

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.342-354

УДК: 502.1:658:69

Ніколайко Д.М.,
greenfuelua@gmail.com, ORCID: 0009-0001-4118-442X,
д.е.н., професор **Рижаква Г.М.**,
ryzhakova.gm@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7875-9768,
Легков В.В.,
allmighty.kiev@gmail.com, ORCID: 0009-0003-0784-4556,
Кривущенко С.Ф.,
serg80386@gmail.com, ORCID: 0009-0006-2435-2678,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ВИЯВЛЕННЯ КРИТИЧНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ КОМПОНЕНТІВ У СТРУКТУРІ ПРОЦЕСНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

У сучасних умовах активного розвитку будівельної галузі дедалі більшого значення набувають екологічні аспекти процесно-технологічного середовища виробництва. Будівництво традиційно вважається однією з найбільш ресурсомістких і екологічно навантажених сфер, оскільки воно поєднує значний обсяг матеріальних потоків, енергоємних технологічних операцій та утворення відходів на різних етапах життєвого циклу об'єкта. Виявлення критичних екологічних компонентів у цій структурі виступає ключовою умовою для формування збалансованих організаційно-технологічних рішень, які поєднують ефективність будівельних процесів зі зниженням негативного впливу на довкілля.

У статті обґрунтовано, що критичні екологічні компоненти будівельного виробництва слід розглядати як комплекс взаємопов'язаних чинників, які формують екологічний слід галузі. До них належать використання матеріалів із високою енерго- та вуглецевою інтенсивністю, значне споживання водних ресурсів, забруднення атмосферного повітря та ґрунтів, формування шумових і вібраційних навантажень, а також утворення будівельних відходів, які складно піддаються утилізації. Визначення та класифікація таких компонентів дозволяє ідентифікувати найпроблемніші зони в організації виробничих процесів та сформуванню ефективних напрямів екологізації.

Ключові слова: екологічні компоненти; будівельне виробництво; процесно-технологічне середовище; сталість; життєвий цикл; екологічний ризик; LCA; BIM.

Постановка проблеми: Будівельна галузь є одним із найбільш екологічно навантажених секторів економіки, адже процеси видобутку сировини, виробництва матеріалів, зведення та експлуатації об'єктів супроводжуються значним впливом на довкілля. Проблема полягає в тому, що у структурі процесно-технологічного середовища будівельного виробництва екологічні чинники часто залишаються другорядними щодо економічних чи організаційних. Такий підхід призводить до накопичення негативних наслідків: забруднення атмосфери, виснаження природних ресурсів, зростання обсягів будівельних відходів. Водночас глобальні тенденції сталого розвитку вимагають кардинальної зміни підходів — інтеграції екологічних пріоритетів у систему стратегічного планування та організаційно-технологічного управління.

Метою статті є визначення та систематизація критичних екологічних компонентів у структурі процесно-технологічного середовища будівельного виробництва, що дозволить створити основу для формування інструментів їх моніторингу, управління та інтеграції у стратегічні рішення будівельних підприємств. Дослідження спрямоване на розробку концептуального підходу, що поєднує екологічні оцінки, цифрові технології та управлінські моделі для забезпечення сталого розвитку будівельної галузі. Результати статті мають практичне значення для девелоперських компаній, органів державного регулювання та інституцій, що займаються впровадженням екологічних стандартів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: У наукових публікаціях останніх років проблема екологічних аспектів будівельного виробництва набула широкого висвітлення. Дослідники акцентують увагу на тому, що вплив будівельної галузі на довкілля є комплексним і проявляється у вигляді енергоспоживання, забруднення повітря, води, ґрунтів, а також у формуванні великих обсягів відходів. Значна частина праць присвячена впровадженню системи оцінки життєвого циклу (LCA), яка дозволяє простежити екологічний слід будівельних матеріалів і процесів від моменту їх створення до утилізації.

Виклад основного матеріалу: Наукові моделі, що використовуються для аналізу екологічних компонентів у процесно-технологічному середовищі будівельного виробництва, базуються на багатьох підходах, котрі охоплюють екологічний, економічний і технічний аспекти. Сучасні наукові моделі включають оцінку впливу будівельних процесів на навколишнє середовище та інтеграцію екологічних вимог в технологічні та виробничі процеси. Моделі виявляють та аналізують екологічні компоненти, сприяють інтеграції сталих практик у будівельному виробництві, що допомагає знижувати негативний вплив на навколишнє середовище [1].

