

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет будівництва та транспорту
Кафедра будівництва та експлуатації будівель, доріг та транспортних споруд

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри
Будівництва та експлуатації
будівель, доріг та транспортних споруд _____
О. С. Савченко

«___»_____2025р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим рівнем вищої освіти

На тему: «Еколого-економічна оцінка впливу будівництва на навколишнє середовище»

Виконав (ла)

С. В. Шрамко

(підпис)

(Прізвище, ініціали)

Група

БУД 2401-2 м

(Науковий)
керівник

О. В. Юрченко

(підпис)

(Прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: Будівництва та експлуатації будівель, доріг та транспортних споруд
Спеціальність: 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Шрамко Сергій Володимирович

Тема роботи: Еколого-економічна оцінка впливу будівництва на навколишнє середовище

Затверджено наказом по університету № 34/ОС від "07" 01 2025р.
Строк здачі студентом закінченої роботи: "10" 12 2025 р.

Вихідні дані до роботи:

Дані інженерно-геологічних вишукувань, типові проекти, завдання проектування

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

Розділ 1. Загальна характеристика роботи, Розділ 2. Бібліографічний огляд досліджень, 2.1 Основні проблеми взаємодії суспільства та екології, 2.2 Вплив будівельної галузі на сталий розвиток, 2.3 Вплив будівельної діяльності на навколишнє середовище, Розділ 3. Еколого-економічна оцінка впливу будівництва на навколишнє середовище, 3.1 Визначення еколого-економічних збитків, 3.2 Удосконалення еколого-економічної оцінки, 3.3 Способи зниження еколого-економічних збитків, Список використаних джерел

5. Перелік графічного та або мультимедійного матеріалу (з вказівкою обов'язкових креслень)

15 слайдів мультимедійного матеріалу

Керівник :		О. В. Юрченко
	(підпис)	(Прізвище, ініціали)
Консультант		О. В. Юрченко
	(підпис)	(Прізвище, ініціали)
Завдання прийняв до виконання:		
Здобувач		С. В. Шрамко
	(підпис)	(Прізвище, ініціали)

Анотація

Шрамко Сергій Володимирович «Еколого-економічна оцінка впливу будівництва на навколишнє середовище» – Кваліфікаційна робота магістра на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». – Сумський національний аграрний університет, Суми, 2025.

Робота складається із змісту, загальної характеристики роботи та її кваліфікаційних ознак, огляду досліджень за обраною темою, розділів основної частини, висновків за результатами МКР (українською та англійською мовами).

Сформульовано мету, задачі, об'єкт та предмет дослідження, методи наукового дослідження.

Будівельна галузь має значний вплив на навколишнє середовище, що вимагає систематичного моніторингу та управління для забезпечення сталого розвитку. Актуальність цієї теми підкреслюється зростаючим антропогенним тиском на екосистеми, інтенсифікацією урбанізації та зростаючою потребою у збалансуванні економічного зростання та охорони навколишнього середовища. Будівельна діяльність сприяє забрудненню повітря, води та ґрунту, виснаженню ресурсів та порушенню екологічних систем, що робить оцінку та пом'якшення цих наслідків критично важливим питанням як для регулюючих органів, так і для будівельних підприємств.

Основною метою цього дослідження є аналіз та розробка стратегій зменшення екологічного сліду будівельних проектів, зокрема у сфері житлового будівництва, шляхом впровадження екологічного моніторингу, аудиту та екологічно орієнтованих методів управління. Дослідження має на меті визначити ефективні механізми запобігання погіршенню стану навколишнього середовища, оптимізації використання природних ресурсів та забезпечення дотримання національних і міжнародних екологічних стандартів при збереженні економічної ефективності будівельних підприємств.

Методологія дослідження базується на поєднанні систематичного екологічного моніторингу, екологічного аудиту, кількісної оцінки екологічних та

економічних наслідків, а також застосуванні прогнозних моделей для передбачення потенційних екологічних ризиків. Аналітичні методи включають оцінку викидів, утворення відходів та споживання ресурсів під час будівельних робіт, а також оцінку довгострокових наслідків на місцевому, регіональному та національному рівнях. Порівняльний аналіз фактичних екологічних показників із встановленими еталонними значеннями дозволяє визначити критичні зони ризику та розробити цільові заходи щодо їхнього зменшення.

Ключові слова: екологія, навколишнє середовище, еколого-економічні збитки.

Список публікацій та/або виступів на конференціях студента:

1. Шрамко С.В. Еколого-економічна оцінка впливу будівництва на навколишнє середовище // Матеріали 87-ї Міжнародної наукової конференції студентів університету, 7–11 квіт. 2025 р. Харків, 2025.

2. Шрамко С.В. ВИКОРИСТАННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ// Матеріали ХІХ Міжнародної науково-практичної конференції, 26 листопада 2025 р. Харків, 2025. С.51

Структура роботи.

Робота складається з основного тексту на 61 сторінці, у тому числі 4 таблиці, 14 рисунків. Текст роботи містить загальну характеристику роботи, 3 розділи, висновки і рекомендації за результатами роботи, список з 22 використаних джерел. Графічна частина складається з 15 слайдів мультимедійної презентації.

Abstracts

Shramko Serhiy “Ecological and Economic Assessment of the Impact of Construction on the Environment” – Master's thesis in manuscript form.

Master's thesis in the specialty 192 “Construction and Civil Engineering.” – Sumy National Agrarian University, Sumy, 2025.

The thesis consists of a table of contents, a general description of the thesis and its qualification characteristics, a review of research on the chosen topic, sections of the main part, and conclusions based on the results of the MCR (in Ukrainian and English).

The purpose, objectives, object and subject of the study, and methods of scientific research are formulated.

The construction industry has a significant impact on the environment, which requires systematic monitoring and management to ensure sustainable development. The relevance of this topic is emphasized by the growing anthropogenic pressure on ecosystems, the intensification of urbanization, and the growing need to balance economic growth and environmental protection. Construction activities contribute to air, water, and soil pollution, resource depletion, and disruption of ecological systems, making the assessment and mitigation of these impacts a critical issue for both regulators and construction companies.

The main objective of this study is to analyze and develop strategies to reduce the environmental footprint of construction projects, particularly in the field of residential construction, through the implementation of environmental monitoring, auditing, and environmentally oriented management methods. The study aims to identify effective mechanisms for preventing environmental degradation, optimizing the use of natural resources, and ensuring compliance with national and international environmental standards while maintaining the economic efficiency of construction companies.

The research methodology is based on a combination of systematic environmental monitoring, environmental auditing, quantitative assessment of environmental and economic impacts, and the use of predictive models to anticipate potential environmental risks. Analytical methods include assessing emissions, waste

generation, and resource consumption during construction work, as well as assessing long-term impacts at the local, regional, and national levels. A comparative analysis of actual environmental indicators with established benchmarks allows critical risk areas to be identified and targeted measures to be developed to reduce them.

Keywords: ecology, environment, ecological and economic damage.

List of publications and/or conference presentations by the student:

1. Shramko S. Ecological and economic assessment of the impact of construction on the environment // Materials of the 87th International Scientific Conference of University Students, April 7–11, 2025. Kharkiv, 2025.

2. Shramko S. USE OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT TO STUDY THE IMPACT OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY ON THE ENVIRONMENT // Proceedings of the XIX International Scientific and Practical Conference, November 26, 2025. Kharkiv, 2025. p. 51

Structure of the work.

The work consists of the main text on 61 pages, including 4 tables and 14 figures. The text of the work contains a general description of the work, 3 sections, conclusions and recommendations based on the results of the work, and a list of 22 sources used. The graphic part consists of 15 slides of a multimedia presentation.

ЗМІСТ

Розділ 1. Загальна характеристика роботи.....	9
Розділ 2. Бібліографічний огляд досліджень.....	11
2.1 Основні проблеми взаємодії суспільства та екології.....	11
2.2 Вплив будівельної галузі на сталий розвиток.....	17
2.3 Вплив будівельної діяльності на навколишнє середовище.....	23
Розділ 3. Еколого-економічна оцінка впливу будівництва на навколишнє середовище.....	31
3.1 Визначення еколого-економічних збитків.....	31
3.2 Удосконалення еколого-економічної оцінки.....	44
3.3 Способи зниження еколого-економічних збитків.....	51
Список використаних джерел.....	59

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми: Сучасне будівництво в Україні характеризується інтенсивним використанням природних ресурсів, значним тиском на екосистеми та потенційним негативним впливом на здоров'я населення. Зростання житлового будівництва, урбанізація та індустріалізація створюють ризики екологічних конфліктів та погіршення стану навколишнього середовища. В умовах обмежених невідновлюваних ресурсів та зростаючого тиску на навколишнє середовище, надзвичайно актуальним є розробка системного підходу до оцінки, контролю та мінімізації екологічних ризиків у будівельному секторі з використанням сучасних технологій, методів моніторингу та екологічних аудитів.

Мета і завдання дослідження: Метою дослідження є розробка комплексної системи управління екологічними ризиками в будівельній галузі, що забезпечить зменшення негативного впливу на довкілля та підвищення ефективності використання природних ресурсів. Основні завдання включають прогнозування та оцінку екологічних загроз, розробку методів екологічного аудиту будівельних проєктів, впровадження екоорієнтованих технологій та стратегій управління, а також визначення показників еколого-економічної ефективності будівельних підприємств.

Об'єкт дослідження: Вплив будівництва на екологію.

Предмет дослідження: Еколого-економічна оцінка впливу будівництва на навколишнє середовище.

Методи дослідження: У дослідженні використовувалися системний та комплексний підходи, екологічний моніторинг (включаючи сигнальний, цільовий, комплексний та стратегічний моніторинг), методи аналізу та прогнозування екологічних та економічних показників, алгоритмічне моделювання впливу будівництва на навколишнє середовище, математична обробка даних спостережень та дистанційного зондування, порівняння

фактичних показників з еталонними значеннями та оцінка еколого-економічних витрат.

Наукова та технічна новизна одержаних результатів: Розроблена система екологічного аудиту поєднує традиційні методи моніторингу з сучасними технологічними та математичними підходами для комплексного оцінювання екологічного стану будівельних майданчиків, включаючи прогнозування наслідків будівельної діяльності. Запропонована екоорієнтована модель управління дозволяє оптимізувати використання ресурсів, зменшити екологічні збитки та підвищити еколого-економічну ефективність будівельних підприємств. В будівельний цикл інтегровано методологію розрахунку екологічних витрат, що дозволяє оцінювати фінансові наслідки впливу на навколишнє середовище та підтримувати стратегічно обґрунтовані управлінські рішення.

Практичне значення одержаних результатів: Практичне значення отриманих результатів полягає в їх застосуванні для мінімізації впливу будівельної діяльності на навколишнє середовище. Застосовуючи екологічно орієнтовані стратегії, системи моніторингу та аудиту навколишнього середовища, будівельні підприємства можуть зменшити викиди, ефективно управляти природними ресурсами та запобігати екологічним збиткам. Ці заходи також сприяють дотриманню національних та міжнародних екологічних стандартів, оптимізують фінансові та ресурсні витрати, підвищують загальну стійкість та конкурентоспроможність будівельних проектів, сприяючи довгостроковому захисту здоров'я людей та навколишнього середовища.

Апробація та публікація результатів роботи: 1.Шрамко С.В. Еколого-економічна оцінка впливу будівництва на навколишнє середовище // Матеріали 87-ї Міжнародної наукової конференції студентів університету, 7–11 квіт. 2025 р. Харків, 2025. 2. .Шрамко С.В. ВИКОРИСТАННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ// Матеріали XIX Міжнародної науково-практичної конференції, 26 листопада 2025 р. Харків, 2025. С.51

РОЗДІЛ 2

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Основні проблеми взаємодії суспільства та екології

Діяльність людини впливає на навколишнє середовище не тільки через біологічні процеси, але й головним чином через розвиток праці та технологій. Промислове зростання та науковий прогрес сприяли економічному розвитку, але водночас порушили природний баланс між суспільством та навколишнім середовищем. Природні ресурси включають землю, корисні копалини, воду, ліси, рослинність та дику природу — все це є необхідним для життя людини та функціонування економічних систем[6].

Сьогодні взаємодія між людиною і природою визначається великомасштабним споживанням природних ресурсів та змінами якості ключових компонентів навколишнього середовища, таких як повітря, вода та ґрунт. Діяльність людини стала основним джерелом забруднення навколишнього середовища, вводячи речовини та матеріали, які не зустрічаються в природних циклах. Цей процес змінив глобальні кліматичні системи та посилив деградацію навколишнього середовища.

Історично відносини між людиною і природою еволюціонували від базової адаптації до навколишнього середовища, через період сільськогосподарської та промислової експансії, до сучасної стадії інтенсивного технологічного розвитку. З середини ХХ століття індустріалізація та урбанізація призвели до неконтрольованого видобутку природних ресурсів, широкомасштабного вирубування лісів, надмірного використання води та забруднення повітря. Ці процеси перетворили планету на єдину екосистему, що домінується людиною, створивши глобальну екологічну кризу.

Протягом останніх десятиліть захист навколишнього середовища став глобальним пріоритетом. Міжнародне співробітництво та національні програми спрямовані на зменшення забруднення та сприяння відповідальному використанню ресурсів. Однак, незважаючи на прогрес у науці, технологіях та екологічній політиці, проблема балансу між економічним зростанням та

екологічною стабільністю залишається невирішеною. Сучасна економіка продовжує залежати від ресурсоємного виробництва, а наслідки деградації навколишнього середовища все більше загрожують благополуччю людини.

Сталий розвиток зараз вимагає комплексного підходу, що поєднує економічний прогрес з екологічною відповідальністю. Збереження повітря, ґрунту, води та живих екосистем залежить від раціонального управління ресурсами та зменшення антропогенного тиску. Забруднення не тільки шкодить природним системам, але й спричиняє економічні втрати через зниження продуктивності, вплив на здоров'я та ризики, пов'язані з кліматом.

