу будівельних проєктів як ключового інструменту адаптації до змін клімату для досягнення цілей сталого розвитку.

Завдання дисципліни:

- розглянути поняття вуглецевого сліду, кліматичних змін та їх впливу на будівельну галузь;
- проаналізувати джерела викидів парникових газів у будівництві: матеріали, енергія, транспорт, експлуатація, знесення;
- порівняти сучасні міжнародні та українські нормативи й ініціативи щодо декарбонізації;
- ознайомитись з методологією оцінки життєвого циклу будівель (Life Cycle Assessment, LCA) та інструментами вуглецевого обліку;
- дослідити розвиток низьковуглецевих технологій в будівництві;
- набути практичні навички розрахунку та оптимізації вуглецевого сліду для проєктів різного типу;

- розвивати екологічну відповідальність та критичне мислення щодо вибору будівельних рішень.

В результаті засвоєння курсу здобувачі повинні знати:

- причини кліматичних змін та їх вплив на будівництво;
- принципи та інструменти обліку вуглецевого сліду;
- ключові джерела викидів у будівельному секторі;
- національні та міжнародні стратегії й стандарти (EU Green Deal, ESG, BREEAM, DGNB, LEED, тощо);
- приклади реалізованих низьковуглецевих будівель та технологій.

та вміти:

- аналізувати вуглецевий профіль будівельного проєкту;
- застосовувати інструменти LCA та вуглецевого моделювання;
- розробляти стратегії декарбонізації на етапі проєктування, будівництва та експлуатації;
- обґрунтовувати вибір матеріалів та технологій з урахуванням впливу на довкілля;
- формувати рекомендації щодо адаптації об'єктів до змін клімату на основі вуглецевої ефективності.

Лекція № 1. Міжнародні регламенти декарбонізації

План лекції

1. Міжнародні документи для регламентації вуглецевих викидів.
2. Конвенція ООН зі зміни клімату.
3. Стандарти ISO про охорону довкілля.
4. Стандарти та моделі життєвого циклу.
5. Впровадження обов'язкової звітності за ESG критеріями.

1. Міжнародні документи для регламентації вуглецевих викидів

Європейський зелений курс (European Green Course, EGC) або Зелена угода (*Green Deal*) був офіційно представлений Європейською комісією у грудні 2019 року та затверджений у 2020 році. Це комплексна стратегія Європейського Союзу (ЄС), яка ініціює комплекс політичних ініціатив для досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року в ключових секторах. Для будівельної галузі EGC визначає такі цілі, як надання пріоритету сталому розвитку при реконструкції будівель, розвиток інновацій, енергоефективність, циркулярна економіка та збереження біорізноманіття.

Механізм прикордонного вуглецевого коригування (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) став одним з перших інструментів податкового регулювання у міжнародній торгівлі для досягнення кліматичних цілей. Міжнародні стандарти, такі як BS/EN 15978, забезпечують основу для оцінки вуглецю та звітності, а професійний стандарт RICS (видання 2017 та 2023) містить детальну методологію. Наслідки впровадження Green Deal та CBAM: якщо в країні немає своєї системи обліку парникових газів, то товари на кордоні з Європейським Союзом будуть обкладатися додатковими податками.

Паризька кліматична угода (2015), до якої Україна приєдналась у 2016 році і прийняла зобов'язання по скороченню викидів парникових газів та досягненню кліматичної нейтральності до 2050 року. Україна подала оновлений Національно визначений внесок (НВВ), що передбачає зменшення викидів на 65% до 2030 року порівняно з 1990 роком.

Протокол про парникові гази (The Greenhouse Gas Protocol) надає найпоширеніші у світі стандарти та рекомендації щодо обліку парникових газів. Ці інструменти дозволяють компаніям розробляти комплексні та надійні інвентаризації викидів парникових газів.

Методи екологічного сліду (Environmental Footprint methods) базуються на встановлених міжнародних практиках та стандартах, таких як

ISO 14000/44. Європейська комісія запропонувала методи визначення екологічного сліду продукту (Product Environmental Footprint, PEF) та екологічного сліду організації (Organisation Environmental Footprint, OEF) як загальний спосіб вимірювання екологічної ефективності (Рекомендація Комісії ЄС 2021/2279). PEF та OEF – це рекомендовані ЄС методи, що базуються на оцінці життєвого циклу (LCA), для кількісної оцінки впливу продуктів (товарів або послуг) та організацій на навколишнє середовище. Головною метою інформації про PEF та OEF є забезпечення можливості зменшення впливу на навколишнє середовище товарів, послуг та організацій з урахуванням діяльності в ланцюжку постачання (від видобутку сировини, через виробництво та використання до остаточного управління відходами). Ця мета досягається шляхом надання детальних вимог до моделювання впливу на навколишнє середовище потоків матеріалів/енергії, а також викидів і потоків відходів, пов'язаних з продуктом або організацією протягом усього життєвого циклу.

Директива з енергоефективності (ЄС) 2023/1791 містить набір обов'язкових заходів, які допоможуть ЄС досягти 20% цілі енергоефективності до 2020 року. Відповідно до Директиви, усі країни ЄС зобов'язані більш ефективно використовувати енергію на всіх етапах енергетичного ланцюга, починаючи з виробництва, до кінцевого споживання. Глобальна ініціатива *Powering Past Coal Alliance*, до якої Україна приєдналася у 2021 році, зобов'язавшись поступово відмовитися від вугільної генерації до 2035 року. Міжнародна кампанія *Race to Zero*, що об'єднує уряди, бізнес і університети для досягнення нульових викидів.

2. Конвенція ООН зі зміни клімату

Рамкова конвенція ООН зі зміни клімату (UNFCCC) – це основний міжнародний документ, що регулює глобальні кліматичні дії. 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) включає 17 Глобальних цілей (Цілі сталого розвитку - ЦСР), яким відповідають 169 завдань спрямованих на життєстійкий розвиток планети, захист довкілля, подолання бідності та забезпечення загального процвітання. Сектор будівництва та майна відіграє ключову роль у забезпеченні цілей сталого розвитку ООН, враховуючи значні економічні, екологічні та соціальні наслідки та переваги, пов'язані з будівельними продуктами, будівлями та інфраструктурними активами протягом їх життєвого циклу. Впровадження інноваційних технологій

зеленого будівництва дозволяє не тільки знизити кліматичні ризики, але й поширювати прогресивні знання, створювати нові робочі місця, зміцнювати громади, покращувати здоров'я і добробут людей. Свідомі професіонали будівельної галузі відчувають відповідальність за негативний вплив на довкілля і намагаються запроваджувати стійкі заходи для зменшення руйнівних кліматичних наслідків, щоб забезпечити розвиток і процвітання наступних поколінь. Понад 5000 підприємств взяли на себе зобов'язання щодо нульового рівня викидів у рамках кампанії ООН «Гонка до нуля».

3. Стандарти ISO про охорону довкілля

ISO – Міжнародна організація зі стандартизації (International Organization for Standardization), метою діяльності якої є ратифікація стандартів, розроблених спільними зусиллями делегатів від різних країн.

ISO 14000: Стандарти управління навколишнім середовищем — низка міжнародних стандартів, пов'язаних з управлінням навколишнім середовищем, яке існує, щоб допомогти організаціям:

- мінімізувати діяльність, яка негативно впливає на навколишнє середовище;
- відповідати законам, нормативним актам та іншим екологічним вимогам;
- визначати, як компанії та організації керують своєю екологічною відповідальністю.

ISO 14001: Система управління навколишнім середовищем (Environmental Management System Compliance Statement) – визначає критерії впливу на навколишнє середовище для їх вимірювання та покращення.

ISO 14021: Екологічні твердження та маркування – визначає, якими мають бути конкретні екологічні твердження та як вони мають бути сформульовані та задокументовані.

ISO 14064-1: Парникові гази (Greenhouse gases). Частина 1. Технічні вимоги та керівництво для організацій щодо визначення кількості та звітності про емісію парникових газів та їх видалення

ISO 14064-2: Парникові гази. Частина 2. Технічні вимоги та посібник для проєктувальників щодо визначення кількості, моніторингу та звітності про скорочення емісії парникових газів та видалення перевищеної кількості

ISO 14064-3: Парникові гази. Ч. 3. Технічні вимоги та посібник з валідації та верифікації тверджень щодо парникових газів

ISO 14065-1. Парникові гази. Вимоги до органів з валідації та

верифікації парникових газів, які застосовуються при їх акредитації або інших формах підтвердження повноважень

ISO 14067: Кількісне визначення вуглецевого сліду – визначає, як кількісно визначається вуглецевий слід продуктів під час оцінки життєвого циклу.

ISO 50001: Управління енергосистемами (Energy management systems – Requirements with guidance for use) – визначає вимоги для встановлення, впровадження, супроводу та покращення системи енергоменеджменту для системного підходу організації у досягненні послідовного покращення енергосистеми, включаючи енергоефективність, енергобезпеку та енергоспоживання. Забезпечує будь-яку організацію, незалежно від її розміру, територіального чи географічного положення, повноцінною стратегією дій у менеджерській та технічних галузях з метою підвищення ефективності енергосистеми організації. Стандарт має високий рівень сумісності з ISO 9001 и ISO 14001.

ISO 31000: Менеджмент ризиків (Risk management – Guidelines) – це родина стандартів, що стосуються ризик-орієнтованого управління організацією. *ISO 45001*: Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги. Метою є зменшення професійних травм та захворювань. Стандарт базується на Британському стандарті OHSAS 18001, робочих стандартах, конвенціях та керівних принципах Міжнародної організації праці (МОП) та національних стандартів. ISO 45001 також слідує Структурі високого рівня інших стандартів ISO, таких як ISO 9001 та ISO 14001, що спрощує інтеграцію цих стандартів. В Україні стандарт прийнятий 26.12.2019 р. наказом 502 ДП УНДІНЦПССЯ як ДСТУ ISO 45001:2019. Введений в дію 01.01.2021.

4. Стандарти та моделі життєвого циклу

Життєвий цикл – послідовні та взаємопов'язані стадії життєвої системи продукту або процесу, починаючи з видобутку природних ресурсів і закінчуючи утилізацією відходів.

Історія формування методології оцінки життєвого циклу (ОЖЦ). У 1880-х рр. шотландський економіст і біолог Патрик Геддес (Patrick Geddes) розробив *методику інвентаризації енергозбереження* при видобутку кам'яного вугілля. У 1969 р. компанія «Кока-кола» профінансувала НДІ Мідвест (США) для дослідження ОЖЦ з метою порівняння різних видів пакувальних матеріалів за двома екологічними параметрами: утворення відходів та виснаження природних ресурсів. Було використано методологію

Аналіз ресурсів та екологічного профілю (REPA – Resource and Environmental Profile Analysis). Зараз подібні дослідження називають «*матеріальним балансом*». У 1972 р. німецький вчений В. Обербахер (В. Oberbacher) в інституті «Battelle-Institut» (Франкфурт на Майні) провів дослідження *екологічного балансу* молочної упаковки. В 1970-ті рр. проф. Мюллер-Венк (Müller-Wenk, Universität St.-Gallen, Institut für Ökonomie und Ökologie) з університету Сант-Галлена в інституті економіки та екології (Швейцарія) вперше розробив концепцію «*екологічної бухгалтерії*». У 1984 р. вперше використано термін ОЖЦ під час дослідження екологічних параметрів упаковки «Ecological report of packaging material» у Швейцарській федеральній лабораторії по *тестуванню матеріалів* (EMPA), Швейцарського федерального агентства по охороні навколишнього середовища. У 1993 р. в Міжнародній організації стандартизації (ISO) Товариством екологічної токсикології і хімії (SETAK) в роботі «Кодекс практики» було дано визначення оцінки життєвого циклу. Схожі визначення були наведені у «DIN-Normenausschuss Grundlagen des Umweltschutzes (NAGUS) 1994» та директивах «Північні керівництва», розроблених за дорученням скандинавських міністрів навколишнього середовища. З'явилися методології та програмні продукти проведення ОЖЦ: SimaPro – Голландія; GABi, UMBERTO – Німеччина; EASEWASTE – Данія; Ecoinvent v2,3 - Швейцарія.

Оцінка життєвого циклу (ОЖЦ, Life-Cycle Assessment, LCA) – систематизований набір процедур по збору та аналізу всіх матеріальних та енергетичних потоків системи, включаючи вплив на навколишнє середовище під час всього життєвого циклу продукту та/або процесу. Це процес оцінки екологічних впливів, пов'язаних з продуктом, процесом або іншою дією шляхом визначення та кількісних розрахунків:

- об'ємів використаної енергії, матеріальних ресурсів та викидів в навколишнє середовище;
- кількісна та якісна оцінка їх впливу на навколишнє середовище;
- визначення та оцінка можливостей для покращення екологічного стану системи.

ОЖЦ будівельних проєктів регламентується серією стандартів ISO 14040-14043. ISO 14040:2006: Структура оцінки життєвого циклу - визначає принципи та структуру оцінки життєвого циклу, виділяє чотири етапи оцінки життєвого циклу:

- I. Визначення мети та сфери застосування (ISO 14041);

- II. Інвентаризаційний аналіз життєвого циклу (ISO 14041);
- III. Оцінка впливу протягом життєвого циклу (ISO 14042);
- IV. Інтерпретація життєвого циклу (ISO 14043).

Відповідно до стандартів ISO 14040-14043 враховуються матеріали, використана енергія, повітряні викиди, використання водних та земельних ресурсів на кожному з наступних етапів будівництва:

- видобуток або збір матеріалів та паливних джерел в природних умовах;
- обробка будівельних матеріалів та виробництво будівельних компонентів;
- транспортування матеріалів і компонентів;
- монтаж і будівництво;
- експлуатація, підтримка якості, сумісність з іншими матеріалами;
- технічне обслуговування, ремонт, реставрація та заміна для продовження етапу експлуатації;
- знесення, утилізація, рециркуляція та повторне використання споруди в кінці життєвого циклу.

Залежно від обраних етапів, виділяють 5 моделей життєвого циклу:

Від колуки до могили (cradle-to-grave) – враховує всі етапи ОЖЦ, де колука це отримання продукту з сировини, а могила – утилізація.

Від колуки до воріт (cradle-to-gate) – оцінює продукт лише до моменту його виходу з заводських воріт, виключаючи етапи використання та утилізації. Це значно зменшує складність ОЖЦ і допомагає швидше отримати інформацію про внутрішні процеси для *екологічних декларацій продукту (EPD)*.

Від колуки до колуки (cradle-to-cradle) – замінює стадію відходів на процес переробки для повторного використання. Ця модель поширена у циркулярній економіці.

Від воріт до воріт (gate-to-gate) – оцінює окремі процеси, використовується для продуктів з складним багаторівневим виробництвом.

Від резервуара до коліс (well-to-wheel) – використовується для оцінки життєвого циклу транспортного палива та транспортних засобів для розподілу викидів і споживання енергії на різних етапах.

ОЖЦ – важливий аналітичний засіб для обґрунтування вибору між різними технологіями та проектами, що забезпечує надійний результат. Стандарт обліку та звітності життєвого циклу визначає, як можна обліковувати та звітувати про життєвий цикл. Це один з провідних

інструментів екологічного менеджменту призначений для оцінки еколого-економічних та соціальних аспектів, а також впливів на довкілля в різних сферах людської діяльності. Крім прямого застосування для оцінки продукції, ОЖЦ також використовують в більш широкому контексті для розробки складних бізнес-стратегій та державної політики в різних сферах суспільства.

5. Впровадження обов'язкової звітності за ESG критеріями

Європейська Комісія розпочала роботу над Директивою про корпоративну звітність про сталий розвиток (Corporate Sustainability Reporting Directive, CSRD) у квітні 2021 року. Директива спрямована на покращення доступності та якості інформації про сталий розвиток для інвесторів та зацікавлених сторін, а також на забезпечення інтеграції екологічних, соціальних та управлінських (Environmental, Social, Governance – ESG) критеріїв у бізнес-стратегії компаній (Рис. 1). Європейський парламент та Рада ЄС досягли політичної згоди щодо CSRD у червні 2022 року, а директива була офіційно прийнята в грудні 2022 року.

Environment	Social	Governance
<p>Екологічні критерії враховують корпоративну політику компанії у захисті навколишнього середовища.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Оприлюднення звіту про вуглецеві викиди ➤ Стратегія сталого розвитку ➤ Обмеження шкідливих забруднювачів довкілля ➤ Використання відновлюваних джерел енергії ➤ Зменшення кількості відходів (<u>Reduce, Reuse, Recycle</u>) 	<p>Соціальні критерії орієнтовані на відносини з працівниками, постачальниками, клієнтами та місцевими громадами.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Підтримка прав людини ➤ Легальна праця ➤ Заохочення всіх форм різноманітності ➤ Відкрита гендерна політика ➤ Справедлива заробітна плата 	<p>Критерії управління поширюються на керівництво, співробітників, зовнішній аудит, внутрішній контроль.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Різноманітність у керівництві ➤ Корпоративна прозорість ➤ Права акціонерів ➤ Етичність ланцюгів постачання ➤ Технологічність та <u>інноваційність</u> бізнесу

Рис. 1. Екологічні, соціальні та управлінські (ESG – Environmental, Social, Governance) стандарти нефінансової звітності компаній

Комплексна стратегія ЄС також охоплює Директиву про належну перевірку корпоративної стійкості (CSDDD). Ця директива вимагає від компаній брати на себе екологічну та соціальну відповідальність, доповнюючи акцент на прозорості. CSRD та CSDDD, хоча й різні, але тісно взаємопов'язані та доповнюють одна одну, відіграючи важливу роль у сприянні сталому розвитку економіки. Ці директиви позбавляють компаній можливості вибірково розкривати інформацію про сталий розвиток, вимагаючи комплексної звітності щодо всіх відповідних аспектів.

Європейські стандарти звітності про сталий розвиток (ESRS) були

прийняті в липні 2023 року. Було встановлено такі обов'язкові терміни подання корпоративної звітності про сталий розвиток: 1) з 1 січня 2024 року для великих підприємств, які є суб'єктами суспільних інтересів; 2) з 1 січня 2025 року для великих компаній; 3) з 1 січня 2026 року для малих та середніх компаній; 4) з 1 січня 2028 року для компаній за межами ЄС, які мають філії/дочірні компанії.

Після вторгнення Росії в Україну, американські ЗМІ висвітлили інформацію про те, що низка ESG-фондів володіє частками в російських активах, починаючи від державних енергетичних компаній і закінчуючи державними облігаціями. Дійсно, ESG критикували ті, хто вважає, що він не робить достатньо «корисного для світу», а натомість є «просто капіталізмом у його найхитрішому прояві: геніальним маркетингом на службі прибутку». 5 березня 2025 року Дональд Трамп у своєму виступі на спільному засіданні Конгресу оголосив про вихід США з Паризької кліматичної угоди, назвавши це «зеленою аферою». Це дуже небезпечні тенденції, які руйнують глобальну систему протидії небезпекам зміни клімату.

Тим часом Європейська Комісія планує відкласти основний набір вимог Директив про сталу звітність до 2030 року, оскільки наразі серед держав-членів немає консенсусу. 26 лютого 2024 року Європейська Комісія представила пакет спрощення Omnibus. Згідно з новими пропозиціями, критерії обов'язкової звітності суттєво змінюються – тепер вимоги застосовуватимуться лише до компаній з кількістю працівників понад 1000, що призведе до скорочення кількості підприємств, що підлягають регулюванню, на 80 %. Крім того, терміни запровадження звітності для другої та третьої хвиль компаній переносяться на два роки. Серед інших важливих змін слід зазначити повне скасування галузевих стандартів та скасування санкцій у розмірі 5 % від обороту, які раніше передбачалися за порушення вимог.

Стандарти корпоративної стійкості не лише корисні для ЄС, але й є критично важливим інструментом для підтримки відновлення, розвитку та інтеграції України в європейську економіку. Міцна система ЄС надсилає чіткий сигнал міжнародним компаніям про те, що відповідальна поведінка очікується та цінується. Ця передбачуваність та відданість етичним стандартам зроблять Україну більш привабливим місцем для відповідальних іноземних інвестицій, що має вирішальне значення для нашого економічного відновлення та довгострокового розвитку.

Україна прагне стати повноправним членом ЄС та поділяє його

цінності, включаючи права людини, сталий розвиток та верховенство права. Європейські країни послідовно демонструють свою непохитну підтримку суверенітету, стійкості та європейського шляху України. Відданість сильним та ефективним стандартам звітності про сталий розвиток є логічним продовженням цієї підтримки. Забезпечуючи дотримання компаніями, що працюють в ЄС, високих стандартів належної перевірки, європейські уряди можуть сприяти створенню більш стабільного та етичного бізнес-середовища для України, яка формує своє майбутнє.

Звітність ESG для України під час війни – це питання виживання. Війна переконала нас у важливості відстеження ланцюгів поставок. Нова законодавча ініціатива наближає європейську інтеграцію України та сприяє розвитку компаній. Бізнес, який демонструє конкретні зобов'язання щодо сталого розвитку, стане беззаперечними лідерами у своїх галузях протягом наступних 30 років та отримає доступ до інвестиційного капіталу. З іншого боку, компанії, які своєчасно не подбають про дотримання міжнародних стандартів, ризикують втратити свій бізнес у середньостроковій перспективі.

Контрольні запитання

1. Які основні документи входять до міжнародного регламенту вуглецевих викидів?
2. Що декларує рамкова конвенція ООН зі зміни клімату?
3. Які стандарти ISO стосуються охорони довкілля?
4. Як сформувалась методологія оцінки життєвого циклу?
5. Які існують моделі оцінки життєвого циклу?
6. Які проблеми і переваги у впровадженні ESG звітності?

Лекція № 2. Законодавчі передумови декарбонізації України

План лекції

1. Законодавчий контроль викидів парникових газів.
2. Зелене відновлення України.
3. Взаємозв'язок ЦСР з принципами зеленого будівництва.
4. Міжнародний досвід інтеграції ЦСР та ЗБ.
5. Перспективи розвитку ESG в Україні.

1. Законодавчий контроль викидів парникових газів

Моніторинг, звітність та верифікація парникових газів регламентуються Законом України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» та Постановами КМУ №880, №959,

№960. Уповноваженим контролюючим органом є Міжнародна група експертів з питань зміни клімату (МГЕЗК) Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів. Національне агентство з акредитації України (НААУ) затверджує незалежну сторону (верифікатора), що перевіряє звіт оператора. Користувачами верифікованого звіту про викиди є всі зацікавлені сторони: Міндовкілля, НААУ, оператори, верифікатори, громадськість та інші.

Закон України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» (Закон про МЗВ) було прийнято 1 січня 2021 р. Система моніторингу, звітності та верифікації парникових газів створювалася Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів на замовлення світового банку «Partnership for market readiness» (PMR), який об'єднує країни, міжнародні організації та експертів для розроблення та впровадження найбільш економічно вигідних інструментів зменшення викидів парникових газів. Система моніторингу викидів парникових газів засновується на:

- імplementованій Директиві 2003/87/ЄС, Угоді про Асоціацію між Україною та ЄС;
- плані заходів по виконанню Угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом, затвердженому ПКМУ №1106 від 25 жовтня 2017,
- Законі України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів»;
- «Переліку видів діяльності, викиди парникових газів в результаті провадження яких підлягають моніторингу, звітності та верифікації», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України №880 від 23 вересня 2020 р.;
- Постанові КМУ №959 «Про затвердження Порядку верифікації звіту оператора про викиди парникових газів» та ін.

Поєднання цього закону Green Deal та Carbon Border Adjustment Mechanism (СВАМ) означає, що при відсутності системи обліку парникових газів, товари на кордоні з Європейським Союзом будуть обкладатися додатковими податками. Під Закон про МЗВ підпадають підприємства, які:

- спалюють паливо понад 20 МВт;
- займаються нафтопереробкою, коксохімією, агломерацією залізної руди та окатишів;
- працюють з чугоном і сталлю, ферросплавами, цементним клінкером, вапном і кальцинацією доломіта і магнєзису, азотною кислотою, аміаком тощо.

Наказом Міндовкілля № 247 від 06.03.2024 відповідно до статті 23 Закону України «Про Національний реєстр викидів та перенесення забруднювачів», підпункту 8 пункту 4 Положення про Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25.06.2020 № 614, затверджено: *Методичні рекомендації щодо процедури складання звіту уповноваженого органу та Методичні рекомендації щодо процедури складання та подання звіту оператора.*

Порядок верифікації звіту оператора (ВЗО) про викиди парникових газів, затверджено Постановою КМУ від 23.09.2020 №959. Перелік видів діяльності (ПВД), викиди парникових газів в результаті провадження яких підлягають моніторингу, звітності та верифікації, затверджено Постановою КМУ від 23.09.2020 №880. Порядок здійснення моніторингу та звітності (ПМЗ) щодо викидів парникових газів, затверджено Постановою КМУ від 23.09.2020 №960. Крім того, до базових документів належать Загальні рекомендації з ПМЗ, Загальні рекомендації з дотримання вимог до моніторингу та звітності щодо викидів парникових газів та Єдиний реєстр з моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів.

На основі відповідних розроблені Державні стандарти України:

- ДСТУ ISO 14064-1:2015 Парникові гази. Частина 1. Вимоги та настанови щодо кількісного визначення і звітності про викиди та видалення парникових газів на рівні організації;
- ДСТУ ISO 14064-3:2015 Парникові гази. Частина 3. Вимоги та настанови з валідації та верифікації тверджень щодо парникових газів;
- ДСТУ ISO 14065:2015 «Парникові гази. Вимоги до органів з валідації та верифікації тверджень щодо парникових газів для їх застосування у разі акредитації чи інших форм визнання»;
- ISO 14066:2011 «Парникові гази. Вимоги до компетентності груп з валідації та верифікації парникових газів».

У травні 2023 року підписано Закон №8433 «Про створення Державного фонду декарбонізації та енергоефективної трансформації», який:

- Вносить зміни до Бюджетного кодексу України
- Створює спеціальний фонд, що фінансуватиметься за рахунок податку на викиди CO₂
- Вперше впроваджує принцип «забруднювач платить», як у ЄС

Цілі фонду: підтримка державних програм з енергоефективності та

альтернативної енергетики, залучення міжнародних грантів і кредитів, стимулювання проєктів через «зелені» облігації, ЕСКО-механізми, лізинг тощо.

На конференції COP28 у грудні 2023 року Україна презентувала Національний план з енергетики та клімату (НПЕК) з такими орієнтирами:

- До 2030 року — 27% енергії з відновлюваних джерел
- Скорочення викидів метану на 30%
- Повна відмова від вугілля до 2035 року
- Активне використання атомної енергетики як низьковуглецевого джерела.

2. Зелене відновлення України

Історична ретроспектива розвитку будівельної галузі свідчить про тенденцію переходу на новий рівень після глобальних потрясінь. Україна та її міжнародні партнери вже почали формувати цілісну стратегію розвитку суспільства, економіки та держави у довгостроковій перспективі. Комплексний план відбудови включає модернізацію держави, проведення євроінтеграційних реформ та підтримку розвитку економіки та суспільства. Спираючись на стратегічне партнерство з ЄС, Україна вже зараз закладає основи майбутнього зеленого зростання, використання передових технологій при будівництві нових об'єктів та впровадження ключових принципів ЄС переходу до зеленої економіки з девізом «build back better». Серед принципів відбудови ключовими є безпека, технологічність, максимальне дотримання найвищих екологічних стандартів, широке застосування технологій захисту довкілля, безбар'єрність та прозорість. Впровадження принципів зеленого будівництва забезпечує економію ресурсів та енергії, стимулює інновації та конкурентоспроможність, підвищує довіру інвесторів та все більш свідомих споживачів.