Однією з найпоширеніших моделей є модель оцінки життєвого циклу (LCA), вона використовується для визначення екологічних впливів на різних етапах життєвого циклу будівельного об'єкта, починаючи від видобутку матеріалів до етапу експлуатації та утилізації. Оцінка життєвого циклу детально аналізує всі екологічні аспекти виробничого процесу, витрати енергії, викиди в атмосферу, водоспоживання та вироблення відходів. Вона забезпечує повну картину екологічних наслідків, пов'язаних з кожним етапом виробництва і приймає рішення на основі повного екологічного профілю проекту [2].

На нижче наведеному рисунку 1 зображена структура наукових моделей для аналізу екологічних компонентів у процесно-технологічному середовищі будівельного виробництва.

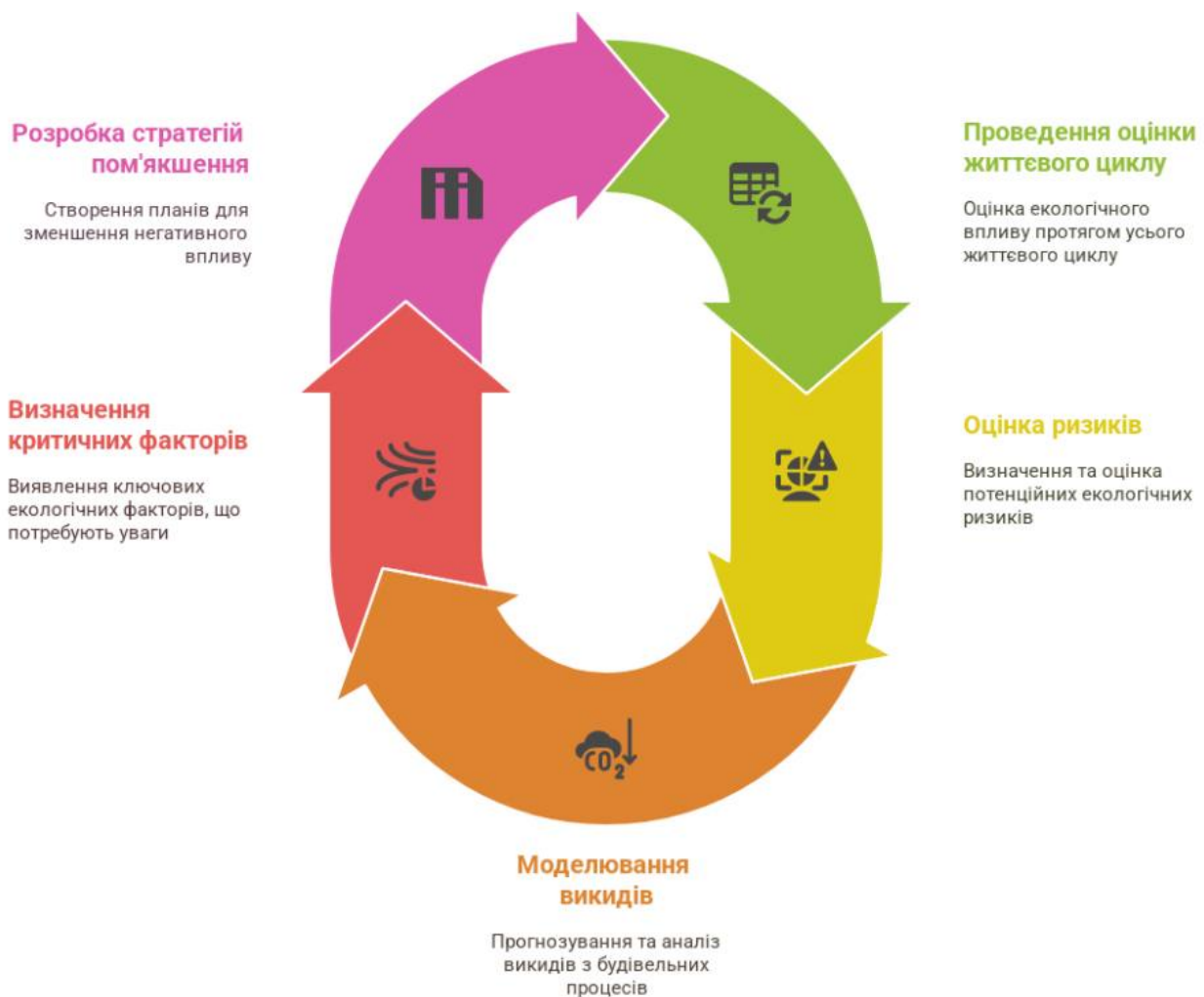


Рис. 1. Структура наукових моделей для аналізу екологічних компонентів у процесно-технологічному середовищі будівельного виробництва (розроблено авторами на основі [4])