Серед ключових концепцій управління ресурсами та навколишнім середовищем є поняття обмеженої відповідальності людини перед природою, глобальної рівноваги, управління екосистемами Землі та сталого динамічного розвитку. На практиці трансформація природи шляхом освоєння земель та промислової діяльності порушує екологічну рівновагу та створює змінені людиною ландшафти. З огляду на неминучість таких процесів, надмірна екологічна трансформація є економічно нерозумною та небезпечною, оскільки в результаті може стати неможливим проживання на цій території[19].

Нерегульоване надмірне споживання природних ресурсів та зростаючий антропогенний тиск на екосистеми порушили природні процеси, стиснули географічний простір та обмежили економічний розвиток. Більше того, відновлення ландшафтів, пошкоджених людською діяльністю, вимагає значних інформаційних, фінансових та часових ресурсів. Ці реалії підкреслюють необхідність комплексного підходу до використання ресурсів та абсолютну необхідність нормативного регулювання обсягів та інтенсивності споживання.

Наукові та прикладні міркування, що лежать в основі встановлення обмежень на видобуток ресурсів та визначення допустимих рівнів трансформації земель, ґрунтуються на ряді класичних екологічно-економічних законів: законі міграції біогенних атомів, законі мінімуму Лібіха, законі обмеженості природних ресурсів, законі оптимального використання природних ресурсів, законі внутрішньої динамічної рівноваги та законі екологічної кореляції. Ці закони

мають спільні риси: вони вимагають обмеженого використання природних ресурсів, збереження функціональної цілісності під час їх експлуатації та оптимальних відносин між природними та антропогенними системами з метою максимального збереження біогеоценотичного покриву, біологічного та ландшафтного різноманіття.

Наслідки цих законів, що мають безпосереднє практичне значення, включають неможливість повністю безвідходного виробництва та той факт, що будь-яка високоорганізована біотична система, змінюючи своє середовище, може становити загрозу для менш організованих систем. Отже, в процесі економічної діяльності, заснованої на раціональному використанні природних ресурсів, необхідно впроваджувати виробничі процеси з низьким рівнем відходів, розвивати циркулярні системи, в яких відходи одного процесу стають сировиною для іншого, та утилізувати ті відходи, які не можуть бути перероблені в найближчому майбутньому[10].

Основні принципи раціонального використання природних ресурсів включають управління, орієнтоване на систему або складність, геоекологічне обґрунтування та єдність використання, збереження та відтворення природних ресурсів. Окрім цих нормативних принципів, ефективне прийняття рішень базується на створенні банків даних та кадастрів природних умов і ресурсів, а також на оцінці та прогнозуванні антропогенного впливу на екосистеми. Оскільки використання ресурсів є невіддільним від існування людини і залишається центральним питанням для сучасної та майбутньої цивілізації, виконання будівельних робіт вимагає організації, що відповідає раціональному управлінню природними ресурсами.

Раціональне управління природними ресурсами в будівельному секторі означає визначення екологічно безпечних меж використання ресурсів та розробку стратегій, що забезпечують довгостроковий розвиток людства. В Україні земельні ресурси становлять основу природного потенціалу країни, тому будь-яка оцінка управління ресурсами повинна враховувати їх стан та використання. Людська діяльність неминуче впливає на природне середовище,

тому для збереження екологічної стабільності необхідно мінімізувати та компенсувати цей вплив. Такий підхід повністю відповідає концепції сталого розвитку — сучасній науковій моделі, що прагне збалансувати соціальні, економічні та екологічні цілі.

Сталий розвиток, як визначено в Декларації Ріо та програмі «Порядок денний на XXI століття», має на меті задоволення поточних потреб без обмеження можливостей майбутніх поколінь задовольняти свої потреби. Його три основні складові — екологічна стабільність (охорона навколишнього середовища), економічна стабільність (постійне зростання на основі інновацій та ефективності) та соціальна стабільність (справедливий та безпечний рівень життя).

У житловому будівництві сталий розвиток вимагає правової та нормативної бази, яка забезпечує ресурсоефективні та екологічно відповідальні будівельні процеси. Кожен етап будівництва та монтажу повинен відповідати принципам раціонального використання ресурсів, щоб зменшити довгостроковий вплив людської діяльності на навколишнє середовище. Тому сучасні моделі сталого розвитку інтегрують економічні, соціальні та екологічні критерії для підтримки збалансованих біогеохімічних циклів та обмеження нерівності між територіями.

З економічної точки зору, стале будівництво залежить від інновацій та ефективного управління ресурсами. Це означає зменшення споживання матеріалів та енергії, використання відновлюваних або переробних ресурсів та впровадження технологій з низьким рівнем викидів. Будівельний сектор повинен перейти від ізольованих систем виробництва до інтегрованого регіонального управління, яке координує економічні, демографічні та екологічні процеси[1].

Нагальність сталого розвитку в Україні пов'язана зі значними відмінностями в регіональних природних ресурсах, що спричиняє економічну нерівність та нерівномірну якість життя. Громади повинні стати головними дійовими особами сталого зростання, оскільки вони поєднують природний потенціал, виробничі потужності та планові інституції на своїх територіях.

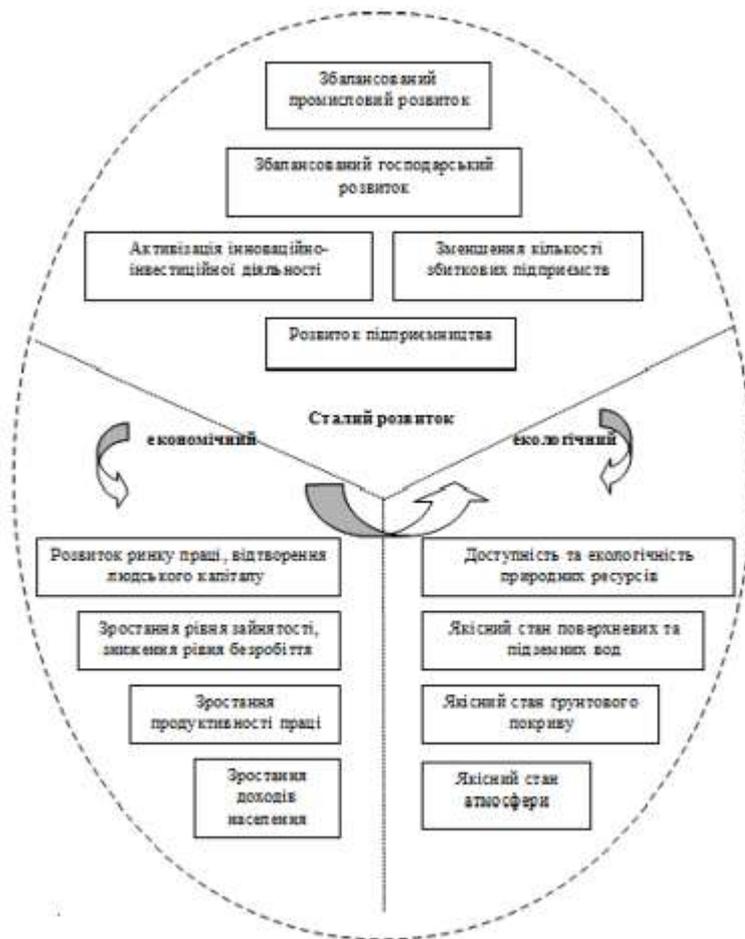


Рис. 2.1 Схема роботи сталого розвитку та його елементів

Розробка та впровадження екологічної стратегії, яка встановлює ефективний контроль над процесами відтворення ресурсів, може забезпечити сталий розвиток України. У минулому централізована планова економіка країни створила структурні дисбаланси, що призвели до неефективного використання природних ресурсів. Надмірна видобувна діяльність та промислове забруднення протягом ХХ століття, особливо з боку гірничодобувної, металургійної та хімічної промисловості, спричинили значне погіршення стану довкілля, яке досі впливає на національну економіку.

З огляду на вплив будівництва на навколишнє середовище, Україна повинна повністю реалізувати свою стратегію екологічної політики, спрямовану на запобігання, зменшення та усунення негативних екологічних наслідків, спричинених діяльністю людини. Ця стратегія повинна подолати давні слабкі сторони екологічного управління — головним чином відсутність чіткого

розмежування між функціями охорони навколишнього середовища та управління промисловістю.

Національна екологічна політика спрямована на поліпшення якості навколишнього середовища шляхом узгодження пріоритетів державних установ, приватних підприємств та громадян. Її принципи, що мають безпосереднє відношення до будівельної галузі, включають: ефективне управління навколишнім середовищем під час будівництва, доступ до даних про забруднення навколишнього середовища, обов'язкове врахування екологічних наслідків у житлових та комерційних проектах, запобігання екологічним ризикам шляхом оцінки та прогнозування, підтримання екологічної рівноваги та посилення державного нагляду за будівельними компаніями з метою забезпечення використання екологічно безпечного обладнання та інноваційних технологій.

Однак ці заходи повинні відображати реальний економічний потенціал України та можливості її ключових секторів, зокрема будівництва. Приєднавшись до Базельської конвенції, Україна отримала можливості для міжнародного співробітництва в передачі чистих технологій, розвитку систем виробництва з низьким рівнем відходів та моніторингу небезпечних відходів і їх впливу на здоров'я людини. Конвенція також сприяє підвищенню екологічної свідомості та створенню правової бази, гармонізованої з європейськими стандартами управління відходами[14].

Провідні дослідники наголошують, що подолання екологічної кризи залежить від розуміння суспільством впливу людини на природу та від фундаментальних змін у використанні природних ресурсів, особливо в будівництві. Будівельний сектор є не тільки ключовим рушієм економіки України, але й одним з основних джерел антропогенного тиску на довкілля. З ростом урбанізації екологічна відповідальність галузі стає все більш важливою для забезпечення здорових умов життя та сталого розвитку.

Екологічно відповідальне управління ресурсами в будівництві дозволяє досягти економічного зростання, мінімізуючи екологічні збитки. Для цього необхідний системний підхід до управління екологічними ризиками, заснований

як на теоретичних дослідженнях, так і на практичних інструментах. Вивчення впливу будівельної галузі як основи сталого розвитку дозволяє розробити методи, що зменшують її негативний вплив на довкілля, зберігаючи при цьому важливу роль сектора в соціальному та економічному прогресі.

2.2 Вплив будівельної галузі на сталий розвиток

Ринкова економіка завжди залежить від будівельного сектору, який стимулює розширення виробничих потужностей та інфраструктури, як матеріальної, так і нематеріальної. В Україні будівництво залишається ключовим сектором, відповідальним за оновлення матеріальної бази країни та підтримку непромислового розвитку. Ефективність роботи цієї галузі сильно впливає на відновлення економіки та конкурентоспроможність країни.

Хоча частка будівельного сектору у ВВП була відносно невеликою, його вплив є значним, оскільки він тісно пов'язаний з іншими галузями. У 2024 році обсяг будівельних робіт досяг 204,7 млрд грн, зростаючи на 23,5 % порівняно з попереднім роком. Житлове будівництво зросло на 11 %, а нежитлове та інженерні проекти — на 33,7 %. У першій половині 2025 року будівництво продовжувало розширюватися, загальний обсяг робіт зріс на 8,2 % у порівнянні з аналогічним періодом минулого року, досягнувши близько 93 млрд грн, а до липня 2025 року сектор зріс на 16,1 % до 117,7 млрд грн. Ці тенденції свідчать про відновлення будівництва та зміцнення його ролі в економіці[20].

Сектор створює багато робочих місць і стимулює попит на будівельні матеріали, обладнання та супутні галузі, такі як машинобудування, металургія, переробка скла та деревини, транспорт і енергетика. Він також відображає прогрес України у відновленні інфраструктури та інтеграції в світові ринки. З соціальної точки зору будівництво має вирішальне значення, оскільки якість житла впливає на вибір місця проживання людей та загальний рівень життя. З цих причин сектор потребує ефективного державного регулювання.

Сьогодні будівельний комплекс включає капітальне будівництво, виробництво будівельних матеріалів, виробництво конструкційних елементів, науково-дослідні та проектні організації, навчальні заклади, фінансові установи

та підприємства-постачальники. Ця мережа робить будівництво фундаментальною частиною національної економіки, пов'язуючи між собою різні галузі та стимулюючи загальний розвиток.



Рис. 2.2 Класифікація будівельного комплексу

Будівельний комплекс включає власне будівельну діяльність, галузі, пов'язані з видобутком і виробництвом будівельних матеріалів, виробництво будівельних виробів, машин і обладнання, а також організації, що здійснюють науково-дослідні, проектні та інженерні роботи для цього сектора. Сьогодні підприємства та організації цього комплексу забезпечують роботою десяту частину всіх працівників української економіки.

Будівельний комплекс також значною мірою залежить від інших галузей. Він споживає близько 20 % прокату металургійного сектору, значні обсяги хімікатів, фарб та пластмас хімічної промисловості, а також великі обсяги

транспортних та енергетичних ресурсів, причому транспортні витрати становлять 20–25 % витрат на будівництво. У свою чергу, будівельний сектор підтримує інші галузі, стимулюючи попит на машини, будівельні матеріали, хімічні та деревообробні продукти, транспортні та комунікаційні послуги. Ця взаємозалежність демонструє, що будівництво не тільки забезпечує інфраструктуру, але й виступає основним двигуном промислового та економічного розвитку[3].



Рис. 2.3 Класифікація будівельної індустрії

Будівництво є основою сектора, що виробляє великі нерухомі споруди. Проекти включають промислові об'єкти, гідроелектричну та водну інфраструктуру, енергетичні та транспортні мережі, а також сільськогосподарські будівлі.