Формування зеленої економіки в Україні є основою Угоди про асоціацію з ЄС, а сприяння зеленому та сталому відновленню стало ключовою сферою підтримки ПРООН Уряду України. Перехід до зеленої економіки та кліматичної нейтральності відповідно до вимог ЄС буде пов'язаний з необхідністю відмовитися від старої та неефективної вуглецевої економічної діяльності шляхом розробки та впровадження абсолютно нових бізнес-моделей. Ця нова бізнес-модель має базуватися на низькому вмісті вуглецю у продуктах і послугах, що вимагає впровадження системи моніторингу, звітності та верифікації (МЗВ) та кращого управління ризиками, пов'язаними зі змінами клімату. Проєкт ПРООН «Підтримка

зеленого відновлення в Україні» надаватиме підтримку при оцінці впливу на українську економіку та фінансову систему нефінансових ризиків, спричинених розвитком ESG.

Потенціал повоєнного відновлення забезпечує Україні унікальну можливість стати сучасною, інноваційною країною. Зелена відбудова України – це не просто відновлення зруйнованих будівель та інфраструктури, а відбудова з переходом на новий рівень. Плани по відновленню України мають відповідати високим міжнародним стандартам, а потенційні донори ретельно контролюватимуть використання коштів при фінансуванні післявоєнної відбудови. Зелене відновлення України не тільки сприятиме переходу будівельної галузі на якісно новий рівень, але й забезпечить впровадження найкращих стандартів побудованого середовища (рис. 2).

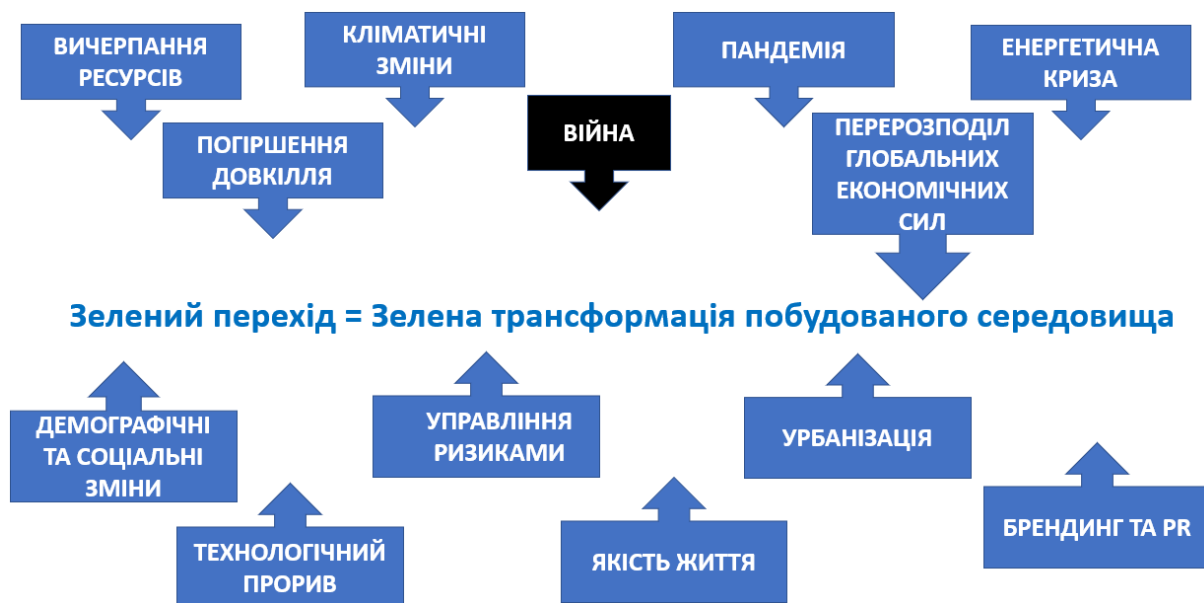


Рис. 2. Підґрунтя для неминучого «озеленення» будівельної галузі

В умовах глобальних кліматичних змін загострюються ризики для будівельної галузі, яка безпосередньо залежить від цілої низки кліматичних факторів на всіх стадіях будівельних проєктів, оскільки в процесі прийняття архітектурно-планувальних рішень, проєктування каналізаційних мереж, розрахунку систем опалення, вентиляції та кондиціонування необхідно враховувати вплив атмосферних явищ і метеорологічних параметрів, таких як температура повітря і ґрунту, опади, сонячна радіація, вітер, вологість повітря тощо.

Зелене будівництво спрямоване на мінімізацію негативного впливу на довкілля, а інноваційні зелені технології енергоефективності, зменшення

води, ресурсів та відходів, призводять до скорочення викидів вуглецю, що забезпечує цілісну основу для стійкості та зменшення впливу будівельної галузі на кліматичні зміни. Міжнародний досвід у багатьох країнах світу переконливо свідчить про те, що зелене будівництво сприяє досягненню Цілей сталого розвитку і виступає у ролі каталізатора для вирішення найбільш актуальних світових проблем.

3. *Взаємозв'язок ЦСР з принципами зеленого будівництва*

Цілі ООН зі сталого розвитку (ЦСР) тісно пов'язані з основними принципами зеленого будівництва.

ЦСР № 3 «Міцне здоров'я і благополуччя». Глобальний проєкт Світової ради зеленого будівництва «Кращі місця для людей» зосереджено на створенні світу, в якому будівлі не тільки корисні для навколишнього середовища, але й підтримують здорове, щасливе та продуктивніше життя людей. Конструкція та мікроклімат зелених будівель позитивно впливає на здоров'я та добробут їх мешканців та користувачів, що сприяє досягненню ЦСР № 3, яка полягає у «забезпеченні здорового способу життя та добробуту людей будь-якого віку». За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, захворювання легенів та дихальних шляхів, пов'язані з низькою якістю середовища в приміщенні, є трьома з п'ятірки провідних причин смерті. Дослідження свідчать, що критерії комфорту та якості зелених будівель позитивно впливають на здоров'я та добробут людей. Внаслідок зменшення викидів від будівель, знижується рівень забруднення та покращується якість повітря у містах, що позитивно впливає на здоров'я населення та кліматичні зміни.

ЦСР № 7 «Доступна та чиста енергія» – забезпечення загального доступу до недорогої електроенергії до 2030 року, що передбачає інвестиції в екологічно чисті джерела енергії, такі як енергія сонця, вітру та теплова енергія. Зниження кліматичного впливу за рахунок використання енергоефективних технологій найчастіше вважають однією з головних переваг зелених будівель. Використання відновлюваних джерел енергії в зелених будівлях може бути набагато дешевше, ніж енергія викопного палива. За підрахунками Міжнародного агентства з відновлюваних джерел енергії (IRENA) домашні сонячні системи в Африці можуть забезпечувати домогосподарства електроенергією лише за 56 доларів на рік, що набагато дешевше, ніж енергія з дизеля або гасу. Енергоефективність у поєднанні з місцевими відновлюваними джерелами покращує енергетичну безпеку, зменшує викиди вуглецю, обмежуючи вплив на планету. Запровадження

економічно ефективних стандартів зеленого будівництва для ширшого спектру технологій може зменшити споживання електроенергії у будівлях і промисловості у всьому світі на 14 %. Розширення інфраструктури та технологічна модернізація в узгоджені зі стандартами зеленого будівництва для забезпечення екологічно чистою енергією є найважливішим завданням, яке може як стимулювати економічне зростання, так і сприяти збереженню навколишнього середовища та зниженню темпів кліматичних змін.

ЦСР № 8 «Гідна праця та економічне зростання». Попит на зелене будівництво зростає у всьому світі і відповідно зростає кількість працівників, задіяних у цьому перспективному напрямку, що узгоджується з ЦСР № 8, тобто сприяє безперервному, всеохоплюючому і сталому економічному зростанню, повній і продуктивній зайнятості та гідній праці для всіх. Весь життєвий цикл зеленої будівлі – від задуму до будівництва, експлуатації, ремонту та знесення – впливає на широкий спектр людей, забезпечуючи більше можливостей для інклюзивної зайнятості. Тільки в одній Канаді галузь зеленого будівництва надала 300 000 штатних робочих місць протягом одного року. У Раді зеленого будівництва Південно-Африканської Республіки розроблено способи інтеграції соціально-економічних питань в рейтингові системи екологічного будівництва. Враховано такі складні аспекти, як зменшення рівня безробіття та розвиток нових професійних навичок, що створює додаткові стимули для підприємств будівельної галузі застосовувати критерії зелених стандартів у своїй діяльності. Такий підхід сприяє сталому економічному зростанню, підвищенню рівня продуктивності і поширенню технологічних інновацій.

ЦСР № 9 «Промисловість, інновації та інфраструктура». Проектування будівель з нульовим рівнем викидів та енерговитрат є одним із засобів реалізації ЦСР № 9, яка спрямована на створення стійкої інфраструктури, сприяння всеохоплюючій і сталій індустріалізації та інноваціям. Розвиток цифрових технологій забезпечує доступ до інформації та знань, а також стимулювання інновацій і підприємництва у всіх сферах. Вже сьогодні більшість населення світу живе у містах, тому все більшого значення набуває розвиток інноваційних галузей промисловості, інформаційних і комунікаційних технологій, а також громадського транспорту без шкідливих викидів у довкілля.

ЦСР № 11 «Сталий розвиток міст і громад» акцентує увагу на забезпеченні відкритості, безпеки, життєстійкості та екологічної стійкості міст і населених пунктів. Міське середовище побудоване за зеленими

стандартами сприяє формуванню свідомих та активних громад, забезпечуючи при цьому високу якість життя для всіх. Досягнення безпеки і сталого розвитку міст означає забезпечення безпечним і доступним житлом, модернізацію нетрів шляхом будівництва екологічно стійких і міцних будівель з використанням місцевих матеріалів. У багатьох країнах місцеві Ради зеленого будівництва вже вийшли за межі сертифікації окремих зелених будівель і розробили інструменти, що сприяють формуванню зелених кварталів та районів. Така стратегія на Філіппінах допомогла розробити та впровадити політику, яка сприяє сталій практиці забудови у цілих містах. Серед національних завдань в Україні передбачено розробку і реалізацію стратегій місцевого розвитку, спрямованих на економічне зростання, створення робочих місць, розвиток туризму, рекреації, місцевої культури і виробництво місцевої продукції. Активізуються зусилля із захисту та збереження всесвітньої культурної спадщини і національної ідентичності, а серед професій майбутнього прогнозується підвищення попиту на урбаністів-екологів, інженерів по кліматології і фахівців з альтернативної енергетики. Сталий розвиток передбачає інвестиції у громадський транспорт, створення зелених громадських територій, а також удосконалення міського планування і управління у такий спосіб, що водночас забезпечує інклюзивність і загальну рівноправну участь. До 2030 року заплановано зменшення негативного екологічного впливу міст у перерахунку на одну особу населення, в тому числі шляхом приділення особливої уваги якості повітря і видаленню міських та інших відходів. Використання інноваційних технологій допоможе зменшити негативний вплив забруднюючих речовин на міське середовище. Підтримуються позитивні економічні, соціальні та екологічні зв'язки між міськими, приміськими і сільськими районами на основі підвищення якості планування національного та регіонального розвитку. Відповідно до Сендайської рамкової програми зі зниження ризику лих впроваджуються заходи з комплексного управління ризиками на всіх рівнях для пом'якшення наслідків зміни клімату, адаптацію до його зміни та здатність протистояти стихійним лихам.

ЦСР 12 «Відповідальне споживання та виробництво» зосереджена на сприянні енергоефективності, стійкій інфраструктурі та забезпеченню доступу до основних послуг та зелених робочих місць. Заохочення галузей, підприємств і споживачів до утилізації та скорочення обсягів відходів є настільки ж важливим, як і підтримка країн, що розвиваються, у

запровадженні більш раціональних моделей споживання до 2030 року. Будівельна галузь відіграє особливу роль у запобіганні утворенню відходів шляхом зменшення, переробки та повторного використання за принципами циркулярної економіки. У зеленому будівництві використовують термін «врятовані матеріали», коли розглядаються всі можливості повторного використання відпрацьованих матеріалів. Це не тільки зменшує кількість відходів, що надходять на звалище, але й зменшує кількість сировини та заощаджує природні ресурси. Економічне зростання і сталий розвиток вимагають термінового скорочення впливу на довкілля шляхом змін у виробництві та споживанні товарів і ресурсів. Ефективне управління спільними природними ресурсами, а також методи утилізації токсичних відходів і забруднюючих речовин, є важливими цільовими показниками у досягненні цієї мети. Підвищення ефективності виробництва та раціоналізація ланцюгів постачання сприяє досягненню продовольчої безпеки та переходу до більш ресурсоефективної економіки.

ЦСР № 13 «Пом'якшення наслідків зміни клімату». Постійне підвищення ресурсоемності та енерговитрат на підтримання комфортних умов побудованого середовища сприяє підвищенню негативного впливу будівельної галузі на кліматичні зміни. Водночас зелені будівлі мають величезний потенціал для боротьби з наслідками змін клімату. Наприклад, сертифіковані за зеленими стандартами південноафриканські будівлі забезпечують зменшення 336 мільйонів кілограмів вуглецевих викидів на рік, що еквівалентно усуненню з доріг 84 000 автомобілів. Внаслідок аналізу діючих проєктів зеленого будівництва у 591 містах 50 штатів США доведено ефективність місцевих ініціатив для вирішення глобальних завдань кліматичних змін. Глобальні зміни клімату впливають на життя людей, тому необхідно впроваджувати заходи оперативного реагування на зміну клімату, втілювати стратегії послаблення наслідків зміни клімату, підвищувати здатність адаптуватися до небезпечних кліматичних явищ і стихійних лих.

ЦСР № 15 «Захист і відновлення екосистем суші» сприяє боротьбі з опустелюванням, раціональному земле- та лісокористуванню, припиненню процесу деградації земель і зупиненню втрати біорізноманіття. Засухи та опустелювання щороку спричиняють втрату 12 мільйонів гектарів землі. Питанням збереження біорізноманіття приділяється увага в процесі проєктування, будівництва та експлуатації зелених будівель, наприклад, заходи підтримки видів місцевої флори та фауни. Критерій зеленого

будівництва «Екологічне землекористування» регламентує вимоги по збереженню природних ландшафтів, забезпечує інструкціями по оптимальній інтеграції будівель у місцеві екосистеми з мінімізацією впливу на довкілля. При оцінці проєктів за зеленими стандартами окремі бали нараховуються за будівлі на очищених та відновлених після промислового використання земельних ділянках. Інструменти сертифікації зелених будівель також передбачають необхідність зменшення та раціоналізації використання води. Матеріали, з яких складається будівля, є ключовими для визначення її стійкості, зокрема важливу роль відіграють ланцюги поставок будівельних матеріалів. В зеленому будівництві використовується деревина тільки з відповідальних джерел, оскільки для пом'якшення наслідків кліматичних змін необхідно зупинити обезлісення.

ЦСР № 17 «Партнерство заради сталого розвитку» сприяє розбудові миролюбного і всеохоплюючого суспільства задля сталого розвитку, забезпечення всім доступу до правосуддя і створення ефективних, підзвітних та інклюзивних інституцій на всіх рівнях. До 2015 року будівельній галузі не вистачало колективного голосу на світовій арені на великих конференціях із питань зміни клімату, але на COP21 за сприяння уряду Франції, WorldGBC, UNEP та низки міжнародних організацій було започатковано Глобальний альянс будівництва і проведено перший в історії «День будівель». Це забезпечило нові міцні партнерські відносини на міжнародному рівні, зокрема співпрацю з Інститутом світових ресурсів та Глобальним екологічним фондом, що збільшило можливості розвитку будівельної галузі у напрямку узгодження колективних зусиль для досягнення більш вагомих результатів, у тому числі і у сфері пом'якшення наслідків кліматичних змін.

4. Міжнародний досвід інтеграції ЦСР та ЗБ

Світова рада зеленого будівництва підтримує Цілі ООН зі сталого розвитку, які вказують шляхи економічного зростання з урахуванням проблеми глобальних кліматичних змін під гаслом «сприяти процвітанню, захищаючи планету». Міжнародний досвід у багатьох країнах світу переконливо свідчить про те, що зелене будівництво сприяє досягненню Цілей сталого розвитку і виступає у ролі каталізатора для вирішення деяких найбільш актуальних світових проблем. Зелене будівництво також сприяє втіленню інших ЦСР, крім вказаних на Рис. 3. дев'яти глобальних цілей сталого розвитку.

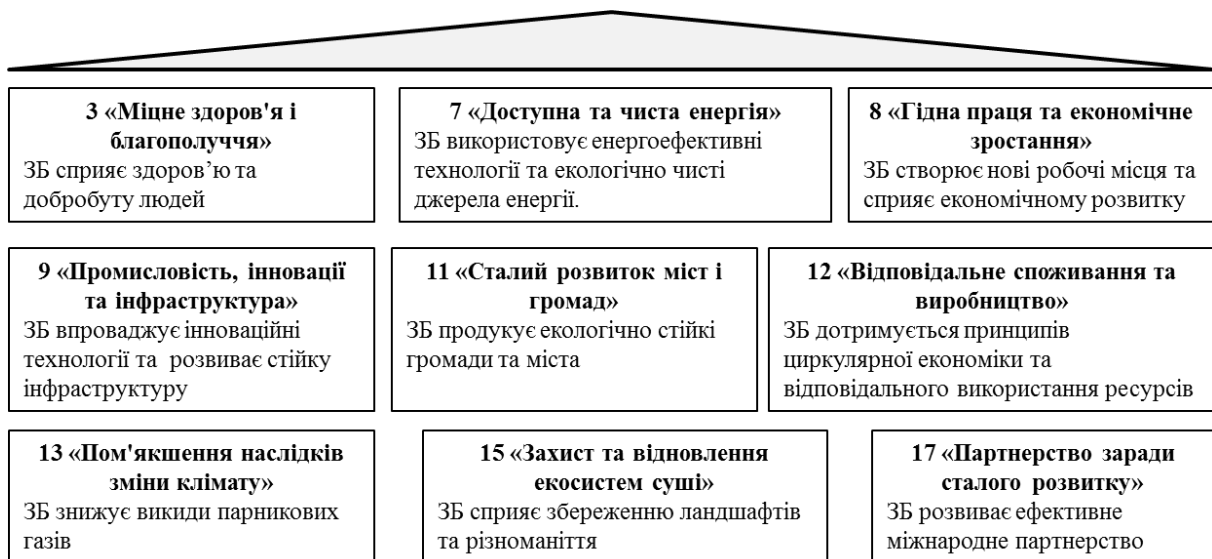


Рис. 3. Досягнення цілей ООН зі сталого розвитку із застосуванням принципів зеленого будівництва

Рада Зеленого будівництва Австралії в ході перегляду схеми сертифікації Green Star наочно демонструє відповідність 16 з 17 ЦСР принципам зеленого будівництва. Регіональні Ради зеленого будівництва та міжнародні сертифікаційні системи пропонують велике різноманіття освітніх програм для підготовки фахівців з питань сталого розвитку у будівельній галузі. Існує низка освітніх можливостей, створених у процесі створення зелених будівель – навчання чи техніки зеленого будівництва та окремими за допомогою власних. Міжнародна організація праці (МОП) співпрацює з Радами зеленого будівництва в різних країнах для впровадження місцевих програм «зелених робочих місць», особливо актуальних для країн, що розвиваються, як це наочно продемонстровано на прикладі Замбії. Близько 50% Рад із зеленого будівництва у різних країнах очолюють жінки, що допомагає подолати сексизм та сприяє гендерній рівності у будівельній галузі, а ініціатива C40 Cities «Women4Climate» підкреслює роль, яку жінки відіграють у кліматичних заходах.

Очевидно, що розвиток зеленого будівництва забезпечує стале економічне зростання будівельної галузі, сприяє подоланню бідності та нерівності, покращує стан довкілля та зменшує негативний вплив для стабілізації глобальних кліматичних змін. Впровадження інноваційних технологій зеленого будівництва дозволяє не тільки економити енергію, воду, ресурси та зменшувати викиди вуглецю, але й поширювати прогресивні знання, створювати нові робочі місця, зміцнювати громади, покращувати здоров'я та добробут та багато іншого.

5. *Перспективи розвитку ESG в Україні*

В Україні керівні принципи розкриття інформації з питань ESG почали розроблятися ще весною 2020 року під егідою Національної комісії з цінних паперів та фондового ринку України (НКЦПФР) та Української академії корпоративного управління (УАКУ).

У жовтні 2024 року уряд України прийняв *Стратегію впровадження звітності про сталий розвиток* для українських підприємств. Стратегія передбачає синхронізацію з вимогами CSRD, CSDDD, ESRS, а також з додатковими процедурами аудиту та контролю, що сприятимуть прозорому управлінню, соціальній відповідальності та екологічній стійкості.

У 2025 році Міністерство фінансів України опублікувало проєкт змін до Закону України «Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні», який пов'язаний із впровадженням ESRS та набирає чинності з 1 січня 2026 року. Для його реалізації вже розроблено операційний план, який передбачає впровадження обов'язкової звітності про сталий розвиток з 2026 року для великих українських підприємств із середньою кількістю працівників понад 500 осіб, а в наступні роки до звітності мають приєднатися середні та малі компанії.

ЄС у співпраці з урядом України розробив *Механізм підтримки України*, спрямований на підтримку економічного та соціального відновлення України після російської агресії, з особливим акцентом на сталий розвиток. Ця програма включає фінансові та технічні ресурси для відновлення інфраструктури, модернізації енергетичного сектору та стимулювання інвестицій у відновлювані джерела енергії. Механізм підтримки України допоможе будівельним компаніям спрямувати інвестиції в проєкти, що враховують екологічні, соціальні та управлінські фактори. Програма підтримує розвиток зеленої енергетики та впровадження інновацій у сфері енергоефективності, зокрема проєкти зі скорочення викидів парникових газів та переходу на відновлювані джерела енергії. Увага також зосереджена на соціальних аспектах – таких як покращення якості життя громадян, соціальна інтеграція та створення нових робочих місць.

Реалізація цієї стратегії є критично важливою для України в контексті європейської інтеграції та глобальних викликів, пов'язаних з війною та зміною клімату. Оскільки Україна прагне відновити та зміцнити свою економіку, узгодження зі стандартами ЄС має першочергове значення. Це сприяє відповідальному веденню бізнесу та чесній конкуренції, створюючи

рівні умови гри, що вигідні для українського бізнесу, який прагне інтегруватися в ринок ЄС. Стандарти ESG заохочують відповідальні ланцюги поставок і можуть допомогти українським компаніям залучати стійкі інвестиції від європейських партнерів, які дедалі більше цінують належну перевірку та етичні практики. Це особливо важливо для зусиль України з реконструкції, забезпечуючи їх прозоре та підзвітне проведення.

Значна частина зростання ESG була зумовлена екологічним компонентом ESG та реагуванням на зміну клімату. Очікується, що в наступні 3-5 років Україна значно збільшить ціни на CO₂. Це станеться з кількох причин: або через запровадження Механізму коригування вуглецевих кордонів (СВАМ), або через збільшення податку на викиди CO₂, або через створення системи торгівлі викидами парникових газів, щонайменше на 20-30 євро/т CO₂-екв. в Україні, тоді як поточна ціна ETS становить 80 євро/т CO₂.

У часи війни та післявоєнної відбудови ризики експлуатації праці та ресурсів зростають. Надійний соціальний критерій ESG може виступати запобіжником від неетичної ділової практики в Україні, гарантуючи, що компанії, які працюють в Україні або мають постачання з України, дотримуються прав людини, трудових стандартів та охорони навколишнього середовища. Соціальні компоненти ESG набувають все більшого значення. Пропозиції акціонерів, пов'язані з соціальними питаннями, зросли на 37% у сезоні проксі-оцінки 2024 року порівняно з попереднім роком. Соціальна стійкість вимагає відповідальної трудової практики, залучення громади та зацікавлених сторін протягом усього процесу будівництва. Це життєво важливо для захисту працівників та ресурсів України, а також для побудови сталого та справедливого суспільства.

Інтеграція стандартів ESG у будівельну практику українських компаній є одночасно викликом і можливістю. Узгоджуючи екологічні, соціальні та управлінські практики з європейськими стандартами, українські будівельні компанії можуть не лише сприяти сталому розвитку міст, але й забезпечити конкурентну перевагу на європейському ринку. Ця трансформація має вирішальне значення для досягнення цілей Європейського зеленого курсу, підтримки післявоєнної реконструкції та сприяння довгостроковому економічному зростанню та добробуту суспільства в Україні. Для інтеграції ESG українським підприємствам необхідно прийняти сталі практики та стандарти ЄС, які підтримують

післявоєнну відбудову та сприяють довгостроковому економічному зростанню та суспільному добробуту в Україні.

Використання показників ESG забезпечує прозорість, об'єктивність та вимірюваність результатів діяльності компанії. ESG пов'язаний з грошовим потоком п'ятьма важливими способами: 1) сприяння зростанню доходів, 2) зниження витрат, 3) мінімізація регуляторних та правових втручань, 4) підвищення продуктивності праці та 5) оптимізація інвестицій та капітальних витрат. Впровадження стандартів ESG пропонують значні переваги для України в кількох ключових сферах: підтримка економічного відновлення України та інтеграції до ЄС, залучення відповідальних та довгострокових інвестицій, запобігання експлуатації та забезпечення етичної ділової практики в Україні, відповідність європейським цінностям та підтримка прагнень України до європейської інтеграції.

Будівельний сектор України має унікальну можливість зайняти позицію ключового гравця у зеленому переході завдяки впровадженню технологій зеленого будівництва та практик ESG, що дозволить вийти на нові ринки, залучити інвестиції та сприяти стійкій та екологічній відбудові країни. Водночас українські компанії можуть зіткнутися з труднощами у дотриманні стандартів ЄС через застарілі технології та нормативно-правові бази, які відрізняються від європейських. Українські будівельні фірми повинні подолати такі труднощі, як дотримання правил ЄС, інвестиційні бар'єри та технологічні прогалини. Українські нормативні акти повинні гармонізуватися з політикою ЄС щодо енергоефективності, скорочення викидів та циркулярної економіки. Співпраця з партнерами ЄС, участь у спільних підприємствах та обмін знаннями з європейськими будівельними фірмами можуть пришвидшити модернізацію.

Дослідження готовності українського бізнесу до стандартів ESG вказує на тенденції значного потенціалу для впровадження практик сталого розвитку в Україні. Лише невелика частина українських компаній вказує на те, що вони добре розуміють, що таке сталий бізнес, але водночас більшість опитаних підприємств вважають свій бізнес сталим. Незважаючи на низьку обізнаність, більшість компаній висловлюють позитивне ставлення до впровадження стандартів ESG в Україні та за наявності відповідного регуляторного керівництва вони будуть готові впровадити стандарти ESG протягом року. Дотримання критеріїв ESG надає суттєві переваги для отримання фінансування за рахунок міжнародних фондів відновлення. Підвищення обізнаності щодо ESG допоможе компаніям реагувати на зміни

інтересів інвесторів, забезпечить стабільність, конкурентоспроможність та розвиток ринків капіталу України.

