

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Київський національний університет будівництва і архітектури

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

Методичні вказівки  
до виконання самостійної роботи  
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
за спеціальністю Е2 «Екологія»

Київ 2025

УДК 504/502

З-69

Укладач Т.І. Кривомаз, д-р техн. наук, професор

Рецензент Л.О. Василенко, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск 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

**Зменшення** вуглецевого сліду як механізм адаптації до змін клімату  
З-69 [електронний ресурс]: методичні вказівки до виконання самостійної роботи / уклад. Т.І. Кривомаз. – Київ: КНУБА, 2025. – 34 с.

Містять матеріал для виконання самостійної роботи 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 рівня вищої освіти за спеціальністю G2 «Технології захисту навколишнього середовища».

© КНУБА, 2025

## ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ .....	4
Самостійна робота № 1 Міжнародні регламенти декарбонізації .....	5
Самостійна робота № 2 Законодавчі передумови декарбонізації України .....	8
Самостійна робота № 3 Вуглецеві викиди .....	11
Самостійна робота № 4 Кліматична криза .....	13
Самостійна робота № 5 Шляхи декарбонізації будівельної галузі ...	15
Самостійна робота № 6 Критерії стійкості зеленого будівництва ...	17
Самостійна робота № 7 Сталий розвиток міст .....	19
Самостійна робота № 8 Моніторинг шкідливих викидів .....	21
Самостійна робота № 9 Калькуляція вуглецевих викидів .....	23
Самостійна робота № 10 Перспективи зеленого відновлення України	26
Теми для індивідуальних завдань .....	29
Список рекомендованих джерел .....	31

## Загальні положення

Методичні вказівки будуть корисні не тільки для здобувачів спеціальностей E2 «Екологія» та G2 «Технології захисту навколишнього середовища», але також 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.

### 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 та інструментами вуглецевого обліку;
- 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;
- приклади реалізованих низьковуглецевих будівель та технологій.

та **вміти**:

- аналізувати вуглецевий профіль будівельного проєкту;
- застосовувати інструменти LCA та вуглецевого моделювання;
- розробляти стратегії декарбонізації на всіх етапах будівництва;
- обґрунтовувати вибір екологічних матеріалів та технологій;
- формувати рекомендації щодо адаптації об'єктів до змін клімату на основі вуглецевої ефективності.

## Самостійна робота № 1. Міжнародні регламенти декарбонізації

*Мета:* ознайомитись з основними міжнародними нормативно-правовими актами, що регулюють декарбонізацію, сталий розвиток та екологічну безпеку в будівельній галузі. Сформувати навички аналізу правових документів щодо клімату та декарбонізації, оцінки їх впливу на національну політику та практику проектування.

### *Основні терміни*

**Міжнародне екологічне право** – система норм, що регулює взаємодію держав у сфері охорони довкілля.

**Паризька угода** – глобальна угода щодо клімату, прийнята у 2015 році, яка встановлює цілі зі скорочення парникових газів.

**Зелений договір ЄС** – стратегія Європейського Союзу щодо досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року.

**CBAM (Carbon Border Adjustment Mechanism)** – механізм вуглецевого коригування імпорту на кордоні ЄС.

**TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures)** – міжнародні рекомендації щодо розкриття інформації про кліматичні ризики.

### *Завдання для самостійної роботи*

1. Ознайомитись з текстом Паризької угоди та визначити:
  - основні цілі угоди;
  - механізми реалізації;
  - потенційний вплив на будівельну галузь України.
2. Порівняти підходи до декарбонізації будівельної галузі в Україні та іншій країні на вибір: Німеччина, Франція, Канада, Японія або інші.
  - які нормативні акти регулюють процес?
  - які стимули застосовуються для забудовників?
  - на які ключові результати орієнтовано?
3. Обрати реальний приклад будівельного проєкту, сертифікованого за стандартами зеленого будівництва (LEED, BREEAM, DGNB) і проаналізувати його на предмет:
  - які міжнародні норми були застосовані?
  - які переваги отримано?
  - які труднощі виникли при імплементації?
4. Проаналізуйте вплив впровадження зеленого будівництва на досягнення наступних цілей стійкого розвитку ООН (ЦСР):

- ЦСР 3 здоров'я і добробут;
- ЦСР 7 чиста енергія;
- ЦСР 8 гідна праця;
- ЦСР 9 інновації та інфраструктура;
- ЦСР 11 сталий розвиток міст;
- ЦСР 12 відповідальне споживання;
- ЦСР 13 кліматичні дії;
- ЦСР 15 захист екосистем;
- ЦСР 17 партнерство.

5. Напишіть аналітичне есе на тему: «Чи здатне міжнародне законодавство змінити екологічну культуру в будівельній галузі України?»

*Рекомендовані напрями для поглибленого вивчення*

- **Кліматичні угоди ООН:** Рамкова конвенція ООН про зміну клімату (UNFCCC), Кіотський протокол, Паризька угода.
- **Європейське законодавство:** Регламент ЄС щодо будівельних продуктів, Директива про енергоефективність будівель.
- **Інструменти оцінки сталості:** LCA, EPD (Environmental Product Declaration), Carbon Footprint.
- **Міжнародні стандарти:** ISO 14001, ISO 21930, ISO 50001.
- **Фінансові механізми:** зелені облігації, ESG-інвестування, міжнародні гранти на декарбонізацію.
- Політики декарбонізації: EU Taxonomy, Fit for 55, REPowerEU.
- GHG Protocol для системного мислення.

*Рекомендовані ресурси*

1. Всесвітній інститут ресурсів (World Resources Institute) – <https://www.wri.org/>
2. Всесвітня рада бізнесу зі сталого розвитку (WBCSD) – <https://www.wbcsd.org/>
3. Протокол про парникові гази (The Greenhouse Gas Protocol) <https://ghgprotocol.org/>
4. Цілі сталого розвитку (ЦСР) – <https://sdg.ukrstat.gov.ua/uk/>
5. EN 15978:2011. Sustainability of construction works – Assessment of environmental performance of buildings. Brussels: CEN, 2011.
6. European Commission. European Sustainability Reporting Standards (ESRS). Commission Delegated Regulation (EU) 2023/2772. Official

Journal of the EU, 16 Nov 2023.