Інтегровані моделі для екологічного планування та управління проектами грають ключову роль у виявленні критичних екологічних компонентів. Моделі поєднують різні інструменти для оцінки впливу будівельних процесів на навколишнє середовище та одночасно забезпечують

моніторинг екологічних показників на кожному етапі. Моделі екологічного моніторингу здійснюють постійний контроль за дотриманням екологічних норм та стандартів, що критично важливо для забезпечення сталого розвитку в будівельній індустрії [3].

Рисунок 2 показує концептуальну модель виявлення критичних екологічних компонентів у будівельному виробництві. У рисунку наочно зображено, як різні етапи будівництва, починаючи від вибору матеріалів до етапу експлуатації об'єкта, впливають на екологічні показники. Ілюстрація допомагає зрозуміти, які екологічні фактори є найбільш важливими для сталого розвитку будівельних процесів і як оптимізація цих факторів може зменшити негативний вплив на довкілля.

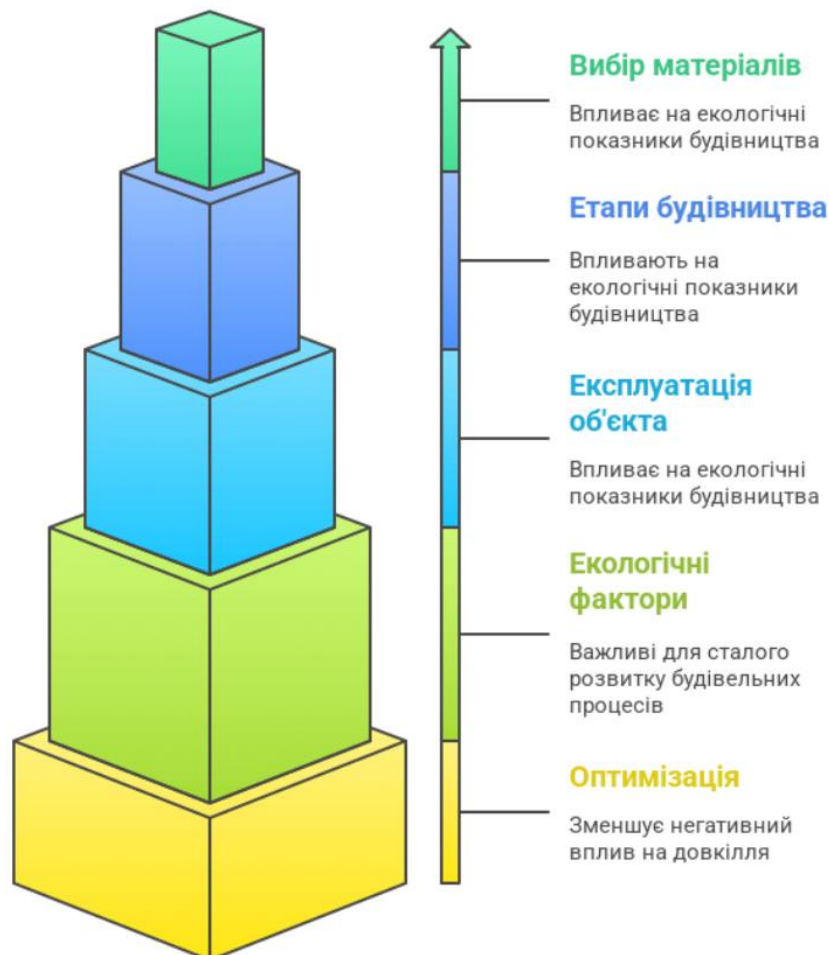


Рис. 2. Концептуальна модель виявлення критичних екологічних компонентів у будівельному виробництві (розроблено авторами на основі [5])

Також варто зазначити формули моделювання екологічних витрат на основі оцінки життєвого циклу (LCA):

$$E = \sum_{i=1}^n (C_i \times F_i), \quad (1)$$

де: E — загальний екологічний вплив, C_i — кількість спожитих ресурсів на кожному етапі будівництва, F_i — коефіцієнт екологічного впливу для кожного ресурсу (наприклад, енергоспоживання, викиди CO₂).