Нефінансова звітність за ESG стандартами невдовзі стане обов'язковою вимогою для ведення бізнесу у всьому світі і в Україні, яка прямує до Європейського Союзу. Українські компанії, які не подбають вчасно про відповідність міжнародним стандартам, ризикують втратити бізнес вже у середньостроковій перспективі.

Контрольні запитання

1. Які документи регламентують українське екологічне законодавство?
2. Які підприємства підпадають під дію Закону України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів»?
3. Які головні тенденції розвитку будівельної галузі?
4. Охарактеризуйте принципи зеленого відновлення України.
5. Як ЗБ сприяє досягненню цілей сталого розвитку ООН?
6. Які перспективи розвитку ESG в Україні?

Лекція № 3. Вуглецеві викиди

1. Парникові гази.
2. Вуглецева термінологія.
3. Категорії викидів Scopes.
4. Вуглецевий цикл будівництва.
5. Ринок вуглецевих викидів.

1. Парникові гази

Парникові гази (ПГ) – це ті газоподібні складові атмосфери, як природні, так і антропогенні, які поглинають та випромінюють випромінювання на певних довжинах хвиль у спектрі земного випромінювання, що випромінюється поверхнею Землі, самою атмосферою та хмарами, що викликає парниковий ефект. Водяна пара (H_2O), вуглекислий газ (CO_2), закис азоту (N_2O), метан (CH_4) та озон (O_3) є основними ПГ в атмосфері Землі. Крім того, в атмосфері є ряд повністю антропогенних ПГ, таких як галогенвуглеці та інші речовини, що містять хлор та бром, які розглядаються в рамках Монреальського протоколу. Таким чином, крім CO_2 , N_2O та CH_4 , Кіотський протокол враховує такі ПГ, як гексафторид сірки (SF_6), гідрофторвуглецеві сполуки (HFCs) та перфторвуглецеві сполуки (PFCs). Кожен ПГ здатен затримувати різну кількість тепла в атмосфері.

Парникова активність сполук виражається через так звані «*потенціали глобального потепління*» (ПГП): спеціальні коефіцієнти, що розраховуються для кожного газу, виходячи зі здатності його молекул затримувати сонячну радіацію.

CO₂-еквівалент (Carbon dioxide equivalent, CDE, CO₂e) – це умовна одиниця, яку використовують для оцінки обсягів викидів парникових газів і для розрахунку вуглецевого сліду. CO₂ має найменшу парникову активність, тому ПГП CO₂ беруть за 1. *Наприклад*: за 100 років одна тонна метану утримує в атмосфері стільки ж тепла, скільки 25 тонн CO₂, а тонна закису азоту (N₂O) еквівалентна 298 тонн CO₂. Щоб розрахувати загальний обсяг у CO₂-еквіваленті, обсяг викидів кожного газу окремо множать на його ПГП та вираховують їх загальну суму. Коефіцієнти перерахунку в еквівалент CO₂ для розрахунків викидів вуглецю відрізнятися залежно від країни.

2. Вуглецева термінологія

Екологічний слід (ecological footprint) характеризує вплив на навколишнє середовище не тільки всіх людей на планеті, але й окремих країн, міст, підприємств та будь-якої конкретної людини. Екологічний слід порівнює попит на ресурси окремих осіб, урядів і компаній із здатністю Землі до біологічного відновлення. Розраховуються екологічні межі, в яких природні умови здатні підтримувати життєдіяльність людей в межах їх звичного способу життя.

Адаптована пропускна здатність (appropriated carrying capacity) – здатність екосистеми підтримувати життєдіяльність. Термін запропоновано у 1992 р. Вільямом Ризом та Матисом Вакернагелом у праці «Наш екологічний слід: Зниження антропогенного впливу на Землю». Величина екологічного сліду вимірюється в універсальних стандартизованих одиницях – *глобальних гектарах* (гга, gha) продуктивної території або акваторії з середнім показником біопродуктивності. «*Ідеальний екослід*» для збалансованого розвитку має бути 1,8 гга на людину. Вважається, що в розвинутих країнах екологічний слід набагато вищий, ніж у тих, що розвиваються.

Вуглецевий слід – сукупність викидів, пов'язаних з діяльністю людей, компаній, держав. *Вуглецеві викиди* (carbon emissions) – сукупність викидів усіх парникових газів, які утворились (прямо та опосередковано) внаслідок діяльності окремої людини, організації, міста, країни тощо. *Вуглець у викидах* – це CO₂-еквівалент для оцінки всіх обсягів викидів парникових газів.

Вуглецевий резервуар, поглинач вуглецю (carbon sink) – це те, що накопичує та зберігає вуглецевмісні хімічні сполуки протягом невизначеного періоду та таким чином видаляє вуглекислий газ з атмосфери. Всі місця, де може бути вуглець (атмосфера, океани, ґрунт, рослини тощо) – те, що має здатність поглинати з атмосфери більше вуглецю, ніж викидати. Двома найважливішими поглиначами вуглецю є рослинність і океан. Ґрунт є важливим середовищем зберігання вуглецю, але значна частина органічного вуглецю, що зберігається в ґрунті сільськогосподарських угідь, була виснажена через інтенсивне землеробство.

Блакитний вуглець – вуглець, який фіксується через екосистеми океану. Прибережний блакитний вуглець включає мангрові ліси, солончаки та морські трави, які складають більшість рослин океану та зберігають велику кількість вуглецю.

Темно-синій вуглець знаходиться у відкритому морі за межами національних юрисдикцій і включає вуглець, що міститься у водах континентального шельфу, глибоководних водах і морському дні під ними. Будучи головним поглиначем вуглецю, океан усуває надлишкові викиди парникових газів, такі як тепло та енергія.

3. Категорії викидів Scopes

Scopes – це спосіб класифікації викидів відповідно до Протоколу ПГ (GHG Protocol), який надає глобальні рекомендації щодо кадастру викидів ПГ (GHG emissions inventories).

Scope 1 – прямі викиди від компанії або активів, що знаходяться у власності або контролюються компанією, це:

- об'єкти компанії (company facilities) - об'єкти, послуги, обладнання, приміщення, спорудження, засоби, потужності, спроможності;
- транспортні засоби компанії (company vehicles).

Scope 2 – непрямі викиди будівель внаслідок використання зовнішньої (закупленої, придбаної) енергії. Це наслідок діяльності підприємства, але походять з джерел, що належать або контролюються іншою компанією.:

- придбані товари та послуги (purchased goods and services);
- придбані електроенергія, пара, опалення та охолодження для власних потреб (purchased electricity, steam, heating & cooling for own use).

Scope 3 – непрямі викиди з ланцюга створення вартості (зазвичай найбільше джерело викидів). Всі інші непрямі викиди від діяльності компанії, що відбуваються з джерел, які вона контролює та не контролює.

Це викиди, на які компанія опосередковано впливає у своєму ланцюгу створення вартості.

Протокол про парникові гази (GHG Protocol) розподіляє викиди Score 3 на 15 різних категорій (Табл. 1). Вони становлять найбільш значну частину викидів для компанії, особливо для власників та забудовників будівель, тому важливо визначити шляхи зменшення цих викидів.

Таблиця 1

Категорії викидів Scores 3 в діяльності будівельних компаній

Категорії Score 3	Діяльність компанії
1. Придбані товари та послуги (Purchased goods and services)	Всі закупки, пов'язані з господарськими операціями та операціями з нерухомістю, за винятком подорожей. Напр. управління об'єктами, підрядники, юристи та консультанти, втілений та експлуатації вуглець.
2. Засоби виробництва (Capital goods)	Усі капітальні витрати, не включаючи операційні. Напр. будівельні матеріали, зокрема сталь і бетон. Особливо актуально для компаній, які будують або купують новобудови.
3. Діяльність, пов'язана з паливною енергією (Fuel energy-related activities)	Викиди від видобутку, виробництва та транспортування палива та енергії. Напр. втрати при передачі та розподілу палива та електроенергії. Актуально для забудовників, які транспортують енергію від генеруючої установки до об'єкта та використовують енергію під час будівництва.
4. Зовнішнє транспортування та розподіл (Upstream transportation and distribution)	Викиди від логістики в процесі будівництва (developments). Напр. кур'єрські або логістичні послуги. Актуально для розробників, які здійснюють логістику, пов'язану з будівництвом.
5. Операційні відходи (Waste generated in operations)	Наявні експлуатаційні та будівельні відходи. Напр. кабелі, труби, забруднений ґрунт. Пов'язане з будівництвом, але не найбільше, джерело викидів.
6. Ділові подорожі	Включає авіаперельоти, залізничні подорожі, таксі,

(Business travel)	залізницею та особистий транспорт.
7. Подорожі співробітників (Employee commuting)	Регулярні поїздки співробітників з дому на роботу. Рекомендовано перехід до стійких видів транспорту, каршерінгу, карпулінгу, домашніх офісів.
8. Орендовані активи (Upstream leased assets)	Викиди від орендованих приміщень, які не включені до Scope 1 або 2. Актуально для мешканців/орендарів будівель.
9. Транспорт і розповсюдження (Downstream transport and distribution)	Викиди від транспортування товарів/послуг кінцевому споживачу. Не актуально для будівель. Але стосується будь-яких товарів/послуг, які потребують транспортування.
10. Переробка реалізованої продукції (Processing of sold products)	Викиди від товарів/послуг для подальшого поширення. Не актуально, оскільки продана будівля, зазвичай не має елементів для подальшого поширення.
11. Використання проданої продукції (Use of sold products)	Викиди від кінцевого використання товарів/послуг, що продаються компанією. Релевантне для обліку очікуваних операційних викидів протягом усього терміну експлуатації для будь-якої проданої будівлі.
12. Обробка проданої продукції після закінчення терміну служби (End-oflife treatment of sold products)	Викиди від утилізації відходів та обробки реалізованої продукції в кінці терміну експлуатації. Актуально для розробників і власників, які будуть враховувати очікувані викиди після закінчення терміну експлуатації від проданої будівлі.
13а. Орендовані активи (операційний контроль) Downstream leased assets (operational control)	Контроль операційних викидів від споживання енергії мешканцями/орендарями. Актуально для власників, орендарів та менеджерів щодо викидів будинків, зданих в оренду, оскільки вони мають високий ступінь впливу на викиди орендарів в орендованих приміщеннях.

13b. Орендовані активи (без контролю) Downstream leased assets (no control)	Викиди від споживання енергії мешканцями/орендарями без оперативного контролю. Актуально для власників, орендарів та менеджерів для залучення мешканців/орендарів.
14. Франшизи (Franchises)	Викиди внаслідок діяльності франшиз. Релевантне для повної оцінки Scope 3.
15. Інвестиції (Investments)	Викиди від діяльності інвестицій, включаючи інвестиції в акціонерний капітал, боргові інвестиції та проєктне фінансування. Актуально для інвесторів та інвестиційних менеджерів.

4. Вуглецевий цикл будівництва

Повний вуглецевий цикл будівлі складається з експлуатаційного та втіленого вуглецю. *Втілений вуглець* – викиди, пов’язані з матеріалами та будівельними процесами протягом усього життєвого циклу будівлі чи інфраструктури. Втілений вуглець:

- вуглецевий слід будівлі або інфраструктурного проєкту до введення в експлуатацію;
- утворюються під час виробництва будівельних матеріалів (видобуток сировини, транспортування до виробника та місця будівництва);
- залежать від застосованих будівельних методів;
- викиди в процесі ремонту будівлі, її знесення в кінці життєвого циклу, транспортування та переробки відходів;
- накопичуються переважно до початку експлуатації будівлі;
- становлять значну частку всіх викидів від побудованого середовища.

У новому будівництві та капітальних реконструкціях втілений вуглець утворюється до введення будівлі в експлуатацію внаслідок процесу будівництва, реконструкції та знесення, транспортування до об’єктів, а також поводження з відходами в кінці терміну експлуатації.

Експлуатаційний вуглець – викиди, що утворюються в процесі освітлення, енерго- та теплозабезпечення будівлі. Дані Всесвітньої ради зеленого будівництва свідчать про значний прогрес у зниженні експлуатаційного вуглецю завдяки заходам енергоефективності.

Складові повного вуглецевого циклу будівлі

Шифр	Стадія будівельного циклу
<i>A1-A3 Стадія продукту (будівельні матеріали)</i>	
A1	Видобуток та постачання сировини (Raw material extraction and supply)
A2	Транспортування на виробництво (Transport to manufacturing plant)
A3	Виробництво та обробка (Manufacturing & fabrication)
<i>A4 - A5 Етап процесу будівництва (Construction process stage)</i>	
A4	Транспортування до будівельного майданчика (Transport to project site)
A5	Транспортування на виробництво (Transport to manufacturing plant)
<i>B1 - B7 Етап експлуатації Use stage</i>	
B1	Використання (Use)
B2	Технічне обслуговування (Maintenance)
B3	Ремонт (Repair)
B4	Заміна (Replacement)
B5	Реконструкція – переобладнання, капітальний ремонт, модернізація (Refurbishment)
B6	Енергоспоживання (Operational energy use)
B7	Експлуатаційне водокористування (Operational water use)
<i>C1 - C4 Кінцева стадія життєвого циклу (End-of-life stage)</i>	
C1	Знос – демонтаж, руйнування (Deconstruction demolition)
C2	Транспортування до сміттєзвалища (Transport to disposal facility)
C3	Поводження з відходами – повторне використання, відновлення або переробка (Waste processing for reuse, recovery or recycling)
C4	Утилізація (Disposal)
<i>D Переваги та навантаження за межами системи (Benefits and loads beyond the system boundary)</i>	
D1	Повторне використання потенціалу переробки (Reuse recovery recycling potential)

Екологічні декларації продукції (Environmental Product Declaration – EPD), коефіцієнти перерахунку в еквівалент CO₂ (Grid carbon factors). Екологічні декларації продукції (EPD) розраховують вміст вуглецю в будівельних матеріалах на стадіях виробництва (A1-A3), деяких етапах

використання (B1-B5) і стадії закінчення терміну служби (C1-C4). Зазвичай вони дійсні протягом п'яти років. EPD можна використовувати для отримання кредитів оцінки життєвого циклу в схемах сертифікації, включаючи LEED, BREEAM, DGNB і HQM.

5. Ринок вуглецевих викидів

Вуглецевий кредит (carbon credits) або компенсаційний кредит – є фінансовим інструментом, який можна купити або продати після сертифікації державним або незалежним органом сертифікації.

Компенсація викидів вуглецю (carbon offset) – це механізм торгівлі, який дозволяє урядам, окремим особам чи підприємствам компенсувати свої викиди парникових газів шляхом підтримки проєктів, які зменшують, уникають або усувають викиди деінде.

Податок на вуглець (carbon tax) стягується з вмісту вуглецю у викопному паливі та оподаткування інших типів викидів парникових газів. Податок на вуглець встановлює ціну на ці викиди, щоб спонукати споживачів, підприємства та уряди виробляти їх менше.

Вуглецевий ринок (carbon market) – це спеціалізований тип фінансового ринку, на якому можна купувати та продавати вуглецеві кредити.

Вуглецевий реєстр (carbon registry) – декарбонізація глобальної економіки, розблокування та масштабування кліматичних заходів на основі стандартів ISO (www.carbonregistry.com)

Облік викидів вуглецю (carbon accounting) або облік парникових газів – це процес кількісного визначення кількості парникових газів, які виробляються прямо чи опосередковано в результаті діяльності підприємства чи організації.

Контрольні запитання

1. Які гази відносять до парникових?
2. Що включає процедура інвентаризації парникових газів?
3. Як визначається екологічний слід?
4. Що визначає адаптовану пропускну здатність та біоємність?
5. Що таке втілений та експлуатаційний вуглець?
6. Які складові вуглецевого циклу будівництва?
7. Як характеризувати категорії викидів Scopes 1, 2, 3?
8. Якими поняттями оперують на ринку вуглецевих викидів?

Лекція № 4. Кліматична криза

1. Кліматичні терміни.
2. Взаємопов'язаність проблем довкілля.
3. Зміна клімату в Україні.
4. Взаємовплив кліматичних змін та будівельної діяльності.
5. Заходи адаптації будівельної галузі до кліматичних змін.

1. Кліматичні терміни

Погода – це фізичний стан атмосфери у певний час на даній території. Параметри, що характеризують фізичний стан атмосфери, називаються метеорологічними величинами. Це атмосферний тиск, температура та вологість повітря, світло, хмарність, прозорість атмосфери тощо. Крім метеорологічних величин стан атмосфери характеризують явищами погоди або атмосферними явищами.

Атмосферні явища – результат взаємодії різних атмосферних процесів, що характеризуються певним сполученням кількох метеорологічних величин. Це атмосферні опади, гроза, туман, серпанок, роса, іній, пилова буря, хуртовина, гало, райдуга та інші оптичні і електричні явища.

Клімат – це багаторічний режим погоди даної місцевості, зумовлений сонячною радіацією, її перетворенням у діяльному шарі земної поверхні та пов'язаною з ними загальною циркуляцією атмосфери і океану.
– це багаторічний режим погоди, властивий даній місцевості через її географічне положення.

Глобальний клімат – це клімат земної кулі, який поєднує всі типи клімату.

Макроклімат – це клімат великомасштабного географічного регіону, континенту або всієї земної кулі.

Мікроклімат – місцеві особливості режиму інсоляції, температури повітря та ґрунту, вітру і вологості, випаровування, обумовлені неоднорідністю будови підстильної поверхні. Ці особливості обумовлені формою рельєфу, експозицією схилів, типом ґрунту, характером рослинності, штучними спорудами тощо.

Кліматологія – наука, яка вивчає закономірності формування кліматів, їх розподіл на земній кулі та зміни в минулому і майбутньому.

2. Взаємопов'язаність проблем довкілля

До головних проблем довкілля відносять: перенаселення, злидні, забруднення навколишнього середовища, обмеженість прісних водних ресурсів, зростання енерговитрат, вичерпання родючих земель, руйнування природних екосистем, зниження біорізноманітності, продовольча криза, кліматичні зміни. Війна загострює всі екологічні проблеми, роблячи їх другорядними в умовах пріоритетів виживання.

Перенаселення. 15 листопада 2022 року населення землі перевищило 8 мільярдів людей, наступну позначку в 9 мільярдів ООН прогнозує у 2037 році. Очікується, що саме країни Африки на південь від Сахари забезпечать більше половини приросту. Також, за прогнозами, частка населення світу у віці 65 років і старше зросте з 10 % у 2022 році до 16 % у 2050 році.

Злидні. Проблема полягає не в кількості людей, а в масштабі і характері споживання. Якщо громадяни всіх країн знизять обсяги споживання до рівня середнього жителя Руанди, то Земля може прогодувати 18 мільярдів людей. Але планета може витримати всього 2,5 мільярди населення, якщо всі житимуть за стандартами США. На підтримання комфортного способу життя необхідно все більше ресурсів і енергії, тому жителі розвинутих країн впливають на довкілля більше, ніж громадяни бідних країн. Водночас злиденне життя не спонукає до турботи про довкілля, оскільки висуває на перший план проблему виживання, тому у турбота про довкілля в пріоритеті у багатих країн. Саме тому найбільш одіозні випадки забруднення навколишнього середовища пов'язані з країнами, що розвиваються. Кліматичні зміни тільки посилюють важкий економічний стан бідних країн. Зміни клімату вплинуть на сільське, водне і лісове господарство, транспорт і енергетику. В аграрних країнах вони призведуть до зростання безробіття і бідності (рис. 4).

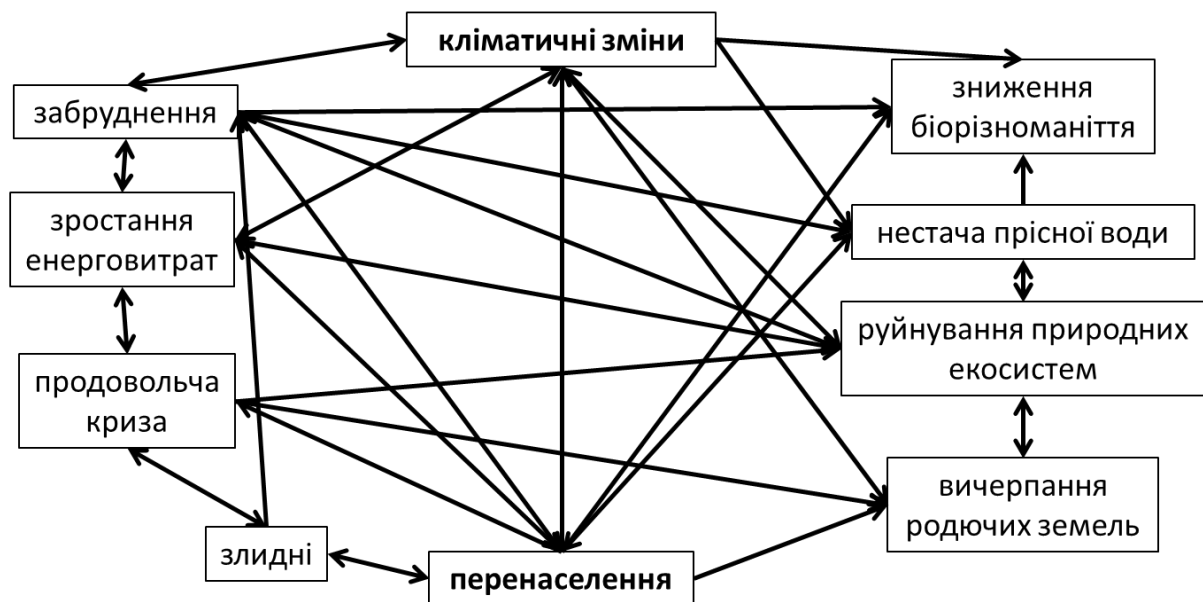


Рис. 4. Взаємопов'язаність проблем довкілля

Клімат та населення. Внаслідок кліматичних змін багато місць проживання людей може бути повністю втрачено в результаті підвищення рівня океану. До 2050 року в містах буде проживати ще на 2,5 мільярда осіб більше, причому майже 90 % з них буде проживати в містах Азії та Африки. На даний момент близько 150 мільйонів людей проживають на суші, яка до 2050 року опиниться під водою. Вже сьогодні кліматичні зміни активізували переселення людей, яких називають «кліматичними біженцями». За прогнозами можуть початися кліматичні війни. Міграція населення досягла рекордних показників, а останнім часом люди частіше покидають свої домівки через кліматичну кризу, ніж через ескалацію військових конфліктів. Таким чином зміна клімату підвищує щільність населення окремих регіонів і поглиблює нерівність, що негативно впливає життя нинішніх і майбутніх поколінь.

Клімат і продовольча криза. Наразі у світі виробляється достатньо продовольства, щоб прогодувати все населення Землі. Незважаючи на це, кількість людей, що потерпають від голоду постійно зростає. За даними ООН, кліматичні зміни та викликані ними посухи і повені є одними з ключових чинників голоду, так само як і війни та несприятлива політико-економічна ситуація. Проблеми нестачі продовольства пов'язані не з недостатнім його виробництвом, а із збереженням та логістикою.

Природні ресурси. Кліматичні зміни загрожують запасам прісної води. Хоча площа Землі на три чверті покрита водоймами, прісна вода становить 2,5 % від загального об'єму і тільки 0,3% цієї води доступно для вживання,

оскільки майже 70 % заморожено у льодовиках полярних широт, біля 30 % у водоносних шарах земної кори, а в річках залишається тільки 0,006 %. Нестачу води вже сьогодні відчуває 50 % населення нашої планети, а 6 тисяч людей (переважно діти) вмирає щодня від вживання води, що не відповідає санітарним нормам. Спричинене глобальним потеплінням підвищення температури викликало зниження рівню кисню на глибині озер на 19 % і на поверхні – на 5%, що негативно впливає на гідробіоту і загальний стан водойм. Зміна клімату разом із забрудненням загрожує вразливим прісноводним екосистемам, де біорізноманіття вже знизилось на 84 % у порівнянні з 1970 роком. Згідно з оцінкою Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC), 20-50% видів живих істот можуть зникнути до кінця століття, тому охорону біорізноманіття та природних екосистем відносять до ключових завдань.

Забруднення. Техногенна діяльність призводить до змін газового складу та властивостей атмосфери, смогу та кислотних дощів, поширення ксенобіотиків, отруєння води, повітря та ґрунту токсичними речовинами та радіонуклідами. Крижані щити Антарктиди і досі виділяють радіоактивний хлор, накопичений в результаті випробувань ядерної зброї в 1950-х роках. Міста вносять найбільший внесок у забруднення. За даними ООН-Хабітат, міста споживають 78% світової енергії і виробляють понад 60% викидів парникових газів, при цьому вони займають менше 2% поверхні Землі. Скорочення виробництва червоного м'яса скорочує обсяги окису азоту, яка викидається в атмосферу добривами і продуктами метаболізму сільськогосподарських тварин. Окис азоту є третім за значенням парниковим газом, який виникає в результаті людської діяльності, а також найбільш важливим антропогенним чинником, що сприяє руйнуванню озонового шару в стратосфері. Скорочення поголів'я худоби також скоротить емісію метану, який є другим після двоокису вуглецю найбільшим фактором, що сприяє глобальному потеплінню. З розвитком біотехнологій можливо ці проблеми будуть вирішені, як і проблеми збереження родючих земель, природних екосистем та біорізноманітності.

3. Зміни клімату в Україні

Проблема кліматичних змін реальна і потребує термінового вирішення. Згідно з розрахунками, в цьому столітті рівень Світового океану підніметься на 1 метр, а якщо продовжувати використовувати викопне паливо, то показники можуть досягти 5 метрів. Внаслідок кліматичних змін в окремих регіонах України почастишають повені та підтоплення, а на півдні

України невеликі річки можуть пересохнути до 2050 року. Потопи і посухи завдають великої шкоди сільськогосподарським територіям, призводять до деградації ґрунтів і спричиняють суттєві економічні збитки.

Кліматичні сценарії, розраховані за максимальними показниками, припускають підвищення температури на 4-7°C на більшій частині земної кулі до 2100 року. До 2050 року середня температура в Україні може зрости на 1,5-2 °C. Середня кількість опадів до 2030 року може збільшитися на 7%. Щоправда, у різні місяці і в різних регіонах цифри будуть різними. Так, наприклад, у серпні на Півдні опадів може стати на 20 % менше, а в січні на Заході – на 26 % більше.

В результаті глобального потепління зростає тривалість спекотних та посушливих періодів. Внаслідок підвищеної концентрації водяної пари в атмосфері, опади перетворюються на стихійні лиха, а урагани і повені трапляються все частіше. Всього 50 років тому такі аномалії поширювалися на 0,2-0,3 % поверхні суші, а в останні роки вони зросли в 25-50 разів, охоплюючи приблизно 10 % суші. Вирішенню проблеми кліматичних змін приділяється велика увага в усіх цивілізованих країнах світу, незважаючи на складність та значні кошти, які потребує протистояння природним процесам та мінімізація антропогенного впливу.