7. European Green Deal – <https://ec.europa.eu>
8. ISO 10002:2018. Quality management – Customer satisfaction. Geneva: ISO, 2018.
9. ISO 14001:2015 / ДСТУ ISO 14001:2015. Environmental management systems. Geneva: ISO, 2015.
10. ISO 14004:2016. Environmental management systems – General guidelines on implementation. Geneva: ISO, 2016.
11. ISO 14040:2006. Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework. Geneva: ISO, 2006.
12. ISO 14050:2016. Environmental management – Vocabulary. Geneva: ISO, 2016.
13. ISO 14051:2015. Environmental management – Material flow cost accounting. Geneva: ISO, 2015.
14. ISO 14064-1:2020. Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level. Geneva: ISO, 2020.
15. ISO 14064-2:2019. Greenhouse gases – Part 2: Specification at the project level. Geneva: ISO, 2019.
16. ISO 14065:2020. Greenhouse gases – Requirements for greenhouse gas validation and verification bodies. Geneva: ISO, 2020.
17. ISO 14067:2018. Greenhouse gases – Carbon footprint of products. Geneva: ISO, 2018.
18. ISO 14090:2019. Adaptation to climate change – Principles, requirements and guidelines. Geneva: ISO, 2019.
19. ISO 21931-1:2019. Sustainability in buildings and civil engineering works – Framework for methods of assessment. Geneva: ISO, 2019.
20. ISO 26000:2010 / ДСТУ ISO 26000:2012. Guidance on social responsibility. Geneva: ISO, 2010.
21. ISO 30414:2018. Human resource management – Guidelines for internal and external human capital reporting. Geneva: ISO, 2018.
22. ISO 31000:2018. Risk management – Guidelines. Geneva: ISO, 2018.
23. ISO 37001:2016 / ДСТУ ISO 37001:2018. Anti-bribery management systems. Geneva: ISO, 2016.
24. ISO 37301:2021. Compliance management systems. Geneva: ISO, 2021.
25. ISO 45001:2018 / ДСТУ ISO 45001:2019. Occupational health and safety management systems. Geneva: ISO, 2018.
26. ISO 50001:2020 / ДСТУ ISO 50001:2020. Energy management systems.

- Geneva: ISO, 2020.
- 27.ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements. Geneva: ISO, 2015.
- 28.ISO Standards – <https://www.iso.org>
- 29.ISO/TR 14062:2006. Environmental management – Integrating environmental aspects into product design and development. Geneva: ISO, 2006.
- 30.ISO/TS 14033:2016. Environmental management – Quantitative environmental information – Guide and examples. Geneva: ISO, 2016.
- 31.UN’s Sustainable Development Goals (SDGs) – [www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals](http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals).
- 32.UNFCCC – <https://unfccc.int>
- 33.World Green Building Council – <https://www.worldgbc.org>

## **Самостійна робота № 2. Законодавчі передумови декарбонізації України**

*Мета:* опанувати структуру та зміст кліматичного законодавства України, його зв’язок з міжнародними зобов’язаннями та ролі у трансформації будівельної галузі до кліматично нейтральної моделі.

### *Основні терміни*

**Кліматична політика** – сукупність стратегій, законів і заходів, спрямованих на пом’якшення змін клімату та адаптацію до них.

**Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»** – базовий нормативний акт, що регулює екологічну діяльність.

**Національно визначений внесок (НВВ)** – зобов’язання України щодо скорочення викидів парникових газів у межах Паризької угоди.

**ESG-звітність** – екологічні, соціальні та управлінські показники діяльності компанії.

### *Завдання для самостійної роботи*

1. Ознайомтесь із наведеними нижче нормативними актами і скласти короткий огляд кожного документа, з акцентом на його значення для будівельної галузі:
  - Закон України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів»

- Закон «Про створення Державного фонду декарбонізації та енергоефективної трансформації»
  - Звіт України про декарбонізацію енергосектору до 2050 року та Національний план з енергетики та клімату на конференції COP28 у грудні 2023 року
  - Нові ДСТУ будівельної галузі
2. Проаналізувати, як положення Національно визначеного внеску України впливають на вимоги до проєктування та експлуатації будівель.
    - Які цілі декарбонізації встановлено?
    - Які сектори найбільш пріоритетні?
    - Які механізми реалізації передбачено?
  3. Обрати український будівельний проєкт, що реалізує принципи енергоефективності або декарбонізації і визначити:
    - Які законодавчі норми були застосовані?
    - Які результати досягнуто?
    - Які бар'єри виникли?
  4. Написати дискусійне есе на тему: «Чи достатньо чинного кліматичного законодавства України для стимулювання декарбонізації будівельної галузі?»
  5. Проаналізувати проблеми, які виникають у будівельних компаній у зв'язку з впровадженням ESG-звітності і скласти їх перелік.

*Рекомендовані напрями для поглибленого вивчення*

- Національний план з енергоефективності.
- Стратегія низьковуглецевого розвитку України.
- План адаптації до змін клімату.
- Угода про асоціацію з ЄС.
- Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України.
- Державне агентство з енергоефективності.
- Система моніторингу викидів парникових газів.

*Рекомендовані ресурси*

1. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Київ: Мінрегіон України, 2016. – 35 с.
2. ДБН В.2.2-15:2019. Житлові будинки. Основні положення. Київ: Мінрегіон України, 2019. – 45 с.

3. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Київ: Мінрегіон України, 2018.
4. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Київ: Мінрегіон України, 2018.
5. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. Опір теплопередачі. Київ: Мінрегіон України, 2021. – 23 с.
6. ДБН В.2.6-33:2008. Будівельна кліматологія. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008.
7. ДБН В.2.6-79:2014. Енергоефективність будівель. Київ: Мінрегіон України, 2014.
8. ДСТУ 9171:2021. Збалансоване використання ресурсів. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2021.
9. ДСТУ EN 15978:2017. Сталість будівельних робіт. Оцінка екологічних характеристик будівель. Київ: Мінрегіон України, 2017.
10. ДСТУ-Н Б В.1.1-10:2010. Настанова з охорони довкілля у містобудуванні. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010.
11. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. Настанова. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010.
12. Закон України № 2059-VIII «Про оцінку впливу на довкілля». Набрав чинності 18.12.2017. URL – <https://zakon.rada.gov.ua/go/2059-19>
13. Закон України № 2354-VIII «Про стратегічну екологічну оцінку». Набрав чинності 12.10.2018. URL – <https://zakon.rada.gov.ua/go/2354-19>
14. 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>
15. 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>
16. 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>
17. Міністерство захисту довкілля – <https://mepr.gov.ua>
18. Національна енергетична стратегія України 2050 (Міненерго України) – <https://mev.gov.ua>

19. Національний план з енергетики та клімату. Київ: КМУ, 2023.

