

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.14.330-341

УДК 338.45:69:334.012.64

Мухін А.А.,
Anatoliimukhin@yahoo.com, ORCID: 0009-0005-8176-2852,
д.е.н., професор **Чуприна Х.М.**,
chupryna.khm@knuba.edu.ua ORCID: 0000-0001-5518-3607,
Гега С.Ю.,
sergiy.escobar@gmail.com ORCID: 0009-0008-8192-9474,
Мовсесян А.С.,
sj36senja@gmail.com ORCID:0009-0000-9823-4208,
Київський національний університет будівництва і архітектури

КОНЦЕПТУАЛЬНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ІНСТИТУЦІЙНИХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ КЛАСТЕРАМИ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ В КОНТЕКСТІ ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНОГО ПАРТНЕРСТВА

Сучасний розвиток будівельної галузі характеризується високим рівнем складності організаційних процесів, інтеграцією різнорівневих учасників та необхідністю постійного забезпечення стійкості проєктних ініціатив в умовах ринкових коливань. У цих умовах важливого значення набуває формування інституційних моделей управління кластерами будівельної галузі, що здатні забезпечити синергію державних та приватних інтересів. Кластерна організація виробництва передбачає інтеграцію підприємств, наукових установ, інноваційних центрів, органів влади та інших стейкхолдерів задля досягнення спільної мети – підвищення конкурентоспроможності галузі, покращення якості продукції та зниження ризиків.

В умовах цифровізації, глобалізації та посилення конкуренції з боку міжнародних компаній будівельна галузь України стикається з необхідністю створення нових інституційних механізмів, які поєднують у собі гнучкість приватного бізнесу та стабілізуючу роль держави. Саме державно-приватне партнерство у поєднанні з кластерним управлінням дозволяє забезпечити не лише ефективне використання ресурсів, а й стимулювати інновації, створювати сприятливе інституційне середовище та залучати інвестиції. У такому форматі координація діяльності між різними учасниками зводиться не лише до розподілу ресурсів, а й до створення єдиної архітектури розвитку, що охоплює організаційні, фінансові, правові та соціальні аспекти.

Ключові слова: кластер; будівельна галузь; державно-приватне партнерство; інституційні моделі; інновації; конкурентоспроможність; управління; розвиток.

Постановка проблеми: Будівельна галузь України перебуває у стані постійних трансформацій, які зумовлені як внутрішніми факторами – потребою модернізації інфраструктури, дефіцитом фінансування та відставанням у сфері інновацій, так і зовнішніми – глобалізацією, конкуренцією з боку міжнародних корпорацій та інтеграційними процесами у світовій економіці. В цих умовах традиційні моделі управління будівельними підприємствами вже не забезпечують необхідної ефективності та стійкості. Особливої ваги набуває потреба у створенні кластерних структур, які б об'єднували зусилля приватних компаній, державних інституцій, наукових установ та громадських організацій. Однак питання полягає не лише у формуванні таких кластерів, а у виборі оптимальних інституційних моделей їхнього управління.

Складність полягає в тому, що вітчизняна будівельна галузь часто зіштовхується з браком прозорих механізмів розподілу ресурсів, нерівномірністю доступу до фінансування та недостатнім рівнем довіри між державними та приватними структурами.

Метою статті є визначення та обґрунтування концептуальних напрямів розвитку інституційних моделей управління кластерами будівельної галузі в умовах державно-приватного партнерства. Це завдання передбачає аналіз існуючих форм організації кластерних структур, виявлення проблемних аспектів їх функціонування та розробку пропозицій щодо оптимізації механізмів взаємодії між державою та бізнесом. Особливу увагу приділено пошуку ефективних інструментів інтеграції цифрових технологій у систему управління, а також методів формування прозорих механізмів розподілу ризиків і вигод. Очікуваним результатом є створення концептуальної основи, що дозволяє будівельним кластерам стати більш адаптивними до ринкових змін і водночас забезпечувати стратегічну стійкість галузі у довгостроковій перспективі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Наукова література останніх десятиліть засвідчує зростання інтересу до тематики кластерних моделей як інструментів підвищення ефективності економічних систем. Дослідження показують, що кластери здатні створювати синергійний ефект, об'єднуючи компанії, наукові установи, інвесторів та органи влади навколо спільної мети розвитку. При цьому особливу увагу приділяють пошуку інституційних механізмів, які забезпечують баланс інтересів між учасниками та формують ефективне середовище для партнерства. Серед сучасних тенденцій у цій сфері виділяють кілька ключових напрямів. По-перше, це розвиток державно-приватного партнерства, яке виступає як ефективний інструмент залучення додаткових ресурсів і розподілу ризиків. По-друге, активне впровадження цифрових технологій у систему управління кластерами, що дозволяє

створювати інтегровані інформаційні платформи, забезпечувати прозорість і прискорювати прийняття управлінських рішень. По-третє, орієнтація на інновації та стійкий розвиток, що потребує формування спеціалізованих механізмів підтримки досліджень і розробок, а також стимулювання інвестицій в екологічні та енергоефективні технології.