Будівельний сектор тісно пов'язаний з виробництвом будівельних матеріалів, яке зараз становить понад половину обсягу виробництва матеріалів у будівельних організаціях. Надійні матеріали та хороша координація між будівельною та матеріаловиробною галузями мають вирішальне значення для зростання сектора.

Сучасне будівництво повинно балансувати між ефективністю та екологічною і соціальною відповідальністю. Матеріали та процеси повинні мінімізувати ризики для здоров'я та зберігати природні ресурси. Сталі практики, такі як технології з низьким рівнем відходів та енергоефективні матеріали, зараз є центральними для галузевих стандартів, забезпечуючи економічне зростання без шкоди для навколишнього середовища.



Рис. 2.4 Взаємозв'язок між будівельною та іншими галузями

Будівельна галузь в Україні відіграє центральну роль у національній економіці, пов'язуючи всі сектори та формуючи інфраструктуру та виробничий потенціал країни. Її коливання негайно впливають на суміжні галузі, що робить необхідною ефективну координацію та інтеграцію між підприємствами.

Сучасне будівництво в Україні охоплює промисловий, транспортний та житлово-цивільний сектори. Найбільшу частку становить промислове будівництво, в якому використовуються сучасна техніка, автоматизовані системи та екологічні технології. Українські фахівці залишаються активними на

міжнародних ринках, де вони діляться своїм досвідом у реалізації масштабних проектів.

Транспортне будівництво вирішує проблеми міської інфраструктури шляхом розвитку транспортних розв'язок, реконструкції доріг, будівництва пішохідних підземних переходів та багаторівневих паркінгів. Високі інвестиційні витрати та обмежений міський простір залишаються перешкодами, але світовий досвід демонструє ефективність таких заходів.

Житлове та цивільне будівництво передбачає будівництво житла, шкіл, лікарень, торгових центрів та інших об'єктів громадського призначення. Потенціал ринку цього сектору залежить від виробничих, трудових, фінансових, інвестиційних, інноваційних та інформаційних ресурсів[22].

Виробничі ресурси визначаються діяльністю будівельних компаній та виробників будівельних матеріалів. Ефективна діяльність вимагає технологій для виробництва матеріалів, будівництва, обслуговування та виведення з експлуатації або реконструкції споруд.

Інноваційні ресурси включають енерго- та ресурсоефективні технології, сучасне програмне забезпечення для архітекторів та інженерів, а також автоматизовані системи складання. Однак скорочення кількості науково-дослідних установ призвело до технологічного відставання будівельного сектору України від розвинених країн.

Фінансові ресурси мають вирішальне значення, оскільки проекти житлового будівництва часто залежать від зовнішнього фінансування та стабільного грошового потоку для підтримки діяльності. Не менш важливими є людські ресурси: ринок праці стикається з нестачею кваліфікованих будівельників, що підкреслює необхідність розвитку та утримання робочої сили.

У 2025 році українська будівельна галузь продовжує стикатися зі значними викликами, демонструючи при цьому ознаки поступового відновлення. Галузь залишається важливою для національної економіки, підтримуючи зайнятість, розвиток інфраструктури та формування необхідних активів для інших галузей.

Економічні показники свідчать, що з січня по жовтень 2024 року ВВП України зріс на 4,2%, причому провідну роль відігравали будівництво, транспорт та переробна промисловість. У 2025 році відбулося уповільнення зростання до близько 2,7% через постійні ризики, дефіцит енергії та обмеження на ринку праці. Ці фактори підкреслюють вразливість сектора до макроекономічних коливань та важливість цільової державної підтримки та інвестицій.

Сам будівельний сектор продемонстрував сильне відновлення у 2024 році, загальне зростання якого склало 21,7%. Лідером відновлення стало житлове будівництво, загальна площа введених в експлуатацію житлових будинків досягла 9,8 млн квадратних метрів, що на 32% більше, ніж у попередньому році. Більша частина цього зростання припадала на Київ, Київську та Львівську області. Водночас у першому кварталі 2025 року було зафіксовано 11-відсоткове зниження обсягів завершених будівельних робіт порівняно з аналогічним періодом 2024 року, що значною мірою було зумовлено скороченням житлових та інженерних проектів[11].

Робоча сила та інвестиції залишаються критичними обмеженнями. Нестача кваліфікованої робочої сили продовжує створювати операційні виклики та тиск на зростання заробітної плати, тоді як капітальні інвестиції суттєво зросли. У 2024 році капітальні інвестиції в будівництво досягли 128,4 млрд грн, що майже вдвічі перевищує показник 2022 року, завдяки спільним зусиллям державного фінансування, міжнародної допомоги та приватних інвесторів, зосереджених на проектах реконструкції.

Попит на реконструкцію є величезним. Понад 13% житлового фонду України пошкоджено, і Світовий банк оцінює, що протягом наступного десятиліття країні знадобиться 524 млрд доларів для відновлення критичної інфраструктури, з яких 84 млрд доларів будуть потрібні лише для житла. Це свідчить про стратегічне значення будівельного сектору не тільки для економічного відновлення, але й для соціальної стабільності та довгострокового розвитку.

Потенціал сектору залежить від ефективного управління ресурсами та технологічних інновацій. Для забезпечення сталого зростання необхідно впроваджувати сучасні, енергоефективні та екологічно безпечні будівельні практики. Це включає використання передових матеріалів, вдосконалених будівельних технологій та цифрових інструментів для планування та управління. Крім того, для вирішення проблеми нестачі робочої сили та підвищення продуктивності необхідно підтримувати кваліфіковану робочу силу за допомогою цільових програм навчання.

2.3 Вплив будівельної діяльності на навколишнє середовище

Взаємодія між суспільством і природою, а також охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів залишаються головним пріоритетом для досягнення сталого розвитку у всіх секторах економіки України, включаючи будівництво. Незважаючи на поступовий прогрес, країна продовжує стикатися з проблемами, пов'язаними з неефективним і часом експлуаторським використанням ресурсів. Ці проблеми пов'язані з застарілою промисловою інфраструктурою, високою енерго- та матеріаломісткістю виробництва, недостатнім впровадженням сучасних екологічних технологій та прогалинами в нормативно-правовій базі.

Будівельна галузь має один з найбільш прямих і багатогранних впливів на навколишнє середовище. Кожен етап проекту — від придбання землі до знесення — має як безпосередні, так і довгострокові екологічні наслідки. Початкові етапи будівництва передбачають розчищення землі, видалення рослинності та зняття верхнього шару ґрунту. Цей процес призводить до деградації ґрунту, втрати родючості та порушення природних екосистем. В Україні, де орні землі і без того обмежені, видалення та утилізація родючого ґрунту ще більше знижує сільськогосподарський потенціал. За останніми оцінками, під час будівельних робіт щорічно переміщується понад 500 мільйонів кубічних метрів ґрунту, значна частина якого потрапляє на звалища, змінюючи ландшафт та сприяючи ерозії та забрудненню пилом[5].

Друга серйозна екологічна проблема полягає у використанні будівельних матеріалів та техніки. Багато будівельних матеріалів, особливо старі типи бетону, асфальту та ізоляції, містять хімічні добавки, які під час використання або утилізації виділяють шкідливі летючі сполуки. Хоча сучасні норми обмежують використання матеріалів з високим рівнем викидів та вимагають сертифікації будівельних виробів на безпеку, їх дотримання залишається нерівномірним. Будівельна техніка та транспортні засоби продовжують значно сприяти забрудненню повітря, виробляючи дрібні тверді частинки, оксиди азоту та викиди CO₂. У 2025 році на будівельний сектор все ще припадає майже 9% загального промислового забруднення повітря в Україні, головним чином через використання дизельного обладнання та застарілу логістику.

Третя проблема стосується будівельних та монтажних відходів, які є одним із найшвидше зростаючих потоків відходів у країні. Станом на 2024 рік Україна щорічно генерує понад 8 мільйонів тонн будівельних відходів, значна частина яких утилізується неналежним чином або залишається необробленою. Хоча технології переробки, такі як подрібнення бетонних уламків для повторного використання як заповнювач, все частіше застосовуються у великих містах, наразі переробляється менше 20% від загального обсягу відходів. Решта часто потрапляє на відкриті звалища, що призводить до забруднення ґрунту та води речовинами, що вимиваються, такими як бітум, цементний пил та важкі метали.

Короткостроковий вплив на довкілля також є значним[16]. Будівельні майданчики генерують високий рівень пилу, шуму та вібрації, а також утворюють стічні води, забруднені осадами та хімічними речовинами. Без належного контролю ці ефекти можуть погіршити якість повітря в регіоні, пошкодити рослинність поблизу та становити ризик для здоров'я мешканців. Щоб пом'якшити ці проблеми, чинні стандарти вимагають розробки індивідуальних планів управління для кожного майданчика, включаючи заходи з придушення пилу, фільтрації стічних вод та рекультивації земель після будівництва.



Рис. 2.5 Наслідки розвитку будівництва

Дослідження екологічних процесів показують, що будівельна діяльність значно впливає на повітря поблизу будівельних майданчиків. Найбільшої шкоди завдають експлуатація будівельної техніки та важкого обладнання, використання будівельних матеріалів з ароматичними добавками та пов'язані з цим викиди, які впливають на живі організми.

Щоб зрозуміти повний вплив будівництва, корисно дослідити основні джерела забруднення. Основними забруднювачами є оксид вуглецю (CO), вуглеводні (HC), оксиди азоту (NO_x), оксиди сірки (SO_x) та сажа або тверді частинки. В Україні NO_x, HC, CO та SO_x залишаються одними з найпоширеніших забруднювачів повітря. В атмосфері викиди від важкої техніки вступають у фотохімічні реакції, утворюючи смог і ще більше погіршуючи якість повітря[2].

Оксид вуглецю утворюється в результаті неповного згоряння в будівельній техніці; на відміну від вуглекислого газу, CO не має кольору та запаху, зв'язується з гемоглобіном у крові, перешкоджає доставці кисню та може спричинити втрату свідомості при концентрації понад 0,02% об'єму. Оксиди азоту (NO та NO₂) є ще більш токсичними; у поєднанні з вологою вони утворюють азотну кислоту, яка пошкоджує тканини та подразнює слизові оболонки. Вуглеводні речовини, крім

своєї внутрішньої токсичності, сприяють утворенню озону, впливають на рослинність і погіршують якість повітря. Сажа — побічний продукт неповного згоряння — містить смолисті речовини та канцерогенні частинки, які осідають у легенях і здатні переносити інші шкідливі хімічні речовини. Багато ароматичних сполук також містяться в будівельних матеріалах, таких як фарби, лаки, ПВХ, формальдегід, толуол і діоксини.

Будівництво також впливає на широкий спектр екологічних ресурсів: клімат і мікроклімат, якість повітря, рівень шуму, вібрацію та електромагнітні поля, якість ґрунту та води, флору і фауну, техногенне середовище та соціальне середовище людини. Наприклад, шум визначається як звук, що викликає дискомфорт або шкоду. У зонах будівництва еквівалентний рівень шуму часто перевищує 55-60 дБ(А), що заважає працівникам і мешканцям сусідніх будинків, знижує продуктивність праці, збільшує стрес і створює ризики для здоров'я. Нормативні норми встановлюють обмеження на рівні 60 дБ(А) для працівників і до 80 дБ(А) для операторів важкої техніки. Водночас вібрація від земляних робіт та забивання палів може передаватися через ґрунт і повітря, впливаючи на сусідні споруди; типові частоти вібрації знаходяться в діапазоні від 10 до 25 Гц залежно від стану ґрунту та обладнання.

Пил, що утворюється на будівельних майданчиках і під'їзних дорогах, поглинає шкідливі забруднювачі, проникає в дихальну систему, знижує видимість (наприклад, 0,03 мг/м³ пилу може знизити видимість до 4 км, 1 мг/м³ — до 1 км) і перешкоджає сонячному ультрафіолетовому випромінюванню, пригнічуючи синтез вітаміну D. За оцінками досліджень, з 2022 року обсяг відходів від знесення будівель в Україні перевищив 6 мільйонів тонн, що створює нові виклики для повторного використання матеріалів та утилізації відходів. Хоча детальні дані щодо викидів забруднюючих речовин, пов'язаних з будівництвом, є обмеженими, вони залишаються значними в контексті поточної реконструкції та підкреслюють необхідність посилення управління навколишнім середовищем[12].

Таблиця 2.1 Вміст шкідливих речовин в повітрі під час будівництва

Речовина	Клас небезпеки	Середньорічний вміст, мг/м ³	Середньодобові ГДК	Максимальний вміст, мг/м ³	Максимально разові ГДК
Пил	3	0,17	0,15	0,6	2
Оксид вуглецю	4	2,7	3,0	8,0	16
Діоксид азоту	2	0,06	0,04	0,15	0
Сірководень	2	0,002	-	0,006	0
Фенол	2	0,004	0,003	0,01	0
Сажа	3	0,064	0,05	0,18	1
Фтористий водень	2	0,008	0,005	0,018	0
Формальдегід	2	0,017	0,003	0,051	32

Таблиця 2.2 Середні показники вмісту шкідливих речовин в повітрі

Речовина	Середньорічна концентрація	Максимально разова середньорічна концентрація
Пил	1,2	1,3
Оксид вуглецю	1,6	1,0
Діоксид азоту	1,0	1,8
Сірководень	0,8	0,0
Фенол	1,0	1,5
Сажа	1,2	1,4
Фтористий водень	0,9	1,8
Формальдегід	1,5	7,0

Виробництво будівельних матеріалів та конструкційних елементів є складною технологічною системою, що передбачає перетворення сировини на продукти з певними фізичними та механічними властивостями. Ці процеси базуються на використанні обладнання різного рівня складності, автоматизованих систем та сучасних технологій, проте вони залишаються одними з найбільш екологічно інтенсивних сегментів будівельного сектору. Майже кожен етап виробництва — від транспортування та обробки матеріалів до пакування — супроводжується викидом в атмосферу дрібного пилу, вихлопних газів та хімічних забруднювачів[17].