20. Офіційний портал Верховної Ради України – <https://zakon.rada.gov.ua>

### Самостійна робота № 3. Вуглецеві викиди

*Мета:* ознайомитись з поняттям вуглецевих викидів, їх джерелами у будівельній галузі, міжнародними та національними нормативами щодо скорочення викидів та сучасними підходами до декарбонізації.

#### *Основні терміни*

**GHG Protocol** – глобальний стандарт для обліку і звітності про викиди парникових газів.

**Парникові гази (GHG – Greenhouse Gases)** – гази, які поглинають і випромінюють теплове випромінювання, спричиняючи парниковий ефект (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>, NF<sub>3</sub>, HFCs, PFCs).

**Потенціал глобального потепління (GWP – Global Warming Potential)** – показник впливу газу на зміну клімату порівняно з CO<sub>2</sub>.

**CO<sub>2</sub>-еквівалент** – умовна одиниця для оцінки парникових газів.

**Вуглецевий слід (Carbon Footprint)** – загальна кількість викидів парникових газів, прямо чи опосередковано пов'язаних із діяльністю, продуктом або послугою протягом життєвого циклу продукту або процесу.

**Адаптована пропускна здатність** – здатність екосистеми підтримувати життєдіяльність.

**Біоємність** – здатність екосистеми продукувати ресурси та переробляти відходи.

#### *Завдання для самостійної роботи*

1. Дослідити основні джерела вуглецевих викидів у будівельній галузі:
  - виробництво будівельних матеріалів (цемент, сталь, скло);
  - будівельні роботи та експлуатація техніки;
  - експлуатаційна енергія будівель;
  - транспортування та логістика.
2. Проаналізувати сучасні методи зниження вуглецевого сліду будівель:
  - використання відновлюваних джерел енергії;
  - модернізація енергоефективних систем;
  - повторне використання та переробка матеріалів;
  - впровадження концепції “Net Zero Buildings”.

3. Обрати один об'єкт будівництва (реальний або проектний), на якісних та кількісних показниках якого:
  - визначити основні джерела його вуглецевих викидів;
  - провести оцінку вуглецевого сліду (у форматі Score 1, Score 2, Score 3);
  - Запропонувати 3–5 заходів для зниження викидів та обґрунтувати їх ефективність;
  - побудувати схему життєвого циклу будівлі (LCA) з відображенням етапів, де викиди найбільші.
4. Розробити інфографіку з описом вуглецевого сліду будівлі та напрямками його зменшення.
5. Розрахувати вуглецевий слід для свого будинку (квартири) за допомогою он-лайн калькуляторів.

*Рекомендовані напрями для поглибленого вивчення*

- Складові повного вуглецевого циклу будівництва.
- Експлуатаційний вуглець: викиди під час використання будівлі.
- Втілений вуглець: викиди, пов'язані з матеріалами та будівництвом.
- Категорії викидів Scores згідно GHG Protocol.
- 15 категорій Score 3 у будівництві.
- Чистий нуль: баланс між викидами та абсорбцією.
- Вуглецева нейтральність: компенсація або скорочення викидів.
- Вуглецево-позитивний / негативний баланс, активне видалення CO<sub>2</sub>.
- Підходи EPD (Environmental Product Declaration).
- Європейська таксономія сталих інвестицій.
- Приклади Net Zero Energy Buildings у світі.
- Вплив СВAM на імпорт будівельних матеріалів в Україну.

*Рекомендовані ресурси*

1. Carbon Brief – Analysis of Global CO<sub>2</sub> Emissions – <https://www.carbonbrief.org>
2. Climate Watch (WRI) – Greenhouse Gas Emissions Data – <https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions>
3. EU Climate Law – <https://climate.ec.europa.eu>
4. Global Carbon Project – Global Carbon Budget – <https://www.globalcarbonproject.org>

5. International Energy Agency (IEA) – CO<sub>2</sub> Emissions Statistics – <https://www.iea.org/topics/energy-and-climate-change/co2-emissions>
6. Our World in Data – CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions – <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>
7. UNFCCC – Greenhouse Gas Data – <https://unfccc.int/ghg-inventories>
8. UNFCCC – <https://unfccc.int>
9. World Bank – Data on CO<sub>2</sub> emissions – <https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT>
10. Європейське агентство з довкілля (EEA): Викиди парникових газів – <https://www.eea.europa.eu/themes/climate/ghg-country-profiles>
11. Міжурядова група експертів зі зміни клімату (IPCC) – <https://www.ipcc.ch>
12. Національний кадастр антропогенних викидів та поглинання парникових газів України – <https://mepr.gov.ua/content/nacionalniy-kadastr-antropogennih-vikidiv-ta-poglinannya-parnikovih-gaziv.html>

#### **Самостійна робота № 4. Кліматична криза**

*Мета:* системне розуміння сутності кліматичної інформації, її джерел, форматів, стандартів та ролі у плануванні і реалізації заходів з декарбонізації будівельного сектору.

##### *Основні терміни*

**Погода** – стан атмосфери в певний момент.

**Клімат** – багаторічний режим погоди.

**Макроклімат** – клімат великих регіонів.

**Мікроклімат** – локальні особливості клімату.

**Кліматологія** – наука про клімат.

**Кліматична інформація** – дані та показники, що відображають стан кліматичної системи, зміни клімату та пов'язані ризики.

**Кліматичні ризики** – можливі негативні наслідки зміни клімату для екосистем, економіки та здоров'я людей.

**Кліматичний сценарій** – це прогнозований варіант зміни кліматичних умов у майбутньому на основі певних припущень, що враховує:

- можливі рівні температури, опадів, вітру, вологості, сонячної радіації;
- ймовірні екстремальні події (повені, посухи, хвилі спеки, бурі);
- часові горизонти (наприклад, 2030, 2050, 2100 рр.).