Виклад основного матеріалу: У сучасному етапі трансформації економіки України особливої актуальності набуває формування ефективних інституційних механізмів управління, які б відповідали умовам ринкової динаміки, потребам секторів національного господарства та міжнародним інтеграційним викликам. Однією з таких моделей, що довела свою результативність у країнах ЄС, є кластерний підхід, який виявив себе як дієвий інструмент стимулювання інноваційного зростання, регіонального розвитку та підвищення конкурентоспроможності галузей. У цьому контексті особливу увагу заслуговує будівельна галузь як системоутворюючий сектор, що генерує значну частку валової доданої вартості, створює мультиплікативні ефекти в суміжних галузях і безпосередньо впливає на якість урбаністичного та інфраструктурного середовища країни [1].

Наукова база формування таких моделей спирається на класичний інституціоналізм, який у працях Д. Норта та Т. Еггертсона наголошує на важливості формальних і неформальних правил у регулюванні економічної поведінки суб'єктів. У кластерному контексті це означає створення системи контрактів, регламентів, механізмів прийняття спільних рішень та угод, які формують передбачуване середовище для співпраці між підприємствами, науковими установами та органами влади [2]. Формалізована нормативна база, яка підтримується неформальними практиками взаємодії, забезпечує стабільність, прозорість і відповідальність у межах інституційної моделі кластера.

Доповненням до цього є теорія мережевих організацій, яку розвивали М. Каллон та Б. Латур. Вона дозволяє розглядати кластер не як ієрархічну структуру, а як відкриту, гнучку систему зі змінною геометрією, у якій панують горизонтальні зв'язки, обмін ресурсами, знаннями та компетенціями [3].

Третій підхід, який суттєво вплинув на концептуалізацію кластерного управління, — це модель «тріади впливу» (Triple Helix), запропонована Е. Ецковіцем та Л. Лейдесдорфом [4].

Міждисциплінарність у формуванні інституційних моделей управління кластером проявляється у залученні концепцій з суміжних сфер: стратегічного управління, урбаністики, права, публічної політики та діджиталізації. Це дозволяє сформувати адаптивні, сценарні моделі, які враховують ризики, обмеження та потенціал модернізації [5].

На міжнародному рівні сформовано кілька моделей управління кластерами, які можуть бути адаптовані до будівельної галузі України. Їх характеристику наведено нижче в таблиці 1.

Таблиця 1 систематизує ключові інституційні підходи до управління кластерами в будівельній галузі на прикладі провідних країн Європи та Азії.

Розглянемо також поняття державно-приватне партнерство (ДПП), що є однією з ключових форм сучасної взаємодії між державними структурами та приватним сектором, що набуває дедалі більшого значення в умовах обмежених бюджетних ресурсів, потреби в модернізації інфраструктури та зростання складності соціально-економічних викликів. Його сутність полягає у встановленні довгострокових договірних відносин, у межах яких обидві сторони беруть участь у реалізації суспільно значущих проєктів, розподіляючи між собою не лише фінансування, а й відповідальність, ризики, повноваження з управління та контроль результатів [6].

З іншого боку, М. Віллс трактує ДПП як управлінську інновацію, що стала відповіддю на кризу ефективності публічного сектору. Він розглядає партнерство як складову нової парадигми публічного адміністрування, де результативність і гнучкість виводяться на перший план. У цьому контексті ДПП виступає не як компроміс між державою і ринком, а як спосіб мобілізувати потенціал обох секторів для реалізації стратегічних цілей з максимальною віддачею для суспільства [7].

В українському контексті дослідження ДПП пов'язані насамперед із нормативно-правовими бар'єрами, слабкою інституційною спроможністю та нестачею проектного фінансування. Такі автори, як А.М. Мельник і В.Є. Вишневський, акцентували на тому, що без створення ефективної правової основи, яка враховує галузеву специфіку (зокрема в будівництві, ЖКГ, транспорті), партнерство залишатиметься декларативним [9]. Натомість Л. Єгорова наголошує на необхідності включення до структури ДПП не лише економічної доцільності, а й механізмів соціального контролю, що дозволяє уникнути асиметрії вигод та гарантує баланс інтересів [10].