Кліматичні зміни безпосередньо впливають на здоров'я людини і посилюють існуючі проблеми охорони здоров'я. Прямі наслідки змін клімату — це аномальна спека і тепловий стрес. До 2050 року у світі прогнозують по 250 тисяч додаткових смертей на рік, спричинених змінами клімату: в основному, від спеки, діареї, малярії і дитячого недоїдання. Хвилі тепла, почастищення яких уже є наслідком зміни клімату в Україні, призводять до збільшення забруднення повітря, серцево-судинних і респіраторних захворювань. Згідно з даними ВООЗ, кожна восьма смерть асоційована з забрудненням повітря, причому головними причинами є інсульти і хвороби серця. З глобальним потеплінням зростатиме число хвороб і передчасних смертей, особливо серед дітей молодшого віку і людей у віці старше 60 років. Ризики смертності від серцево-судинних, ендокринних і метаболічних порушень зростають з підвищенням середньодобової максимальної температури на кожен 1°C. Причому відсоток смертності (з 12,5 % до 31,9 %) пов'язаний з метаболічними станами, наприклад, з діабетом.

За приблизними оцінками внесок транспорту у кліматичні зміни досягає 20 %, водночас підвищуючи показники смертності від серцевих

хвороб і інсультів, а також від респіраторних і онкологічних захворювань. Скорочення шкідливих викидів дозволить запобігти 2,5 мільйона смертей щорічно і водночас компенсує частину витрат на скорочення викидів парникових газів.

Зміни клімату безумовно входить в десятку найбільш нагальних проблем людства поряд з інфекційними хворобами, військовими конфліктами, недосконалістю освіти, фінансовою нестабільністю, корупцією, голодом, міграцією населення, антисанітарією водопостачання і бар'єрами для вільної торгівлі. Ці завдання виділили найбільші світові експерти з організації Bjorn Lomborg. За розрахунками Копенгагенського консенсусу з точки зору економічної доцільності, зміна клімату знаходиться в самому кінці списку. Це означає, що для боротьби з цією проблемою ми можемо зробити дуже мало, витративши на рішення величезні ресурси. Макроекономічні моделі показують, що на виконання умов Кіотського протоколу всіма країнами щорічно буде потрібно близько 150 мільярдів доларів і це відсуне проблему потепління всього на шість років до 2100 року. Для порівняння - ці витрати вдвічі або втричі більше, ніж міжнародна допомога, одержувана всіма країнами третього світу в рік. При цьому, за оцінками ООН приблизно за 75 мільярдів доларів на рік, ми могли б вирішити всі основні найголовніші проблеми світу.

4. Взаємовплив кліматичних змін та будівельної діяльності

Будівельна галузь суттєво впливає на перебіг кліматичних змін, але водночас будівництво і побудоване середовище безпосередньо залежить від цілої низки кліматичних факторів, які обумовлюють різноманітні категорії ризиків, що істотно загострюються в умовах змін клімату. Внаслідок повеней та паводків руйнуються будинки та споруди, обвалюються мости, розмиваються залізничні та автомобільні шляхи, відбуваються аварії на інженерних мережах. Повені та паводки призводять до просідання будинків та ґрунту, розмиву та нерівномірного осідання фундаменту, виникають зсуви та обвали. Споруди, що періодично потрапляють у зону затоплення, втрачають міцність, з'являються тріщини, псуються від корозії металеві конструкції та гниють дерев'яні елементи будівель. Ключовими кліматичними факторами пожежної небезпеки є температура повітря, режим зволоження та вітрова активність. Аномальні стихійні явища призводять до суттєвого погіршення стану екологічної безпеки будівельної галузі та створюють додаткові ризики для населення (рис. 5).

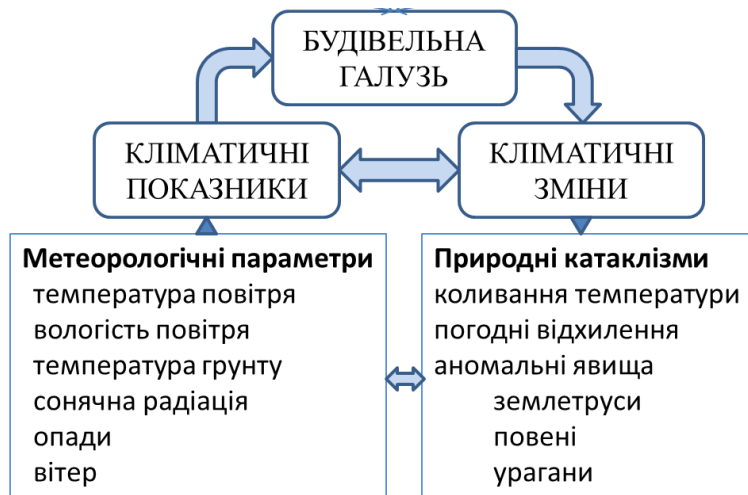


Рис. 5. Взаємовплив кліматичних змін та будівельної діяльності

Кліматична інформація використовується на всіх стадіях будівельного проекту: розробка концепції, технічне проектування, організація та проведення будівельних робіт, експлуатація будівель і споруд, ремонт та реконструкція, знесення з послідовною утилізацією та рециклізацією. В процесі прийняття архітектурно-планувальних рішень, проектування каналізаційних мереж, розрахунку систем опалення, вентиляції та кондиціонування необхідно враховувати кліматичні дані про зміну різноманітних метеорологічних параметрів (температура повітря і ґрунту, опади, сонячна радіація, вітер, вологість повітря, тощо) і атмосферних явищ.

В Україні кліматичні параметри та характеристики, що використовують при проектуванні будинків та споруд, систем опалення, вентиляції, кондиціонування та водозабезпечення, а також при плануванні та забудові міських і сільських поселень, регламентовано ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», а також ДСТУ-Н Б А.2.2 5:2007, ДБН В.2.1-10:2018, ДБН В.1.1-12:2014, ДБН В.1.1-24:2009, ДБН В.2.6-31:2006 та іншими нормативними документами. Визначення спеціалізованих кліматичних показників узгоджено з методами інженерних розрахунків в ході досліджень метеорологічних процесів, пов'язаних з будівництвом і експлуатацією будівель і споруд. На основі інформації метеорологічних спостережень розраховують кліматичні параметри, які враховують кліматичну зону, кліматичну область, кліматичний район, вітер, опади, сніговий покрив, вологість повітря, температуру повітря, сонячну радіацію, освітленість, фактор мутності атмосфери, оптичну масу атмосфери, хмарність, карст, лесові ґрунти.

Облік атмосферних навантажень. Для забезпечення надійності,

безпеки і довговічності зведених будинків і споруд першочергове значення має коректний облік атмосферних навантажень, до яких відносять снігові, вітрові та ожеледні навантаження, а також температурні впливи. Для більшості будівель вплив вітру найістотніше проявляється у збільшенні втрат тепла.

Коректний облік *вітрових навантажень* має велике значення при зведенні висотних будівель, тобто громадських будівель заввишки 50 м і більше та житлових будівель понад 75 м. Для таких висотних споруд, як телевізійні вишки, радіощогли та димові труби, вітрове навантаження є ключовим фактором безпечного функціонування.

Ожеледно і ожеледно-вітрові навантаження є основним видом кліматичних ризиків для ліній зв'язку та ліній електропередач, де помилки у розрахунках цих навантажень призводять до численних аварій, які завдають величезної шкоди та збитків. *Снігові навантаження* на будівлі та споруди також неодноразово ставали причиною руйнування конструкцій, тому методика оцінки цього виду атмосферних навантажень і їх нормування, знаходяться в сфері підвищеної уваги відповідних фахівців.

Стан ґрунтів. Зміна температури ґрунтів, глибини промерзання та рівня ґрунтових вод призводять до деформації фундаментів будівель і споруд, створюють додаткові ризики їх руйнування та підтоплення. Число циклів заморожування і відтавання є важливим кліматичним параметром для будівельного проєктування, що впливає на довговічність огорожувальних конструкцій будівель. Збільшення числа циклів заморожування і відтавання у поєднанні зі збільшенням кількості опадів в холодну пору року викликає прискорене старіння будівель і споруд, що призводить до серйозного збільшення експлуатаційних витрат. Інтенсивність зволоження стін особливо зростає при сильному вітрі, а подальше їх охолодження призводять до замерзання води в порах матеріалів, що викликає деформацію та руйнування конструкцій.

5. *Заходи адаптації будівельної галузі до кліматичних змін*

Будівельна галузь потребує невідкладних заходів адаптації до наявних та очікуваних ризиків внаслідок глобальних кліматичних змін. Більшість споруд, які експлуатуються сьогодні, проєктувались та будувались на основі кліматичних параметрів, що характеризували умови середини минулого століття, а в сучасних умовах екстремальних кліматичних навантажень підвищується ймовірність руйнувань, аварій і катастроф. Сучасні архітектурно-планувальні рішення орієнтовані на збільшення вимог до якості житла та енергоефективності будівель з мінімізацією впливу на

довкілля. Визначають необхідність постійного розвитку методології оцінки та обліку кліматичного впливу на будівлі і споруди. Наразі до актуальних завдань відносять гармонізацію національних і міжнародних стандартів з урахуванням кліматичних змін у будівництві.

Хоча викиди парникових газів відносять до глобальних причин кліматичних змін, негативні наслідки відчуваються на місцевому рівні у формі екстремальних погодних явищ, втрати ландшафтів і біорізноманіття. Різниця в демографічних показниках, економічному статусі, географічному розташуванні побудованого середовища обумовлює відмінності у вразливості до кліматичних явищ навіть в різних районах одного міста. Програми зеленого будівництва включають численні стратегії проектування, які можуть допомогти зменшити вразливість до змін клімату та мати позитивний вплив на здоров'я та якість життя населення шляхом зменшення впливу кліматичних явищ, особливо в найбільш вразливих районах. Рекомендації по розробці регіональних стратегій зеленого будівництва для запобігання кліматичних небезпек включають регламент зонування територій, вимоги до зелених будівель, використання технологій з низьким рівнем впливу на довкілля, використання опадів, запобігання повеням, зелені дахи та програми посадки дерев місцевої флори, пішохідні зони та велосипедні доріжки, транзитні плани, тощо. Екологічні тренди набувають все більшої популярності, а для будівельної галузі питання зниження негативного впливу на довкілля є одним з найбільш болючих та актуальних. За прогнозами фахівців Оксфордського університету, вже до 2030 року зникнуть 53 професії і з'явиться 186 нових. При цьому особливий попит прогнозується на урбаністів-екологів, інженерів по кліматології і фахівців з альтернативної енергетики.

Контрольні запитання

1. Чому так багато говорять про кліматичні зміни?
2. Як кліматичні зміни вплинуть на населення планети?
3. Чому постійно зростають енерговитрати та використання ресурсів?
4. Як зміна клімату загрожує довкіллю?
5. Які кліматичні ризики характерні для будівель?
6. Яку кліматичну інформацію враховують в будівельних проєктах?
7. Які атмосферні навантаження пов'язані з ризиками для будівель?
8. Які кліматичні зміни можуть трапитися в Україні?
9. Які основні проблеми навколишнього середовища в Україні?
10. Чи є стратегії адаптації будівельної галузі до кліматичних змін?

Лекція № 5. Шляхи декарбонізації будівельної галузі

1. Вплив будівельної галузі на довкілля.
2. Стратегія декарбонізації будівельної галузі.
3. Шляхи досягнення нульових вуглецевих викидів будівель.
4. Зниження впливу будівельної галузі на кліматичні зміни.
5. Роль будівельної галузі у досягнення цілей сталого розвитку ООН.

1. Головні тенденції розвитку будівельної галузі

Тенденції будівництва завжди відображали здатність еволюціонувати після криз шляхом докорінного перегляду теорій планування та розробки нових моделей міського простору, а також нових шляхів функціонування людей у побудованому середовищі. Бізнес і промисловість негативно впливають на навколишнє середовище та якість життя, тому розвиток природоохоронного та соціального законодавства спрямовано на пом'якшення цього руйнівного ефекту. Часи «дикого капіталізму» вже залишилися у минулому, а прагнення до прибутку за будь-яку ціну може назавжди зруйнувати репутацію і бізнес.

Зміна клімату збільшила ризик аномальних погодніх явищ – спека, повені, пожежі, урагани, шторми та інше, тому всі шукають способи пом'якшити ці ризики. Енергетична криза обумовлює енергоефективність та використання відновлювальних джерел енергії, а війна переконливо продемонструвала, що енергонезалежність – це питання виживання. Широкого поширення набула концепція «зеленого відновлення», підґрунтя для якої сформувалося ще в ході розробки протипандемічних заходів в різних містах світу. Всі зацікавлені сторони вже розуміють, що інвестиції у низьковуглецеві технології – це інвестиції у стійкість країни.

Економічна криза обумовлює пошук зовнішнього фінансування та інвестицій. Після спаду ринків внаслідок війни та Covid-19 динаміка показників вартості акцій компаній, що приділяють належну увагу питанням ESG, була кращою, порівнюючи з іншими компаніями. Застосування ESG показників забезпечує прозорість, об'єктивність та вимірюваність результатів діяльності компанії. Основною метою діяльності будь-якою компанією є максимізація прибутку, а бізнес є рушійною силою економічного зростання суспільства. Водночас соціально-свідомі інвестори для перевірки потенційних інвестицій використовують ESG стандарти діяльності компанії. Впровадження принципів ESG передбачає створення довгострокової сталої цінності в інтересах компанії та її стейкхолдерів.

Зараз відбувається переформатування світових ринків з появою нових інвестиційних пріоритетів, де ESG набуває есенціальної вагомості, а Україна опинилася у центрі світових трансформацій. Криза може стати поштовхом для переходу на новий рівень, якщо у повоєнній відбудові застосувати кращі світові тенденції розвитку будівельної галузі.



Рис. 6. Глобальні впливи на будівельну галузь

2. Вплив будівельної галузі на довкілля

Основні параметри, за якими оцінюється вплив на довкілля поділяються на фактори прямого впливу (емісія шкідливих засобів, утворення відходів та ін.) та фактори непрямого впливу (дефіцит сировини, вплив на здоров'я людини, погіршення якості довкілля, транспортні викиди та ін.). Серед негативних факторів впливу на довкілля особливо виділяють: вичерпання ресурсів, забруднення атмосфери та водного середовища, пошкодження ґрунтового шару, зміна ландшафту та виникнення техногенних ландшафтів, небезпечні шумові забруднення, утворення відходів, порушення природної рівноваги в екосистемі.

Зростаючий попит будівельного сектора на природні ресурси прискорює кліматичні зміни. На сектор будівництва припадає 37% світових викидів CO₂ та 34% попиту на енергію. До 2060 р. світовий будівельний фонд подвоїться, 70% населення планети житимуть у містах.

Негативний вплив будівельної індустрії

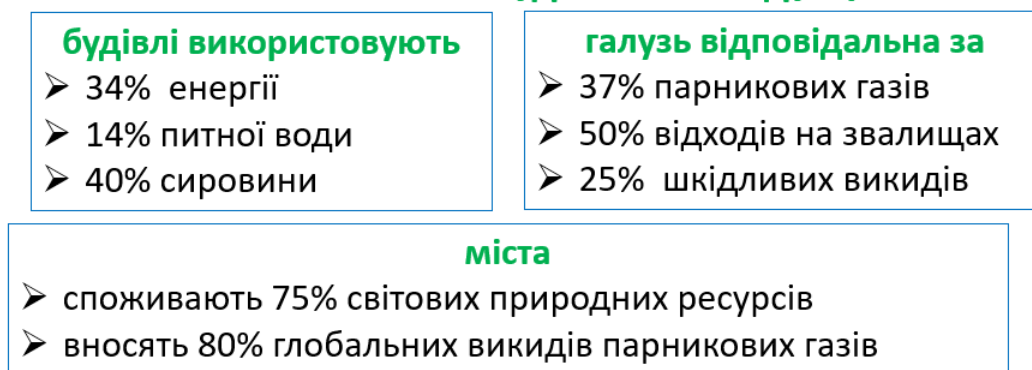


Рис. 7. Вплив будівельної галузі на довкілля

Втілені вуглецеві викиди – ключова проблема будівельної галузі. Більше половини загальних викидів від усього нового глобального будівництва в період з 2020 по 2050 рр. припадатиме на втілений вуглець. Це насамперед викиди, що виникають при виробництві, транспортуванні, монтажі, технічному обслуговуванні та утилізації будівельних матеріалів, особливо сталі та цементу – двох найбільш високовуглецевих галузей промисловості.

Постає нагальна необхідність для вирішення проблеми вмісту вуглецю в п'яти ключових будівельних матеріалах – цементі, алюмінії, сталі, цеглі та склі. На ці матеріали припадає понад 20% світових викидів парникових газів та 9% викидів у будівельному секторі. Перехід на низьковуглецеві матеріали може знизити викиди в деяких типах будівель на 19–46%, проте залишаються прогалини в даних щодо профілів викидів та вартості таких альтернатив.

3. Стратегія декарбонізації будівельної галузі

Провідні корпорації вже зараз вимагають від своїх постачальників розкривати дані про сталий розвиток та викиди парникових газів, а також надавати підтвердження їхньої достовірності від третіх сторін. Компаніям рекомендовано розробити Політику сталого розвитку, яка визначає взаємодію з навколишнім середовищем, а також враховує потенційні ризики, пов'язані з довкіллям. Обов'язково не тільки дотримуватись усіх відповідних законів, але й поширювати інформацію щодо кращих практик сталого розвитку та впроваджувати у діяльність компанії. Бізнеси, які впровадять облік парникових газів (GHG Protocol) та встановлять науково обґрунтовані цілі щодо досягнення кліматичної нейтральності, стануть беззаперечними лідерами у своїх галузях у найближчі 30 років та отримають доступ до інвестиційного капіталу для впровадження заходів щодо боротьби

зі змінами клімату. Ініціатива по встановлення науково обґрунтованих кліматичних цілей (Science Based Targets initiative) заохочує компанії до збільшення обсягу розкриття інформації про сталий розвиток, створення планів покращення сталого розвитку та надання продуктів і послуг на основі нейтральних вуглецевих викидів.

Стратегія декарбонізації будівель передбачає наступні основні етапи:

- Визначення цільового року (до 2050) та проміжної мети (–50% до 2030);
- Вимірювання втіленого вуглецю у нових проєктах;
- Оптимізація енерговикористання;
- Перехід на відновлювану енергію;
- Залучення зацікавлених сторін до скорочення Scope 3.

Стратегія декарбонізації будівельних компаній будівель базується на принципах зеленого будівництва і складається з таких послідовних етапів:

1. Обґрунтовані розрахунки вуглецевого сліду компанії за останній репрезентативний рік.
2. Визначення цільового року для досягнення чистого нульового викиду вуглецю (рекомендовано до 2050 року) та проміжну ціль щодо скорочення принаймні 50% цих викидів до 2030 року.
3. Вимірювання та фіксація втіленого вуглецю у проєктах нового будівництва та капітальних ремонтів.
4. Скорочення викидів у всіх проєктах будівництва та реконструкції для забезпечення експлуатаційного та втіленого нульового вуглецю до встановленого кінцевого цільового року.
5. Оптимізація енерговикористання як для існуючих активів, так і для нових проєктів.
6. Максимізація постачання відновлюваної енергії на місці.
7. Забезпечення зовнішнього постачання енергії з відновлюваних джерел (в ідеалі до 100%).
8. Вплив на зацікавлені сторони у ланцюжку створення вартості для зменшення викидів Scope 3.
9. Забезпечення високоякісних компенсацій залишкових вуглецевих викидів.
10. Взаємодія із зацікавленими сторонами для визначення спільних зусиль і справедливого розподілу витрат і вигід.

4. Шляхи досягнення нульових вуглецевих викидів будівель

Досягнення глобальних цілей нульового рівня викидів необхідно 9,2 трильйона доларів щорічних інвестицій, тому рекомендують фінансування через ринки вуглецю для розширення впровадження низьковуглецевих будівельних матеріалів та усунення існуючих методологічних прогалин. Створення *програми нульових вуглецевих викидів* (net-zero carbon programme) для будівельних компаній включають наступні етапи:

1. Офіційно прийняти принципи зеленого будівництва (Green Building Principles) як частину шляху компанії до досягнення цілей нульових викидів вуглецю (net-zero carbon).
2. Прийняти зобов'язання щодо нульових викидів вуглецю (net-zero carbon commitment), наприклад, ініціатива Race to Zero.
3. Досліджувати спеціалізовані ініціативи будівельної галузі, наприклад «Зобов'язання щодо нульового викиду вуглецю» (Net-zero Carbon Buildings Commitment) від WorldGBC або EP100 Climate Group.
4. Розрахувати вуглецеві викиди компанії (Calculate the emissions in your portfolio) та спроектувати їх на цільовий рік.
5. Розробити стратегію чистого нульового викиду вуглецю (net-zero carbon strategy), яка оцінює потенційну економію від енергоефективності, відновлюваної енергії та втіленого вуглецю.
6. Розробити стратегію компенсації викидів вуглецю (carbon offsetting strategy) для управління залишковими викидами та визначення моменту закупівлі компенсацій.
7. Розробити план інтеграції стратегії нульових викидів вуглецю в матеріальні аспекти бізнесу (a plan for integrating your net-zero carbon strategy into the material aspects of your business).
8. Освіта співробітників щодо чистих нульових викидів вуглецю та наслідків для бізнес-підрозділів компанії.

5. Зниження впливу будівельної галузі на кліматичні зміни

Ініціативою Building To COP26 створено Консорціум за нульові викиди та стійке середовище, де заплановано вдвічі скоротити викиди будівельного сектору до 2030 р. та зробити побудоване середовище основним постачальником рішень для боротьби з кліматичною кризою.

Консорціумом «Building To COP26» визначено три основні напрямки для будівельного сектора:

1. Для всіх країн передбачено: реалізацію кліматичної політики,

конкретні цілі декарбонізації, відповідні механізми та заходи їх впровадження згідно визначеним національним внескам Рамкової конвенції ООН про зміну клімату.

2. 1000 міст і щонайменше 20% найбільших за прибутком будівельних підприємств приймуть участь у «UN's Race to Zero».

3. Зацікавлені сторони сектору об'єднуються для досягнення спільних цілей: до 2030 року 100% нових будівель без вуглецевих викидів в експлуатації, втілений вуглець має бути зменшений до 40%, до 2050 року всі нові та існуючі активи повинні бути з нульовими викидами протягом усього життєвого циклу.

Заплановано вдвічі скоротити викиди будівельного сектору до 2030 року та зробити побудоване середовище основним постачальником рішень для боротьби з кліматичною кризою. До 2030 року інвестиційний потенціал енергоефективних будівель становитиме 24,7 трильйонів \$, а з кожних 100\$, вкладених у нове будівництво, 3\$ витрачається на енергоефективні будівлі.

Асоціація фінансових ринків Європи (AFME) відзначає суттєвий вплив на ринки капіталу регуляторних змін у сфері сталого фінансування через попит клієнтів та очікування різних сфер бізнесу. Група фінансових установ, які володіють майже 20 трлн доларів активів, закликала компанії встановити науково обґрунтовані цілі щодо скорочення викидів парникових газів — SBTi (scientific based targets initiative). Понад 2000 компаній, які покривають 2 трлн ринкової капіталізації, задекларували прагнення встановити SBT для скорочення понад 90% власних викидів парникових газів та компенсації чи усунення до 2050 р. У 1200 компаній, які представляють 1/3 світової економіки з понад 50 секторів є підтверджені SBT. Дев'ять із 10 компаній зі списку Fortune 500 використовують GHG протокол для CDP звітів (Carbon Disclosure Project – «золотий» стандарт екологічної звітності).

Фінансові консультанти враховують такі ризики у своїх інвестиційних рішеннях та страхових чи інвестиційних консультаціях. Британський Інститут міських територій враховує важливість кліматичних змін в процесі прийняття рішень щодо нерухомості. Міжнародні інвестори нерухомості все більше усвідомлюють кліматичні ризики та потребу в стійких активах. Свідомі професіонали будівельної галузі відчувають відповідальність за негативний вплив на довкілля і намагаються запроваджувати стійкі заходи для зменшення руйнівних кліматичних наслідків, щоб забезпечити розвиток і процвітання наступних поколінь.

Контрольні запитання

1. В чому полягає вплив будівельної галузі на довкілля?
2. Як формується стратегія декарбонізації будівель?
3. Яким шляхом можливо знизити вплив будівництва на кліматичні зміни?
4. Як досягти нульових викидів в процесі діяльності будівельних компаній?
5. Досягненню яких цілей сталого розвитку ООН може сприяти будівельна галузь і як саме?

Лекція № 6. Критерії стійкості зеленого будівництва

1. Історичне підґрунтя концепції зеленого будівництва.
2. Сертифікаційні міжнародні системи зеленого будівництва.
3. Критерії та аспекти оцінки проєктів зеленого будівництва.
4. Перспективи розвитку зеленого будівництва в Україні.
5. Переваги зеленої сертифікації будівель.

1. Історичне підґрунтя концепції зеленого будівництва

Витоки концепції зеленого будівництва можна простежити від середини XIX століття. Головною метою цих ранніх розробок було покращення умов експлуатації та обслуговування будівель. Після першої світової війни в 1921 р. у Британії було засновано науково-дослідний центр будівництва (Building Research Establishment – BRE). Досліджувались шляхи покращення якості житла після війни, вплив опалення та теплоізоляції на якість життя та вартість енергії для пересічного громадянина, а також визначали дію англійського клімату на будівельні матеріали. У повоєнний час після другої світової війни у 1949 р. перед BRE було поставлено завдання покращити сталість будівельних ресурсів Британії з суто економічної точки зору, однак при цьому не враховувався вплив на довкілля.

Сучасне поняття про зелене будівництво сформувалось в процесі екологічного руху 1960-х років і кристалізувалося під час нафтової кризи 1970-х років, яка змусила компанії з нерухомості шукати альтернативи викопному паливу внаслідок ембарго ОПЕК. У 1973 році Американський інститут архітекторів започаткував Енергетичний комітет для лобювання в уряді США принципів будівництва, які включали екологічні та енергетичні міркування.