Формула оцінює загальний екологічний вплив будівельного проекту, враховуючи всі етапи його життєвого циклу і допомагає оптимізувати вибір матеріалів та технологій для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Наступна формула описує метод оцінки екологічного ризику через аналіз можливих ризиків і їхніх наслідків, що застосовується в будівельному виробництві для прогнозування ймовірних екологічних небезпек. Використовуючи метод FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), визначаються можливі ризики, пов'язані з викидами, забрудненням або іншими екологічними проблемами, котрі виникають під час виконання будівельних робіт. Формула оцінює ймовірність настання негативних екологічних подій, серйозність їхніх наслідків і здатність вчасно виявити проблеми [7].

Оцінка екологічного ризику за допомогою аналізу методом FMEA (Failure Mode and Effect Analysis):

$$R = P \times S \times D, \quad (2)$$

де: R — рівень ризику екологічного впливу, P — ймовірність виникнення екологічної події, S — серйозність наслідків цієї події для навколишнього середовища, D — здатність вчасно виявити проблему (діагностувати її до того, як вона призведе до значних екологічних збитків).

Формула здійснює кількісну оцінку екологічних ризиків і розробляє стратегії для зменшення ймовірності їхнього виникнення, що в свою чергу знижує негативний вплив на довкілля і підвищує сталий розвиток будівельних процесів.

На нижче наведеній таблиці 1 представлено порівняння основних наукових моделей, які використовуються для аналізу екологічних компонентів у процесно-технологічному середовищі будівельного виробництва. Таблиця демонструє, як різні моделі, як оцінка життєвого циклу (LCA), аналіз екологічних ризиків та методи оцінки викидів можуть бути застосовані для виявлення критичних екологічних факторів, що впливають на сталий розвиток будівельних процесів. Вона показує переваги і недоліки кожної моделі, що допомагає визначити найефективніші підходи для оцінки екологічного впливу в будівництві.

Структурні параметри процесно-технологічного середовища будівельного виробництва мають суттєвий вплив на екологічні ризики, котрі виникають на різних етапах реалізації будівельних проектів. Вони включають внутрішні аспекти, пов'язані з вибором технологій, матеріалів, ресурсів та зовнішні чинники, як нормативні вимоги, доступність екологічно чистих матеріалів і вплив зовнішнього середовища на будівельний процес. Визначення і аналіз параметрів більш точно оцінюють екологічні ризики, що допомагає впроваджувати ефективні стратегії для мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище [9].

Управління відходами є ще одним структурним параметром, котрий має значний вплив на екологічні ризики. Під час будівництва утворюється велика кількість відходів, зокрема матеріальних, як будівельний сміття, деревина, металеві відходи та пластик. Неконтрольоване накопичення відходів і їх неправильне утилізування призводить до забруднення ґрунтів і води. Використання методів переробки, повторного використання матеріалів та оптимізація процесу управління відходами, знижує негативний екологічний вплив, що зменшує потребу в нових матеріалах і знижує витрати на ресурсів [10].

Таблиця 1.

Порівняння наукових моделей для аналізу екологічних компонентів у процесно-технологічному середовищі будівельного виробництва
(розроблено авторами на основі [8])

Модель / Підхід	Опис	Переваги	Недоліки
<i>Оцінка життєвого циклу (LCA)</i>	Оцінка екологічного впливу матеріалів та процесів на всіх етапах життєвого циклу	Повна картинка екологічного впливу від видобутку до утилізації	Вимагає великих обсягів даних, складність у застосуванні для великих проектів
<i>Аналіз екологічних ризиків (FMEA)</i>	Оцінка ймовірності екологічних подій та їх наслідків через метод FMEA	Ідентифікація та аналіз критичних екологічних ризиків на ранніх етапах	Потрібна детальна інформація про кожен етап процесу, не завжди точний прогноз ризиків
<i>Моделі оцінки викидів CO₂</i>	Оцінка впливу будівельних матеріалів і процесів на викиди CO ₂ на всіх етапах будівництва	Допомагає знижувати викиди в атмосферу, сприяє сталому розвитку	Обмежене застосування для певних типів проектів, потребує точних даних
<i>Екологічний моніторинг</i>	Постійний моніторинг екологічних показників під час будівництва (викиди, шум, вода)	Забезпечує безперервний контроль, дозволяє коригувати стратегію	Висока вартість і потреба в технічних засобах для збору даних

Оптимізація параметрів значно знижує екологічний вплив і покращує сталий розвиток будівельних процесів. Вибір більш екологічних матеріалів, застосування енергоефективних технологій, оптимізація використання води, енергії та впровадження стійких методів управління відходами знижує негативний вплив на навколишнє середовище. Важливим є моніторинг і коригування процесів, що дає можливість своєчасно реагувати на будь-які зміни і адаптувати стратегії відповідно до нових екологічних вимог. Все допомагає забезпечити сталий розвиток у будівельному виробництві, що є важливим елементом для мінімізації екологічних ризиків і досягнення довгострокових результатів [11].