У будівельній галузі, яка характеризується складною структурою проектного управління, значною кількістю субпідрядників, високим рівнем капіталомісткості та потребою у міжгалузевій координації, питання вибору інституційної моделі кластерного управління має принципове значення. У контексті державно-приватного партнерства особливого значення набуває здатність моделей до інтеграції публічного й приватного інтересу, а також до адаптації під різні масштаби проєктів — від муніципального до національного рівня.

Таблиця 1.

Порівняння концептуальних моделей управління галузевими кластерами у міжнародній практиці (розроблено авторами на основі [5])

Країна / регіон	Тип моделі	Ключова концепція / підхід	Особливості управління	Адаптація до будівельної галузі	Рівень участі держави
Німеччина	Децентралізована модель	Мережевий менеджмент	Саморегульовані консорціуми, платформи довіри	Підрядники об'єднуються в проєктні альянси	Мінімальний, фасилітаційний
Франція	Централізована кластерна політика	Інституційне регулювання через Pôles de Compétitivité	Державне фінансування, керуючі організації	Центри міського будівництва, держконтракти	Високий, директивний
Швеція	Мережева інноваційна модель	Triple Helix + Digital Cluster	Платформи співпраці, горизонтальні зв'язки	ВІМ-платформи та діджитал-спільноти	Координуюча функція
Південна Корея	ДПП-модель з технологічним фокусом	Стратегія public-led partnerships	Держава виступає засновником кластерів	Кластери з індустріального житла, smart-міст	Сильна інвестиційна участь
Канада	Гібридна модель	Bottom-up кластеризація + державна підтримка	Грантове фінансування, участь університетів	Урбаністичні проєкти, екосистеми розумних міст	Помірна, партнерська
Нідерланди	Кооперативна модель	Спільне стратегічне планування	Інститути планування + муніципальні органи	Просторово-планувальні кластери	Децентралізовано-інтегрована

Вертикальна модель управління ґрунтується на ієрархічній структурі, де є чітко визначений центр управління (наприклад, головна девелоперська компанія або державне агентство), а всі інші учасники підпорядковані йому функціонально та організаційно [11].

Горизонтальна модель базується на рівноправному партнерстві між усіма учасниками: будівельними компаніями, сервісними підприємствами, освітніми закладами, місцевою владою. У контексті ДПП вона є корисною для проєктів, де участь громади і місцевих МСП критично важлива.

Мережева модель управління передбачає наявність децентралізованої, гнучкої структури з численними зв'язками між учасниками, які взаємодіють через спільні цифрові платформи, проєктні альянси, хаби та R&D-консорціуми.

Гібридна модель поєднує елементи вертикального керівництва (наприклад, від державного партнера) з горизонтальною координацією (через платформи або кластерні ради) і мережевою гнучкістю (за рахунок проєктних підрозділів, тимчасових консорціумів).

Нижче на рисунку 1 продемонстровано оцінку чотирьох основних моделей за п'ятьма критеріями: гнучкість, контроль, масштабованість, інноваційність, інтеграція ДПП.

Центральне місце у забезпеченні ефективної взаємодії відіграє нормативно-правова база, яка визначає статус кластерів, порядок їх функціонування, принципи партнерства, податкові умови, механізми захисту інтересів учасників. У європейських країнах (наприклад, Польщі, Франції) законодавство про кластери не лише регламентує процедури створення, а й надає кластерним структурам статус отримувача державної допомоги, що суттєво спрощує доступ до бюджетних і грантових ресурсів.

В українському контексті наразі бракує спеціалізованого законодавства про кластери, що ускладнює інституційне оформлення партнерських відносин. Проте низка положень ДПП та законодавства про регіональний розвиток може використовуватися як правова основа для запуску пілотних кластерних форматів у будівництві [13].

Другим інструментом є контрактні форми взаємодії, які включають типові шаблони публічно-приватних угод, інвестиційних меморандумів, ЕРС-контрактів (engineering-procurement-construction), угод про розподіл прибутку, угод про спільне управління активами.

Не менш важливою є роль координаційних центрів або кластерних офісів, які виконують функцію фасилітатора — організують зустрічі, ведуть переговори, підтримують документообіг, супроводжують проєкти, розробляють аналітичні звіти та пропозиції. У країнах ЄС (зокрема, Нідерландах, Данії) такі структури фінансуються частково з бюджету, а частково за рахунок учасників кластера [14].