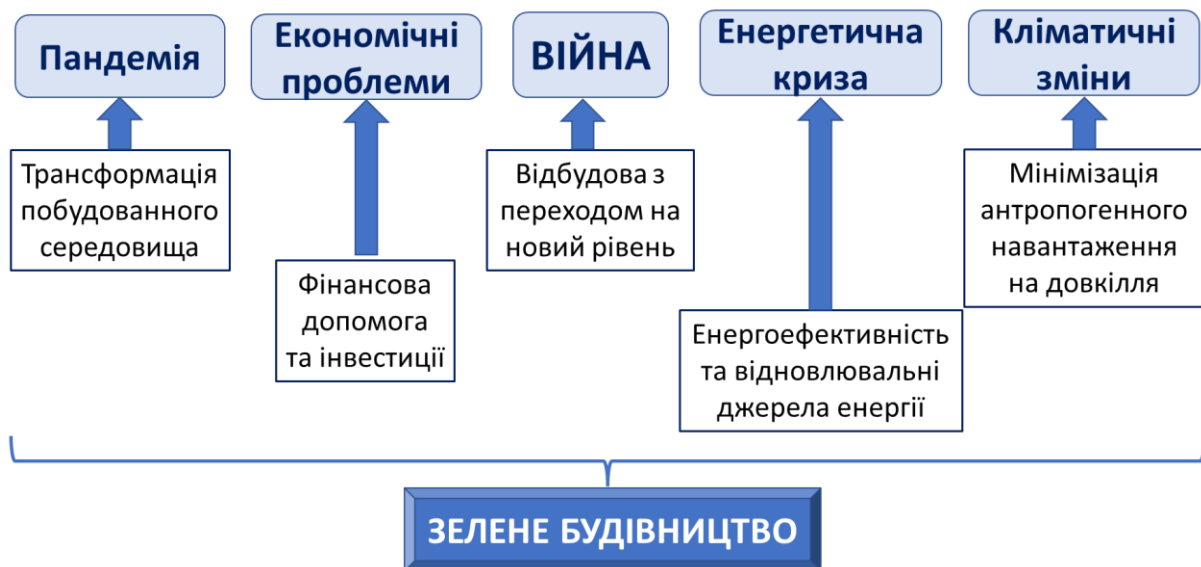


Рис. 8. Передумови для розвитку зеленого будівництва

Сьогодні зелене будівництво застосовує інноваційні технології для мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище будівельної індустрії шляхом оптимізації використання природних ресурсів, зменшення забруднення, впровадження енергоефективності, підвищення якості та комфорту побудованого середовища. Постійно з'являються нові «золоті стандарти», які перевершують попередні, але збільшення обсягу та складності даних вимагає нових інструментів і підходів. Водночас вимоги до декарбонізації, безпеки та благополуччя продовжують зростати, а очікування стають більш масштабними та конкретними.

2. Сертифікаційні міжнародні системи зеленого будівництва

Міжнародні рейтингові системи сертифікації зеленого будівництва оцінюють весь цикл реалізації проекту від проектних робіт до демонтажу споруди. Серед найпоширеніших систем виділяють наступні:

BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method (Велика Британія); LEED – Leadership in Energy and Environmental Design (США); DGNB – Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (Німеччина); HQE – Haute Qualité Environnementale system (Франція); WELL Building Standard; CEEQUAL, Energy Star. А також менш поширені: Pearl Rating System (ОАЕ), CASBEE (Японія), Green Globe (Канада), Beam (Гонконг), Green Mark Scheme (Сінгапур), OGNI (Австрія) та Living Building Challenge.

Найперша та найпоширеніша британська система сертифікації BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method). Технічні аспекти системи BREEAM, її обсяг і ключові категорії в

рамках методології проведення сертифікації за зеленими стандартами. Американська система сертифікації LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Німецька система сертифікації DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen). Французька система сертифікації HQE (Haute Qualité Environnementale system). Усвідомлення необхідності проведення зеленої сертифікації будівельних проєктів, структура незалежної екологічної оцінки та сертифікаційних схем. Порівняння переваг основних міжнародних систем сертифікації зеленого будівництва BREEAM, LEED, DGNB та HQE. Green book live – список акредитованих асесорів (оцінщиків), зареєстрованих проєктів та будівель, що пройшли сертифікацію BREEAM. Навчальні курси та освітні програми на основі міжнародних стандартів та будівельних норм BRE Academy. Науково-дослідний центр будівництва BRE Global – передові дослідження, консультаційні послуги, джерело фундаментальних знань. Благодійна організація BRE Trust, що підтримує наукову та освітню діяльність у напрямках покращення побудованого середовища. Міжнародні організації зеленого будівництва World Green Building Council (WGBC).

Критерії сертифікаційної системи BREEAM оцінюють будівельний проєкт за такими категоріями стійкості: транспорт, енергія, землекористування і екологія, матеріали, інновації, здоров'я і безпека, управління, забруднення, вода, відходи. Критерії сертифікаційної системи LEED оцінюють прилеглі території, архітектуру, матеріали та ресурси, енергію та атмосферу, водоефективність, якість внутрішнього повітря і додаткові бали присуджуються за інновації. Критерії сертифікаційної системи DGNB базуються на оцінці екології, економіки, соціально-культурних і функціональних аспектів, якості процесу і розташування, а також враховують високу технічну якість. Стандарт високої якості навколишнього середовища HQE контролює вплив на навколишнє середовище в категоріях екобудівництво та екоуправління, а також сприяє створенню комфортного та здорового внутрішнього середовища будівель. При цьому враховуються індикатори використання відновлюваних джерел енергії, показники що впливають на кліматичні зміни, економії водних ресурсів, зменшення виробництва відходів.

BREEAM – найпопулярніша система сертифікації зеленого будівництва в Європі, яка займає 76,8% загального ринку зеленого будівництва в Польщі, але також LEED займає значну частку в освіті та готельному бізнесі, всі проєкти HQE стосуються житла, а DGNB з'являється в роздрібній торгівлі.

3. Критерії та аспекти оцінки проєктів зеленого будівництва

Узагальнені категорії стійкості зеленого будівництва включають: планування і управління; економічне обґрунтування; архітектура і функціональність; землекористування і екологія; транспорт і інфраструктура; здоров'я і безпека; якість і комфорт; енергоефективність і ресурсозбереження; мінімізація забруднень; утилізація та рециклізація відходів; соціально-культурні аспекти; інновації.

Показники категорій оцінюється кредитами, на основі яких вираховуються рейтинг. Системи адаптуються до місцевих умов та державних стандартів. Оцінка параметрів будівельного проєкту регламентується місцевими та міжнародними законодавчими документами та нормативами. Для кожного етапу будівництва існують окремі сертифікаційні схеми.

Впровадження сталих рішень в архітектурному проєктуванні та будівництві дасть позитивний ефект протягом усього життєвого циклу будівлі, особливо на етапі її експлуатації. Спостерігаються зміни у підході до сертифікації будівель. Якщо кілька років тому уявлення про екологічно чисту будівлю обмежувалося екологічними будівлями та матеріалами, то сьогодні воно зосереджене на людях. Планування архітекторами та інвесторами сертифікації за зеленим стандартом стає поширеним явищем, і тому роль екологічно чистої внутрішньої акустики зростає. І ця тенденція посилиться в найближчі роки через зростання шумового забруднення в містах. Більшість переваг будуть пов'язані з їхніми користувачами (мешканцями).

Інвестиції в стале житло можуть включати такі рішення, як ліфти з технологією рекуперації енергії, світлодіодне освітлення, кероване датчиками, або система рекуперації дощової води для поливу зелених зон. Крім того, завдяки високій ізоляційній здатності огорожувальної конструкції будівлі можна зменшити витрати на опалення. Важливо ізолювати приміщення, забезпечуючи достатнє сонячне світло, ефективну вентиляцію та високий акустичний комфорт. З іншого боку, під час будівництва слід впроваджувати процедури для захисту біорізноманіття, підвищення екологічної обізнаності всіх учасників проєкту та вживати заходів для зменшення утворення відходів та споживання води. Такий підхід зробить стале будівництво все більш поширеним стандартом у житловому сегменті.

Штучний інтелект відіграє важливу роль у будівництві з

експоненціальним зростанням обчислювальної потужності та комп'ютерних систем на основі алгоритмів. Програмні продукти для побудованого середовища спрямовані на автоматизацію процесів розробки, проєктування та будівництва. Завдяки технологічним інвестиціям у забудоване середовище, розвитку штучного інтелекту, стане можливим автоматизувати оптимізоване проєктування та будівництво для будь-якого проєкту. Вони зможуть враховувати політику планування, вимоги клієнтів та автоматизувати все це. Будівельні фірми можуть втратити бізнес на користь ІТ-гігантів і повинні бути готові до серйозних змін протягом найближчих років. Ці технології вплинуть на архітекторів, геодезистів, інженерів та керівників проєктів галузі. Суть посадових ролей може змінитися, скоротивши час, необхідний для життєво важливих, але часто повторюваних розрахунків та інших завдань, які колись були в основі компетенцій фахівців. Amazon, яка зараз є найбільшим забудовником нерухомості у світі завдяки своїм центрам обробки даних та розподільчим вузлам, накопичує дані про побудоване середовище. До перешкод належать відносно низький рівень досліджень і розробок та інвестицій у секторі, фрагментований характер галузі та питання щодо регулювання та використання даних, які, на думку багатьох, є рушійною силою цієї цифрової революції.

Зелені сертифікати офісних будівель зараз стали світовим стандартом. Це часто один з основних критеріїв, які враховують орендарі під час пошуку ідеального простору. Зростаюча обізнаність суспільства означає, що здоров'я та благополуччя майбутніх користувачів слід враховувати під час проєктування. Забезпечення дуже гарної якості повітря в приміщенні, інфраструктури для велосипедистів, спортзалів, зелених спільних просторів з можливістю коворкінгу, простору для відпочинку та прийому їжі, а також будівельних приміщень стало необхідністю. Забудовники та дизайнери повинні почати шукати інноваційні рішення для зменшення впливу будівлі на навколишнє середовище. Це досягається, серед іншого, завдяки інтегрованому проєктуванню з урахуванням усього життєвого циклу будівлі, пасивному проєктуванню та використанню систем, що оптимізують попит на електроенергію, воду та інші комунальні послуги.

4. Перспективи розвитку зеленого будівництва в Україні

Україна почала розвивати зелене будівництво у 2011 році, а Польща – у 2008 році, але, незважаючи на невелику хронологічну відстань, сучасна ситуація в будівельному секторі кожної країни має разючі відмінності. На

сьогодні Польща є лідером у зеленому будівництві Східної Європи з 845 сертифікованими об'єктами, і щотижня реєструється три нові проекти, тоді як в Україні присутньо менше 10 сертифікованих зелених будівель.

Незмінним лідером галузі в Польщі є сектор офісної нерухомості з часткою майже 62% та зменшенням на 3% порівняно з минулим роком. Було відзначено високу активність у зеленій сертифікації промислових та логістичних будівель, яка зросла на 64% порівняно з попереднім роком. Найбільшою новою тенденцією є початок розвитку зеленої сертифікації для шкіл у Польщі. Це може бути гарним прикладом для України, а також зростання зеленої сертифікації промислових будівель та житлової нерухомості.

У Польщі зростаючий інтерес до сертифікації спостерігається не лише серед великих міжнародних забудовників, але й серед місцевих, менших інвестиційних компаній у нерухомість. Різниця між великими та малими забудовниками полягає в тому, що великі найчастіше вирішують на повну сертифікацію, починаючи з етапу проектування, тоді як менші замовляють так званий попередній звіт про оцінку, який підтримує їхні проєктні рішення, або ж вирішують пройти попередню сертифікацію самостійно, не отримуючи остаточного сертифіката. В обох випадках метою є створення здорової та зручної для користувача будівлі з найменшим негативним впливом на навколишнє середовище.

Протягом останніх років в Україні прийнято цілу низку державних стандартів за напрямками енергозбереження, нормування витрат і втрат, енергетичного маркування, енергоаудиту, енергоменеджменту, вторинних енергоресурсів тощо. Застосування міжнародних систем сертифікації ускладнюється тим, що у них не завжди є прямі відповідності до наших ДБН та ДСТУ, тому їх необхідно адаптувати. Крім того системи екологічної сертифікації не є обов'язковими з точки зору українського законодавства. Зелене будівництво вносить суттєві зміни в пріоритети ринку нерухомості. Об'єкти, які мають сертифікат, завжди будуть мати більшу ринкову ціну та будуть більш привабливими для покупців та орендарів.

Для України ключовими факторами є поява та розвиток організацій, що сприяють сталому розвитку в нерухомості, а також зростання екологічної обізнаності та впровадження керівних принципів великими будівельними компаніями. Відкривається унікальна можливість перевести цю очікувану урбанізацію на більш екологічно сталий та соціально справедливий шлях. Рішення, прийняті сьогодні щодо моделей урбанізації

та землекористування, а також щодо критичної інфраструктури, визначатимуть, чи будуть інвестиції перспективними.

5. Переваги зеленої сертифікації будівель

Стале будівництво та сертифікація зелених будівель – це не швидкоплинна примха, а підтверджений напрямок постійних змін у будівельній галузі. У всьому світі з'являється все більше доказів того, що зелені будівлі приносять численні переваги. Вони забезпечують одні з найефективніших засобів для досягнення низки глобальних цілей, таких як боротьба зі зміною клімату, створення сталих та процвітаючих громад і стимулювання економічного зростання. Існує щонайменше чотири основні причини вибору сталої нерухомості. По-перше, це прямі економічні вигоди, що виникають завдяки нижчим експлуатаційним витратам та нижчому споживанню енергії. По-друге, це непрямі економічні вигоди, отримані від покращення іміджу, підвищення ефективності роботи персоналу, зниження плинності кадрів та зниження рівня прогулів через синдром хворої будівлі. По-третє, це уникнення ризиків, що в ринкових умовах перетворюється на швидкість функціонального та морального погіршення сталої будівлі, комерційний характер об'єкта, майбутні зміни цін на енергоносії та майбутні інституційні та правові зміни. Четверте, це корпоративна культура компаній та відповідальне інвестування в нерухомість. Крім того, всі ці питання тісно пов'язані з ESG звітністю, яка інформує про вплив компаній на критичні питання сталого розвитку, такі як зміна клімату, права людини, управління та соціальне благополуччя. Це дає змогу вживати реальних заходів для створення соціальних, екологічних та економічних переваг для всіх. Стандарти звітності GRI про сталий розвиток розроблені з урахуванням справжнього внеску багатьох зацікавлених сторін та враховують суспільні інтереси.

З'являється все більше доказів того, що зелені будівлі приносять численні переваги та стимулюють економічне зростання в усьому світі. Для України ключовими факторами є сприяння сталому розвитку у великих будівельних компаніях, створення сприятливого інвестиційного клімату та залучення державної підтримки для розвитку зеленого будівництва. Серед основних переваг зеленого будівництва для будівельної галузі слід відзначити наступні:

- зниження сукупного негативного впливу будівельної діяльності на навколишнє середовище та здоров'я людей;
- комплексне скорочення витрат на будівництво та утримання

будинків;

- використання екологічно сертифікованих матеріалів в будівництві та при оздобленні будівель;
- підвищення енергоефективності будівлі, використання альтернативних джерел енергії;
- зниження енергоспоживання, а відповідно і навантаження на електромережі та підвищення надійності їх роботи;
- розробка нових технологій і створення сучасних промислових продуктів;
- створення нових робочих місць в інтелектуальній сфері виробництва;

Орендна плата в екологічно чистій нерухомості може бути вищою відповідно до сучасних уподобань орендарів. Очікується, що готовність платити (WTP) за більш екологічно чистий житловий/робочий простір та покращену якість призведуть до зниження витрат на обслуговування та меншої необхідності дорогого ремонту в майбутньому, а отже, і до зниження експлуатаційних витрат. Екологічно чиста нерухомість має вищу ліквідність та коротші періоди вакансій з точки зору інвестицій, а також менший ризик втрати орендарів. Орендна плата зростатиме в майбутньому, таким чином, дохід власника зростатиме завдяки конкурентоспроможності та екологічній привабливості. Вказують на нижчі експлуатаційні витрати, а надбавки до орендної плати в зелених будівлях коливаються від 5%, 12% і навіть до 17%. Працівники, які можуть вибирати між роботодавцями, все частіше звертають увагу на аспекти, не пов'язані із заробітною платою. Одним з них є підхід до питань, пов'язаних зі здоров'ям та благополуччям, значною мірою заснований на робочому місці. В останні роки спостерігається швидке зростання інтересу до цієї теми, тому важливо, щоб весь ринок офісної нерухомості поступово стандартизував впроваджені рішення, що гарантуватиме задоволення потреб сучасних працівників.

Стандарти зеленого будівництва – це надійний засіб контролю, що підвищує довіру і, як наслідок, збільшує цінність продуктів і послуг, підтримує їх реалізацію і управління. Високі вимоги сприяють підвищенню якості життя шляхом оптимального міського проектування транспортної та соціальної інфраструктури. Приваблива естетика зеленого будівництва здатна покращити соціальний та емоційний стан населення, привертає увагу до проблем забруднення довкілля та наочно демонструє шляхи їх вирішення, а також сприяє покращенню іміджу України. Зелене

будівництво заохочує інвестиції розвинутих країн, як ефективний інструмент раціональної економіки. Показник фінансування житлової сфери є одним з головних індикаторів «здоров'я» економіки країни. Економічний ефект зеленого житла – це не тільки пряма економія для населення, але й загальне покращення економічного стану країни.

Контрольні запитання

1. Чому виникло зелене будівництво?
2. Які найпоширеніші міжнародні системи сертифікації зеленого будівництва?
3. Перерахуйте основні критерії стійкості зеленого будівництва.
4. Навіщо потрібна сертифікація і як вона відбувається?
5. Чи є перспективи розвитку зеленого будівництва в Україні?
6. Назвіть переваги зеленої сертифікації будівель.

Лекція № 7. Сталий розвиток міст

1. Урбанізація.
2. Концепції розвитку міст.
3. Розвиток міської інфраструктури.
4. Інклюзивність.
5. Цифрова трансформація.

1. Урбанізація

Темпи урбанізації, демографічні та кліматичні зміни створюють загрозу соціальному добробуту та економічному зростанню нинішніх та майбутніх поколінь. Проблема кліматичних змін загострюються внаслідок пришвидшення темпів урбанізації та вичерпання ресурсів. Роль міст зростає експоненціально з наслідками їх впливу на кліматичні зміни. Мешканцям міст та містобудівникам необхідно кардинально переосмислити спосіб споживання та напрями розвитку. Очікування зростання рівня комфорту побудованого середовища закономірно супроводжується підвищенням використання ресурсів і енергії.

Більше половини людей проживає в міських районах, а до 2050 року ця цифра зросте до двох третин населення світу. Міста споживають 75% світових природних ресурсів та вносять 80% глобальних викидів парникових газів. Вже сьогодні в ОАЕ 85% населення мешкає у містах, при цьому складні кліматичні умови обумовлюють необхідність високих витрат на підтримання штучного середовища існування. Тільки в Китаї

нараховується більше 100 мегаполісів з населенням понад мільйон мешканців.

Сучасні проблеми стимулюють розвиток міст у напрямку стійкості, екологічності, відкритості для циркулярної економіки та цифрової модернізації з метою попередження чергової кризи. Профілактичні заходи активним способом зменшують вплив довгострокових соціальних, економічних та екологічних криз за допомогою регулювання, моніторингу та інвестицій у стійку міську інфраструктуру. Децентралізація виробництва, реструктуризації ланцюгів поставок, підвищення ефективності використання енергії та організації транспорту може зробити міста більш стійкими.

Індекс процвітання міст McKinsey Global Institute враховує наступні показники: щільність населення, інтенсивність використання громадського транспорту, ступінь озеленення громадського простору. Це оцінка світового багатства і благополуччя, результати якої об'єднуються в дев'ять категорій: 1) розвиток економіки; 2) ведення бізнесу; 3) уряд; 4) освіта; 5) охорона здоров'я; 6) безпека; 7) персональні свободи; 8) соціальний капітал; 9) екологія. Категорії нараховують 104 показника, які поділяються на об'єктивні та суб'єктивні. Наприклад індикатор субкатегорії «Охорона здоров'я» базується на 11 різнозважених показниках, з яких дев'ять об'єктивних та два суб'єктивних: поширеність серед населення діабету і ожиріння, рівень доступності санітарії (який включає в себе в тому числі відсоток населення, що має доступ до якісної утилізації відходів, яка запобігає контакту людей, тварин та комах з екскрементами), тривалість життя, рівень смертності, рівень імунізації, рівень захворюваності на туберкульоз та показники психічного стану суспільства.

Серед факторів комфортності проживання міські жителі у порядку пріоритетності визначають: низький рівень злочинності, ефективна медична система, доступне житло, хороші магазини, громадський транспорт, гарні школи, перспективи працевлаштування, чисті вулиці, добре організоване дозвілля для підлітків, сприятливі умови для розвитку дітей. Екобезпечна модернізація інфраструктури міського простору включає покращення системи освітлення магістралей, тротуарів, наземних пішохідних переходів, впровадження єдиної вуличної навігації українською та англійською мовами, впровадження практики багатофункціонального використання приміщень та міських просторів.

В ідеальному випадку стабільне місто (екомісто) від початку

проектують з урахуванням впливу на навколишнє середовище, використовуючи інтегровані в довкілля архітектурні рішення, місцеві матеріали та традиційну архітектуру. Однак сьогодні на планеті залишилось не так вже й багато підходящих місць, де можна було б побудувати нове місто з нуля. Наші старі міста терміново потребують зеленого відновлення, екологічної реконструкції з урахуванням принципів сталого розвитку. Впровадження принципів сталого розвитку, циркулярної економіки, зеленого будівництва та збалансованого міського планування сприяє поліпшенню якості життя та стану довкілля.

2. Концепції розвитку міст

Впорядкування та розвиток міського простору спрямовано на оптимальні рішення для покращення життя в місті з гармонійною та збалансованою забудовою, з використанням сучасних технологій та інновацій, з дотриманням балансу між екологічною, соціальною, економічною та культурною сферах у відповідності до потреб громади. Покращення якості міського середовища досягається шляхом розбудови низьковуглецевої інфраструктури, проектування та будівництва зелених будівель та вулиць, що зменшує викиди CO₂, забруднення атмосферного повітря та потенційні кліматичні ризики зараз і в майбутньому. Шляхи покращення міст в різних країнах відбуваються за напрямками: 1) трансформація щільності міст; 2) зелене містобудування та реконструкція; 3) екологічні транспортні стратегії; 4) цифрова трансформація (диджиталізація); 5) колективне управління. Міста повинні забезпечувати:

1) *придатність для проживання*: зручні, місцеві та компактні населені пункти, які забезпечують комфорт і благополуччя;

2) *сталість*: екологічні та стійкі екосистеми, які функціонують за принципом вуглецевої нейтральності;

3) *стійкість*: всебічна готовність до різноманітних ймовірних потрясінь;

4) *доступність*: інклюзивне міське середовище, де громадяни мають рівний доступ до послуг та інфраструктури.

Гіперлокальна концепція спрямована на зростання щільності міст. Всі зручності та послуги знаходяться на невеликій відстані від дому, сприяючи взаємодії між місцевими мешканцями та підтримці малого бізнесу. Складові елементи гіперлокальної концепції: школи, можливість підвищувати кваліфікацію протягом всього життя, місця для розваг, майданчики для

спорту та відпочинку, парки, зелені зони, громадські сади, безпечні вулиці та простори, врахування різних вікових потреб, доступне житло, різноманітність забудови, зони для прогулянок, безпечні велосипедні мережі, доступність громадського транспорту, послуги, робочі місця поруч з місцем проживання. Комфортне, безпечне та якісне побудоване середовище орієнтоване на підтримку соціальних зв'язків в місцевих громадах, залучення зацікавлених сторін, взаємодію з місцевою владою, орендарями та транспортними структурами. Згідно з дослідженням Коаліції за міські зміни, збільшення щільності міського населення на 10% обумовлює збільшення валової доданої вартості на 1,9%, а також збільшення кількості патентів на 1,1% із розрахунку на 1000 осіб. Вища щільність зменшує загальний вуглецевий слід мешканців міста за рахунок ефективного використання енергії та землі, що також призводить до покращення якості повітря. Втрати тепла в розподільних мережах становлять 20-30% у приватних будинках для однієї родини і 5-10% у районах з високою щільністю.

Концепцію «*квартального міста*» або «*розумного міста для людей*» (Human Smart City) було запроваджено Карлосом Морено, який вперше переосмислив організацію громадського простору. Принцип квартального міста передбачає пішохідний доступ на обмеженій території району до шести основних функцій: житло, робота, товари першої необхідності, заклади охорони здоров'я, навчальні заклади, комфорт. Всі життєво необхідні елементи інфраструктури (лікарні, дитячі садки та школи, торгівельні центри, спортивні та побутові комплекси, тощо) мають бути розташовані на відстані не більш ніж 20 хвилин пішої прогулянки. Квартали з пішохідними зонами і зеленими насадженнями, спортивними та культурними об'єктами, гнучке багатофункціональне використання громадських приміщень та міського простору покращують якість і комфорт жителів міст.

Концепція «*центр поруч з домом*» тісно пов'язана з концепцією «квартального міста» відображена в «Правилах благоустрою м. Києва» та «Посібнику з вуличного дизайну м. Києва». Вона включає перехід до поліцентричної моделі планування міста та стримування територіального розростання міста. Пріоритетність надається створенню нових робочих місць у віддалених від центру районах міста, що сприяє розвантаженню транспортних мереж зниженню забрудненості повітря внаслідок автомобільних викидів. Відсоток населення, яке витрачає більш ніж 60

хвилин на поїздки наземним громадським транспортом до центру міста не має перевищувати межу 35%, що сприятиме зменшенню заторів та підвищенню чистоти атмосферного повітря. Планування забудови з високою щільністю забезпечує пішохідну досяжність об'єктів повсякденного громадського обслуговування та дестимуляцію нетрудових транспортних поїздок у години пік, що сприяє розвантаженню центральної частини міста та загалом транспортних шляхів м. Києва.

Концепції «комфортне місто» і «*Smart city*» представлені в «Стратегії розвитку міста Києва» і спрямовані на оптимальні рішення для покращення життя в місті з використанням сучасних технологій та інновацій в екологічній, соціальній, економічній та культурній сферах.

Модель «жити, працювати, розважатися» базується на локально орієнтованих проєктах, які сприяють розбудові громади та покращують умови проживання. Робота, необхідні товари, заклади охорони здоров'я та відпочинку мають бути поблизу. Взаємодія людей з побудованим середовищем передбачає зручність, покращення міського досвіду, відновлення соціальних зв'язків всередині громади. Правильне планування сприяє формуванню комфортного, привабливого та дружнього міського простору.

Концепція «*підвищення просторової функціональності*» – це гібридна система для досягнення балансу у використанні громадських фізичних просторів, що передбачає:

- багатофункціональне використання приміщень
- розширення міст по горизонталі з більш доступними відкритими просторами
- розширення тротуарів, пішохідних зон та зелених насаджень
- розширення відкритого простору на тротуарах та перетворення парковок у тимчасові фудкорти
- створення відкритих площ для торгівлі, коли вони перекриті для транспорту
- відновлення громадських просторів для дозвілля та спортивних заходів
- зелений пояс насаджень навколо міст для забезпечення чистого повітря та як джерело свіжих продуктів для продовольчої безпеки та захисту від повеней мешканців
- озеленення громадських площ для забезпечення продуктами харчування - вирощування овочів, зелені та фруктів

Створення та розвиток профільних культурних кластерів, підтримку альтернативного культурного простору та модернізацію об'єктів культури в культурно-інформаційні центри. На базі державних та міських активів та занедбаних підприємств створити квартали культури, вільні театральні майданчики, а також кіно-, образотворчі та музичні креативні осередки з сучасною інфраструктурою. Переведення приміщень з житлового до нежитлового фонду на перших поверхах для ведення підприємницької діяльності. Багатофункціональне застосування шкільних будівель та інших муніципальних об'єктів, які незайняті протягом певних періодів.