Висока концентрація пилу спостерігається під час завантаження, розвантаження, сортування, подрібнення та змішування сировинних агрегатів.

Наприклад, на сучасних бетонних заводах викиди пилу в змішувальних цехах можуть перевищувати допустимі норми в чотири-п'ять разів, а в дозувальних цехах вони часто досягають трьох-чотирьох разів від гранично допустимого рівня. Металообробні та арматурні цехи виробляють аерозолі, що містять оксиди вуглецю та марганцю; викиди під час електрозварювання можуть перевищувати допустимі норми в 1,5–3 рази, залежно від системи вентиляції та типу використовуваного електрода. Аналогічно, операції з різання та шліфування генерують металевий пил, який часто перевищує санітарні норми на 50–100 %.

У виробництві силікатного цегли та мінеральної вати забруднення пилом залишається серйозною проблемою. При обробці вапняку, піску та доломіту утворюються концентрації частинок, що в 20 разів перевищують нормативні обмеження. При виробництві мінеральної вати пил від підготовки в'язучих речовин та роботи печей може перевищувати безпечні концентрації в 40–70 разів. Виробництво деревостружкових плит також призводить до підвищених викидів формальдегіду та фенольних сполук, що перевищують максимально допустиму концентрацію в 1,5–2 рази. Механічна обробка, така як пиляння та шліфування, призводить до утворення пилу в повітрі, який у 3–10 разів перевищує допустимі рівні[4].

Водні ресурси України продовжують страждати від надмірного промислового навантаження та неефективного використання. Більшість поверхневих вод забруднені важкими металами, сполуками азоту, нафтопродуктами, фенолами та сульфатами. Згідно з даними національного моніторингу за 2024 рік, понад 65 % річкових басейнів мають принаймні помірний рівень забруднення, а поблизу великих промислових центрів спостерігаються локальні перевищення норми. Централізоване водопостачання залишається доступним лише для близько 25 % сільських населених пунктів, тоді як більшість сільських домогосподарств користуються колодязями та свердловинами, багато з яких перебувають у незадовільному санітарному стані. Тому модернізація місцевої водопровідної інфраструктури залишається

нагальним пріоритетом у сфері охорони навколишнього середовища та здоров'я населення.

Переробка та повторне використання відходів відіграють важливу роль у поліпшенні екологічних показників та економічної ефективності будівельних підприємств. Україна щорічно виробляє 35 млн м³ твердих відходів, серед яких все більшу частку становлять будівельні відходи. Станом на 2025 рік у країні функціонує близько 800 офіційно зареєстрованих сміттєзвалищ, проте лише невелика частина інертних будівельних відходів переробляється належним чином. У світі обсяг будівельних та демонтажних відходів зараз перевищує 2,8 мільярда тонн на рік, причому близько 200 мільйонів тонн щорічно виробляється лише в ЄС. Приблизно 70 % цих відходів можна повторно використовувати або переробляти на вторинну сировину.

Перероблений бетон може слугувати вторинним заповнювачем для дорожніх фундаментів, підземних споруд та нових бетонних виробів. Відновлена деревина може бути перероблена на паливо або теплоізоляційні та композитні панелі, а перероблене скло може бути використане в легкому пінобетоні або як заповнювач у декоративних розчинах. З економічної точки зору, переробка будівельних відходів зараз є більш економічно вигідною, ніж захоронення на звалищах, особливо з огляду на зростання транспортних витрат та обмежену місткість звалищ.

Структура промислових та будівельних відходів в Україні залишається складною. Переважають мінеральні відходи, які становлять 70–75 % від загального обсягу утворених відходів. Більшість відходів, що підлягають переробці, належать до мінеральної групи, включаючи бетон, асфальт та цегляне сміття. У 2024 році обсяг перероблених мінеральних відходів перевищив 95 млн тонн, що становить близько 65 % усіх використаних відходів. За класифікацією небезпечності відходи IV класу (низький ризик) становлять понад 98 %, тоді як класи I–III становлять менше 2 %, включаючи важкі метали, забруднені нафтою ґрунти та хімічні залишки[15].

Наразі лише близько 35 % від загального обсягу відходів переробляється або повторно використовується. Енергетична утилізація шляхом спалювання залишається мінімальною (<1 %). Ефективне використання вторинних ресурсів вимагає економічних стимулів, технологічної модернізації та регуляторної підтримки. Економічно обґрунтована переробка відходів повинна забезпечувати прибутковість, але залишатися нижчою за вартість еквівалентних первинних матеріалів. Мета полягає в тому, щоб збільшити рівень переробки до 70–90 %, що є порівняним з розвиненими країнами.

Забруднення повітря від промислового, будівельного та транспортного секторів залишається серйозною екологічною проблемою. Стаціонарні джерела викидають оксиди азоту, тверді частинки, леткі вуглеводні та сполуки сірки, а транспорт сприяє до 40 % міських викидів. Зростання промислової діяльності збільшує споживання ресурсів та накопичення небезпечних відходів, тоді як регуляторне забезпечення залишається переважно каральним.

Принципи сталого розвитку ще не повністю впроваджені в Україні, що призводить до неефективного використання ресурсів та погіршення стану довкілля. Глобальні тенденції у будівництві сприяють створенню низьковуглецевих, енергоефективних будівель з мінімальним впливом на довкілля протягом життєвого циклу[18].

Зменшення впливу на навколишнє середовище вимагає інтеграції екологічних принципів на етапі проектування за допомогою оцінки впливу на навколишнє середовище. Це встановлює взаємозв'язок між запланованим об'єктом та його навколишнім середовищем і визначає рівень майбутніх витрат на пом'якшення наслідків. Українське законодавство вимагає проведення таких перевірок, що забезпечує дотримання екологічних, протипожежних та санітарних стандартів.

РОЗДІЛ 3

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ БУДІВНИЦТВА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

3.1 Визначення еколого-економічних збитків

В економічно розвинених країнах спостерігається чіткий перехід від простого накопичення екологічних знань до формування екологічного світогляду. Головною метою цього руху є забезпечення гармонійного розвитку економіки та охорони навколишнього середовища, стимулювання, а не гальмування один одного. Досягнення цієї рівноваги вимагає науково обґрунтованої та стратегічно орієнтованої екологічної політики, що реалізується на всіх рівнях — від національних урядів до окремих підприємств. В Україні, в рамках стратегій сталого розвитку, охорона навколишнього середовища набуває все більшого значення. Сучасні підходи до організаційних та економічних механізмів управління природними ресурсами включають оцінку потенційних еколого-економічних ризиків, що виникають у результаті взаємодії різних економічних суб'єктів. Заохочення екологічно відповідальної поведінки є ключовим елементом у зменшенні соціально-економічних та екологічних ризиків, тим самим захищаючи здоров'я населення та забезпечуючи стабільність економічних систем.

Еколого-економічний ризик можна розуміти як ймовірність негативних наслідків, що виникають у результаті взаємодії людської діяльності з навколишнім середовищем. Такі ризики проявляються у виснаженні природних ресурсів, забрудненні або порушенні екологічних зв'язків, що часто призводить до зниження якості або доступності необхідних природних ресурсів. Екологічно-економічні збитки представляють собою грошовий еквівалент цих негативних наслідків, включаючи фактичну шкоду екосистемам, зниження продуктивності промислових активів, фінансові збитки домогосподарств, підприємств і бюджетів, а також витрати, пов'язані з пом'якшенням, запобіганням або компенсацією. Екологічні збитки в будівельному секторі в першу чергу впливають як на природні ресурси, здоров'я населення та фізичну

інфраструктуру навколишнього середовища, таку як земля, вода, ліси та рекреаційні зони, так і на домогосподарства, економічні суб'єкти та місцеві або національні бюджети, які несуть додаткові витрати на профілактичні заходи, відновлення та компенсацію[7].

Економічна оцінка екологічних втрат служить для кількісної оцінки фактичної шкоди, заподіяної антропогенним впливом, та оцінки витрат на профілактичні заходи для запобігання потенційним втратам. Ефективний аналіз дозволяє збалансувати витрати на захисні заходи з вигодами від уникнення або пом'якшення збитків. З часом такі превентивні заходи приносять соціальні вигоди, включаючи зниження захворюваності, поліпшення умов праці та життя.

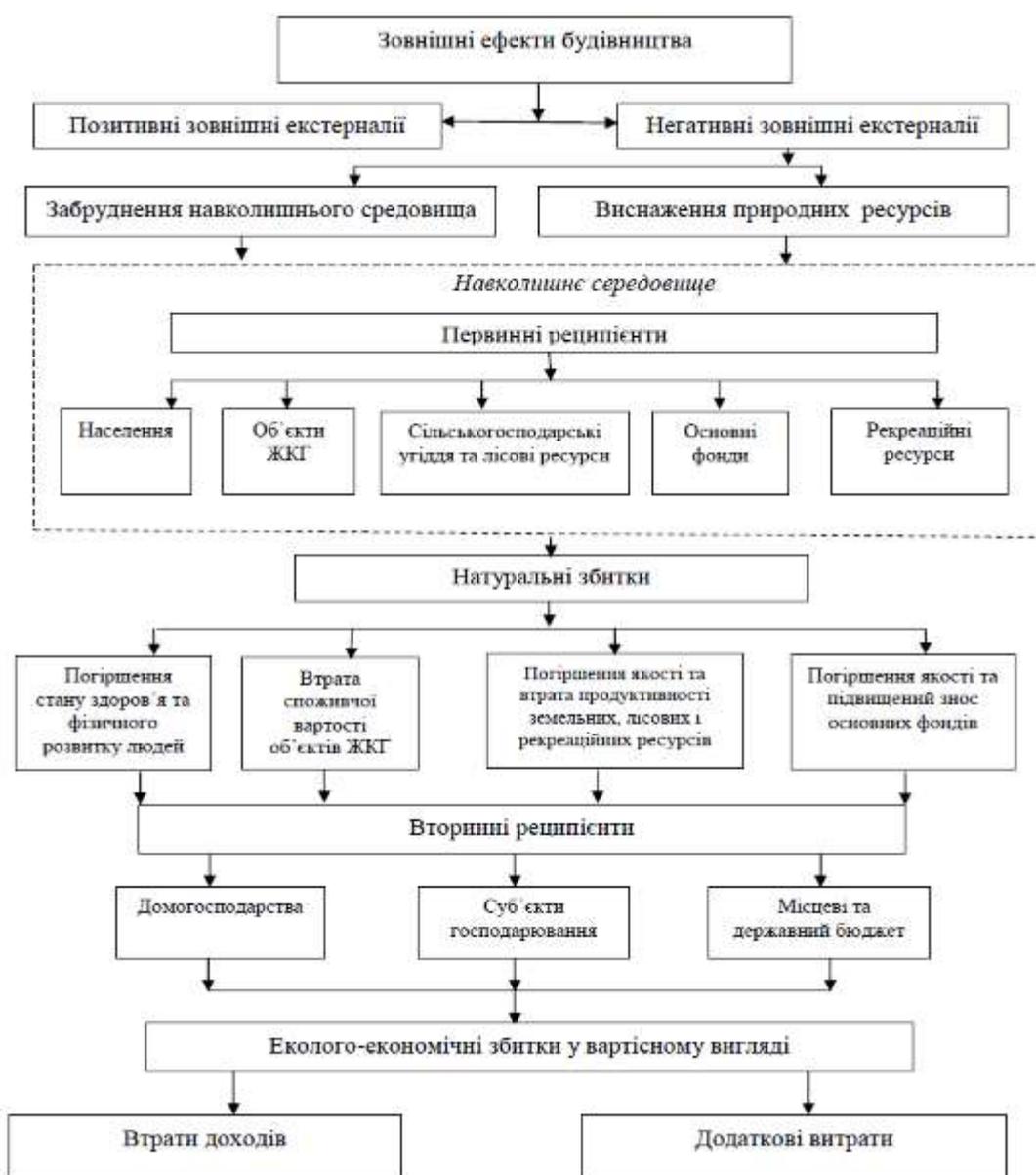


Рис. 3.1 Схема формування еколого-економічних збитків

Важливо зазначити, що додаткові витрати, пов'язані з погіршенням стану навколишнього середовища, можна розділити на три основні категорії: втрата доходу для економічних суб'єктів, витрати, понесені для запобігання руйнівним наслідкам порушення навколишнього середовища для постраждалих та витрати, що виникають внаслідок прямого впливу порушеного навколишнього середовища. Сума цих витрат становить екологічний збиток. Превентивні витрати виникають, коли вживаються заходи для ізоляції постраждалих від негативних наслідків порушення навколишнього середовища, такі як збір та утилізація відходів або встановлення шумозахисних споруд. Коли порушене середовище все ще впливає на реципієнтів, виникають додаткові витрати на відновлення та компенсацію, включаючи витрати на охорону здоров'я або компенсацію за втрачену продукцію.

Збитки можна визначити як результат негативних змін у стані об'єктів, подій або явищ, що призводять до порушення цілісності або погіршення інших властивостей, виражених у вигляді фактичних або потенційних соціальних та економічних втрат, а також погіршення стану навколишнього середовища. Економічні збитки — це грошове вираження як фактичних, так і потенційних витрат, понесених економічними суб'єктами внаслідок деструктивного впливу, включаючи додаткові витрати на компенсацію. Ці збитки можуть безпосередньо або опосередковано впливати на населення, змінюючи умови функціонування економічних об'єктів внаслідок погіршення якості навколишнього середовища. Зміни у виробничих, економічних та екологічних властивостях, що визначають матеріальні збитки, можуть бути тимчасовими або незворотними, впливаючи на природні ресурси безпосередньо та опосередковано через умови їхнього існування[9].