На нижче наведеному рисунку 3 представлена структура екологічних параметрів процесно-технологічного середовища будівельного виробництва. Модель демонструє ключові етапи будівельного процесу, від вибору матеріалів до управління відходами та їхній вплив на екологічні показники. Ілюстрація дозволяє побачити, як різні фактори — від енергоспоживання до викидів CO₂ — взаємодіють на всіх етапах будівництва і як їх можна оптимізувати для зниження екологічних ризиків.

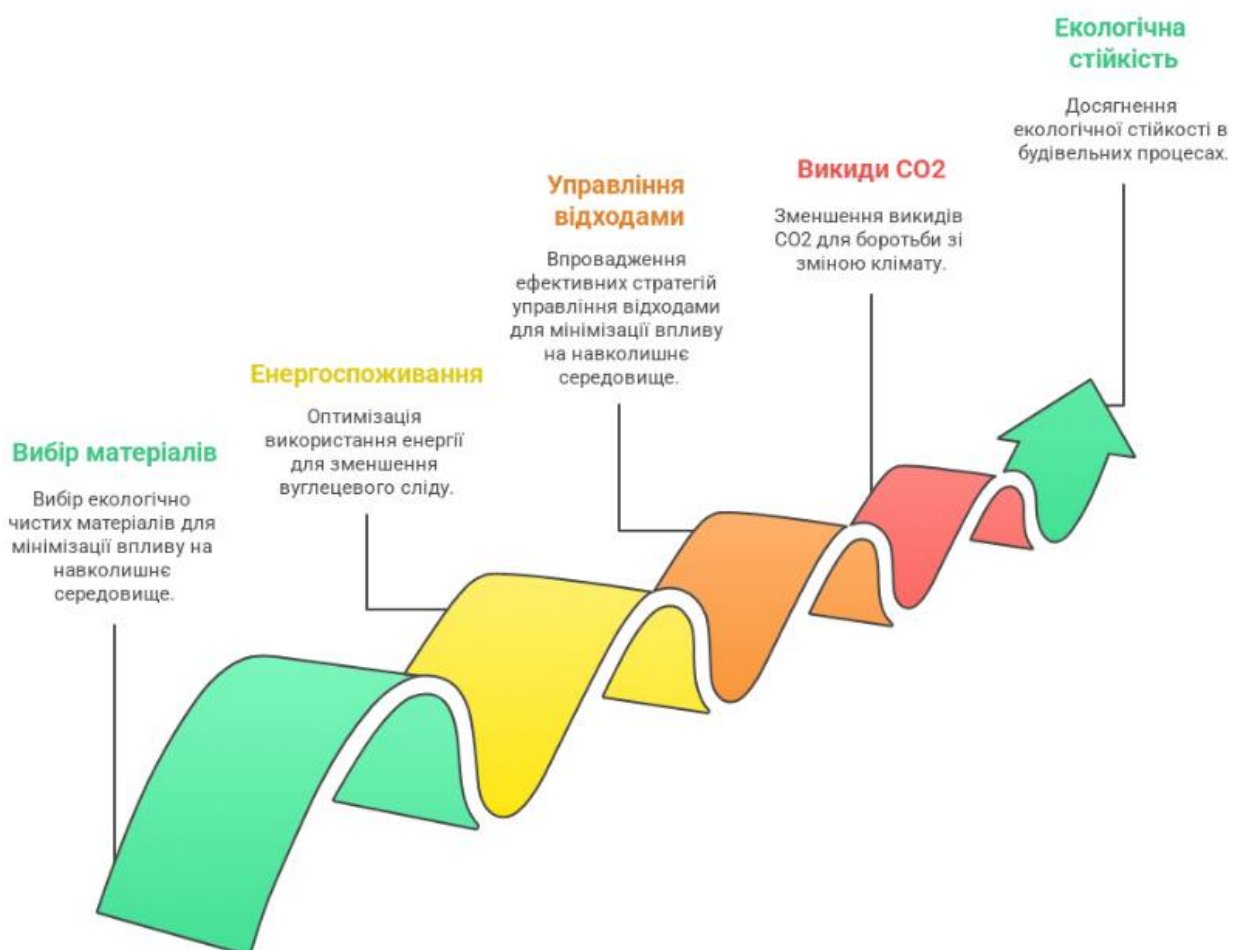


Рис. 3. Структура екологічних параметрів процесно-технологічного середовища будівельного виробництва (розроблено авторами на основі [12])