**Моделі розвитку кліматичної системи базуються на:**

- **моделях глобального клімату (GCM – General Circulation Model);**
- **регіональних кліматичних моделях (RCM – Representative Concentration Pathways);**
- **соціально-економічних сценаріях (SSP – Shared Socioeconomic Pathways).**

**Кліматичний сценарій побудованого середовища** – адаптована концепція, яка означає прогноз впливу кліматичних змін на міста та будівлі й можливі стратегії адаптації.

*Завдання для самостійної роботи*

1. Обрати регіон України, для якого:

- зібрати дані кліматичних показників за останні 30 років;
- визначити ключові кліматичні ризики для будівель у цьому регіоні;
- розробити пропозиції щодо адаптаційних заходів для зменшення цих ризиків;
- підготувати короткий аналітичний звіт з використанням графіків і діаграм.

2. Розробити таблицю, яка зіставляє кліматичні ризики та можливі заходи декарбонізації у будівельному секторі.

3. Вибрати базовий кліматичний сценарій із запропонованих і спрогнозувати розвиток побудованого середовища в узгодженні з ним:

- RCP (RCP2.6 – оптимістичний, RCP8.5 – песимістичний);
- SSP (SSP1 – сталий розвиток, SSP5 – залежність від викопного палива).

4. З'ясувати, як використовують ймовірнісне прогнозування для порівняння кількох варіантів кліматичних моделей:

- глобальні (GCMs) для загальних тенденцій;
- регіональні (RCMs) для деталізації локального клімату (downscaling).

5. Проаналізувати наслідки кліматичних змін для будівельної галузі, зокрема вплив на архітектуру, інфраструктуру та міське планування з урахуванням:

- впливу температури на комфорт у будівлях (потреба в кондиціонуванні чи утепленні);
- стійкості конструкцій до повеней, спеки, буревіїв;
- використання «зелених дахів», вентиляційних рішень, водозатримуючих систем.

### *Рекомендовані напрями для поглибленого вивчення*

- Міжурядова група експертів зі зміни клімату (IPCC) та її звіти.
- Кліматичні сценарії RCP та SSP.
- Інструменти моделювання впливу клімату на будівлі (EnergyPlus, DesignBuilder).
- Ризики кліматичних змін та приклади адаптаційних заходів для будівель.
- Приклади інтеграції кліматичної інформації у міське планування.
- Використання кліматичних даних у процесі сертифікації будівель.
- Вплив кліматичної інформації на вибір будівельних матеріалів.
- Кліматичний сценарій побудованого середовища для України до 2050 року.
- Кліматичні тренди в будівельній галузі.

### *Рекомендовані ресурси*

1. Український гідрометеорологічний центр – <https://www.meteo.gov.ua/>
2. Climate Change Performance Index – <https://www.climate-changeperformance-index.org>.
3. Copernicus Climate Change Service – <https://climate.copernicus.eu>
4. Global Footprint Network – <https://www.footprintnetwork.org/>
5. IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change – <https://www.ipcc.ch>.
6. ISO 14090:2019 Adaptation to climate change (Адаптація до зміни клімату) – <https://www.iso.org/ru/standard/68507.html>

## **Самостійна робота № 5. Шляхи декарбонізації будівельної галузі**

*Мета:* сформуванати системне розуміння підходів, інструментів та технологій, що дозволяють зменшити викиди парникових газів у будівельному секторі, та ознайомитись з міжнародними і національними стратегіями декарбонізації.

### *Основні терміни*

**Декарбонізація** – мінімізація або усунення викидів CO<sub>2</sub> та інших парникових газів.

**Декарбонізація в будівництві** – сукупність заходів, спрямованих на зменшення викидів у процесі будівництва, експлуатації та утилізації

будівель шляхом впровадження енергоефективних технологій, відновлюваних джерел енергії, тощо.

**Адаптація до зміни клімату** – заходи, спрямовані на зменшення вразливості об'єктів і систем до кліматичних впливів.

**Мінімізація кліматичних ризиків** – процес зменшення ймовірності та масштабів негативних наслідків зміни клімату.

**GRESB (Global ESG Benchmark for Real Assets)** – міжнародна система оцінки ESG-показників у сфері нерухомості та інфраструктури.

### *Завдання для самостійної роботи*

1. Проаналізувати і прокоментувати основні кроки стратегії декарбонізації:

- освіта співробітників;
- вимірювання вуглецевого сліду;
- встановлення цілей: 50% скорочення до 2030, нуль – до 2050;
- оптимізація енерговикористання;
- перехід на відновлювану енергію;
- зменшення викидів за Scope 1-3;
- компенсація залишкових викидів.

2. Створити візуальну карту (mind map) основних шляхів декарбонізації будівельної галузі з прикладами конкретних технологій.

3. На основі даних про реальну будівлю виконати такі завдання:

- оцінити її вуглецевий слід на етапах будівництва та експлуатації;
- розробити план зниження викидів на 10–20 років;
- запропонувати набір технологій та матеріалів для досягнення Net Zero Energy;
- підготувати SWOT-аналіз обраних рішень.

4. Ознайомитись з міжнародними стратегіями декарбонізації (Race to Zero, Net-zero Carbon Buildings Commitment, тощо) і запропонувати шляхи їх адаптації до українських умов.

5. Написати критичне есе на тему «Чи можлива повна декарбонізація будівельної галузі до 2050 року?». Обґрунтуйте свою позицію з посиланням на міжнародні стратегії, врахуйте технічні, економічні та соціальні аспекти.

### *Рекомендовані напрями для поглибленого вивчення*

- Порівняння політик декарбонізації в Україні та ЄС.
- Економічні інструменти стимулювання декарбонізації.

- Механізми фінансування проектів з декарбонізації (зелені облігації, гранти ЄС).
- Ключові технології декарбонізацію будівельної галузі.
- Впровадження цифрових технологій для декарбонізації.
- Вплив декарбонізації на ринок будівельних матеріалів.
- Використання водню у будівельному секторі.
- Net Zero Energy Building і шляхи його досягнення.