Джентрифікацією (gentrification) передбачає реконструкцію будівель та інфраструктури депресивних міських районів. оздоровлення проблемних і слаборозвинених територій. Це соціальні зміни у складі населення району за рахунок переїзду представників більш заможних соціальних груп. Водночас трансформація території та оновлення будівель супроводжується зростаннями цін на нерухомість.

Теорія запобігання міській злочинності. Головною метою архітектурних мультидисциплінарних теорій запобігання злочинності є підвищення комфортності навколишнього середовища та якості життя мешканців, через гуманізацію середовища, стимулювання вуличної активності, добросусідських контактів та згуртованості. Щільність населення впливає на психічне здоров'я людини та поведінку людини. У великих містах люди щодня контактують з сотнями незнайомих, що спонукає до зниження рівня чесності та відповідальності у стосунках з людьми, яких вони бачать перший і останній раз. Архітектурно-планувальна організація житлового середовища активно впливає на взаємовідносини людей, тому при плануванні житлових районів необхідно передбачати зони, де мешканці будуть регулярно контактувати, знайомитись, взаємодіяти для встановлення добросусідських відносин. Публічний простір в громадських та житлових будівлях включає коворкінги, спортзали, клуби за інтересами, побутові заклади, тощо. Соціальні групи формуються на основі сусідських, ділових, побутових, виробничих зв'язків та впливають на просторову організацію середовища.

Загалом виділяють наступні напрямки стійкого розвитку міст:

- регулювання щільності та густонаселеності міст;
- вирівнювання багатих та бідних районів;
- швидший доступ до медичних та соціальних послуг;
- боротьба з соціальною ізоляцією;

- оновлення та перепланування громадських місць та історичного центру;
- створення інноваційно-орієнтованих промислових підприємств та індустріальних парків з пріоритетним розташуванням за межами історичного центру;
- розвиток об'єктів інноваційної інфраструктури, зокрема бізнес-інкубаторів, технопарків, програм підтримки стартапів, коворкінг-центрів;
- співробітництво підприємств та компаній з науковими та учбовими закладами для створення нової зони економічного зростання.

Правильно побудоване середовище може кардинально змінити життя окремої людини, мешканців будинку, району, міста, країни, світу.

3. Розвиток міської інфраструктури

Сталі транспортні стратегії включають модернізація інфраструктури міського простору, планування потоків переміщення населення міст, підтримку засобів пересування з низьким рівнем викидів, перепланування вулиць для пішоходів та велотранспорту, інструменти управління цифровою логістикою.

Планування потоків переміщення населення міст передбачає:

- оптимізація вулично-дорожньої мережі та зменшення перепробігів транспорту;
- збільшення кількості взаємопов'язаних ліній громадського транспорту;
- узгодження робочих часів з розкладом громадського транспорту для обмеження натовпу;
- зменшення використання особистих транспортних засобів та збільшення попиту на громадський транспорт;
- підвищення комфорту та популяризації громадського транспорту для щоденних трудових поїздок;
- інтегрування громадського транспорту з іншими системами мобільності;
- перехоплюючі паркінги біля ключових пересадочних вузлів громадського транспорту (Park&Ride).

Підтримка засобів пересування з низьким рівнем викидів включає:

- плани мобільності для підвищення ефективності мережі громадського транспорту;
- електрифікація громадського транспорту;

- пріоритетність інфраструктури активної мобільності;
- вдосконалення та урізноманітнення мобільності (велосипеди, електричні скутери, спільні транспортні засоби);
- розвиток веломереж та міських пішохідних маршрутів - планування пішохідних зон та велосипедних доріжок, що поєднують різні райони та дозволяють пересуватись містом без використання індивідуального автомобільного та наземного громадського транспорту.

Перепланування вулиць для пішоходів та велотранспорту включає:

- система швидкісних велодоріжок;
- створення безбар'єрної, безпечної та зв'язаної веломережі для щоденних трудових поїздок та активного відпочинку;

Розвиток велопаркувального простору розширюється шляхом будівництва перехоплюючих велопарковок біля станцій швидкісного рейкового транспорту та у складі транспортно-пересадкових вузлів. Стандарти зеленого будівництва передбачають велопарковки тимчасового зберігання перед офісами, підприємствами, установами та навчальними закладами, а також місця постійного зберігання велосипедів у складі житлових комплексів.

Інструменти управління цифровою логістикою включають:

- системи імітаційного моделювання розраховують рух потоків людей в різних сценаріях;
- логістичні ланцюги для економічного стимулювання споживання місцевих продуктів;
- транспортні засоби без водіїв, доставка продуктів роботами та розумні паркінги.

Модернізація інфраструктури міського простору передбачає:

- механізм контролю за дотриманням норм шумового забруднення транспортної інфраструктури;
- покращення системи освітлення магістралей, тротуарів, наземних пішохідних переходів;
- впровадження єдиної вуличної навігації українською та англійською мовами в т.ч. будинкових покажчиків.

За стандартами зеленого будівництва будь-яка нова промислова, комерційна або громадська будівля повинна забезпечити криті та безпечні велосипедні стоянки. Парковки облаштовують з преференціями для альтернативних видів транспорту. Слід забезпечити всіх відвідувачів картою доступу із зазначенням зупинок та розкладу громадського

транспорту, місць велосипедних та автомобільних парковок та кращих пішохідних маршрутів. При належній роботі громадського транспорту у місті автобуси, трамваї, метро служать беззаперечною альтернативою автомобілю. Автобус витрачає значно менше палива для перевезення 30 пасажирів, ніж 30 легкових автомобілів для кожного з них. У порівнянні з машиною, автобус споживає на 40% менше енергії, а метро – в 104 рази менше. Пересування по місту на відстань до 5 км з використанням велосипеда відбувається так само швидко, як і на машині, а за наявності заторів – навіть набагато швидше. При наявності велосипедних доріжок велосипедист іде зі швидкістю 15 км/год, а середня швидкість руху автомобіля у місті не перевищує 14 км/год. Щоденне користування велосипедом знижує ризик серцево-судинних захворювань та регулярно підтримує загальний фізичний стан. Швидкість руху пішохода зазвичай недооцінюють - прогулянка 1 км займає всього 1/4 години, а швидка хода по 30 хвилин на день корисна для мозку, серцево-судинної системи, та м'язово-опорного рухового апарату.

Підтримка вуличної активності здійснюється завдяки підвищенню внутрішніх та зовнішніх квартальних транспортно-пішохідних зв'язків (*permeability*), зростанню кількості вуличних соціальних контактів, забезпеченню сприятливих умов для можливої самоорганізації місцевих громад. *Permeability* у міському дизайні – це проникність (або сполучуваність) описує ступінь, до якого міська інфраструктура дозволяє (або обмежує) рух людей або транспортних засобів у різних напрямках. Це позитивна характеристика міського дизайну, оскільки вона забезпечує легкість пересування і дозволяє уникнути роз'єднання районів. Урбаністичні форми, яким бракує проникності, наприклад, ті, що розрізані магістральними дорогами або мають багато довгих тупиків, перешкоджають пересуванню пішки і заохочують до довгих поїздок автомобілем. Проникність є центральним принципом нового урбанізму. З'єднані або «проникні» мережі заохочують пішохідний та велосипедний рух і полегшують навігацію. *Нефільтрована проникність* – це «традиційні» або змішані вулиці, де пішоходи, велосипедисти та автотранспорт рухаються одними і тими ж маршрутами. Основною перевагою є більш рівномірний розподіл автомобільного руху по всій території і уникнення потреби в розподільчих дорогах. *Фільтрована проникність* – це мережі для пішохідного та велосипедного руху повинні бути більш прохідними, ніж дорожня мережа для автотранспорту. Це заохочуватиме пішохідний та

велосипедний рух, створюючи більш привабливе середовище, вільне від руху транспорту, а також надаючи перевагу в часі та зручності порівняно з автомобільним транспортом.

«Walkability» характеризує придатність території для фізичної активності. Враховується у процесі планування житлових комплексів і включає наступні аспекти:

- пішохідну досяжність до об'єктів повсякденного громадського обслуговування;
- безбар'єрний та комфортний пішохідний простір;
- доступність для всіх категорій користувачів і немоторизованих транспортних засобів;
- естетично привабливий дизайн території;
- обладнані місця для активного дозвілля;
- доступ до зон з потенціалом для фізичної активності та відкритих просторів;
- розвинута інфраструктура та зелені зони;
- відсутність осередків криміногенної небезпеки;
- дорожня безпека та можливості для пішохідних та велосипедних прогулянок;
- розвинена інфраструктура району.

Фізичні навантаження мають бути природним чином інтегровані у повсякденне життя. Характеристики побудованого середовища безпосередньо впливають на здоров'я людей, які проживають на даній території. Зокрема, простежується пряма кореляція між кількістю мешканців конкретного житлового району, які страждають надмірною вагою, та особливостями планування інфраструктури даної території. На територіях навколо будинків передбачено спеціальні зони паркінгу для електромобілів та велосипедів, пристрої для використання енергії дощової води. Для озеленення рекомендовано використовувати місцеві рослини та уникати інвазивних. Підтримуються будівельні проекти, де відводиться місце для розміщення систем відновлюваних джерел енергії та пов'язаної з ними інфраструктури.

Компаніям рекомендовано впроваджувати *транспортний план мобільності*, який заохочує переміщення пішки та на велосипеді, використання громадського транспорту. Підвищення інтенсивності експлуатації наявного парку автомобілів та середньої наповнюваності приватного автотранспорту досягається за допомогою сервісів спільного

користування автомобілями (Carsharing, Covoiturage), системи колективного використання автомобілів (Carpooling). *Карпулінг* (car «автомобіль» + pool «об'єднання») або *райдшерінг* (англ. ride «поїздка» + англ. share «ділитися») – спільне використання приватного автомобіля за допомогою он-лайн сервісу пошуку попутників. Каршерінг (англ. carsharing – спільне використання автомобіля), що передбачає володіння автомобілем разом з іншими людьми і використовувати його по домовленості.

Тільки внаслідок транспортних переміщень офісних працівників утворюється 12 мегатонн викидів CO₂. В США для водіїв з пасажирями виділяють спеціальну карпул-смугу, на яку не мають права заїжджати машині з однією людиною в салоні. Навколо станцій метро та великих автобусних зупинок розміщують таблички, де вказані напрямки для сумісних поїздок, а компанії виділяють спеціальні місця для парковок біля офісу. У Франції 43% компаній організували для своїх співробітників можливість каршерінгу і 13% французьких офісних працівників використовують цю можливість для ділових поїздок, при чому у 53% в машиною користується 2 особи. Райдшерінг забезпечується за рахунок сервісу BlaBlaCar, що вже став офіційною транспортною компанією сфокусованою на міжміських дешевих перевозках. Це сучасний тренд, що набув поширення завдяки технічним досягненням – GPS для визначення спільного маршруту водія і пасажиря, смартфонів, що дозволяють зробити запит на поїздки з будь-якого місцезнаходження та соціальних мереж, що роблять послугу прозорою і підвищують рівень довіри між водієм та пасажиром.

Зелені пояси насаджень навколо міст забезпечують мешканцям не тільки чисте повітря та активне дозвілля, але й можуть бути джерелом свіжих продуктів та засобом захисту від повеней. Для зменшення середньої відстані від місця виробництва продуктів харчування до споживачів створюють різноманітні форми сільськогосподарських структур, ділянок в межах міста в центрі або передмістях, щоб скоротити шлях продуктів харчування від поля до столу. Для вирощування овочів, зелені та фруктів у містах використовують ділянки міських зелених насаджень, громадські сади та проводять озеленення громадських площ.

Застосовуючи садові і ландшафтні технології ксероландшафтіну, захищають ґрунт та зберігають воду за допомогою використання видів рослин, стійких до посушливих умов у містах зі спекотним кліматом. У

багатьох містах розвинутих країн будуються вертикальні агрохмарочоси для виробництва сільськогосподарської продукції. Поки що їх будівництво і обслуговування перевищує рентабельність, але стрімкий розвиток технологій забезпечує перспективність цього напрямку розвитку міського сільського господарства. Зелені дахи, вертикальні міські сади та тераси позиціонують як п'ятий фасад будівель для місць відпочинку та вирощування окремих елементів харчового раціону.

4. Інклюзивність

В процесі відбудови та реабілітації постраждалих внаслідок війни Україні доведеться вирішувати безпрецедентні виклики. Адаптуючи кращий міжнародний досвід архітектурної інклюзивності, Україна може стати взірцем безбар'єрності після відбудови та реконструкції міст. При створенні інклюзивної інфраструктури слід тісно співпрацювати з місцевими громадами, оскільки в залежності від регіону вирізнятиметься ступінь руйнування інфраструктури та кількість людей з обмеженою мобільністю. Люди з обмеженою мобільністю потребують постійної соціальної підтримки у повсякденному житті. Інтерактивна доступна інфраструктура створює інклюзивне середовище для людей з інвалідністю, в якому вони можуть інтегруватися в суспільство, реалізуючи свої громадські, культурні, політичні, соціальні та економічні права і обов'язки. Безбар'єрність для людей з інвалідністю в приватних і громадських будівлях зробить наші міста розумнішими та інклюзивнішими і допоможе поліпшити якість життя для всіх людей, особливо для ветеранів. Це допоможе громадянам України, постраждалим внаслідок війни, адаптуватись до життя, знизити посттравматичний синдром, підвищити якість життя.

Ще в 2011 р. було прийнято законопроект «Про внесення змін до деяких законів України щодо прав інвалідів», а потім – ДБН В.2.2-40:2018 «Будинки і споруди. Інклюзивність будівель і споруд». У 2021 р. за ініціативи Олени Зеленської було прийнято «Національну стратегію з безбар'єрності», розроблено «Довідник безбар'єрності» та «Альбом безбар'єрних рішень». Створено Агентство відновлення – проєкт «Безбар'єрне відновлення» житла та соціальних об'єктів, зруйнованих через війну, яке визначило наступні завдання:

- 1) Запровадження системи контролю за додержанням державних будівельних норм і стандартів щодо створення умов доступності для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення;

- 2) Запровадження нових та удосконалення ряду чинних будівельних норм і стандартів у сфері створення безбар'єрного простору, зокрема таких, що стосуються інклюзивності закладів соціального захисту населення;
- 3) Продовження навчання фахівців у сфері містобудування, архітектури і транспорту сучасним підходам до створення безбар'єрного простору;
- 4) Активізація роботи з громадами в частині створення безбар'єрного простору на місцях.

Етапи та складові розвитку безбар'єрності в Україні представлено на Рис.9.



Рис. 9. Етапи та складові розвитку безбар'єрності в Україні

Визначено п'ять етапів розвитку інклюзивності в Україні і відзначено, що безбар'єрність в Україні є обґрунтованою необхідністю для інтеграції людей з інвалідністю в соціальні, економічні та екологічні аспекти бізнесу та держави, що покращує стандарти для всіх громадян. Національна стратегія зі створення безбар'єрного простору передбачає усунення бар'єрів у шести основних напрямках: фізичний, суспільний, економічний, освітній, цифровий, інформаційний. При створенні інклюзивної інфраструктури слід тісно співпрацювати з місцевими громадами, оскільки в залежності від регіону вирізнятиметься ступінь руйнування інфраструктури та кількість людей з обмеженою мобільністю. Інтерактивна доступна інфраструктура створює інклюзивне середовище для людей з інвалідністю, в якому вони можуть інтегруватися в суспільство, реалізуючи свої громадські, культурні, політичні, соціальні та економічні права і обов'язки. Доступність поширюється на умови навчання і праці, житло, громадські заклади, інфраструктуру та міське середовище. За роки війни сотні тисяч українців отримали серйозні травми, а десятки тисяч стали інвалідами, тому в процесі реабілітації постраждалих та відбудови доведеться вирішувати безпрецедентні виклики, але, адаптуючи кращий міжнародний досвід

архітектурної інклюзивності, наша країна може стати взірцем безбар'єрності. Безбар'єрність потрібна всьому суспільству, оскільки розвиток інклюзивного і стійкого побудованого середовища покращує стандарти для всіх та забезпечує гідний рівень якості життя для інвалідів, а загалом інклюзія передбачає усунення бар'єрів та розробку конкретних рішень для рівноправного залучення всіх громадян у різноманітні сфери життя.

5. Цифрова трансформація

Цифрова трансформація міського простору передбачає розширення цифрової інфраструктури та послуг у напрямку обробки даних, розвитку штучного інтелекту, посилення кібербезпеки. Цифрова трансформація для будівництва та озеленення спрощує процедури дозволу. Впроваджують інтернет-платформи для комунікацій з громадськістю для розробки довгострокових планів відновлення Kyiv Smart City. Віртуальний простір вже поширився у повсякденному житті, професійній та економічній діяльності. Цифрові платформа оптимізаціють логістику доставки та стимулюють місцеве споживання. Цифрова трансформація розвиває електронне навчання, телемедицину, телемережі та дематеріалізує державні послуги. Поширюються безконтактні платежі через смартфони, віртуальні спортивні заходи, виставки, концерти та дозвілля для дітей, віртуальні тури та онлайн-колекції через канали розповсюдження (веб-сайт, додатки, соціальні мережі). Користувачів оперативно інформують про будь-які зміни за допомогою даних відеоспостереження та геолокації, колективних показників щільності та мобільності, баз даних для обміну інформацією щодо дорожнього руху та забруднення навколишнього середовища. Завдяки розвитку сучасних цифрових технологій вдасться знизити темпи урбанізації, але виникає занепокоєння щодо конфіденційності особистої інформації.

Цифрове проєктування включає: архітектурне проєктування (Architectural Design), MEP інженерія (MEP engineering), конструктивне проєктування (Structural Design), планування CAD (CAD Drafting), 3D та BIM-модельювання (3D and BIM Modelling), розширене параметричне модельювання (Advanced parametric modelling), модельювання MEP (MEP services modelling), CGI виробництво (High quality CGI's production).

Діджиталізація також має велике значення у енергетичному секторі, що підвищує потребу у нових технологічних рішеннях. Зокрема вирішальна роль відводиться на забезпечення ефективної децентралізації енергетичного

сектора та розвитку розподіленої генерації. Діджиталізація забезпечить впровадження систем накопичення енергії та механізмів динамічного ціноутворення та в цілому забезпечить оптимізацію управління енергосистемою.

Інформаційне моделювання будівель або скорочено BIM (від англ. Building Information Modeling) — це процес оптимізації проектування і будівництва. Застосування BIM-технології в проектуванні будинків включає в себе збір та комплексну обробку технологічної, архітектурно-конструкторської, економічної інформації про будівлю, завдяки чому будівельний об'єкт і все, що до нього відноситься, розглядаються як єдине ціле. Інформаційна модель будівлі – це віртуальний прототип будівельної конструкції, тому застосування BIM-технології в проектуванні будинків дозволяє перевірити і оцінити різні рішення ще до початку будівельних робіт. Учасники проекту – замовник, проектувальник, будівельник – отримують можливість більш повного, раціонального обміну інформацією, що дозволяє домогтися високої якості будівельних робіт, а також економить час і матеріальні витрати. Переваги BIM моделювання в будівництві:

- підвищення точності фінансових розрахунків;
- зниження кількості просторових колізій;
- зниження фінансових витрат на будівництво;
- точність прогнозів;
- зменшення кількості змін в проекті.
- швидке коригування інформаційної моделі
- точне планування роботи на майданчику будівельної техніки
- створення коректних графіків закупівлі матеріалів
- покращення всіх ключових логістичних процесів будівництва та експлуатації.

Хоча деякі експерти вважають, що не завжди використання інформаційного моделювання будівель (BIM) повністю виправдовує очікування щодо економії та ефективності. Як і BIM, також широко використовуються Revit, BIMx, ArchiCAD, Graphisoft. Зараз серед цифрових технологій будівництва набуває поширення використання цифрових близнюків будівлі, автоматизації проектування, фізичного моделювання та симуляційних технологій моделювання. Цифрове моделювання може допомогти вирішити питання сталості, максимізуючи ефективність активів, отже, знижуючи витрати на енергію та комунальні послуги. Водночас використання прогнозного технічного обслуговування також покращує

процес експлуатації, що може призвести до 10-15% економії витрат на технічне обслуговування. Моделювання також може допомогти провести перевірку якості.

Контрольні запитання

1. Як проявляється урбанізація?
2. Охарактеризуйте основні концепції розвитку міст?
3. Які наслідки децентралізації мегаполісів?
4. Які підвищити просторову функціональність міст?
5. Що таке сталі транспортні стратегії?
6. Які моделі взаємодії з громадськістю демонструють ефективні результати?
7. Що передбачає цифрова трансформація міст?

Лекція № 8. Моніторинг викидів парникових газів

1. Система екологічного менеджменту.
2. Процедура моніторингу парникових газів.
3. Процедура оцінки життєвого циклу.
4. Екологічні декларації продуктів.
5. Екологічне маркування в Україні.

1. Система екологічного менеджменту

Група стандартів ISO встановлює процедуру визначення аспектів впливу компанії на навколишнє середовище за трьома основними напрямками:

- 1) Мінімізувати вплив діяльності компанії на навколишнє середовище
- 2) Стандартизувати дотримання законів, нормативних актів та державних вимог
- 3) Постійно вдосконалювати ці аспекти

Моніторинг викидів парникових газів регламентується низкою міжнародних стандартів:

ISO 14000 Стандарт екологічного менеджменту (Standards of Environmental Management) – визначає систему екологічного менеджменту.

ISO 14001 Сертифікація систем екологічного менеджменту (Certification of Environmental Management Systems) – визначає основу для створення стандартизованої системи екологічного менеджменту для вимірювання та покращення впливу компанії на навколишнє середовище, що підвищує ефективність та знижує витрати. Контрольний список (реєстр)

ISO 14001 – це документація Системи екологічного менеджменту (СЕМ).

1. Екологічна політика, цілі та завдання.
2. Опис сфери застосування СЕМ.
3. Опис основних елементів СЕМ, їх взаємодії та місця їх документування.
4. Записи, що вимагаються стандартом.
5. Записи, що вимагаються організацією для забезпечення ефективного планування, функціонування та контролю процесів зі значним впливом на навколишнє середовище.

ISO 14010 Керівні принципи аудиту (Audit guidelines)

ISO 14011 Методологія аудиту (Audit methodology)

ISO 14012 Кваліфікація аудиторів (Qualification of auditors) –

ISO 14013-14015 Процеси аудиту (Audit processes) –

ISO 14020-14025 Екологічне маркування (Environmental labeling) – визначає спосіб оприлюднення і стандартизації екологічної інформації – через маркування, звітність або екологічні декларації продукції. 1) ISO 14021: Самостійно декларовані етикетки (тип II) створення екологічних заяв та/або екомаркування, які є точними, не оманливими, які можна перевірити та які не будуть неправильно витлумачені; 2) ISO 14022 визначає терміни та символи, які слід використовувати в екологічних заявах. Наприклад, маркування петлею Мебіуса, загальнозживаний символ переробки. Нечіткі твердження, такі як «екологічно чистий», не слід використовувати, оскільки їх неможливо перевірити; 3) ISO 14023 визначає, як ці твердження про екологічність перевіряються та оцінюються. 4) ISO 14024: Принципи та процедури екологічного маркування (тип I), містить керівні принципи та процедури для програм екологічного маркування. До них належать категорії продуктів, екологічні критерії та функціональні характеристики продуктів. 5) ISO 14025: Екологічні декларації продукції (Тип III) Стандарт ISO 14025 гарантує, що екологічна інформація, якою один бізнес ділиться з іншим, стандартизована за допомогою Декларацій екологічної продукції (EPD). Електронна декларація продуктів (EPD) перевіряється незалежною стороною та відповідає стандартизованим принципам оцінки життєвого циклу (LCA), визначеним у стандарті ISO 14040.

ISO 14031-14032 Оцінка екологічної ефективності (Environmental performance evaluation).

ISO 14040/14044 Оцінка життєвого циклу – загальні принципи та практики (Life Cycle Assessment – General principles and practices).

ISO 14050 Терміни та визначення (Terms and Definitions).

ISO 19011 Керівництво з аудиту систем управління (Guide for management systems auditing) – проведення екологічних аудитів та звітності

2. Процедура моніторингу парникових газів

Підприємства, які підпадають під Закон про МЗВ (спалюють паливо понад 20 МВт; займаються нафтопереробкою, коксохімією, агломерацією залізної руди та окатишів; працюють з чугоном і сталлю, ферросплавами, цементним клінкером, вапном і кальцинацією доломіта і магнезису, азотною кислотою, аміаком тощо) діють за наступним алгоритмом:

- моніторинговий період починається 1 січня кожного року;
- до початку моніторингового періоду (до липня) суб'єкту господарювання необхідно заключити договір з верифікатором;
- підготувати та затвердити план моніторингу;
- протягом року оператор установки збирає дані про викиди парникових газів;
- в кінці року підготувати звіт про викиди парникових газів;
- до 31 березня наступного року оператор повинен верифікувати та подати звіт в уповноважений орган;
- до 30 червня необхідно підготувати Звіт про вдосконалення.

Етапи верифікації:

Етап 1 (до вересня): стратегічний аналіз; перевірка ПМ і дотримання вимог та принципів ПМЗ; розгляд методів і процесів обліку, обговорення будь-яких доречних питань з оператором і розгляд питань, пов'язаних з невідповідностями та недотриманням вимог; аналіз ризиків; детальний план робіт з верифікації та його документування.

Етап 2 (до жовтня/листопада): виконання попередньої детальної верифікації на основі фактичних даних за 6-9 місяців і отримання прогнозу загального обсягу викидів за повний рік, повторна перевірка ПМ, його впровадження і дотримання вимог і принципів ПМЗ, перевірка обробки даних, заходів з контролю та процедур ПМ. Розгляд будь-яких питань, пов'язаних з викривленнями, невідповідностями та недотриманням вимог.

Етап 3 (до кінця січня/лютого): проведення звірок на кінець року. Узгодження прогнозних показників на повний рік (за наявності) і фактичного обсягу викидів за повний рік (перевірка повноти та правильності звіту), виявлення аномальних відхилень, остаточна перевірка ПМ та дотримання вимог і принципів ПМЗ. Розгляд будь-яких питань,

пов'язаних з викривленнями, невідповідностями та недотриманням вимог.

Етап 4 (до кінця лютого/ початку березня): підготовка верифікаційного звіту за відповідною типовою формою. Направлення остаточного верифікаційного звіту до оператора для подальшого подання до Міндовкілля.

Оператори та верифікатори керуються такими правилами:

1) оператори повинні зареєструватися у Єдиному реєстрі з МЗВ на виконання вимог та дотримуючись критеріїв для включення установок в систему МЗВ, встановлених у Переліку видів діяльності, викиди парникових газів в результаті провадження яких підлягають моніторингу, звітності та верифікації, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 23.09.2020 № 880;

2) оператори повинні здійснювати моніторинг та звітність відповідно до вимог, визначених Порядком здійснення моніторингу та звітності щодо викидів парникових газів, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 23.09.2020 № 960;

3) верифікатори повинні здійснювати верифікацію відповідно до процедур та вимог до проведення верифікації звіту оператора, встановлених у Порядку верифікації звіту оператора про викиди парникових газів, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 23.09.2020 № 959.