Рисунок 4 зображує концептуальну модель оптимізації екологічних параметрів для зниження екологічних ризиків у будівельному виробництві. Ілюстрація показує, як технологічні та організаційні зміни можуть мінімізувати вплив на навколишнє середовище. Модель фокусується на інтеграції сталих практик, як використання енергоефективних матеріалів, переробка відходів та зменшення викидів, що дозволяє забезпечити сталий розвиток будівельних процесів.



Рис. 4. Концептуальна модель оптимізації екологічних параметрів для зниження ризиків у будівництві (розроблено авторами на основі [13])

Формула застосовується для оцінки екологічного впливу, зокрема викидів CO₂, що виникають в процесі будівельного виробництва. Формула вимірює вплив використання матеріалів та технологій на викиди вуглекислого газу, що є важливим показником для оцінки екологічної ефективності проекту. Викиди CO₂ є одним із основних чинників, що сприяють глобальному потеплінню, тому контроль і зниження викидів допомагає зменшити негативний вплив будівельних процесів на навколишнє середовище.

Моделювання екологічної ефективності на основі зменшення викидів CO₂:

$$E_{CO_2} = \sum_{i=1}^n (M_i \times F_i), \quad (3)$$

де: E_{CO_2} — загальні викиди CO₂, що виникають в процесі будівництва, M_i — кількість спожитих матеріалів i на етапі будівництва, F_i — коефіцієнт викиду CO₂ для кожного конкретного матеріалу, що використовується в проекті.

Моделювання викидів на основі цієї формули допомагає оцінити, як зміни в матеріалах, технологіях і методах будівництва можуть зменшити екологічний слід проекту. Формула визначає загальний вплив використаних матеріалів на викиди CO₂ та допомагає приймати більш обґрунтовані рішення щодо вибору матеріалів і технологій для зменшення екологічного сліду проекту [14].

Оптимізація енергоспоживання в будівництві з використанням ефективних технологій:

$$O = \frac{E_{min}}{E_{act}} \times 100, \quad (4)$$

де: O — коефіцієнт оптимізації енергоспоживання, E_{min} — мінімально необхідне енергоспоживання для реалізації проекту за допомогою енергоефективних технологій, E_{act} — фактичне енергоспоживання, яке відбулося під час виконання проекту.

Моделювання оптимізації енергоспоживання розраховує наскільки ефективно використовуються енергетичні ресурси і який ефект дасть впровадження енергоефективних технологій. Формула оцінює ефективність використання енергії та оцінює потенціал для подальшого зниження споживання енергії в будівельних проектах через впровадження інноваційних, енергоефективних технологій [15].

Література

1. Збірник наукових праць Херсонського держ. ун-ту. Серія: Географічні науки. — Херсон: ХДУ, 2024. — Вип. 24.02. — Режим доступу: <https://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Збірник%2024.02.pdf?id=e15a893f-5a02-49e8-85df-87e90d1bdfaf>.
2. BSI Assessment Ukraine / UNIDO. — 2023. — Режим доступу: https://hub.unido.org/sites/default/files/publications/BSI%20Assessment%20UA_compressed%20%281%29.pdf.
3. Design of environmental complexes with the use of green infrastructure // Neliti. — 2020. — Режим доступу: <https://media.neliti.com/media/publications/309155-design-of-environmental-complexes-with-t-3ada0bdb.pdf>.
4. Драган, Н.В. Організаційно-економічний механізм управління інвестиційною діяльністю промислових підприємств: дис. ... д-ра екон. наук: 08.00.04 / Н.В. Драган. —

Харків: НУЦЗУ, 2022. - 420 с. – Режим доступу: <https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/spetsializovani-vcheni-rady/disDrahan.pdf>.

5. Методичні підходи до управління інноваційним розвитком промисловості: монографія / [за ред. д.е.н. Іванова В.В.] – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2024. - 280 с. – Режим доступу: https://mk.nmu.org.ua/ua/source/Monograph_Complete_2024%20with%20ISBN.pdf.