Межі між екологічними та економічними втратами є здебільшого концептуальними. Проте будь-якій формі порушення навколишнього середовища в кінцевому підсумку можна присвоїти грошову або принаймні матеріальну цінність. Наприклад, втрати в будівельному секторі внаслідок забруднення навколишнього середовища можуть проявлятися у вигляді

зменшення прибутку від продажу житла, а втрати в сільському господарстві внаслідок забруднення навколишнього середовища можуть проявлятися у вигляді зниження врожайності або продуктивності тваринництва. На землях, забруднених пилом, врожайність основних культур знижується на 15–30 %, а термін експлуатації машин і обладнання скорочується на 20–30 %. Будівельні роботи також іноді супроводжуються надзвичайними ситуаціями, пов'язаними із забрудненням, що є наслідком навмисного або випадкового короткочасного викиду шкідливих речовин в атмосферу.



Рис. 3.2 Класифікація економічних збитків

На практиці під час будівництва величина втрат залежить від якості підготовчих досліджень, обсягу виконаних робіт, використовуваного обладнання, рівня кваліфікації будівельників, погодних умов та інших факторів, що впливають на процес. Пропонується розширити класифікацію еколого-економічних втрат, додавши два виміри: за економічним суб'єктом (домогосподарства, підприємства, бюджети різних рівнів) та за часом

виникнення (короткострокові втрати – до одного року; довгострокові втрати – більше одного року).

Еколого-економічні втрати домогосподарств виникають внаслідок негативного впливу погіршення стану довкілля на робочу силу, матеріальні та природні ресурси, що належать домогосподарствам. Вони проявляються у втраті заробітної плати або доходу від додаткового землеробства, а також у додаткових витратах на охорону здоров'я та утримання сімейних господарств. Еколого-економічні збитки підприємств включають зниження прибутку через зменшення продуктивності та збільшення витрат на дотримання екологічних вимог. Збитки на рівні бюджету включають зниження податкових надходжень та збільшення державних витрат на запобігання, очищення та компенсацію екологічної шкоди[22].

Екологічно-економічна шкода проявляється, коли підприємства несуть вищі витрати для досягнення того самого обсягу виробництва або зазнають зниження ефективності, що означає нижчі доходи за тих самих витрат. Корисною є деталізована часова класифікація: короткострокові збитки виникають протягом року і впливають на безпосередні економічні показники, тоді як довгострокові збитки виникають протягом більш тривалих періодів, впливаючи на природні ресурси, екосистеми, громади та галузі. Залежно від витрат на відновлення, збитки можуть бути непоправними або відновлюваними.

Ця система дозволяє кількісно оцінити збитки та розрахувати майбутні втрати, хоча межа між екологічними та економічними втратами залишається концептуальною. У будівельному секторі будь-яке порушення навколишнього середовища в кінцевому підсумку може бути виражене в грошовому або принаймні матеріальному еквіваленті. У нинішніх умовах в Україні лише відходи від реконструкції та знесення будівель утворили сотні тисяч тонн сміття, що створило нові екологічні та економічні навантаження.

Ефективна оцінка еколого-економічних втрат та прогнозів повинна бути інтегрована в життєвий цикл проекту — від початкового планування будівництва до здачі об'єкта в експлуатацію. На кожному етапі будівельних робіт необхідно

вживати оперативних, тактичних та стратегічних заходів для запобігання, мінімізації або усунення шкоди навколишньому середовищу. Якщо під час будівництва не дотримуються критерії екологічної безпеки, перед переходом до наступних етапів необхідно переглянути проектну документацію та вжити коригувальних заходів.

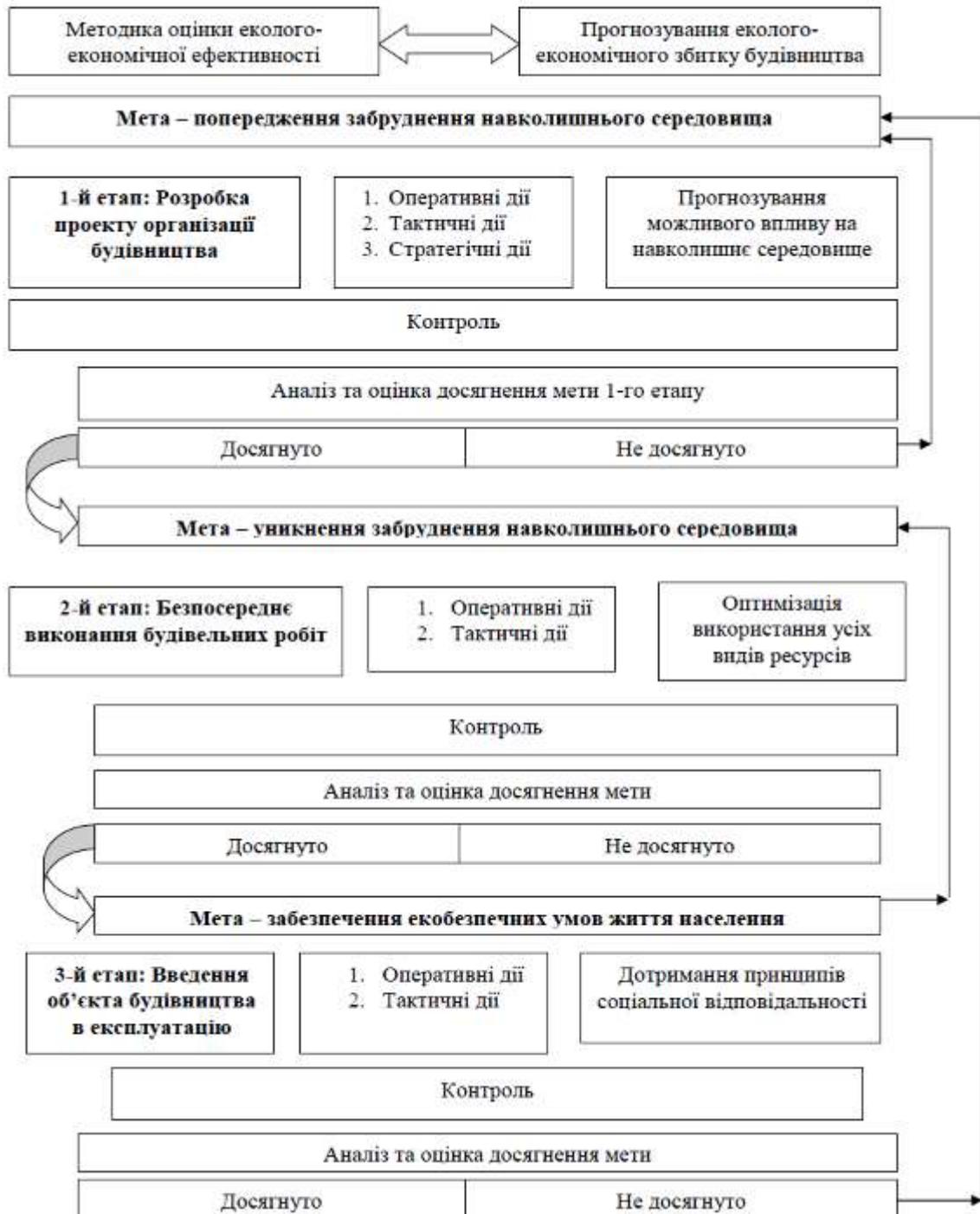


Рис. 3.3 Процес оцінки та прогнозування еколого-економічних збитків

Управління еколого-економічними втратами передбачає систему правових, адміністративних та економічних механізмів, спрямованих на мінімізацію шкоди

навколишньому середовищу з урахуванням соціально-екологічних факторів. Ці механізми взаємопов'язані: адміністративні інструменти контролюють використання економічних важелів, а економічні інструменти повинні визначати ефективну структуру управління та її нормативну базу[10].

Процедури зменшення ризиків повинні ґрунтуватися на ключових принципах. Одним з них є екоорієнтоване управління: його метою є забезпечення зростання соціального добробуту та комфортних умов життя в урбанізованих районах, що вимагає позитивного балансу між вигодами та втратами. Іншим є зменшення ризиків для здоров'я: ефективне управління ризиками повинно враховувати весь спектр факторів, що можуть бути шкідливими для здоров'я людини. Третім є обмеження небажаних дій: заходи з управління ризиками повинні впроваджуватися в межах визначених обмежень щодо порушення екосистем.

Сучасне дослідження економічних процесів базується на системному підході, необхідному для аналізу взаємозалежної структури сучасної економіки. Будівництво функціонує в рамках цієї системи, де тісно взаємодіють технологічні, організаційні та екологічні фактори. Тому для оцінки еколого-економічного збитку в будівництві необхідний метод, який враховує утворення відходів, розповсюдження забруднюючих речовин та їх вплив на навколишнє середовище і населення.

Блокова система показників забезпечує ефективну аналітичну основу. Перший блок підсумовує результати діяльності підприємства, а саме обсяги виробництва, прибутковість та коефіцієнти рентабельності і дає загальне уявлення про ефективність. Другий блок враховує зовнішні та внутрішні умови, такі як клімат, географія, організаційна структура та виробничі потужності. Третій блок оцінює фінансові ресурси, включаючи ліквідність, ефективність закупівель та здатність фінансувати екологічні заходи.

Наступні блоки оцінюють основні засоби, робочу силу та виробничий процес компанії. Вони аналізують адекватність активів, продуктивність праці, рівень кваліфікації та дотримання графіків реалізації проектів. Аналіз структури

витрат визначає резерви для зниження виробничих та екологічних витрат, а показники ефективності відображають, наскільки ефективно використовуються ресурси. Прибутковість, платоспроможність та фінансова стабільність доповнюють оцінку, формуючи основу для остаточної оцінки ефективності[7].

Ця система гарантує, що показники дають чіткі сигнали про ефективність підприємства та його вплив на навколишнє середовище. Інтеграція екологічного та економічного аналізу дозволяє на ранньому етапі виявляти потенційні збитки та розробляти заходи для їх зменшення. Постійний моніторинг, регуляторний нагляд та вдосконалення систем екологічного менеджменту є ключовими факторами для досягнення стійких, ресурсоефективних будівельних практик.

Таблиця 3.1 Основні методики визначення еколого-економічних збитків

Методика	Витрати, які враховуються
Методика розрахунку прямого екологічного збитку	- витрати, пов'язані з оплатою матеріальних та людських ресурсів;
Методика розрахунку відверненого екологічного збитку	- поточні та капітальні витрати; - витрати, пов'язані з соціальними витратами; - витрати, пов'язані з компенсацією або запобіганням еколого-економічному збитку.

Оцінка екологічних та економічних збитків, спричинених забрудненням, пов'язаним з будівництвом, проводиться за допомогою інструментального підходу, який визначає загальні втрати на послідовних етапах. Спочатку проводиться узагальнена оцінка уражених компонентів навколишнього середовища, а потім розраховуються профілактичні та компенсаційні витрати, пов'язані з погіршенням якості повітря, ґрунту та води. У нинішніх умовах ця оцінка набуває стратегічного значення, оскільки будівельна галузь є одним із ключових рушіїв відновлення національної економіки.

За даними 2025 року, будівельний сектор України демонструє стійку тенденцію до зростання, при цьому прогнозоване щорічне зростання становить 16 відсотків. Раніше ця галузь забезпечувала лише 2–3 відсотки ВВП країни, тоді як поточні прогнози вказують, що ця цифра може досягти майже 10 відсотків у

міру інтенсифікації відновлення. Однак у першій половині 2025 року загальний обсяг виконаних будівельних робіт дещо зменшився до 82 млрд грн порівняно з 86 млрд грн за аналогічний період 2024 року, що відображає логістичні та інвестиційні обмеження в умовах триваючих відновлювальних робіт. Водночас загальний попит на відновлення залишається надзвичайно високим, а оціночні потреби у фінансуванні перевищують 524 млрд доларів США протягом наступного десятиліття, які в першу чергу будуть спрямовані на відновлення житла, об'єктів громадського призначення та інфраструктури[16].

З огляду на ці економічні умови, методологія визначення екологічних та економічних втрат повинна враховувати поточну динаміку розвитку галузі, включаючи зміни у складі будівельних підприємств, рівень технологічної модернізації та дотримання вимог екологічної безпеки. Викиди від будівельних матеріалів, експлуатації техніки та транспортної логістики залишаються значними джерелами забруднення, що впливають на міські екосистеми та здоров'я людей. Тому модернізований аналітичний підхід повинен інтегрувати кількісні дані про обсяги будівництва, інтенсивність інвестицій та екологічні показники, щоб забезпечити науково обґрунтовану базу для оцінки екологічних збитків та планування заходів сталого розвитку в будівельному секторі.

Як в українській, так і в міжнародній практиці для оцінки екологічного та економічного збитку використовується кілька концептуальних моделей, кожна з яких спрямована на кількісну оцінку сукупного впливу промислової діяльності на природне середовище та економічні показники. Серед найбільш визнаних підходів – інтегровані методології оцінки економічної ефективності заходів з охорони навколишнього середовища, які досі активно застосовуються в екологічному аудиті та управлінні ресурсами. Ці системи вважаються придатними для застосування в будівельній галузі, де великомасштабне використання матеріалів та інтенсивне споживання енергії спричиняють значний вплив на навколишнє середовище.

Сучасні моделі екологічної та економічної оцінки базуються переважно на оцінці економічних показників, що відображають зміни виробничих параметрів,

витрат, доходів та загальної ефективності, що є результатом використання ресурсів або погіршення стану навколишнього середовища. Їх основною метою є створення надійної інформаційної бази для визначення впливу природних, соціальних та технологічних процесів на економічні показники та сталий розвиток[1]. У рамках сучасних будівельних проектів такі оцінки повинні враховувати сукупні регіональні або національні наслідки технологічних рішень, включаючи довгострокові наслідки забруднення, утворення відходів та вичерпання матеріалів.