Незалежність та неупередженість верифікатора є ключовим принципом. Верифікатор повинен не тільки не бути власне оператором, але також не мати будь-яких стосунків з оператором, які можуть вплинути на його неупередженість та незалежність. Верифікатор повинен бути незалежним від Міндовкілля, який несе відповідальність за реалізацію системи МЗВ. Ключовими рисами верифікатора має бути застосування професійного скептицизму та належного професіоналізму. Верифікатор не повинен автоматично приймати на віру відомості, отримані в ході верифікації, а повинен ретельно їх проаналізувати у відповідності з необхідним рівнем впевненості. Верифікатор завжди повинен усвідомлювати, що можуть існувати обставини, які викликають наявність суттєвих викривлень у звітній інформації про викиди.

3. Процедура оцінки життєвого циклу

Процедура оцінки життєвого циклу (ОЖЦ) згідно стандартів ISO 14040-14043 включає наступні етапи:

1. Визначення мети та сфери застосування (ISO 14041). Насамперед

слід встановити мету дослідження і межі досліджуваної системи (часові та просторові), описати використані джерела даних, а також методи, що застосовуються для оцінки екологічних впливів, і обґрунтувати їх вибір. Однак на наступних етапах може виникнути необхідність переглянути і скоригувати задіяні параметри, наприклад звужити межі або коло розглянутих екологічних впливів, якщо для розрахунків недостатньо інформації.

II. Інвентаризаційний аналіз життєвого циклу (ISO 14041). Інвентаризаційний аналіз життєвого циклу (life cycle inventory analysis) є найбільш тривалим і витратним етапом, на якому збираються дані про вхідні та вихідні потоки матеріалів та енергії, залучених у виробництво.

Для їх обліку виробнича система підрозділяється на окремі модулі, виходячи із стадій життєвого циклу продукції (видобуток сировини, отримання напівфабрикатів, виготовлення, реалізація, використання, утилізація продукту). Крім цього, в межах деяких стадій, особливо складних в технологічному плані, можуть бути виділені модулі, які відповідають окремим одиничним виробничим процесам. При проведенні інвентаризаційного аналізу важливо врахувати всі транспортні перевезення протягом повного життєвого циклу продукції, як між окремими етапами (наприклад, від постачальника сировини до виробника), так і в їх межах (наприклад, в цехах підприємства або на будівельному майданчику).

III. Оцінка впливу протягом життєвого циклу (ISO 14042). Оцінка значимості потенційних впливів на навколишнє середовище (life cycle impact assessment), проводиться за результатами інвентаризаційного аналізу. Це найбільш складний та суперечний етап ОЖЦ. На основі попереднього етапу слід визначити категорії впливів: споживання мінеральних ресурсів і енергії, утворення токсичних відходів, руйнування озонового шару стратосфери, парниковий ефект, зниження біологічного різноманіття, ризику для здоров'я людей та ін. Далі необхідно кількісно охарактеризувати кожен з категорій та порівняти ці різнопланові впливи для визначення, яка з категорій завдає найбільшої шкоди навколишньому природному середовищу. Для оцінки впливу розроблено ряд методик і відповідних програмних продуктів, проте наразі не визначено єдину універсальну та об'єктивну методологію.

IV. Інтерпретація життєвого циклу (ISO 14043). Результатом останнього етапу ОЖЦ інтерпретації життєвого циклу (life cycle interpretation) є розробка рекомендацій щодо мінімізації шкідливих впливів

на навколишнє середовище. Завдяки цьому досягається поліпшення екологічних характеристик продукції з урахуванням рекомендацій ОЖЦ, що забезпечує чисельні екологічні та економічні переваги. Наприклад, зниження матеріало- та енергоємності продукту, економія коштів на закупівлю сировини, підвищення попиту з боку екологічно свідомих споживачів, поліпшення економічного іміджу підприємства та ін.

4. Екологічні декларації продукції

Екологічна декларація продукту (Environment Product Declaration, EPD) визначена Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO) 14025 як декларація типу III, яка «кількісно визначає екологічну інформацію про життєвий цикл продукту, щоб уможливити порівняння між продуктами, які виконують однакову функцію». Методологія EPD базується на інструменті оцінки життєвого циклу (LCA), який відповідає серії ISO 14040.

EPD в основному призначені для полегшення транзакцій між компаніями, хоча вони також можуть бути корисними для споживачів, які дбають про навколишнє середовище при виборі товарів або послуг. Компанії впроваджують EPD, щоб покращити свої цілі сталого розвитку та продемонструвати клієнтам відданість збереженню довкілля.

Звіти EPD доступні в базі даних The International EPD System. Конкретний вміст буде різним залежно від категорії продукту, але більшість узагальнює екологічну інформацію про продукт менш ніж на 50 сторінках.

Першим кроком у створенні EPD є визначення продукту за допомогою відповідних правил категорії продуктів (product category rules, PCR). Аналіз впливу на навколишнє середовище життєвого циклу (LCIA) виконує експерт LCA за допомогою програмного забезпечення та різноманітних інструментів оцінки. EPD надається як документ або звіт після серії перевірок; потім він готовий до реєстрації та публікації.

Правила категорій продуктів (product category rules - PCR) надають вказівки, які дозволяють чесно порівнювати продукти однієї категорії. PCR перевіряються незалежною сторонньою комісією. PCR включає опис категорії продукту, мету LCA, функціональні одиниці, межі системи, критерії відсікання, правила розподілу, категорії впливу, інформацію про фазу використання, одиниці, процедури розрахунку, вимоги до якості даних та інше інформації. Мета PCR – допомогти розробити EPD для продуктів, які можна порівняти з іншими продуктами в категорії. ISO 14025 встановлює процедуру розробки PCR та необхідний вміст PCR, а також вимоги до порівняльності. Дублювання PCR для подібних продуктів у різних

країнах виникає через різні цілі PCR, різні стандарти, на яких вони базуються, або використання різних систем категоризації продуктів. Різні інтерпретації PCR можуть спричинити розбіжності у звітності даних у категорії продукту.

У будівельній галузі *Європейський стандарт екологічної декларації продукції EN 15804* визначає процедуру екологічних декларацій продукції та загальні правила категорій продукції (PCR) для розробки EPD у будівельному секторі. Інші додаткові стандарти, наприклад, *для екологічної оцінки будівлі (EN 15978)*, також були опубліковані цим Технічним комітетом. З метою посилення гармонізації головні оператори програм з перевірки EPD у будівельному секторі створили Асоціацію ECO Platform, членами якої є різні європейські країни.

Міжнародна система EPD System є першою в світі та провідною глобальною програмою EPD, що працює відповідно до ISO 14025, 21930, TS/14027, 14040 та EN 15804. EPD відіграватимуть вирішальну роль у ширшому контексті розробки політики, пов'язаної, наприклад, з зеленої угоди та багатьох інших національних і міжнародних політик і законодавства.

5. Екологічне маркування в Україні

В Україні система екологічної сертифікації та маркування здійснюється згідно з *ISO 14024* та представлена знаком маркування «Зелений журавлик». Система встановлює критерії для оцінювання екологічних переваг продукції різних категорій і розробляються на базі профільного технічного комітету стандартизації ТК 82 «Охорона довкілля». Продукція позначена цим знаком має поліпшені показники безпеки та екологічні характеристики, порівняно з продукцією, що відповідає загальнообов'язковим державним нормам безпеки відносно впливів на стан довкілля та здоров'я людини

Цей знак підтверджує, що продукція пройшла незалежну експертну оцінку дотримання вимог екологічних стандартів на усіх етапах життєвого циклу: від сировини до готового товару чи виробу, і навіть його споживчої тари чи пакування. На кожну категорію продукції затверджується окремий екологічний стандарт, що встановлює додаткові до державних норм показники, які визначають екологічну перевагу товарів чи виробів на кожному з етапів життєвого циклу.

На сьогодні в категорії «Будівельні матеріали та вироби» впроваджені екологічні стандарти для бетону та виробів з бетону, виробів керамічних,

матеріалів теплоізоляційних, лакофарбових матеріалів, сумішей будівельних сухих, гіпсокартону, прокату сталі.

Відповідно до чинного законодавства про економічну конкуренцію, за безпідставне застосування відносно продукції декларацій таких як «еко», «екологічний», «екологічно чистий», «натуральний» або подібні ним, накладаються і стягуються штрафи в розмірі 5% від доходу за минулий рік. Розмір штрафу встановлює Антимонопольний комітет України. Станом на 1 вересня зафіксовані ознаки введення в оману споживачів шляхом застосування екологічних тверджень понад 200 товаровиробниками. По цим фактам ведуться розслідування. Є порушники і в категорії «будматеріали», є вже і оштрафовані.

Контрольні запитання

1. Які міжнародні стандарти регламентують систему екологічного менеджменту в Україні і світі?
2. Як здійснюється процедура моніторингу парникових газів згідно українському законодавству?
3. Які основні етапи включає процедура оцінки життєвого циклу?
4. Навіщо потрібні екологічні декларації продуктів в будівництві?
5. Які особливості екологічного маркування в Україні?

Лекція № 9. Калькуляція вуглецевих викидів

1. Розрахунки вуглецевих викидів протягом життєвого циклу.
2. Ланцюг створення вартості.
3. Калькулятори втіленого вуглецю в будівництві.
4. Методи розрахунку викидів ПГ для Scores.
5. Розкриття інформації про викиди парникових газів.

1. Розрахунки вуглецевих викидів протягом життєвого циклу

Розрахунки вуглецевих викидів протягом життєвого циклу (Whole Life Carbon Assessment, WLCA) гарантують точність, актуальність отриманої інформації та її відповідність найвищим професійним стандартам галузі. Методика базується на міжнародних стандартах EN 15978:2011 «Sustainability of construction works – Assessment of environmental performance of buildings – Calculation method», ISO 14040/44 (LCA – Life Cycle Assessment), практичний гайд RICS Whole Life Carbon Assessment for the Built Environment (2023), EU framework for sustainable buildings. Методологія враховує всі прямі й непрямі викиди парникових газів,

пов'язані з будівлею: від видобутку матеріалів і будівництва до експлуатації, ремонту та демонтажу. В процесі оцінки загального вуглецевого сліду будівлі визначають найбільш «вуглецеємні» етапи для прийняття відповідних рішень щодо декарбонізації.

WLCА використовує модульний підхід з розподілом по етапам життєвого циклу та з урахуванням типів вуглецю – втілений чи експлуатаційний. Модуль А (Product & Construction) складається з втіленого вуглецю на етапах А1–А3: видобуток і виробництво матеріалів ("cradle-to-gate"); А4: транспортування на будівельний майданчик; А5: будівництво та монтаж. Модуль В (Use Phase) містить втілений і експлуатаційний вуглець на етапах В1: прямі викиди під час експлуатації, В2: технічне обслуговування, В3: ремонт, В4: заміна конструктивних елементів, В5: реновація, В6: споживання енергії (опалення, охолодження, освітлення, обладнання), В7: споживання води. Модуль С (End of Life) включає етапи С1: демонтаж, С2: транспортування відходів, С3: переробка, С4: захоронення відходів. Додатковий модуль D (Beyond System Boundary) анонсує потенційну користь від вторинних матеріалів, енергії та ресурсів, які замінюють первинні у майбутньому (наприклад, перероблений бетон замінює природний щебінь).

Алгоритм розрахунку WLCА включає шість етапів:

1. Збір даних: сценарії експлуатації будівлі; кількість та характеристики будівельних матеріалів; енергетичні навантаження (кВт·год/м² на рік); дані про транспортування, утилізацію, ремонт.

2. Вибір коефіцієнтів: використовуються Emission Factors (kg CO₂e/од.) з баз даних Ecoinvent, ICE Database, Environmental Product Declarations (EPD).

3. Розрахунок по модулях:

$$CO_2e_{module} = \sum (Quantity_i \times EmissionFactor_i)$$

4. Агрегування результатів:

$$WLCА_{total} = (A1-A5) + (B1-B7) + (C1-C4) + D.$$

5. Аналіз видів вуглецю:

Embodied carbon (втілений вуглець) – А1-А5, В2-В5, С1-С4.

Operational carbon (експлуатаційний вуглець) – В6-В7.

Whole life carbon = Embodied + Operational – Potential Benefits (D).

6. Візуалізація результатів у вигляді: графіків розподілу викидів по етапах (А–D); порівняння матеріальних рішень (наприклад, бетон vs CLT –

клеєна багатошарова деревина); сценаріїв експлуатації (низькоенергетична vs традиційна будівля).

Таким чином, WLCA дозволяє оцінити повний вуглецевий профіль будівлі й визначити критичні точки для зменшення викидів: вибір матеріалів із низьким вуглецевим слідом, застосування ВДЕ (відновлюваних джерел енергії), енергоефективний дизайн, повторне використання будівельних елементів.

2. *Ланцюг створення вартості*

На ланцюг поставок припадає понад 80% впливу на навколишнє середовище. Вибір правильного постачальника часто є важким рішенням, де відіграє роль набагато більше факторів, ніж просто ціна. Це надає наявну перевагу над конкурентами і потенційні можливості для компанія для підвищення стійкості. З понад 15 категорій впливу найбільш часто використовувани: токсичність для людини, потенціал глобального потепління (вуглецевий слід), екотоксичність, підкислення, евтрофікація. Категорії впливу вимірюються в еквівалентах, наприклад, CO₂-е.

Збирають дані, що входять і виходять із визначеної системи: сировина та ресурси, різні види енергії, вода, викиди в повітря, скиди у воду та землю. Цей аналіз може бути надзвичайно складним, оскільки виробничі процеси та ланцюги поставок можуть бути багатоетапними.

Дані збирають за допомогою аркушів збору даних: споживання енергії, придбана та використана сировина, вода, відходи, тощо. Ці аркуші збирають кількісні дані на рівні компанії, на рівні процесу та продукту. Дані збирають за допомогою рахунків-фактур (бухгалтерський облік), даних вимірювань, відвідувань виробничих об'єктів, опитувань тощо.

Європейська комісія визначає *первинні дані* як «безпосередньо виміряні або зібрані дані, що репрезентують діяльність на конкретному об'єкті або групі об'єктів». Первинні дані охоплюють:

- необроблені дані про процес та специфічні для об'єкта
- необроблені дані від постачальників та дистриб'юторів
- необроблені дані про етап використання продукту споживачами

Якщо потрібні *якісні дані*, використовують анкети. Листи даних заповнюються зацікавленими сторонами компанії, зокрема постачальниками. Іноді доводиться використовувати середні показники по галузі (вторинні дані).

Вторинні дані – це вже існуючі наукові бази даних, зібрані попередніми дослідниками. Європейська комісія визначає вторинні дані як

« дані, які не збираються, не вимірюються чи не оцінюються безпосередньо, а отримані зі сторонньої бази даних інвентаризації життєвого циклу». EcoInvent є однією з основних баз даних LCI. В інших випадках середні значення можуть бути зведеними даними, зібраними галузевими організаціями, фінансовими інститутами, неурядовими організаціями чи організаціями, що досліджують ринок. Одним із методів може бути оцінка життєвого циклу економічного входу-виходу, яка може дати дані для заповнення деяких прогалів. Підсумки категорії можуть виглядати так:

- Показник екологічних витрат (ECI) в євро (або іншій валюті)
- Потенціал глобального потепління (CO₂-еквівалент у кг)
- Потенціал руйнування озонового шару стратосфери (еквівалент CFC-11 у кг)
- Потенціал підкислення землі та води (SO₂-еквівалент у кг)
- Потенціал евтрофікації (PO₄-3-еквівалент у кг)
- Потенціал утворення фотохімічних оксидантів тропосферного озону (етиленовий еквівалент у кг)
- Потенціал абіотичного виснаження невикопних ресурсів (Sb-еквівалент у кг)
- Потенціал токсичності для людини (1,4-DB-еквівалент у кг)
- Потенціал прісноводної водної екотоксичності (1,4-DB-ек. у кг)
- Потенціал морської водної екотоксичності (1,4-DB-еквівалент у кг)
- Потенціал наземної екотоксичності (1,4-DB-еквівалент у кг)

Збір вхідних і вихідних даних у списку або таблиці може призвести до плутанини, тому інвентаризація життєвого циклу зазвичай ілюструється моделлю потоку. Модель потоку чітко показує систему та блок, який аналізується, а також входи та виходи. Дані в рамках моделі потрібно збирати для всіх видів діяльності в рамках оцінки життєвого циклу.

3. Калькулятори втіленого вуглецю в будівництві

Прозоре будівництво (Building Transparency) надає дані та інструменти відкритого доступу, необхідні для широкомасштабних і швидких дій у будівельній галузі для вирішення ролі втіленого вуглецю в зміні клімату. Міжнародні стандарти BS/EN 15978, забезпечують основу для оцінки вуглецю та звітності, а професійний стандарт RICS (видання 2017 та 2023) містить детальну методологію.

Калькулятор втіленого вуглецю в будівництві (Embodied Carbon in Construction Calculator) – це безкоштовна база даних будівельних EPD і відповідний калькулятор впливу на будівництво для використання в проектуванні та закупівлі матеріалів.

Для використання калькулятора *One Click LCA* необхідно ввести площу забудови, споживання енергії, споживання води, параметри роботи будівельного майданчика, викиди та поглинання, щоб отримати повну картину впливу вашої будівлі протягом життєвого циклу. Він узгоджений зі стандартами ISO 27001 і SOC2 для впровадження безпеки корпоративного рівня. Калькулятор розраховує гарячі точки вуглецю, а також визначає, які матеріали та будівельні частини мають найбільший вплив, забезпечуючи економію ресурсів.

База даних вуглецю в архітектурному середовищі (BECD) – це безкоштовне джерело оцінок вуглецю за весь термін експлуатації побудованих активів і даних LCA продукту. BECD розроблена, щоб стати основним джерелом оцінки вуглецю та порівняльного аналізу у будівельній галузі. Це головне джерело оцінки вуглецю та порівняльного аналізу для будівельного сектору Великобританії та практичний інструмент для підтримки декарбонізації побудованого середовища. BECD розділений на два розділи:

- 1) розділ активів – для введення результатів оцінок вуглецю (втіленого та/або операційного вуглецю), проведених щодо «активів» (тобто будівель та інфраструктури), що містить всю інформацію про проекти, введену користувачами;
- 2) розділ продукту – містить існуючі LCA та EPD будівельної продукції, а також нові записи LCA.

Еколанцюг Мебіуса (Ecochain Mobius) – розроблене для спрощеного LCA, допомагає вам виміряти площу будівель і визначити їх гарячі точки від матеріалів і компонентів до процесів, задіяних у виробничому процесі.

Ecochain Helix – це програмне забезпечення для допомоги підприємствам у розрахунку екологічного сліду їх продуктів і процесів.

CalcTree – це гнучка програма без коду, яка працює в хмарі та інтегрується з широким набором інструментів. CalcTree надає платформу для керування обчисленнями, кресленнями, звітами та навіть робочими процесами в проєктах і командах. Надає можливість робити внесок у глобальний ринок обчислень і робочих процесів для цивільного, механічного, електротехнічного та хімічного будівництва, що допомагає заощадити час і гроші. Призначений для інженерів і технічних дизайнерів у всіх дисциплінах, секторах і юрисдикціях для об'єднання різних інструментів і керування даними за допомогою наявних шаблонів.

4. Методи розрахунку викидів ПГ для Scores

Під час підготовки інформації для звітності про викиди парникових газів підприємство повинно враховувати принципи, вимоги та рекомендації, наведені Корпоративним стандартом Протоколу про парникові гази та GRI 305, а також вимоги, передбачені ISO 14064-1:2018. Необхідно розкрити методології та коефіцієнти викидів, що використовуються для розрахунку або вимірювання викидів парникових газів, а також надати посилання на будь-які використані інструменти розрахунку.

Score 1 – це прямі викиди ПГ з джерел, що належать або контролюються підприємством, зокрема, об'єктів та транспортних засобів, що знаходяться на балансі компанії.

Score 2 – це непрямі викиди від придбаної електроенергії, пари, тепла або охолодження, що споживаються підприємством. Закуплена або придбана енергія надходить на об'єкт підприємства від третьої сторони. Це відображає обставини, коли компанія може не купувати електроенергію безпосередньо, наприклад, орендар у будівлі. Загальні викиди ПГ за Scores 2 розрізняються між вимірними методом на основі місцезнаходження та ринковим методом. Загальне споживання енергії виражається в МВт·год, а чистий дохід – у грошових одиницях. Походження енергії також оцінюється залежно від використання відновлюваних та невідновлюваних ресурсів для її виробництва. Відновлювана енергія – це енергія, отримана з невичерпних джерел, як-от вітрова, сонячна (сонячна теплова та сонячна фотоелектрична) та геотермальна енергія, енергія навколишнього середовища, енергія припливів, хвиль та інша енергія океану, гідроенергія, біомаса, звалищний газ, газ очисних споруд та біогаз. Вископне паливо, таке як нафта, природний газ та вугілля, є прикладами невідновлюваних ресурсів.

Score 3 – це всі непрямі викиди парникових газів (не включені до сфери 2), які відбуваються в ланцюжку створення вартості компанії. Для багатьох підприємств викиди парникових газів Scores 3 можуть бути основним компонентом інвентаризації парникових газів. Їхній розрахунок базується на поєднанні методів та первинних і вторинних даних, починаючи від точних цифр (методи, що базуються на конкретних постачальниках або об'єктах) і закінчуючи екстрапольованими цифрами (методи, що базуються на середніх даних або витратах).

Викиди парникових газів мають забезпечити загальне розуміння викидів парникових газів підприємства та того, чи виникають вони в

результаті його власної діяльності, чи в результаті ланцюга створення вартості. Розкриття загальних викидів парникових газів має бути сумою викидів парникових газів Scopes 1, 2 та 3.

5. Розкриття інформації про викиди парникових газів

Розкриття інформації про викиди парникових газів повинно включати метричні тони CO₂-екв., що є універсальною одиницею вимірювання для позначення потенціалу глобального потепління (ПГП) кожного парникового газу. ПГП – це коефіцієнт, що описує радіаційний вплив та ступінь шкоди для атмосфери однієї одиниці даного ПГ відносно однієї одиниці CO₂. Він використовується для оцінки викидів різних парникових газів на загальній основі. Коефіцієнт інтенсивності викидів ПГ розраховується за такою формулою:

$$[Total\ GHG\ emissions\ (t\ CO_2eq)] / [Net\ revenue\ (Monetary\ unit)]$$

Коефіцієнт інтенсивності визначає споживання енергії організацією в контексті специфічної для організації метрики, яка розраховується за допомогою наступної формули:

$$[Total\ energy\ consumption\ from\ activities\ in\ high\ climate\ impact\ sectors\ (MWh)] / [Net\ revenue\ from\ activities\ in\ high\ climate\ impact\ sectors\ (Monetary\ unit)]$$

Частка розраховується за такою формулою:

$$[GHG\ emissions\ in\ (t\ CO_2eq)\ from\ EU\ ETS\ installations\ +\ national\ ETS\ installations\ +\ nonEU\ ETS\ installations] / Scope1\ GHG\ emissions\ (t\ CO_2eq)$$

Загальний обсяг викидів ПГ розраховується за такими формулами:

$$\begin{aligned} Total\ GHG\ emissions_{location-based}\ (t\ CO_2eq) &= Gross\ Scope1 + Gross\ Scope2_{location-based} + Gross\ Scope3 \\ Total\ GHG\ emissions_{market-based}\ (t\ CO_2eq) &= Gross\ Scope1 + Gross\ Scope2_{market-based} + Gross\ Scope3 \end{aligned}$$

Підприємство може дезагрегувати свої викиди парникових газів Scopes 1, 2 та 3 за країною, операційними сегментами, економічною діяльністю, дочірньою компанією, категорією парникових газів (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆, NF₃ та інші ПГ, що розглядаються підприємством) або тип джерела (стаціонарне спалювання, мобільне спалювання, технологічні викиди та неконтрольовані викиди) залежно від обставин. Підприємство розкриває інформацію про свої викиди ПГ у валовому обсязі Scopes 1, 2, 3 та розраховує загальні викиди ПГ, щоб зрозуміти прямий вплив підприємства на зміну клімату. Це розкриття є необхідною умовою для вимірювання прогресу у скороченні викидів ПГ відповідно до цілей підприємства, пов'язаних з кліматом, та цілей політики ЄС.

Контрольні запитання

1. Як здійснюється розрахунок вуглецевих викидів протягом життєвого циклу будівлі?
2. Як формується ланцюг створення вартості продукції?
3. Охарактеризуйте і порівняйте калькулятори втіленого вуглецю для будівельної галузі.
4. Які існують методи розрахунку викидів парникових газів для різних типів Scores?
5. Які показники розкривають інформацію про викиди парникових газів підприємством?

Лекція № 10. Рекомендації по складанню ESG звітності

1. Методологія звітності про сталий розвиток.
2. Аналіз інформації про зміну клімату.
3. Кліматичні ризики для компаній.
4. Можливості для підприємств внаслідок зміни клімату.
5. Рекомендації для українських будівельних компаній.

1. Методологія звітності про сталий розвиток

Європейські стандарти звітності про сталий розвиток (ESRS) охоплюють такі теми та підтеми:

- 1) *Загальна інформація* – ESRS 1 Загальні принципи; ESRS 2 Загальні положення, стратегія, управління та оцінка суттєвості.
- 2) *Екологічна інформація* – ESRS E1 Зміна клімату; ESRS E2 Забруднення; ESRS E3 Водні та морські ресурси; ESRS E4 Біорізноманіття та екосистеми; ESRS E5 Використання ресурсів та циркулярна економіка.
- 3) *Соціальна інформація* – ESRS S1 Власна робоча сила; ESRS S2 Працівники в ланцюжку створення вартості; ESRS S3 Кінцеві користувачі/споживачі; ESRS S4 Громади, на які впливає зміна.
- 4) *Інформація про управління* – ESRS G1 Управління, управління ризиками, внутрішній контроль; ESRS G2 Ділова поведінка.

Для вимірювання відносної ефективності ESG, аналітики збирають понад 630 первинних даних ESG для кожної компанії з публічних ресурсів, таких як річні звіти, веб-сайти компаній, веб-сайти неурядових організацій, документи фондової біржі, звіти з корпоративної соціальної відповідальності (КСВ), тощо. Ці первинні дані потім об'єднуються у 186 порівнянних показників, які потім групуються у 10 категорій, включаючи

використання ресурсів, викиди, інновації, робочу силу, права людини, громаду, відповідальність за продукцію, управління, акціонерів та стратегію КСВ. Ці 10 категорій (тем) класифікуються за одним із трьох стовпів: екологічний, соціальний та корпоративне управління. Оцінки категорій розподіляються за трьома відповідними колонками, а кінцевий бал ESG є відносною сумою зваженості категорій. Методологія процентильного рангування дає оцінку від 0 до 100, а також літерні оцінки від A⁺ до D⁻.

2. Аналіз інформації про зміну клімату

ESRS E1 «Зміна клімату» показує характер, тип та ступінь суттєвих ризиків та можливостей підприємства, що виникають внаслідок впливу та залежності підприємства від зміни клімату, а також, як підприємство ними керує. Перша вимога до розкриття інформації в екологічній звітності ESRS стосується впливу зміни клімату з точки зору суттєвих позитивних та негативних фактичних та потенційних наслідків. Це корисно для розуміння фінансового впливу на підприємство протягом короткострокових, середньострокових та довгострокових часових горизонтів ризиків та можливостей, що виникають внаслідок впливу та залежності підприємства від зміни клімату.