6. Оцінка життєвого циклу (LCA) у будівництві: вимірювання впливу на навколишнє середовище // *Constructive Voices*. – 2023. – Режим доступу: <https://constructive-voices.com/uk/Оцінка-життєвого-циклу-lca-у-будівництві-вимірювання-впливу-на-навколишнє-середовище/>.

7. Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) // *Cenosco*. – 2023. – Режим доступу: <https://cenosco.com/ru/insights/failure-modes-and-effect-analysis-fmea>.

8. Інноваційні рішення у будівництві та архітектурі: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 2022). – Київ: КНУБА, 2022. – 198 с. – Режим доступу: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2022/11/I-__20_1-1-1.pdf.

9. Екологічна складова у виробництві паперової та пластикової упаковки // *AlfaPack Zahid*. – 2023. – Режим доступу: <https://alfapack-zahid.com.ua/blog/ekologichna-skladova-u-virobnitstvi-paperovoi-ta-plastikovoї-upakovki/>.

10. Закон України «Про забезпечення права на мирні зібрання» №2320-IX від 21.11.2023 // Верховна Рада України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20>.

11. Худік, Б. Використання принципів зеленого офісу в управлінні підприємством / Б. Худік. – Київ: ДУІКТ, 2024. – 15 с. – Режим доступу: <https://duikt.edu.ua/repozitorii/management/2024/Худік%20Б.%20Використання%20принципів%20зеленого%20офісу%20в%20управлінні%20підприємством.pdf>.

12. Danyliuk, O.V., & Makovoz, O.O. The environmentalization of industrial policy in the context of sustainable development // *Core.ac.uk*. – 2020. – Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/339163723.pdf>.

13. Chupryna I. Establishment of the rational economic and analytical basis for projects in different sectors for their integration into the targeted diversified program for sustainable energy development/ Tormosov, R., , Ryzhakova, G., Prykhodko, D., Faizullin, A./ *SIST 2021 - 2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies* this link is disabled, 2021

14. Liutak, O.M., Baula, O.V., Kutsenko, V.I., Ivantsov, S.V., Hrytsai, O.V. Strategic Priorities of Sustainable Ecological Development of Industrial Territories // *Eco-Science*. – 2024. – №7(24). – С. 143–151. – Режим доступу: https://eco-science.net/wp-content/uploads/2024/07/7.24._topic_Olena-M.-Liutak-Olena-V.-Baula-Vladyslav-I.-Kutsenko-Sergii-V.-Ivantsov-Oleksandr-V.-Hrytsai-143-151-1.pdf.

15. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Chupryna, K., Tormosov, R., & Gonchar, V. (2022). Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(13-115), 6–19.
16. Архітектурна екологія: навч. посіб. / за ред. В.М. Іванова. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2011. – 240 с. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/27128/1/2011.%20печ.%20Архітектурна%20екологія-Видавництво%2В.pdf>.

Nikolaiko Dmytro,
Doctor of Economics, Professor **Ryzhakova Galyna,**
Lehkov Valerii, Kryvushchenko Serhii,
Kyiv National University of Construction and Architecture

IDENTIFICATION OF CRITICAL ENVIRONMENTAL COMPONENTS IN THE STRUCTURE OF THE PROCESS-TECHNOLOGICAL ENVIRONMENT OF CONSTRUCTION PRODUCTION

In the modern context of the rapid development of the construction industry, environmental aspects of the process-technological environment of production are gaining increasing importance. Construction is traditionally considered one of the most resource-intensive and environmentally burdensome sectors, as it involves significant volumes of material flows, energy-intensive technological operations, and waste generation at various stages of a building's life cycle. The identification of critical environmental components within this structure is a key prerequisite for forming balanced organizational and technological solutions that combine the efficiency of construction processes with the reduction of negative environmental impacts.

The article substantiates that the critical environmental components of construction production should be viewed as a set of interrelated factors shaping the environmental footprint of the industry. These include the use of materials with high energy and carbon intensity, significant consumption of water resources, pollution of air and soil, the creation of noise and vibration loads, as well as the generation of construction waste that is difficult to recycle. The identification and classification of such components make it possible to pinpoint the most problematic areas in the organization of production processes and to define effective directions for ecological transformation.

Keywords: environmental components; construction production; process-technological environment; sustainability; life cycle; environmental risk; LCA; BIM.