У контексті зусиль України з відновлення в 2025 році, коли будівельна діяльність посилилася по всій країні, ці моделі стають все більш важливими для формування стійкої інвестиційної політики. Надійність екологічних та економічних оцінок повинна відповідати складності аналізованої системи — від попередніх оцінок із використанням спрощених коефіцієнтів до просунутих багатофакторних аналізів, що моделюють поведінку екологічно-економічних систем. Завдяки цій методологічній еволюції оцінка збитків у будівельному секторі стає практичним інструментом для узгодження національних цілей відновлення з довгостроковою екологічною безпекою та економічною ефективністю.

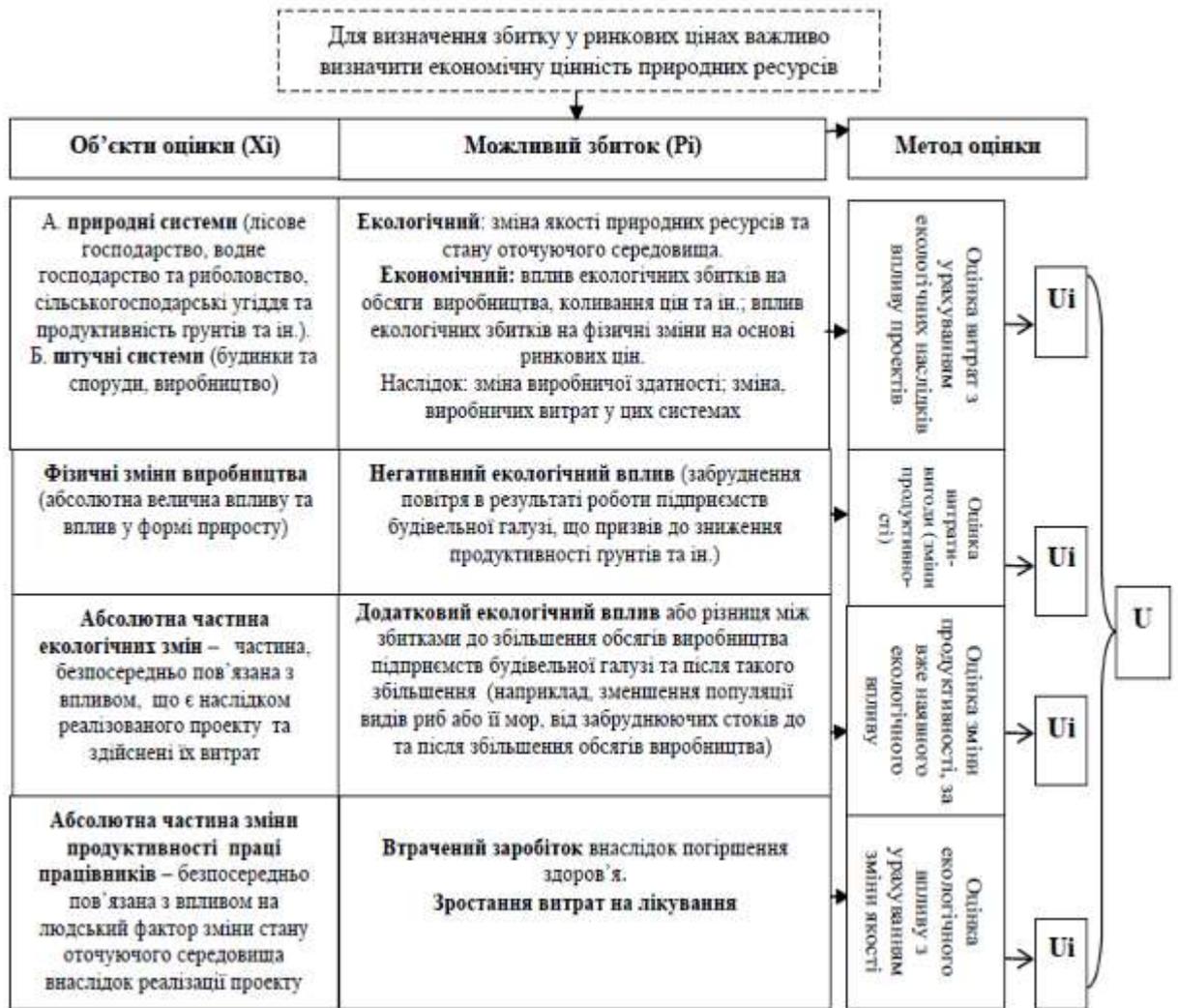


Рис. 3.4 Модель оцінки еколого-економічних збитків

Застосування сучасних моделей оцінки екологічних та економічних збитків вимагає залучення кваліфікованих фахівців — екологів, економістів та інженерів-техніків, здатних проводити попередні інспекції промислових та будівельних об'єктів, аналізувати дані про водопостачання та стічні води, а також оцінювати ринкову вартість промислових та прилеглих земельних ділянок, на які впливають викиди. Хоча така аналітична робота вимагає значних фінансових інвестицій, вона надає важливу інформацію про відхилення від технологічних норм та неналежне функціонування обладнання для очищення та контролю викидів. Сам процес оцінки слід вдосконалити за допомогою сучасних аналітичних інструментів, здатних генерувати більш точні дані про збитки в екосистемах[8].

Ці моделі можуть слугувати практичними інструментами як для державних установ, так і для приватного будівельного сектору. Державні органи можуть

використовувати їх для розробки регуляторних та економічних стимулів, спрямованих на зменшення екологічних та економічних збитків, а будівельні підприємства можуть застосовувати їх для розробки стратегій, що знижують антропогенний тиск та покращують дотримання екологічних стандартів. Їх інтеграція в промислову практику є концептуальним переходом до екоефективної та циркулярної моделі виробництва, що відповідає більш широким цілям Європейського зеленого курсу, прийнятим у програмі відновлення України.

З огляду на інтенсивні темпи будівництва та розширення міст по всій Україні, сукупний екологічний слід сектора залишається значним. Будівельні роботи, важка техніка та транспортні системи генерують високі концентрації твердих частинок та газоподібних забруднюючих речовин, особливо в міських районах, де джерела викидів розташовані поблизу житлових зон. Просторове розповсюдження будівельних робіт, токсичність утворених відходів та розташування більшості джерел забруднення на поверхні посилюють забруднення повітря. Визнання цих закономірностей підкреслює нагальність інтеграції екологічних інновацій та превентивних заходів на кожному етапі будівельного процесу. Тільки завдяки комплексному впровадженню екотехнологічних рішень можна об'єктивно оцінити та постійно покращувати загальну економічну ефективність та стійкість будівельної галузі[21].



Рис. 3.5 Екологічно орієнтована стратегія будівельної галузі

3.2 Удосконалення еколого-економічної оцінки

На сучасному етапі розвитку екологічні та економічні збитки, спричинені діяльністю людини, тісно пов'язані із соціально-економічним зростанням, технологічною модернізацією та динамікою будівництва. Відсутність ефективних механізмів пом'якшення екологічних ризиків часто призводить до негативних природних, економічних, соціальних та політичних наслідків, що підкреслює важливість оцінки їх впливу на реципієнтів, зокрема на здоров'я та якість життя людини.

Взаємодія між людиною і природою призводить до поступового виснаження природних ресурсів, деградації ландшафтів та порушення екологічного балансу. Стратегічне рішення полягає в раціоналізації управління природними ресурсами, що вимагає впровадження підходів, які забезпечують стаке використання та зменшення шкоди навколишньому середовищу за допомогою кількісних та якісних оцінок. Економічна оцінка природних ресурсів виражає їхню вартість у грошовому еквіваленті, відображаючи їхній внесок у продуктивність та загальну економічну ефективність. Ця оцінка є необхідною для врахування впливу природних факторів на ефективність виробництва та для сприяння раціональному використанню та збереженню ресурсів.

Існують різні підходи до економічної оцінки природних ресурсів, зокрема: заснований на витратах на видобуток ресурсів, заснований на результатах отриманих від використання ресурсів, комбінований підхід, що поєднує витрати та доходи, заснований на ренті, який надає вищу цінність кращим ресурсам, заснований на відтворенні, що враховує витрати на відновлення ресурсів та заснований на інституційних факторах, що узгоджується з витратами на управління[13].

Вплив на довкілля можна оцінити за такими показниками, як структура землекористування, розвиток сільського господарства, коефіцієнти антропогенної трансформації, екологічний баланс, демографічний тиск, ерозія ґрунтів, викиди шкідливих речовин та перевищення максимально допустимих концентрацій.

Хоча Україна має правову базу для платного використання природних ресурсів, розподіл відповідальності між державними установами залишається нечітким, що призводить до відсутності єдиної стратегії сталого управління ресурсами. Комплексна система раціонального використання природних ресурсів та екологічного управління повинна базуватися на принципах системного управління, безперервності, невиснажливого використання, відтворення, збереження та захисту.

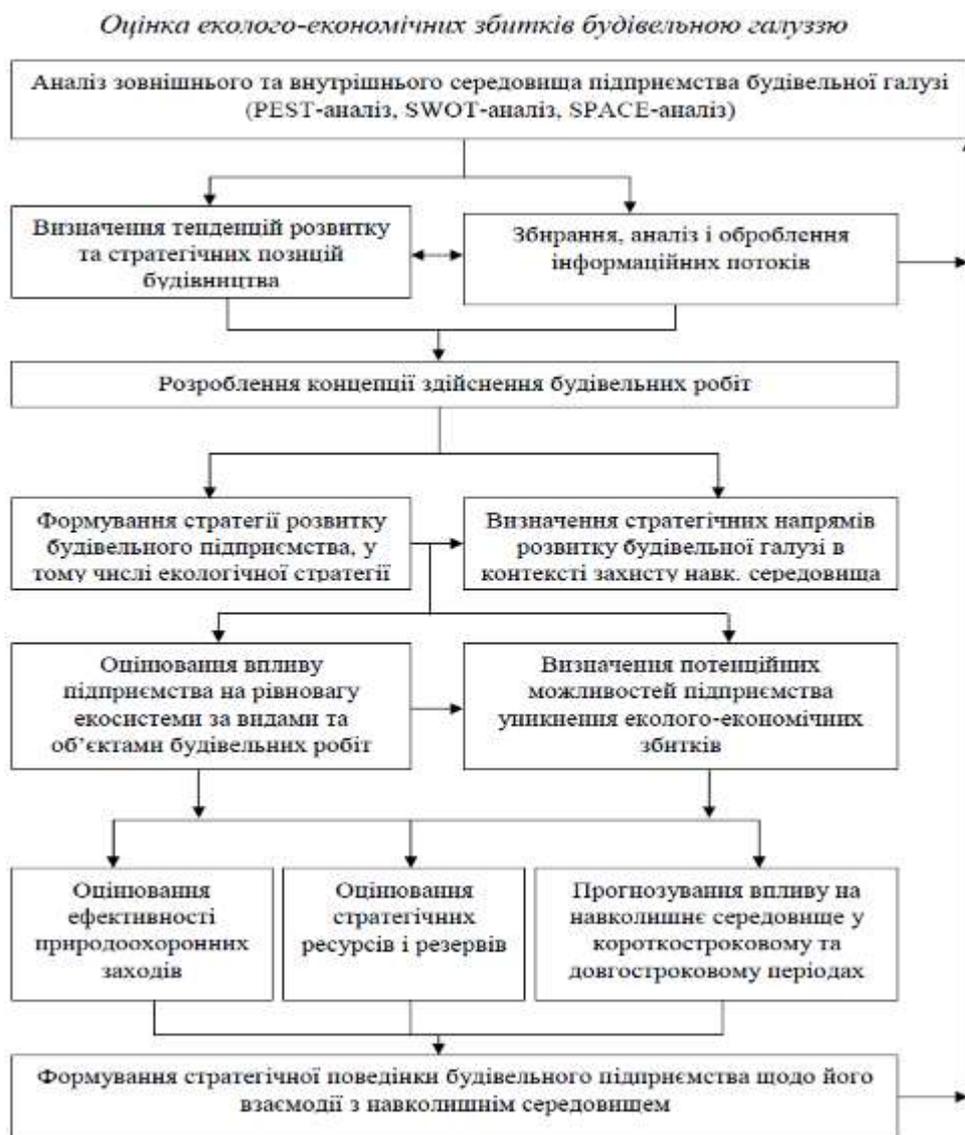


Рис. 3.6 Структура підходу до визначення еколого-економічних збитків від будівництва

Будівельні підприємства мають значний вплив на навколишнє середовище через фізичні ефекти (шум, вібрація), механічні ефекти (тверді відходи, зміни земельних ресурсів), хімічні ефекти (фарби, розчинники, антисептики) та

біологічні ефекти (порушення ландшафту, зміни флори і фауни). Тривалість цих впливів залежить від характеру факторів та тривалості будівельних робіт. Введення шкідливих речовин обмежує самоочисну здатність природного середовища через виснаження природних комплексів[5].

Методологічна оцінка екологічної та економічної шкоди здійснюється в кілька етапів:

1. Визначення рівня забруднення. Проводиться комплексний екологічний аналіз для виявлення всіх видів забруднення, які класифікуються як аварійні (тимчасові викиди шкідливих речовин) та стійкі (регулярне або безперервне забруднення). Для забезпечення точної оцінки зони забруднення розмежовуються з урахуванням часових факторів та максимальних концентрацій. На цьому етапі розраховуються природні та економічні збитки у вигляді додаткових витрат на відновлення.

2. Визначення залежностей між рівнями забруднення та їх впливом на людей, живі організми та економічні об'єкти. Проводяться експертні оцінки для визначення кількісних та якісних екологічних наслідків. Природний збиток розглядається як зміна стану об'єктів, що піддаються забрудненню.

3. Розрахунок економічного збитку. Основні складові включають:

- Втрати матеріальних і людських ресурсів, а також витрати на пом'якшення наслідків забруднення;

- Втрати та негативні зміни в об'єктах навколишнього середовища;

- Втрати на основі аналізу суспільного попиту, включаючи соціальні, моральні та репутаційні збитки.