#### *Рекомендовані ресурси*

1. Декарбонізація будівельної галузі від Ради зеленого будівництва України – <https://gbcua.org>
2. Закон України № 8433 «Про Державний фонд декарбонізації та енергоефективної трансформації». 2023.
3. Advancing Net Zero from World Green Building Council — <https://worldgbc.org/advancing-net-zero>
4. Architecture 2030 – Decarbonization in the Built Environment – <https://architecture2030.org>
5. International Energy Agency (IEA) – Buildings sector decarbonisation – <https://www.iea.org/topics/buildings>
6. Rocky Mountain Institute (RMI) – Buildings Decarbonization – <https://rmi.org/our-work/buildings>

### **Самостійна робота № 6. Критерії стійкості зеленого будівництва**

*Мета:* ознайомитись з системами оцінки стійкості зеленого будівництва (BREEAM, LEED, DGNB та інші), розкрити основні екологічні, соціальні та економічні критерії, що враховуються при сертифікації будівель, та сформуванню вміння застосовувати ці критерії для аналізу реальних проектів.

#### *Основні терміни*

**Зелене будівництво (Green Building)** – проектування, зведення та експлуатація будівель із мінімальним негативним впливом на довкілля.

**Міжнародні сертифікаційні системи зеленого будівництва** – BREEAM (Велика Британія), LEED (США), DGNB (Німеччина), HQE (Франція), Pearl Rating System (ОАЕ).

**WELL Building Standard** – стандарти якості і здоров'я побудованого

середовища.

**Energy Star** – стандарти енергоефективності будівель.

**BIM (Building Information Modeling)** – цифрове моделювання будівель, яке може включати моніторинг енергоспоживання та викидів.

#### *Завдання для самостійної роботи*

1. Оцінити будівлі університету чи інші реальні споруди на відповідність критеріям зеленого будівництва. Визначити, які аспекти потребують удосконалення. Запропонуйте шляхи підвищення рівня якості і комфорту.

2. Відвідати будівлю, сертифіковану за стандартами зеленого будівництва і описати її відмінності від інших споруд.

3. Аргументувати з цифрами і фактами перелічені переваги зеленого будівництва:

- зниження енерговитрат;
- підвищення комфорту;
- репутація бізнесу;
- зменшення викидів;
- повернення інвестицій.

4. Знайти і охарактеризувати найвідоміші приклади зелених будівель у світі

5. Проаналізувати технічні і організаційні проблеми, які виникають в процесі сертифікації.

#### *Рекомендовані напрями для поглибленого вивчення*

- Основні системи сертифікації зеленого будівництва.
- Ключові аспекти стійкості будівель.
- Вплив критеріїв стійкості на декарбонізацію будівельної галузі.
- Порівняння систем BREEAM, LEED і DGNB .
- Вплив зеленого будівництва на досягнення Цілей сталого розвитку ООН.
- Приклади сертифікованих зелених будівель в Україні.
- Економічні вигоди від впровадження зелених стандартів у будівництві.
- Зв'язок між ESG-звітністю та системами сертифікації будівель.
- Приклади екологічних матеріалів, рекомендованих у зеленому будівництві.

- BREEAM Communities for developments at the neighbourhood scale or larger
- BREEAM International New Construction for new-build domestic and non-domestic buildings
- BREEAM International Refurbishment for non-domestic building fit-outs and refurbishments
- BREEAM In-Use for existing non-domestic buildings in-use

#### *Рекомендовані ресурси*

1. BRE Academy – <https://www.bre.ac>.
2. Building Research Establishment (BRE) – <https://www.bregroup.com>.
3. Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) – <https://www.breeam.com>.
4. CEEQUAL – <http://www.ceequal.com>.
5. GBC Ukraine (Green Building Council Ukraine) – <https://gbcua.org>
6. German Sustainable Building Council (DGNB) – <https://www.dgnb.de/en>
7. High Environmental Quality (HEQ) – <https://www.legrandgroup.com/en/green-building-certifications>
8. The Leadership in Energy & Environmental Design (LEED) – <https://www.usgbc.org/leed>
9. WELL Certification (IWBI) – <https://www.wellcertified.com/certification/v2/>
10. Wiki Green building – [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Green\\_building](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Green_building)
11. World Green Building Council (WGBC) – <https://worldgbc.org>

### **Самостійна робота № 7. Сталий розвиток міст**

*Мета:* сформувати цілісне розуміння взаємозв'язку між урбанізацією, зміною клімату та адаптаційними заходами для сталого розвитку міст.

#### *Основні терміни*

**Урбанізація** – процес зростання міст і концентрації населення та економічної діяльності в них.

**Сталий розвиток** – розвиток, що задовольняє потреби сучасного покоління без шкоди для майбутніх поколінь.

**Кліматичні ризики для міст** – можливі негативні наслідки зміни клімату

(повені, спека, бурі, дефіцит води).

**Адаптація міст до зміни клімату** – заходи, спрямовані на зменшення вразливості міських систем до кліматичних ризиків.

**Міська стійкість (Urban resilience)** – здатність міста протистояти кліматичним загрозам і швидко відновлюватися після них.

**Зелені інфраструктури** – система озеленення, парків, зелених дахів, міських лісів, що зменшують перегрів та підвищують якість життя.

**Сині інфраструктури** – управління водними ресурсами в містах (водойми, річки, системи збору дощових вод).

**Net Zero Energy Building** – будівля з нульовим балансом споживання енергії протягом року.

**Smart city** – концепція «розумного міста», де цифрові технології забезпечують ефективність управління ресурсами та інфраструктурою.

#### *Завдання для самостійної роботи*

1. Обрати велике місто України та проаналізувати основні кліматичні ризики для нього. Визначити, які заходи адаптації вже впроваджуються. Запропонувати додаткові рішення з урахуванням міжнародного досвіду.

2. Навести цифрові дані щодо впливу урбанізації на кліматичні зміни:

- наскільки зростає енергоспоживання?
- як проявляється ефект «теплового острова»?
- від чого і наскільки збільшуються викиди CO<sub>2</sub> ?

3. Розглянути з прикладами і цифрами основні кліматичні виклики для міст: повені та підтоплення, перегрівання та спека, дефіцит водних ресурсів, забруднення повітря.

4. Охарактеризувати наступні адаптаційні заходи до кліматичних змін з точки зору ефективності в місті:

- використання зелених та синіх інфраструктур;
- підвищення енергоефективності будівель;
- розвиток громадського транспорту та велоінфраструктури;
- планування з урахуванням кліматичних сценаріїв.

5. На основі реальних прикладів міжнародної практики адаптаційних заходів пристосування міст до кліматичних змін заповнити таблицю 1.