REFERENCES

1. Collection of Scientific Papers of Kherson State University. Series: Geographical Sciences. – Kherson: KSU, 2024. – Issue 24.02. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.kspu.edu/FileDownload.ashx/Збірник%2024.02.pdf?id=e15a893f-5a02-49e8-85df-87e90d1bdfaf>. {in Ukrainian}
2. BSI Assessment Ukraine / UNIDO. – 2023. – [Electronic resource]. – Access mode: https://hub.unido.org/sites/default/files/publications/BSI%20Assessment%20UA_compressed%20%281%29.pdf. {in English}
3. Design of environmental complexes with the use of green infrastructure. Neliti, 2020. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://media.neliti.com/media/publications/309155-design-of-environmental-complexes-with-t-3ada0bdb.pdf>. {in English}
4. Dragan, N.V. Organizational and economic mechanism of managing investment activity of industrial enterprises: Doctoral dissertation in Economics: 08.00.04. – Kharkiv: National University of Civil Protection of Ukraine, 2022. – 420 p. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/science/spetsializovani-vcheni-rady/disDrahan.pdf>. {in English}
5. Methodical approaches to managing the innovative development of industry: monograph / edited by Doctor of Economics V.V. Ivanov. – Dnipro: National Technical University "Dnipro Polytechnic", 2024. – 280 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://mk.nmu.org.ua/ua/source/Monograph_Complete_2024%20with%20ISBN.pdf. {in English}
6. Life Cycle Assessment (LCA) in construction: measuring the environmental impact. Constructive Voices, 2023. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://constructive-voices.com/uk/Оцінка-життєвого-циклу-lca-у-будівництві-вимірювання-впливу-на-навколишнє-середовище/>. {in Ukrainian}
7. Failure Modes and Effect Analysis (FMEA). Cenosco, 2023. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://cenosco.com/ru/insights/failure-modes-and-effect-analysis-fmea>. {in English}
8. Innovative solutions in construction and architecture: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Kyiv, 2022). – Kyiv: Kyiv National University of Construction and Architecture, 2022. – 198 p. – [Electronic resource]. – Access mode: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2022/11/I-__20_1-1-1.pdf/// {in English}

9. Environmental component in the production of paper and plastic packaging. AlfaPack Zahid, 2023. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://alfapack-zahid.com.ua/blog/ekologichna-skladova-u-virobnitstvi-paperovoi-ta-plastikovoii-upakovki/>. {in Ukrainian}

10. Law of Ukraine "On Ensuring the Right to Peaceful Assembly" No. 2320-IX of 21.11.2023. Verkhovna Rada of Ukraine. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20>. {in Ukrainian}

11. Khudik, B. Application of green office principles in enterprise management. – Kyiv: State University of Information and Communication Technologies, 2024. – 15 p. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://duikt.edu.ua/repozitorii/management/2024/Худік%20Б.%20Використання%20принципів%20зеленого%20офісу%20в%20управлінні%20підприємством.pdf>. {in Ukrainian}

12. Danyliuk, O.V., & Makovoz, O.O. The environmentalization of industrial policy in the context of sustainable development. Core.ac.uk, 2020. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://core.ac.uk/download/pdf/339163723.pdf>. {in English}

13. Chupryna, I., Tormosov, R., Ryzhakova, G., Prykhodko, D., & Faizullin, A. Establishment of the rational economic and analytical basis for projects in different sectors for their integration into the targeted diversified program for sustainable energy development. SIST 2021 – IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies, 2021. [Electronic resource – link disabled]. {in English}

14. Liutak, O.M., Baula, O.V., Kutsenko, V.I., Ivantsov, S.V., & Hrytsai, O.V. Strategic priorities of sustainable ecological development of industrial territories. Eco-Science, 2024, No. 7(24), pp. 143–151. – [Electronic resource]. – Access mode: https://eco-science.net/wp-content/uploads/2024/07/7.24._topic_Olena-M.-Liutak-Olena-V.-Baula-Vladyslav-I.-Kutsenko-Sergii-V.-Ivantsov-Oleksandr-V.-Hrytsai-143-151-1.pdf. {in English}

15. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Chupryna, K., Tormosov, R., & Gonchar, V. (2022). Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(13-115), 6–19. {in English}

16. Architectural ecology: textbook / edited by V. M. Ivanov. – Kharkiv: O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, 2011. – 240 p. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://eprints.kname.edu.ua/27128/1/2011.%20печ.%20Архітектурна%20екологія-Видавництво%20В.pdf>. {in Ukrainian}