Підприємство повинно описати процес виявлення та оцінки впливу, ризиків та можливостей, пов'язаних з кліматом. Розкриваючи необхідну інформацію, підприємство повинно пояснити, як воно використовувало аналіз сценаріїв, пов'язаних з кліматом, для визначення та оцінки фізичних та перехідних ризиків і можливостей протягом короткострокових, середньострокових та довгострокових часових горизонтів. Інформація повинна містити пояснення визначених важелів декарбонізації та ключових запланованих дій, включаючи зміни в портфелі продуктів та послуг підприємства та впровадження нових технологій.

Підприємство повинно вказати, чи стосується його політика таких сфер: пом'якшення наслідків зміни клімату, адаптація до зміни клімату, енергоефективність, впровадження відновлюваної енергії та інші. Скорочення викидів може бути результатом енергоефективності, електрифікації, декарбонізації постачальників, енергетичного балансу, розробки сталого розвитку продуктів або змін у власній діяльності та ланцюжку створення вартості підприємства. Агреговані типи заходів щодо пом'якшення наслідків повинні відповідати конкретним діям підприємства, проте абсорбція та уникнення викидів не враховуються як скорочення викидів.

3. Кліматичні ризики для компаній

Ризики, пов'язані з кліматом, виникають внаслідок переходу до низьковуглецевої та кліматично стійкої економіки. Зазвичай вони включають політичні ризики, юридичні ризики, технологічні ризики, ринкові ризики та репутаційні ризики.

Згідно з класифікацією Робочої групи з розкриття фінансової інформації, пов'язаної з кліматом (Task Force on Climate-Related Financial Disclosures, TCFD), на перехідні події, пов'язані з кліматом, впливають політика та право, технології, ринок та репутація. Політичні та законодавчі зміни можуть призвести до підвищення цін на викиди парникових газів, посилення зобов'язань щодо звітності про викиди, вимог щодо регулювання існуючих продуктів, виробничих процесів і послуг, а також ризику судових позовів. Технологічний розвиток сприяє інвестиціям у нові технології із заміною існуючих продуктів і послуг варіантами з меншим рівнем викидів. Розвиток ринку передбачає зміну поведінки клієнтів в умовах невизначеності ринкових сигналів та зростання вартості сировини. На репутацію компанії впливають зміни в уподобаннях споживачів, стигматизація сектору, зростання стурбованості зацікавлених сторін та їхні негативні відгуки.

Підприємству необхідно визначити небезпеки, пов'язані з кліматом, у короткостроковій, середньостроковій та довгостроковій перспективах та перевірити, чи можуть його активи та господарська діяльність зазнавати цих небезпек. Визначення небезпек, пов'язаних з кліматом, та оцінка впливу та чутливості базуються на кліматичних сценаріях з високим рівнем викидів або відповідних регіональних кліматичних прогнозах. Необхідно враховувати ймовірність, масштаби та тривалість небезпек, а також геопросторові координати, характерні для місцезнаходження та ланцюгів постачання підприємства. Виявлені небезпеки слід узгоджувати з очікуваним терміном служби його активів, горизонтами стратегічного планування та планами розподілу капіталу. Необхідно перевірити його діяльність та плани, щоб визначити фактичні та потенційні майбутні джерела викидів парникових газів у власній діяльності та вздовж ланцюга створення вартості.

Під час проведення аналізу кліматичних сценаріїв підприємство може враховувати такі рекомендації: Технічне доповнення TCFD щодо «Використання аналізу сценаріїв для розкриття інформації про ризики та можливості, пов'язані з кліматом» (2017); TCFD «Керівництво щодо аналізу

сценаріїв для нефінансових компаній» (2020); ISO 14091:2021 «Адаптація до зміни клімату – Керівні принципи щодо вразливості, впливу та оцінки ризиків»; будь-які інші визнані галузеві стандарти та нормативні акти ЄС, національні, регіональні та місцеві.

4. *Можливості для підприємств внаслідок зміни клімату*

Зусилля щодо пом'якшення наслідків зміни клімату та адаптації до неї також можуть створювати можливості для підприємств, такі як ефективне використання ресурсів та економія коштів, впровадження та використання джерел енергії з низьким рівнем викидів, розробка нових продуктів і послуг, а також підвищення стійкості вздовж ланцюга поставок.

Можливості, пов'язані з кліматом, відрізнятимуться залежно від регіону, ринку та галузі, де працює підприємство. Наприклад, компанія заощадила 2,2 мільярда доларів з моменту запровадження своєї програми «забруднювач платить» (ЗР), запобігаючи забрудненню заздалегідь шляхом зміни рецептури продуктів, удосконалення виробничих процесів, переробки обладнання, а також переробки та повторного використання відходів виробництва. Підприємство водоканалу, досягло економії коштів майже 180 мільйонів доларів на рік завдяки ініціативам, спрямованим на покращення профілактичного обслуговування, вдосконалення управління запасами запасних частин, а також вирішення проблеми споживання енергії та утилізації осаду.

Численні дослідження показують, що фірми, які дотримуються практики ESG, підвищують ефективність та стабільність. ESG створюють довгострокові фінансові та соціальні прибутки, такі як якість управління, корпоративна культура та інноваційний потенціал. У Глобальному огляді сталого інвестування (GSIR) повідомляється, що на початку 2020 року глобальні інвестиції в сталий розвиток досягли 35,3 трильйона доларів США на п'яти основних ринках – Сполучених Штатах, Канаді, Японії, Австралазії та Європі, де США та Європа представляють понад 80% світових активів сталого інвестування. У 2024 році найбільша мережа інвесторів з питань відповідального інвестування PRI (Принципи відповідального інвестування) налічувала понад 5300 підписантів, з яких 750 є власниками активів з понад 80 країн, що представляють приблизно 128 трильйонів доларів США. Власники активів частіше, ніж інвестиційні менеджери, застосовують довгостроковий підхід до виявлення ризиків та можливостей, пов'язаних зі зміною клімату, та використовують аналіз кліматичних сценаріїв (58% проти 29%). Опитування понад 300 менеджерів фондів, з

яких лише 23% ідентифікували себе як «соціально відповідальних інвесторів», показало, що понад 70% розглядають ESG як інструмент для виявлення інвестиційних можливостей, а також для управління ризиками.

ESG-орієнтоване інвестування пережило стрімкий злет: 72% інституційних інвесторів впровадили ESG-фактори. Глобальні інвестиції у сталий розвиток зараз перевищують 30 трильйонів доларів, що на 68 % більше, ніж у 2014 році, та вдесятеро більше, ніж у 2004 році. Впроваджуючи торговельну стратегію купівлі акцій з високими соціально відповідальними рейтингами та продажу акцій з низькими соціально відповідальними рейтингами, вони показують, що ця стратегія приносить аномальну прибутковість у 8,7% на рік. Приплив коштів у фонди сталого розвитку зріс з 5 мільярдів доларів у 2018 році до понад 50 мільярдів доларів у 2020 році, потім майже до 70 мільярдів доларів у 2021 році, а у 2022 році глобальні активи сталого розвитку становили близько 2,5 трильйонів доларів. Ці фонди отримали 87 мільярдів доларів чистих нових коштів у першому кварталі 2022 року, а потім 33 мільярди доларів у другому кварталі. За даними Bloomberg, у середині 2024 року глобальні інвестиції в біржові ESG-фонди становили 5,4 мільярда доларів. Потенційні фінансові наслідки впливають на майбутнє становище, результати діяльності та грошовий потік підприємства.

5. Рекомендації для українських будівельних компаній

В узгодження з поточними ринковими тенденціями рекомендовано такі напрямки розвитку для українських будівельних компаній: дотримання нормативних вимог ЄС, зелена сертифікація, прозорість та підзвітність, залучення міжнародного фінансування, партнерство із зацікавленими сторонами, навчання працівників, технології інновацій та цифровізації, сталий розвиток розумних міст та інфраструктури, підвищення якості побудованого середовища, енерго- та ресурсоефективність, стійкі будівельні матеріали, циркулярна економіка та управління переробкою відходів.

Дотримання нормативних вимог ЄС. Узгодження зі стандартами ЄС не лише сприяє виходу українських будівельних компаній на європейський ринок, але й допомагає їм залучати зелене фінансування та встановлювати партнерські відносини з європейським бізнесом.

Зелена сертифікація. Українським будівельним компаніям рекомендується впроваджувати зелену сертифікацію, таку як BREEAM, DGNB, WELL та галузеві стандарти, узгоджені з таксономією ЄС, для

підвищення конкурентоспроможності та залучення європейських інвесторів. Будівлі повинні бути спроектовані таким чином, щоб витримувати вплив зміни клімату, включаючи екстремальні погодні явища та інші небезпеки. Сучасні реалії вимагають оснащення кліматично стійкими елементами проектування, такими як захист від повеней та пожеж, зеленою інфраструктурою.

Прозорість та підзвітність. Надійні практики корпоративного управління, включаючи прозорість, підзвітність, чітку звітність, етичну поведінку та управління ризиками, є невід'ємною частиною поточного бізнес-комплаєнсу. Впровадження надійного внутрішнього контролю, регулярної звітності ESG та сторонніх аудитів в Україні може покращити прозорість та підвищити довіру на міжнародній арені.

Використання міжнародного фінансування. Використання міжнародних коштів, грантів та низькопроцентних позик, призначених для проєктів сталого розвитку, може полегшити фінансові обмеження розвитку будівельного ринку України. Плани відновлення України включають фінансування зелених проєктів та будівельних рішень під гаслом «відбудуємо краще».

Залучення зацікавлених сторін. Інклюзивні процеси прийняття рішень, ефективна комунікація із зацікавленими сторонами та довгострокове стратегічне планування є ключем до сталого управління. Сприяючи розвитку культури підзвітності та взаємодії з різноманітними групами зацікавлених сторін, українські компанії можуть гарантувати, що їхні моделі управління підтримують довгострокові екологічні та соціальні цілі. Співпраця з державними органами допомагає оновлювати національні будівельні стандарти та інтегрувати ESG, що відповідає вимогам ЄС. Співпраця з європейськими будівельними фірмами та постачальниками технологій може допомогти українським компаніям впроваджувати передовий досвід та розширювати свій бізнес у рамках державно-приватного партнерства (ДПП). Коло зацікавлених сторін також слід розширити завдяки тісній співпраці з місцевими громадами, академічними установами та галузевими міжнародними організаціями.

Навчання працівників. Існує потреба в розширених програмах навчання, розвитку та сертифікації для підвищення кваліфікації працівників в галузі практик сталого будівництва та цифрових технологій. Працівники також дедалі більше надають пріоритету таким факторам, як приналежність та інклюзія, коли вирішують, чи залишатися у своїй компанії, чи приєднатися до конкуруючого роботодавця.

Інновації та технології цифровізації. Цифрові інструменти, такі як інформаційне моделювання будівель (BIM), підвищують ефективність, знижують витрати та допомагають дотримуватися стандартів ЄС щодо сталого розвитку в галузі цифровізації та інновацій у будівництві. Збірні конструкції та 3D-друк підвищують швидкість, зменшують кількість відходів та покращують якість у великомасштабних будівельних проєктах. Згідно з потребами зеленої реконструкції та масштабного сталого міського розвитку в Україні, це надає можливість для відбудови з використанням сучасних, енергоефективних та екологічно чистих матеріалів.

Сталі розумні міста та інфраструктура. Україна може інтегрувати технології розумних міст та інтелектуальних мереж, сталу інфраструктуру, відновлювану енергію та екологічно чисті принципи міського планування у свої зусилля з реконструкції. Українські компанії можуть зробити свій внесок у розробку розумних рішень для управління енергією будівель. Зосередження уваги на доступній реконструкції та інклюзивному дизайні може сприяти соціальній рівності, що є критичним фактором у процесі післявоєнної відбудови. Запровадивши прозору трудову політику, забезпечивши безпеку на робочому місці та залучивши місцеві громади, українські будівельні компанії можуть зміцнити довіру та підтримувати сталий міський розвиток.

Якість побудованого середовища (IEQ). Високі стандарти здоров'я, безпеки та якості внутрішнього середовища в приміщенні є важливими для здоров'я та комфорту мешканців, включаючи належну вентиляцію, матеріали з низьким рівнем викидів, ефективне освітлення та акустику. В Україні покращення якості повітря в приміщеннях та загального комфорту за допомогою сучасних будівельних практик може вирішити проблеми громадського здоров'я, особливо в густонаселених міських районах.

Енергоефективність та ефективність використання ресурсів. Європейські стандарти наголошують на енергоефективному проєктуванні будівель, скороченні викидів парникових газів та використанні відновлюваної енергії. Зобов'язання ЄС щодо реконструкції неефективних будівель надає можливості українським фірмам, що спеціалізуються на ізоляції, модернізації та системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (ОВК). Український бізнес все більше інвестує в сучасну ізоляцію, високоефективні системи ОВК та установки відновлюваної енергії для досягнення цілей ЄС. Зокрема, існує низка державних програм фінансування енергоефективності будівель, встановлення сонячних

панелей та геотермальних систем. Впровадження систем відновлюваної енергії в житлових та комерційних будівлях відповідає цілям ЄС щодо сталого розвитку.

Сталі будівельні матеріали. EGC сприяє використанню стійких, перероблюваних та низькошкідливих будівельних матеріалів, одночасно наголошуючи на зменшенні будівельних відходів. Ця дія може зменшити вплив на навколишнє середовище та покращити довгострокову стійкість. Україна може розробляти та виробляти екологічно чисті матеріали, що відповідають стандартам ЄС, такі як низьковуглецевий бетон, перероблена ізоляція та деревина, що використовується зі сталого розвитку.

Циркулярна економіка та управління відходами переробки. Україні необхідно запровадити принципи сталого управління матеріалами та відходами, такі як повторне використання будівельних матеріалів та мінімізація відходів під час знесення та реконструкції. Впровадження принципів циркулярної економіки, таких як повторне використання будівельних відходів та сприяння модульному будівництву, може знизити витрати та покращити сталий розвиток.

Застосовуючи сталі практики, цифрові інновації та стандарти ЄС, українські фірми можуть отримати доступ до нових ринків, залучати інвестиції та робити свій внесок у стійку та екологічно чисту реконструкцію країни. Перехід до зеленого будівництва є не лише необхідністю для післявоєнного відновлення України, а й стратегічним кроком до довгострокового економічного зростання та європейської інтеграції.

Контрольні запитання

1. Які теми охоплюють Європейські стандарти звітності ESRS?
2. Що відображено в стандарті ESRS E1 «Зміна клімату»?
3. Як визначають кліматичні ризики для компанії?
4. Які можливості відкриваються перед підприємствами внаслідок зміни клімату?
5. Перерахуйте основні пункти рекомендацій для українських будівельних компаній по впровадженню ESG звітності.

Список рекомендованих джерел

Методична література

1. Зменшення вуглецевого сліду як механізм адаптації до змін клімату: методичні вказівки до виконання тестових завдань з дисципліни «Зменшення вуглецевого сліду як механізм адаптації до змін клімату» / уклад.: Кривомаз Т.І., Циба А.М., Гамоцький Р.О., Ільченко І.С. – Київ: КНУБА, 2024. – 24 с.

2. Екологічне управління та планування у зеленому будівництві: методичні вказівки до виконання тестових завдань з дисципліни «Екологічне управління та планування у зеленому будівництві» / уклад.: Кривомаз Т.І., Циба А.М., Гамоцький Р.О., Ільченко І.С. – Київ: КНУБА, 2024. – 28 с.

3. Розробка будівельних проєктів в узгодженні з категоріями стійкості зеленого будівництва: методичні вказівки до виконання тестових завдань з дисципліни «Розробка будівельних проєктів в узгодженні з категоріями стійкості зеленого будівництва» / уклад.: Кривомаз Т.І., Циба А.М., Гамоцький Р.О., Ільченко І.С. – Київ: КНУБА, 2024. – 27 с.

4. Зелене будівництво: методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Екологія» / уклад.: Кривомаз Т.І., Варавін Д.В., Савченко А.М. – Київ: КНУБА, 2021. – 32 с.

5. Опрацювання результатів наукових досліджень: методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Опрацювання та гіпотеза за результатами наукових досліджень» / уклад.: Кривомаз Т.І., Ткаченко Т.М., Василенко Л.О., Березницька Ю.О. – Київ: КНУБА, 2021. – 24 с.

Посібники і підручники

6. A Framework for the Future of Real Estate / Ulbrich C., van Oostrom C. (2021) World Economic Forum

7. Construction Engineering & Management: The Decarbonization Update Kaminsky J. 2021–2023 Open-access Digital edition https://heterogeneous-engineering.org/open-access-textbook/?utm_source=chatgpt.com

8. Green Building Principles: The Action Plan for Net-Zero Carbon Buildings / Ulbrich C., van Oostrom C. (2021) World Economic Forum

9. Guide to Climate Change Adaptation in Cities – The International Bank

for Reconstruction and Development, 2011 – 100 p.

10. Екологічна сертифікація та маркування товарів і послуг
Методичний довідник Берзіна С.В. – 2017. – 114 с.

11. Зміни клімату та декарбонізація промислового сектору: підручник для здобувачів ступеня бакалавра за усіма спеціальностями (окрім 101 Екологія) / О. Я. Тверда, К. К. Ткачук, О. О. Вовк, О. В. Кофанова, О. Є. Кофанов. –Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 149 с.

12. Посібник з вуличного дизайну м. Києва. – Режим доступу:
<https://www.slideshare.net/Mistosite/1-65887999>

Статті

13. Кривомаз, Т., Гамоцький, Р., & Циба, А. (2025). Стратегії диверсифікації ризиків енергозабезпечення багатоповерхових житлових будівель в умовах війни. Екологічна безпека та природокористування, 53(1), 7–21.

14. Кривомаз, Т., Ільченко, І., Циба, А., Гамоцький, Р., & Гетьман, Є. (2024). Дослідження етапів розвитку інклюзивності побудованого середовища в Україні. Екологічна безпека та природокористування, 50(2), 6–18. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2024.2.6-18>

15. Кривомаз, Т., Чалий, І., Гамоцький, Р., Ільченко, І., & Циба, А. (2023). Критерії ESG у зеленій відбудові України. Екологічна безпека та природокористування, 48(4), 5–20.

16. Кривомаз, Т., & Гамоцький, Р. (2024). Диверсифікація енергетичних ризиків житлових багатоповерхових будівель за допомогою альтернативних джерел енергії. Наука та будівництво, 38(4), С.64-71.

17. Кривомаз Т.І. Рослини для біофільного дизайну в зеленому будівництві / Т.І. Кривомаз, О.В. Тищенко, І.Е. Сулейманов // Теорія та практика дизайну. Садово-паркове господарство. - 2022. – №1. Вип. 25. – С. 236-248.

18. Кривомаз Т.І. Зниження впливу будівельної галузі на кліматичні зміни шляхом впровадження принципів зеленого будівництва / Т.І. Кривомаз, А.М. Савченко // Екологічна безпека та природокористування. – 2021. – № 37 (1). – С. 55-68.

19. Кривомаз Т.І., Варавін Д.В., Сіпаков Р.В., Кузьмішина Р.С. Оцінка впливу систем вентиляції на мікробіологічну безпеку та мікрокліматичні

умови приміщень // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – 2021. – 12. – С.21-32.

20. Кривомаз Т.І., Карпенко Н.С. Зелені стандарти для покращення офісної діяльності в нових умовах // Екологічна безпека та природокористування. – 2020. – 34(2) – С. 5-21.

21. Кривомаз Т. І., Варавін Д. В. Шляхи підвищення екобезпеки урбанізованого середовища у зв'язку з пандемією COVID-19 // Екологічна безпека та природокористування. – 2020. – 36 – С. 41-55.

22. Kryvomaz T., Tsyba A., Namotskyi R. Opportunities for the Ukrainian construction business in the european green course // in monograph «European Green Dimensions: Fundamental, Applied, and Industrial Aspects» – Mykolaiv: PMBSNU – Bristol: UWE, 2025, 304 p. Editors prof. Olena Mitryasova, prof. Chad Staddon. – P. 119-130.

23. Kryvomaz T., Varavin D. Applying of green building standards for implementation of the city development strategies in Kyiv // USEFUL online journal. 2019. м vol. 3, (1) – P.16-30.

24. Kryvomaz T., Varavin D. Improving the level of environmental safety in the process of the ecoenergoefficient reconstruction of the housing stock in Kiev // USEFUL online journal. – 2017. - 1(2) - P.19-29.

25. Kryvomaz T., Chmielewska J., Kanashchuk T. The prospects of green building developing in ukraine on example of Poland // Екологічна безпека та природокористування. – 2020. – 36 – С.20-31.

26. Kryvomaz T.I., Michaud A., Varavin D.V., Perebynos A.R. French green building rating systems // Екологічна безпека та природокористування. – 2018. - Том 27, № 3. – С. 40-48.

27. Kryvomaz T.I., Scudu I., Leonard D., Minter D. Green building BREEAM in Ukraine / Екологічна безпека та природокористування. – 2019. – Вип. 1 (29). – С. 5-15.

Нормативна база

28. Закон України № 2059-VIII «Про оцінку впливу на довкілля». Набрав чинності 18.12.2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2059-19>

29. Закон України № 2354-VIII «Про стратегічну екологічну оцінку». Набрав чинності 12.10.2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2354-19>

30. Закон України № 2697-VIII «Про Основні засади (стратегію)

державної екологічної політики України на період до 2030 року». Набрав чинності 01.01.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2697-19>

31. Закон України № 377-IX «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів». Набрав чинності 01.01.2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/377-20>

32. Закон України № 562-VIII «Про ратифікацію Протоколу про стратегічну екологічну оцінку до Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті». Набрав чинності 16.07.2015. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/562-19>

33. Закон України № 8433 «Про Державний фонд декарбонізації та енергоефективної трансформації». Набрав чинності 03.05.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/8433>

34. EN 15978:2011. Sustainability of construction works – Assessment of environmental performance of buildings. Brussels: CEN, 2011.

35. European Commission. European Sustainability Reporting Standards (ESRS). Commission Delegated Regulation (EU) 2023/2772. Official Journal of the EU, 16 Nov 2023.

36. ISO 10002:2018. Quality management – Customer satisfaction. Geneva: ISO, 2018.

37. ISO 14001:2015 / ДСТУ ISO 14001:2015. Environmental management systems. Geneva: ISO, 2015.

38. ISO 14004:2016. Environmental management systems – General guidelines on implementation. Geneva: ISO, 2016.

39. ISO 14040:2006. Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. Geneva: ISO, 2006.

40. ISO 14050:2016. Environmental management – Vocabulary. Geneva: ISO, 2016.

41. ISO 14051:2015. Environmental management – Material flow cost accounting. Geneva: ISO, 2015.

42. ISO 14064-1:2020. Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level. Geneva: ISO, 2020.

43. ISO 14064-2:2019. Greenhouse gases – Part 2: Specification at the project level. Geneva: ISO, 2019.

44. ISO 14065:2020. Greenhouse gases – Requirements for greenhouse gas

validation and verification bodies. Geneva: ISO, 2020.

45. ISO 14067:2018. Greenhouse gases – Carbon footprint of products. Geneva: ISO, 2018.

46. ISO 14090:2019. Adaptation to climate change – Principles, requirements and guidelines. Geneva: ISO, 2019.

47. ISO 21931-1:2019. Sustainability in buildings and civil engineering works – Framework for methods of assessment. Geneva: ISO, 2019.

48. ISO 26000:2010 / ДСТУ ISO 26000:2012. Guidance on social responsibility. Geneva: ISO, 2010.

49. ISO 30414:2018. Human resource management – Guidelines for internal and external human capital reporting. Geneva: ISO, 2018.

50. ISO 31000:2018. Risk management – Guidelines. Geneva: ISO, 2018.

51. ISO 37001:2016 / ДСТУ ISO 37001:2018. Anti-bribery management systems. Geneva: ISO, 2016.

52. ISO 37301:2021. Compliance management systems. Geneva: ISO, 2021.

53. ISO 45001:2018 / ДСТУ ISO 45001:2019. Occupational health and safety management systems. Geneva: ISO, 2018.

54. ISO 50001:2020 / ДСТУ ISO 50001:2020. Energy management systems. Geneva: ISO, 2020.

55. ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements. Geneva: ISO, 2015.

56. ISO/TR 14062:2006. Environmental management – Integrating environmental aspects into product design and development. Geneva: ISO, 2006.

57. ISO/TS 14033:2016. Environmental management – Quantitative environmental information – Guide and examples. Geneva: ISO, 2016.

Інформаційні ресурси

58. Вуглецевий реєстр (carbon registry) ISO [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.carbonregistry.com

59. Еколанцюг Мебіуса [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ecochain.com/mobius/>

60. Калькулятор втіленого вуглецю в будівництві Embodied Carbon in Construction Calculator (EC3) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.buildingtransparency.org/>

61. Цілі сталого розвитку (ЦСР) [Електронний ресурс]. – Режим

доступу: <https://sdg.ukrstat.gov.ua/uk/>

62. Built Environment Carbon Database (BECD) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.becd.co.uk

63. BRE Academy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bre.ac>.

64. Building Research Establishment (BRE) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bregroup.com>.

65. Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.breeam.com>.

66. C40 Cities [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.c40.org.

67. CalcTree [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.calctree.com/>

68. CEEQUAL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ceequal.com>.

69. Climate Change Performance Index [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.climate-changeperformance-index.org>.

70. Copernicus Climate Change Service [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://climate.copernicus.eu>

71. Ecochain Helix [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecochain.com/helix/>

72. Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm.

73. Global Environment Facility [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.thegef.org

74. Global Footprint Network [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.footprintnetwork.org/>

75. Helix [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecochain.com/helix/>

76. International Labour Organisation (ILO) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ilo.org.

77. International Renewable Energy Agency (IRENA) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.irena.org.

78. IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change [Электронный

ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ipcc.ch>.

79. Mobius [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecochain.com/mobius/>

80. One Click LCA - The sustainability platform for construction & manufacturing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://oneclicklca.com/>

81. Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. Final Report [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.fsb-tcfd.org.

82. Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS) Whole Life Carbon Assessment (2017) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rics.org/globalassets/rics-website/media/news/whole-life-carbon-assessment-for-the--built-environment-november-2017.pdf>

83. The International EPD System <https://www.environdec.com/home>

84. The Leadership in Energy & Environmental Design (LEED) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.usgbc.org/leed>

85. UN's Sustainable Development Goals (SDGs) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals.

86. Women4Climate [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.c40.org/press_releases/press-release-women4climate-why-women-are-critical-in-efforts-to-save-our-planet.

87. World Green Building Council (WGBC) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://worldgbc.org>

Навчально-методичне видання

Кривомаз Тетяна Іванівна

**ЗМЕНШЕННЯ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ
ЯК МЕХАНІЗМ АДАПТАЦІЇ ДО ЗМІН КЛІМАТУ**

Конспект лекцій
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
за спеціальністю Е2 «Екологія»

Комп'ютерне верстання *А. П. Селівестрової*

Ум. друк. арк. 6,04. Обл.-вид. арк. 6,5
Електронний документ. Вид № 124/V-25

Виконавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури
Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.