4. Формування стратегічної поведінки підприємства у взаємодії з навколишнім середовищем. Екологічна політика підприємства визначає екологічні та економічні цілі та враховує інтереси держави, громадян та контрагентів. Заходи з управління ризиками включають навчання персоналу з питань охорони навколишнього середовища, регулювання та контроль небезпечних процесів, впровадження чистіших технологій та оптимізацію виробничих процедур.

5. Розробка стратегії підприємства у взаємодії з навколишнім середовищем. Економічні та екологічні цілі повинні бути узгоджені за допомогою оптимальної екологічної стратегії, яка визначає екологічний потенціал підприємства, сприяє збереженню ресурсів, забезпечує екологічну безпеку та реалізує довгострокові цілі за допомогою системи конкретних заходів. Раціональне використання природних ресурсів під час будівництва повинно враховувати регенеративну здатність навколишнього середовища для запобігання деградації живих систем.

Екологічна політика підприємства охоплює взаємопов'язані заходи, спрямовані на управління екологічними та економічними процесами, гармонізацію відносин між суспільством і природою, забезпечення екологічної безпеки, захист здоров'я людини та реалізацію екологічних ініціатив. Концептуальна схема управління будівельним підприємством в умовах екологічної та економічної рівноваги представлена на рисунку[8].

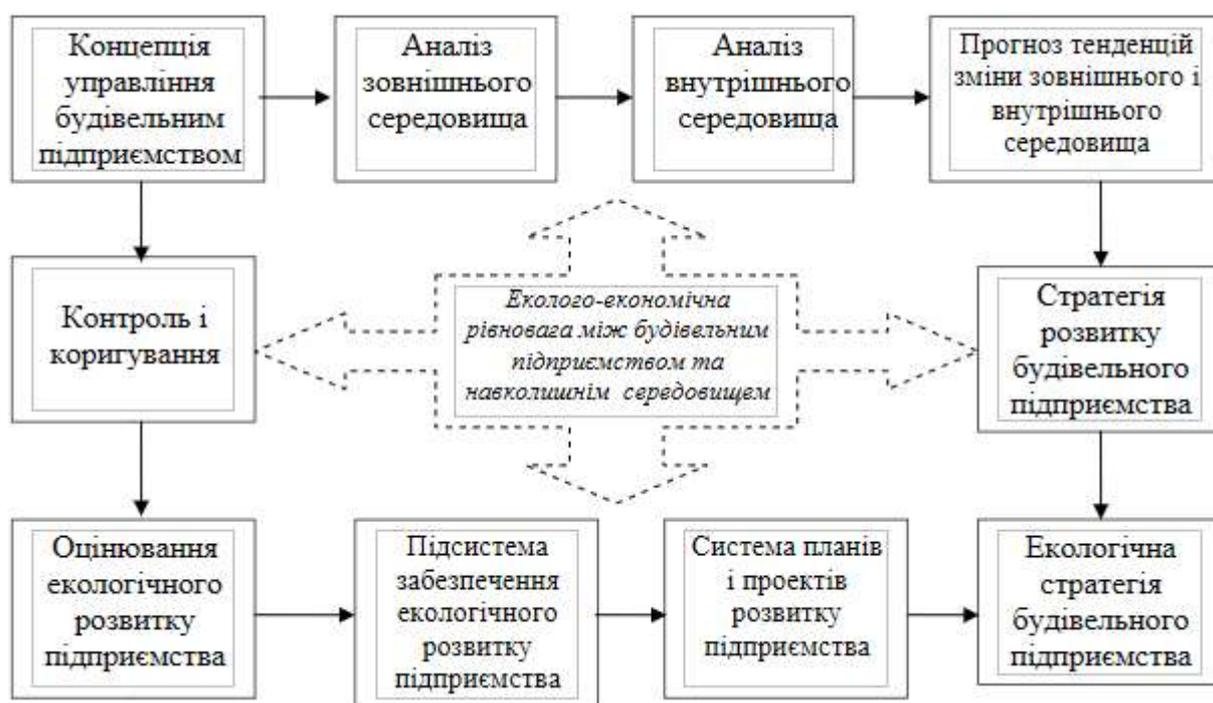


Рис. 3.7 Схема управління будівельним підприємством

Екологічна ініціатива — це комплекс заходів, спрямованих на зменшення екологічних та економічних ризиків у рамках стратегій економічного, соціального та екологічного розвитку. Вона включає дії державних та приватних інвесторів, а також заходи органів влади, спрямовані на пом'якшення негативних наслідків нераціональної економічної діяльності.

Управління екологічними та економічними ризиками на підприємствах має ґрунтуватися на факторах, виявлених під час екологічних аудитів, та на оцінках потенційного економічного збитку.

Практична реалізація екологічно відповідального будівництва тісно пов'язана з державним регулюванням, оскільки одним із недооцінених аспектів є рівноцінність обміну між державою та природою, що базується на законодавчих, організаційних та технічних рішеннях.

Під час будівництва з раціональним використанням ресурсів необхідно забезпечити:

- Використання природних ресурсів з урахуванням ландшафту;
- Мінімізацію споживання ресурсів;
- Виявлення факторів, що впливають на навколишнє середовище.

Ефективне управління ресурсами під час будівництва має стратегічне значення. Для досягнення екологічно безпечного розвитку в будівельному секторі необхідне втручання держави. Це включає встановлення екологічних та економічних партнерських відносин між виробниками, споживачами, суб'єктами господарювання та міжнародними партнерами. Екологічна сертифікація може слугувати інструментом регулювання, запроваджуючи сучасні системи управління якістю та навколишнім середовищем на основі загально визнаних світових стандартів[12].

Досягнення екологічної безпеки вимагає постійної уваги до поточних і майбутніх екологічних викликів та розробки законодавства відповідно до міжнародних стандартів. Економічні інструменти, такі як регульоване використання ресурсів, можуть сприяти раціональному використанню та відновленню природних ресурсів.

Оцінка впливу будівництва на навколишнє середовище повинна враховувати інтенсивність робіт, викиди шкідливих речовин, вентиляцію, погодні умови та тривалість викидів. Чим вища інтенсивність будівництва, тим більший збиток навколишньому середовищу. Впровадження заходів з охорони

навколишнього середовища забезпечує додаткові економічні вигоди за рахунок зменшення втрат від відходів та викидів.

Таблиця 3.2 Кількість шкідливих речовин утворених під час будівництва різних об'єктів

Найменування речовини	ГДК м.р. мг/м ³	Клас безпеки	Валові викиди, т/рік			Разом по ділян-ках, т/рік
			Житлове будівництво	Будівництво дороги	Будівництво зерносушильного комплексу	
Діоксид азоту	0,085	2	0,127	0,182	0,096	0,405
Сірчаний ангідрид	0,4	3	0,05	0,03	0,016	0,096
Оксиди вуглецю	5,0	4	0,262	0,218	0,115	0,595
Парникові гази:						
Вуглекислий газ	-	4	883,1	1249	409,6	2541,7
Ртуть	0,0003	1	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$9,5 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-7}$	$3,3 \cdot 10^{-6}$
Оксид азоту	-	4	0,0015	0,00095	0,0005	0,00295
Метан	50	1	0,015	0,00575	0,005	0,02575
Вуглеводні граничні	1,0	4	0,008	0,0092	0,008	0,0252
Зварювальний пил	0,3	3	0,025	0,025	0,025	0,075
Марганцю діоксид	0,01	2	0,00013	0,00013	0,00013	0,00039
Сполуки кремнію	0,15	3	0,0035	0,00035	0,00035	0,0042
Фториди	0,2	2	0,00035	0,00035	0,00035	0,00105
Фтористий водень	0,02	2	0,00025	0,00025	0,00025	0,00075

Аналіз методологічних підходів показав, що для будівельного сектору найбільш обґрунтованою є тимчасова стандартна методологія визначення економічної ефективності заходів з охорони навколишнього середовища та оцінки економічного збитку, заподіяного національній економіці внаслідок

забруднення навколишнього середовища, в якій використовується показник екологічної агресивності викидів, диференційований за видами будівельних та монтажних робіт[21].

Водночас, згідно з цією методологією, розрахунки екологічного та економічного збитку не враховують зміни вартості будівельно-монтажних робіт внаслідок інфляції. Вплив інфляції враховується шляхом визначення інтегрального індексу зміни вартості будівельно-монтажних робіт відносно базового періоду.

З огляду на ці особливості будівельно-монтажної діяльності, економічна оцінка збитку, заподіяного щорічними викидами в атмосферу, визначається за такою формулою:

$$Y_{ij} = \gamma \cdot \sigma_u \cdot f \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p M_i$$

де Y_{ij} – еколого-економічний збиток від забруднення атмосферного повітря шкідливими викидами при виконанні i -го виду будівельно-монтажних робіт у j -му виді будівництва (житлове, автодорожнє, сільськогосподарське), грн/рік;

γ – постійний множник;

σ_u – показник відносної небезпеки забруднення атмосфери над територією u -го типу;

f – поправка, що враховує характер розсіювання шкідливих викидів в атмосфері;

M_{ij} – приведена маса річних викидів шкідливих речовин, що утворюються при виконанні i -го виду будівельно-монтажних робіт у j -му виді будівництва;

n – кількість видів будівельно-монтажних робіт;

p – кількість видів будівництв.

У свою чергу показник M_{ij} визначається на основі показника екологічної агресивності викидів, диференційованого за видами будівельних та монтажних робіт:

$$M_{ij} = \sum_{k=1}^l A_k \cdot \alpha_k \cdot m_{ijk}$$

де A_k – показник екологічної агресивності викиду k -го виду;

α_k – вагове значення показника екологічної агресивності i -го виду будівельно-монтажних робіт;

m_{ijk} – річний викид k -го виду, що утворюється при виконанні i -го виду будівельно-монтажних робіт у j -му виді будівництва, т/рік;

l – кількість видів шкідливих речовин, що утворюються при виконанні будівельно-монтажних робіт.

Запропонований підхід до визначення еквівалентної маси викидів передбачає використання індексу агресивності викидів, диференційованого за видами будівельних та монтажних робіт. На відміну від існуючих методів, цей підхід дозволяє більш точно оцінити еколого-економічний збиток. Вплив інфляції на будівельні витрати враховується за допомогою інтегрального індексу, що відображає зміни витрат відносно базового періоду.

Формула дозволяє розрахувати конкретний еколого-економічний збиток на одиницю будівельних робіт, диференційований за типом будівництва:

$$Y_{ij} = \sum_{i=1}^n \cdot \sum_{j=1}^p \theta_{ij} \cdot \eta_{ij}$$

де θ_{ij} – обсяг будівельно-монтажних робіт i -го виду в j -му виді будівництва, що здійснюються будівельним підприємством;

η_{ij} – питомий показник еколого-економічного збитку на одиницю будівельно-монтажних робіт, диференційований за видами будівництва.

Ця формула розрахунку еколого-економічного збитку не враховує зміни у вартості будівництва, спричинені інфляцією. Для точної оцінки необхідні коригування з використанням інтегрального індексу вартості. Забезпечення екологічної безпеки вимагає перегляду пріоритетів розвитку та адаптації екологічної політики до сучасних умов.

3.3 Способи зниження еколого-економічних збитків

Будівельний сектор є одним з основних факторів, що впливають на національний економічний ріст, причому на житлове будівництво припадає понад

40 % загального обсягу будівництва. Однак будівельна діяльність залишається значним джерелом навантаження на навколишнє середовище через споживання матеріалів, викиди пилу, спалювання палива та утворення відходів. В середньому 1 м² нового житлового будівництва виробляє 80–100 кг відходів і викидає 12–15 кг еквіваленту CO₂[7].

Для зменшення цього впливу підприємства вживають запобіжних заходів, таких як сортування відходів на місці, використання перероблених заповнювачів, бетону з низьким рівнем викидів та енергоефективної будівельної техніки. Застосування таких заходів збільшує прямі витрати на будівництво на 3–5 %, але зменшує витрати на оплату за забруднення навколишнього середовища та штрафи на 25 % щорічно.

Останні оцінки витрат показують, що середня вартість будівельних та монтажних робіт за останні три роки зросла більш ніж на 30%, тоді як ціни на житло зросли менше ніж на 15%. Цей дисбаланс знижує прибутковість і обмежує можливості підрядників фінансувати екологічні поліпшення. Найбільш ресурсоемними операціями залишаються виробництво бетону, земляні роботи та транспортування, які разом становлять майже 60% загальних викидів, пов'язаних з проектом.

Розрахунки еколого-економічних втрат для будівельних, дорожніх та сільськогосподарських об'єктів показують, що компонент екологічних витрат коливається від 1,8% до 3,2% від загальної вартості проекту. Впровадження екологічних заходів, таких як системи придушення пилу та оптимізована логістика, може зменшити цю частку на 0,5–0,8 %.

Покращення екологічних показників безпосередньо впливає на структуру витрат підприємства. Фіксовані витрати змінюються через вищу амортизацію модернізованого обладнання та зменшення орендної плати за зберігання відходів, тоді як змінні витрати зменшуються завдяки зниженню споживання палива та електроенергії. Загальний фінансовий ефект виражається як різниця між скороченням витрат та капітальними видатками, оціненими за допомогою динамічного аналізу грошових потоків[18].

Постійне зростання попиту на житлові та комерційні будівлі посилило тиск на земельні ресурси та сприяло збільшенню екологічного навантаження від будівельної діяльності. Станом на 2025 рік будівельний сектор України виробляє до 9% загальних промислових викидів і споживає 18% видобутої мінеральної сировини щорічно.