**Приклади пристосування міст до кліматичних ризиків**

№ пор.	Кліматичні ризики	Адаптаційні рішення	Приклади
1			
2			

*Рекомендовані напрями для поглибленого вивчення*

- Міжнародні підходи та приклади інтеграції кліматичних стратегій у міське планування.
- Звіти IPCC про кліматичні ризики для міст.
- Концепція «місто нульових викидів» (Net Zero Cities).
- Інтеграція кліматичних стратегій у просторове планування.
- Smart city як інструмент адаптації.
- Приклади зелених та синіх інфраструктур у містах ЄС.
- Копенгаген (стратегія «місто, що пристосовується до повеней»).
- Барселона (мережа зелених зон і коридорів).
- Роттердам (водно-орієнтоване містобудування).

*Рекомендовані ресурси*

1. Звіти IPCC про кліматичні ризики для міст.
2. C40 Cities – [www.c40.org](http://www.c40.org).
3. Women4Climate: Why Women Are Critical In Efforts To Save Our Planet – [www.c40.org/press\\_releases/press-release-women4climate-why-women-are-critical-in-efforts-to-save-our-planet](http://www.c40.org/press_releases/press-release-women4climate-why-women-are-critical-in-efforts-to-save-our-planet).

**Самостійна робота № 8. Моніторинг шкідливих викидів**

*Мета:* опанувати практичні знання щодо методів та інструментів моніторингу викидів шкідливих речовин у будівельному секторі, ознайомити з міжнародними стандартами, платформами ESG-звітності та сучасними технологіями збору даних.

*Основні терміни*

**Моніторинг викидів** – систематичне спостереження, вимірювання та аналіз викидів забруднюючих речовин у довкілля.

**Екологічний слід** – показник впливу на навколишнє середовище.

**Score 1, 2, 3** – категорії викидів: прямі (Score 1), непрямі від

енергоспоживання (Score 2) та інші непрямі (Score 3) по ланцюгу постачання.

**Прямі викиди (Score 1)** – викиди від джерел, що належать або контролюються організацією.

**Непрямі викиди (Score 2)** – викиди від споживаної електроенергії, тепла, пари, охолодження.

**Інші непрямі викиди (Score 3)** – викиди по всьому ланцюгу постачання, включно з виробництвом матеріалів, транспортом, утилізацією.

### *Завдання для самостійної роботи*

1. Ознайомтесь з етапами процесу моніторингу і наведіть приклади їх реалізації:

- автоматизація збору даних (лічильники енергії, води, палива);
- управління даними (інтеграція екологічних, соціальних, управлінських аспектів);
- розкриття інформації (підготовка ESG-звітності);
- заходи покращення на основі аналізу даних (застосування кліматичних стратегій, підвищення енергоефективності).

2. Проаналізуйте реальний приклад системи моніторингу забруднення довкілля на підприємстві чи в місті. Зробіть висновки про її спеціалізацію та ефективність. Складіть рекомендації по її покращенню.

3. Ознайомтесь з принципом роботи різних типів сучасних інструментів моніторингу і визначте по кожному з них сфери застосування, переваги та недоліки:

- програмні платформи;
- онлайн-калькулятори ресурсів і викидів;
- системи моніторингу в реальному часі;
- аналітика життєвого циклу.

4. Охарактеризуйте практичне значення моніторингу. Що з наведеного переліку є найбільш важливим і чому:

- дані для ESG-звітності компанії;
- виявлення джерел надмірних викидів;
- адаптація до міжнародних вимог декарбонізації.

5. Оберіть об'єкт будівництва (офіс, житловий комплекс, виробничу будівлю). Визначте потенційні джерела викидів (будівельні матеріали, транспорт, енергоспоживання). Запропонуйте систему моніторингу викидів для цього об'єкта з розподілом по Score 1-2-3.

### *Рекомендовані напрями для поглибленого вивчення*

- Використання цифрових інструментів моніторингу у будівельному секторі.
- Єдиний реєстр з моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів
- Моніторинг якості атмосферного повітря.
- Супутникове відстеження викидів парникових газів.
- Розрахунки парникових газів, що виділяються в процесі виробництва, використання та утилізації продуктів (Carbon Footprint).

### *Рекомендовані ресурси*

1. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів – Моніторинг атмосферного повітря – <https://consumer.gov.ua>
2. Європейське агентство з довкілля (EEA – Air pollution data) – <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-concentrations>
3. Європейський реєстр викидів та перенесення забруднювачів (E-PRTR) – <https://prtr.eea.europa.eu>
4. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України – Моніторинг довкілля – <https://mepr.gov.ua/content/monitoring-dovkillya.html>
5. AirNow (U.S. EPA) – Air Quality Monitoring – <https://www.airnow.gov>
6. Ecoaction – Моніторинг та аналіз стану повітря в Україні – <https://ecoaction.org.ua/air>
7. European Commission – Air Quality Standards and Monitoring – [https://environment.ec.europa.eu/topics/air/air-quality\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/air/air-quality_en)
8. National Aeronautics and Space Administration (NASA) – Air Quality Monitoring from Space – <https://airquality.gsfc.nasa.gov>
9. UN Environment Programme – Air Quality and Pollution Monitoring – <https://www.unep.org/explore-topics/air/what-we-do/monitoring-air-quality>
10. World Health Organization (WHO) – Air pollution data portal – <https://www.who.int/airpollution/data>

## Самостійна робота № 9. Калькуляція вуглецевих викидів

*Мета:* опанувати методи оцінки вуглецевого сліду будівельних об'єктів, навчити застосовувати калькуляційні інструменти для аналізу життєвого циклу матеріалів та конструкцій.

### *Основні терміни*

**Оцінка життєвого циклу (Life Cycle Assessment, LCA)** – метод аналізу життєвого циклу продукції або об'єкта для оцінки впливу на довкілля.

**ISO 14040-14043** – стандарти методології оцінки життєвого циклу.

**Життєвий цикл будівлі** – аналіз екологічного впливу будівельних матеріалів та конструкцій на всіх етапах існування будівлі

**Екологічна декларація продукції (Environmental Product Declaration, EPD)** – стандартизований документ, що містить дані про вплив на довкілля.