Для пом'якшення цих наслідків екологічна політика будівельних підприємств повинна спиратися на цифрові системи моніторингу та впровадження автоматизованих технологій контролю. Впровадження систем екологічного менеджменту продемонструвало потенціал для скорочення шкідливих викидів на 12–18% та оперативного енергоспоживання на 10–14%. Автоматизовані платформи моніторингу, оснащені датчиками шкідливих речовин у повітрі (CO₂, NO_x та тверді частинки), забезпечують безперервний збір даних та раннє виявлення відхилень від встановлених порогових значень, що дозволяє зменшити потенційний екологічний збиток в середньому на 8–10% за проект.

Економічна ефективність тісно пов'язана з екологічною оптимізацією. Стандартне скорочення викидів на 1 тону CO₂ дозволяє будівельній компанії заощадити до 2160 грн на рік. З впровадженням низькоемісійних технологій виробництва бетону, таких як заміна клінкеру додатковими цементними матеріалами (до 25%), щорічна економія податків для середнього підприємства може перевищити 1,5 млн грн[11].

Рациональне використання ресурсів у будівництві передбачає заміну первинних матеріалів на перероблені заповнювачі, які зараз становлять 8–10% від загального обсягу матеріалів у сучасних українських проектах, порівняно з менш ніж 2% у 2018 році. Водозберігаючі технології на будівельних майданчиках зменшують споживання прісної води на 20–25%, що еквівалентно 15 м³ на 1000 м² забудованої площі. Впровадження систем сортування та переробки відходів зменшує обсяг відходів на 30–35%, що відповідає 40 тоннам на рік для середнього житлового комплексу.

На макроекономічному рівні будівельний сектор становить близько 7% ВВП України і забезпечує роботою понад 300 000 фахівців. Завдяки постійним заходам з модернізації та впровадженню принципів циркулярної економіки, за прогнозами, до 2030 року промислові викиди можуть бути скорочені на 25%, а утворення будівельних відходів — на 40%.

Сучасна будівельна діяльність чинить значний тиск на природні екосистеми, створюючи екологічні конфлікти та екологічний стрес. Екологічні конфлікти виникають, коли інтереси забудовників, місцевих громад та органів влади суперечать один одному, особливо в питаннях використання природних ресурсів. Екологічний стрес виникає, коли сукупність факторів змінює системи життєзабезпечення, впливаючи на екосистеми та населення.

Екологічний моніторинг у будівництві забезпечує постійне спостереження за будівельними майданчиками та прилеглими територіями, виявляючи нові загрози та даючи можливість своєчасно приймати рішення. Ці системи аналізують та прогнозують екологічні ризики, оцінюють вплив на функціональність екосистем та підтримують управлінські рішення з метою мінімізації шкоди. Моніторинг інтегрує сигнальні, цільові, комплексні та стратегічні компоненти, що дозволяє здійснювати проактивне управління навколишнім середовищем та зменшувати негативний вплив, зберігаючи при цьому операційну ефективність.

Екологічний аудит забезпечує систематичну оцінку будівельної діяльності, перевіряючи дотримання екологічних стандартів та нормативних вимог. Аудити оцінюють екологічні витрати, виявляють відхилення та визначають можливості для зменшення екологічних і фінансових втрат. Це надає дані для оптимізації будівельних практик, спрямування інвестицій у безпечні технології та забезпечення сталого розвитку[19].

У 2023 році Україна створила національну систему екологічного моніторингу з центральною еталонною лабораторією, відповідальною за моніторинг повітря, калібрування обладнання, аудит, розробку стандартів та забезпечення дотримання єдиних протоколів. Система модернізується за

допомогою оновленого обладнання та законодавства для вирішення екологічних проблем та підтримки сталого розвитку. Реформа спрямована на створення комплексної, ефективної системи моніторингу для підтримки екологічної рівноваги та забезпечення права громадськості на безпечне довкілля.



Рис. 3.8 Порядок проведення екологічного аудиту

В Україні екологічні аудити є необхідними для зменшення впливу житлового будівництва на навколишнє середовище. Для проведення ефективних аудитів необхідна комплексна база даних, що включає довгострокові дані про якість повітря, води та ґрунту, дистанційне зондування та ресурси. Сучасна обробка даних та порівняння з еталонними стандартами дозволяють ідентифікувати джерела забруднення та визначити заходи з їх усунення.

Аудити порівнюють фактичний стан навколишнього середовища з встановленими нормами. Інформування державних органів про поточний та

прогнозований стан навколишнього середовища забезпечує прийняття обґрунтованих рішень. Включення еколого-економічного аналізу до розрахунків витрат враховує виснаження та забруднення ресурсів, підвищуючи точність оцінки витрат на будівництво. Конкурентоспроможність будівельних підприємств все більше залежить від екологічних показників та сталого використання ресурсів, оскільки минулі екологічні збитки можуть підвищити поточні операційні витрати[4].



Рис. 3.9 Алгоритм створення екологічно орієнтованої стратегії розвитку будівельної галузі

Екологічно орієнтована стратегія для будівельних підприємств, спрямована на зменшення екологічних податків шляхом технологічної оптимізації, вимагає

комплексного оцінювання впливу на довкілля та витрат на його зменшення. Екологічні наслідки різняться на місцевому, регіональному та національному рівнях, а безпосередні вигоди від будівництва можуть спричинити довгострокове забруднення та витрати на охорону здоров'я. Прийняті рішення повинні гарантувати, що загальні вигоди від проекту перевищують сукупні витрати, з ретельним плануванням, використанням екологічно чистих матеріалів та режимами експлуатації обладнання, що мінімізують шкоду природі.

Будівельний сектор України стикається з такими викликами, як ресурсоемна політика, законодавча нестабільність, відсутність довгострокової екологічної стратегії та стимули для короткострокової експлуатації ресурсів. Для їх вирішення необхідні екологічні аудити, визначення пріоритетності міських територій, розширення охоронних зон, заходи з економії ресурсів, впровадження технологій з низьким рівнем відходів та стратегічне планування інфраструктури для екологічної безпеки.

Будівництво впливає на землю, воду та навколишнє середовище. Хоча забруднення часто є тимчасовим, його наслідки можуть бути довготривалими. Стратегічні заходи повинні відповідати екологічним стандартам, зменшувати забруднення за допомогою передових технологій, розширювати будівництво без підвищення екологічного тиску та пом'якшувати шкідливі наслідки.

Екологічно орієнтовані підходи інтегрують інноваційні технології, оптимізацію ресурсів та системи соціального партнерства для збалансування економічної діяльності та збереження навколишнього середовища. Ефективне управління ризиками передбачає виявлення джерел забруднення, аналіз статистики аварій, прогнозування інцидентів, оцінку економічних збитків та оптимізацію прийнятних рівнів ризику[8].

Сталий розвиток залежить від поєднання охорони навколишнього середовища з ефективністю будівництва. Стимули для дотримання екологічних вимог, сучасні технології та довгострокове узгодження еколого-економічних інтересів є необхідними для зростання будівельного сектору та національної економіки.

Висновок

Сталий розвиток будівельного сектору в Україні вимагає комплексного еколого-економічного підходу, який забезпечує баланс між економічним зростанням та охороною навколишнього середовища. Зростання попиту на житло та інфраструктуру в поєднанні з інтенсифікацією будівельної діяльності створює значне навантаження на природні ресурси, екосистеми та здоров'я населення. Ефективне управління цими впливами вимагає впровадження сучасних систем моніторингу навколишнього середовища, екологічних аудитів та стратегічного планування, що враховують як безпосередні, так і довгострокові наслідки будівельної діяльності.

Технологічна оптимізація та інновації відіграють вирішальну роль у мінімізації шкоди навколишньому середовищу, зменшенні екологічних податків та підвищенні ефективності використання ресурсів. Застосування маловідходних, енергоефективних та екологічно чистих будівельних технологій, а також стратегічне управління природними ресурсами гарантують, що будівельна діяльність не порушує стабільності екосистем та здоров'я мешканців.

Інтеграція екологічно орієнтованих критеріїв у планування проєктів, інвестиційні рішення та організаційні процеси дозволяє будівельним підприємствам підвищити свою конкурентоспроможність, дотримуючись при цьому національних та міжнародних екологічних стандартів. Систематичний підхід до управління ризиками, включаючи оцінку потенційних небезпек, прогнозування та стратегії їх мінімізації, є необхідним для мінімізації як екологічних, так і соціально-економічних втрат.

Успіх будівельної галузі України залежить від узгодження економічних, соціальних та екологічних цілей. Поєднуючи суворий екологічний контроль, стратегічне використання ресурсів та впровадження інноваційних технологій, будівельний сектор може досягти сталого зростання, сприяти розвитку національної економіки та забезпечити безпечне і здорове середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Апостолук С.О. Промислова екологія. : [навчальний посібник.] / С.О. Апостолук, В.С. Джигирей. – 2-ге вид., випр, і допов. Рекомендовано МОН, К.: Знання, 2012. – 430 с.
2. Богінська Л.О. Економічні засади формування та використання ресурсного потенціалу будівельного виробництва / Л.О. Богінська // Науковий вісник Ужгородського університету (серія «Економіка»), спецвипуск, Ч. 1, 2016.
3. Богінська Л. О. Резерви підвищення рівня використання виробничого потенціалу аграрних підприємств Сумської області / Л.О. Богінська // Науковий вісник Ужгородського університету. Економіка. – 2013. – Вип. 38.– С. 51-56.
4. Боровик Ю.Т. Сучасний стан і проблеми інвестиційної діяльності у будівельному комплексі України / Ю.Т. Боровик // Вісник економіки транспорту і промисловості. – №3. – 2010. – С. 174-176.
5. Гаркушева Є.О. Методи оцінки економічної ефективності природоохоронної діяльності сьогодні / Є.О. Гаркушева // Вісник Сумського національного аграрного університету (Серія «Економіка і менеджмент»). – Випуск 6. – 2013. – С. 167-168.
6. Грінченко Т. Економічні проблеми розвитку будівництва житла в сучасних умовах / Т. Д. Грінченко, С.А. Стратонов, К. М. Купрієнко // Вісник Університету банківської справи НБУ. – 2011. - №3(12). – С. 46-51.
7. Зубко К. Ю. Розрахунок обсягу збитків підприємств будівельної галузі від виконання будівельних робіт / К.Ю. Зубко, В.О. Лук'янихін // Вісник Сумського державного університету. Серія «Економіка». – 2014. – № 4. – С. 45-49.
8. Зубко К.Ю. Економічна оцінка екологічно обумовлених збитків від підприємств будівельної галузі / К. Ю. Зубко, А.Ю.Жулавський // Вісник Сумського державного університету. Серія «Економіка». – 2015. – № 4. –С.17-23
9. Зубко К.Ю. Методологія аналізу екологічних ситуацій та їх вплив на стан об'єктів і ресурсів / К.Ю. Зубко // Журнал "Актуальні проблеми економіки" №5. – Київ, 2012. – С. 204-210.

10. Кобушко Я.В. Науково-методичні підходи до еколого-економічної оцінки відтворення інвестиційного потенціалу регіону / Я. В. Кобушко // Інвестиції: практика та досвід. – 2012. – № 6. – С. 64-68.

11. Колівешко О. М. Визначення та структура екологічних витрат підприємства. / О.М. Колівешко // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія —Економічні науки: науковий збірник / Черніг. держ. технол. ун-т. – Чернігів: Черніг. держ. технол. ун-т, 2013. – № 3(68). – с. 128-132.

12. Колодій Ю. Проблеми пожвавлення будівельної галузі в період економічної кризи / Ю. С. Колодій. – Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.8. – С. 213-218.

13. Козуля Т.В. Теоретико-практичні основи методології комплексної оцінки екологічності територіальних і об'єктових систем / Т.В. Козуля, Н.В. Шаронова, Д.І. Ємельянова, М.М. Козуля // Проблеми інформаційних технологій. 2012. – № 01 (011).– с. 37-45.

14. Клименко В.Г. Забруднення атмосферного повітря: [методична розробка для студентів-географів]. / В.Г. Клименко, О.Ю. Цигічко. – Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2010. – 26 с.

15. Макарова Г.С. Оцінка впливу зовнішніх факторів на економічний потенціал будівельного підприємства. / Г.С. Макарова / Економічний простір. – №63. – 2012. – С. 251-257.

16. Малюк О.С. Формування екологозбалансованої інвестиційної стратегії підприємства: [монографія] / О.С. Малюк, В.С. Кирилюк. – Суми: Університетська книга, 2013. – С. 157.

17. Микитенко В.В. Світоглядні трансформації процесів еволюційної інтеграції: макроекономічна модель формування потенціалу сталого розвитку / Микитенко В.В. // Економіка природокористування і охорони довкілля [зб. наук. праць; Державна установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України»]. – К.: ДУ ІЕПСР НАН України. – 2014. – С.116 – 122.

18. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2013 році.: К. «Український науково-дослідний інститут цивільного захисту ДСНС України. – 2014. – 124 с.

19. Рогач С.М. Екологізація економічних систем в умовах посилення глобалізаційних процесів / С.М. Рогач, Б.В. Кульчицький // Збірник наукових праць «Формування ринкової економіки в Україні». – Вип. 31. – Львів: Видавництво Львівського національного університету ім. Івана Франка. – 2014. – Ч.1. – С. 455-459.

20. Тенденції ринку нерухомості України: реалії та прогнози, 2007-2013: [монографія] / Шалаєв В.М. [та ін.] ; [за ред. О.І. Драпіковського, І. Б. Іванової] ; УВЕКОН. - К. : Арт Економі, 2012. - 240 с.

21. Юшкевич О.О. Впровадження системи екологічного менеджменту як ефективний інструмент розвитку підприємств / О.О. Юшкевич, А. В. Мала // Інноваційна економіка: Всеукраїнський науково-виробничий журнал. - №5 (31). – 2012. – С. 93-96.

22. Цепенюк Н. Стратегічні пріоритети розвитку промисловості будівельних матеріалів регіону / Н. Цепенюк // Галицький економічний вісник. – 2011. – №1(30). – С.123-127.