**ISO 14024 Environmental labels and declarations** – стандарт екологічного маркування.

**Вуглецевий еквівалент (CO<sub>2</sub> e)** – універсальний показник, що відображає різні парникові гази у перерахунку на CO<sub>2</sub> .

**Потенціал глобального потепління (ПГП)** – коефіцієнти для розрахунку впливу.

**Grid carbon factors** – коефіцієнти перерахунку в еквівалент CO<sub>2</sub> .

### *Завдання для самостійної роботи*

1. Ознайомитись з методом оцінки життєвого циклу (Life Cycle Assessment, LCA), який базується на стандартах ISO 14040/14043 і аналізує всі етапи: від видобутку сировини до утилізації. В будівництві можливо застосовувати для оцінки матеріалів, енергоспоживання, транспорту, монтажу, експлуатації та демонтажу. Найчастіше використовується для порівняння матеріалів або конструктивних рішень із урахуванням прямих та непрямих викидів.

2. З'ясувати, чи підходить метод інвентаризації парникових газів тільки для організаційного рівня будівництва (будівельні компанії, девелопери), чи можливо його більш широко використовувати у будівельній галузі. Згідно GHG Protocol викиди розділяють на Scope 1, 2, 3: Scope 1 – прямі викиди (наприклад, з будівельної техніки), Scope 2 – непрямі від споживаної енергії, Scope 3 – всі інші непрямі (виробництво матеріалів, логістика).

3. Визначити переваги та недоліки застосування екологічних декларації продукції (Environmental Product Declaration, EPD), що базується на EN 15804, містить дані про вплив матеріалу на довкілля та включає показник GWP (Global Warming Potential) – ключовий для калькуляції CO<sub>2</sub> - еквіваленту.

4. Окреслити сфери застосування онлайн-калькуляторів вуглецевого сліду (наприклад, One Click LCA, EC3, Tally), які дозволяють швидко оцінити викиди для окремих елементів або цілих будівель для попереднього аналізу.

5. Зробити порівняльну таблицю інших способів оцінки вуглецевих викидів за наведеним прикладом (табл. 1).

*Таблиця 1*

**Порівняння способів оцінки вуглецевих викидів**

Критерії порівняння	Відповідь
Тип інструменту	Environmental Product Declaration (EPD)
Опис	Стандартизована екологічна декларація типу III згідно ISO 14025
Деталізація	Базується на LCA, включає дані про вуглецевий слід на етапах A1–A3, B1–B5, C1–C4
Використання	Для сертифікації LEED, BREEAM, DGNB
Проблеми	Нерівномірність правил категорій продуктів (PCR), висока вартість для малих компаній, відсутність узгодженості між країнами

*Рекомендовані напрями для поглибленого вивчення*

- Міжнародні стандарти ISO 14040/14044 для оцінки життєвого циклу LCA для глибокого аналізу.
- Взаємозв'язок BIM та LCA для інтеграції екологічного аналізу в цифрове моделювання.
- Європейська система Level(s) для індикації сталості будівель.
- EPD для точних даних по матеріалах, матеріали з негативним вуглецевим слідом (наприклад, біовуглецеві композити).
- Методики на основі нормативних документів EU Taxonomy, PAS 2050, BS EN 15978, що враховують локальні особливості, використання енергії, транспортні сценарії.

- Українське екологічне маркування «Зелений журавлик» типу І згідно ISO 14024, що враховує енергоефективність, безпечність для здоров'я, придатність до переробки, вплив на довкілля
- Методика RICS для оцінки вуглецю протягом усього життєвого циклу (Whole Life Carbon Assessment).
- Он-лайн калькулятори використання ресурсів та енергії для навчання та попередньої оцінки.

#### *Рекомендовані ресурси*

1. Вуглецевий реєстр (carbon registry) ISO – [www.carbonregistry.com](http://www.carbonregistry.com)
2. Еколанцюг Мебіуса – <https://ecochain.com/mobius/>
3. Калькулятор втіленого вуглецю в будівництві (Embodied Carbon in Construction Calculator, EC3) – <https://www.buildingtransparency.org/>
4. Built Environment Carbon Database (BECD) – [www.becd.co.uk](http://www.becd.co.uk)
5. CalcTree – <https://www.calctree.com/>
6. Ecochain Helix – <https://ecochain.com/helix/>
7. Mobius – <https://ecochain.com/mobius/>
8. One Click LCA – The sustainability platform for construction & manufacturing – <https://oneclicklca.com/>
9. Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS) Whole Life Carbon Assessment (2017) – <https://www.rics.org/globalassets/rics-website/media/news/whole-life-carbon-assessment-for-the--built-environment-november-2017.pdf>
10. The International EPD System – <https://www.environdec.com/home>

### **Самостійна робота № 10. Перспективи зеленої перебудови України**

*Мета:* визначити перспективи зеленої перебудови України для усунення руйнувань спричинених війною, а також задіяні в цьому процесі ресурси та організації.

#### *Основні терміни*

**Зелена трансформація** – перехід до економіки з низьким рівнем викидів, заснованої на сталому розвитку.

**Концепція «Building Back Better»** – принцип відбудови України після воєнних руйнувань на краще, ніж було.

**Енергетична ефективність** – раціональне використання енергії з

мінімальними втратами.

**Енергоефективність** – досягнення необхідного рівня енергетичних послуг при мінімальному споживанні енергії.

**Відновлювані джерела енергії (ВДЕ)** – енергоресурси, що відновлюються природним шляхом (сонце, вітер, біомаса, геотермальна енергія).

#### *Завдання для самостійної роботи*

1. Проаналізувати стратегічні реформи, що забезпечують зелене відновлення:

- Реформа економічних, регуляторних та інформаційних інструментів для пришвидшення зеленої трансформації.
- Охарактеризувати механізми сприяння інституційним реформам у фінансовому та екологічному врядуванні.

Результати представити у вигляді есе, презентації чи усної доповіді.

2. Навести приклади програм розвитку, майстер-класів і навчань для підвищення ефективності впровадження політики зеленої відбудови.

3. Охарактеризувати пріоритетні напрями зеленого відновлення.

4. Розробити комунікаційний план для просування ініціатив зеленої відбудови.

5. Обґрунтувати роль енергоефективності і відновлених джерел енергії у зеленому відновленні для забезпечення енергонезалежності України.

#### *Рекомендовані напрями для поглибленого вивчення*

- Проекти Європейської Комісії по зеленій відбудові України.
- Програма ООН з навколишнього середовища (UNEP) – Green Recovery in Ukraine.
- Фінансування від Світового банку за напрямком Building Back Better in Ukraine.
- Заходи DiXi Group «Енергетичний вимір зеленого відновлення».
- Активність European Business Association за напрямком зелене відновлення України.
- Громадська діяльність «Екодії» по оцінці шкоди для довкілля та людей внаслідок війни.
- Платформа дій для Зеленої відбудови України.

### *Рекомендовані ресурси*

1. Платформа дій для Зеленої відбудови України – <https://ugrp.com.ua/ua>
2. Програма ООН з навколишнього середовища (UNEP) – Green Recovery in Ukraine – <https://www.unep.org/resources/report/green-recovery-ukraine>
3. Європейська Комісія – EU support for Ukraine’s green recovery – [https://neighbourhood-enlargement.ec.europa.eu/ukraine-green-recovery\\_en](https://neighbourhood-enlargement.ec.europa.eu/ukraine-green-recovery_en)
4. Світовий банк – Building Back Better in Ukraine – <https://www.worldbank.org/en/country/ukraine/publication/building-back-better>
5. DiXi Group – Енергетичний вимір зеленого відновлення – <https://dixigroup.org>
6. ЕВА (European Business Association) – Green Recovery for Ukraine – <https://eba.com.ua/green-recovery-for-ukraine>
7. Ecoaction – Зелене відновлення України – <https://ecoaction.org.ua/green-recovery>
8. GBC Ukraine (Green Building Council Ukraine) – Зелене відновлення будівельної галузі – <https://gbcua.org>
9. OECD – Green recovery and reconstruction in Ukraine – <https://www.oecd.org/ukraine/green-recovery>
10. UNDP Ukraine – Sustainable recovery and development – <https://www.undp.org/ukraine/sustainable-recovery>

### **Теми для індивідуальних завдань**

1. Адаптація до зміни клімату.
2. Будівельна кліматологія.
3. Взаємозв’язок головних проблем довкілля з глобальними кліматичними змінами.
4. Взаємозв’язок кліматичних змін з функціонуванням секторів міського розвитку.
5. Взаємозв’язок проблем довкілля зі змінами клімату.
6. Використання кліматичної інформації на всіх етапах будівельних проектів.
7. Вплив клімату на конструктивні рішення.
8. Вплив секторів міського розвитку на кліматичні зміни.

9. Врахування кліматичних умов при будівництві.
10. Вуглецевий слід продуктів у ланцюгу вартості.
11. Головні проблеми навколишнього середовища.
12. Довкілля і клімат: інформаційно-аналітичний огляд екологічної та кліматичної політики і права ЄС.
13. Застосування технологій зеленого будівництва для зменшення негативного впливу будівельної галузі на кліматичні зміни.
14. Клімат і погода.
15. Кліматичний паспорт міста.
16. Ключові заходи адаптації міст до кліматичних ризиків.
17. Методика розрахунку викидів CO<sub>2</sub> підприємством.
18. Міський клімат.
19. Напрями зменшення вуглецевого сліду.
20. Наслідки кліматичних змін для безпеки урбаністичних територій.
21. Наслідки кліматичних змін.
22. Негативні наслідки аномальних кліматичних подій та стихійних гідрометеорологічних явищ для міського населення та середовища.
23. Оцінка вразливості міста до кліматичної зміни.
24. Причини кліматичних змін.
25. Проекти по захисту довкілля, клімату та здоров'я людей.
26. Протидія зміні клімату.
27. Роль будівельної галузі у досягненні цілей ООН зі сталого розвитку.
28. Технології будівництва з урахуванням клімату в різних регіонах.
29. Шляхи зменшення негативного впливу міст на зміну клімату.
30. Шляхи зниження негативного впливу будівельної галузі на кліматичні зміни.
31. Шляхи комплексного вирішення проблем довкілля і змін клімату.
32. Як війна руйнує довкілля і шкодить клімату.

## 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*

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

2. 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](https://heterogeneous-engineering.org/open-access-textbook/?utm_source=chatgpt.com)

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

4. Guide to Climate Change Adaptation in Cities – The International Bank for Reconstruction and Development, 2011 – 100 p.

5. Екологічна сертифікація та маркування товарів і послуг Методичний

довідник Берзіна С.В. – 2017. – 114 с.

6. 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 ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. –Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 149 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/65671>

7. Посібник з вуличного дизайну м. Києва <https://www.slideshare.net/Mistosite/1-65887999>

### ***Статті***

8. 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.

9. 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>

10. 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.

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

12. 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.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. 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.

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

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. 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.

### ***Інформаційні ресурси***

23. C40 Cities – Building Energy & Efficiency Programmes [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.c40.org/what-we-do/scaling-up-climate-action/buildings>

24. Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.ec.europa.eu/environment/emas/index\\_en.htm](http://www.ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm).

25. Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.ec.europa.eu/environment/emas/index\\_en.htm](http://www.ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm).

26. Écoresponsable au bureau. Actions efficaces et bonnes résolutions. – 2019. – Angers : ADEME. – 27 p.

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-eco-responsable-au-bureau.pdf>

27. European Commission – Energy performance of buildings [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings_en)

28. Global Environment Facility [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.thegef.org](http://www.thegef.org)

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

30. International Finance Corporation (IFC) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : EDGE Green Buildings – <https://edgebuildings.com>

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

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

33. La Semaine Européenne de la Réduction des Déchets (SERD) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.serd.ademe.fr>.

34. Le label des PME qui s'engagent pour l'environnement (EnVol) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www.envol-entreprise.fr](http://www.envol-entreprise.fr).

35. Plan de Déplacements Entreprise [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ademe\\_affiches\\_pde.pdf](http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ademe_affiches_pde.pdf).

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

37. United Nations Environment Programme (UNEP) – Global Alliance for Buildings and Construction [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://globalabc.org>

Навчально-методичне видання

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

Методичні вказівки  
до виконання самостійної роботи  
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
за спеціальністю Е2 «Екологія»

Укладач **Кривомаз** Тетяна Іванівна

Комп'ютерне верстання *А. П. Селівестрової*

Ум. друк. арк.1,86. Обл.-вид. арк. 2,0  
Електронний документ. Вид № 127/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.