Четвертий механізм, який стає критично важливим в епоху цифрової трансформації, — це впровадження цифрових платформ управління. Як показано в таблиці 2, кожна з категорій інструментів — нормативно-правова

база, контрактна взаємодія, координаційна інфраструктура та цифрові платформи — відіграє окрему, але взаємодоповнюючу роль у забезпеченні інтеграції державного та приватного сектору в межах будівельного кластеру. Така багатовекторна система створює умови для балансування інтересів, підвищення прозорості та ефективності кластерного управління.



Рис. 1. Моделі управління будівельними кластерами в умовах ДПП
(розроблено авторами на основі [12])

Таблиця 2.

Інструменти інтеграції суб'єктів у межах будівельних кластерів
(розроблено авторами на основі [14])

Категорія	Форма реалізації	Переваги для ДПП	Обмеження / Ризики
Нормативна база	Закони, постанови, дорожні карти	Легітимність, стабільність, доступ до держпрограм	Фрагментарність, відсутність єдиного закону про кластери
Контрактна взаємодія	Меморандуми, ЕРС, РРР-угоди	Гнучкість, розподіл відповідальності, правовий захист	Складність юридичної стандартизації
Координаційна інфраструктура	Кластерний офіс, агенція розвитку, технічний хаб	Централізація комунікацій, підтримка проєктів	Залежність від фінансування, можливий конфлікт інтересів
Цифрові платформи	ВІМ, ERP, тендерні системи, ризик-моніторинг	Швидкість, прозорість, аналітика, спільна база даних	Високі витрати впровадження, потреба в ІТ-грамотності

Забезпечення сталості, гнучкості та результативності інституційної структури кластерів у будівельній галузі є критично важливим завданням, особливо в умовах динамічного ринкового середовища, регуляторних змін і

високого рівня галузевих ризиків. Успішне функціонування таких кластерів неможливе без системної організації стратегічного управління, побудови адаптивного ризик-менеджменту, впровадження механізмів моніторингу та гнучкого зворотного зв'язку, які дозволяють не лише контролювати процеси, а й оперативно коригувати управлінські рішення відповідно до змін у внутрішньому та зовнішньому середовищі.

Стратегічне управління у кластері будівельної галузі передбачає наявність довгострокового бачення розвитку, затвердження загальної місії та формування програмного документа – стратегії розвитку. Цей документ повинен містити вектори інфраструктурного, інвестиційного, інноваційного й соціального розвитку кластера, а також механізми його реалізації, індикатори ефективності та сценарні моделі реагування на ризики. Ефективність такого управління забезпечується регулярним стратегічним плануванням, участю усіх ключових стейкхолдерів (представників держави, бізнесу, науки, громад), створенням стратегічних рад і залученням зовнішніх експертів для періодичного аудиту стратегічних цілей. Такий підхід формує не лише внутрішню консолідацію учасників, а й підвищує довіру з боку інвесторів, донорів і громадськості [15].

Не менш важливою складовою є системи моніторингу та зворотного зв'язку, які забезпечують контроль за досягненням цілей, корекцію стратегії, перегляд організаційної моделі та адаптацію до змін. Такі системи повинні бути інтегрованими, охоплювати показники КРІ (ключові індикатори результативності), індикатори соціального ефекту, ступінь залучення учасників, прозорість фінансування та ефективність управлінських рішень. Вони повинні працювати у форматі постійного циклу «план – реалізація – контроль – зворотний зв'язок – адаптація» [16].

В основі такої моделі — цифрова аналітика, візуалізовані дашборди, open-data портали та системи громадського аудиту, які дозволяють як учасникам, так і зовнішнім спостерігачам оцінювати прогрес кластера в режимі реального часу.

Література

1. Соціально-гуманітарні аспекти розвитку сучасного суспільства: Матеріали восьмої Всеукраїнської наукової конференції студентів, аспірантів, викладачів та співробітників (Суми, 16–17 квітня 2020 р.) / уклад. М. М. Набок; коректура англ. текст. Н.В. Мальованої. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 496 с.
2. North, D. C., & Eggertsson, T. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge University Press.

3. Callon M., Law J., Rip A. (eds). Mapping the Dynamics of Science and Technology: Sociology of Science in the Real World. London, 1986.
4. Колесник І.І. «Повернення до речей» як перспектива історичних досліджень // Укр. істор. журн. 2012. №3.
5. Артеменко А.П. Топологія Я в мережевих структурах соціуму. Харків, 2013.
6. Радіонов Ю.Д. Формування видатків бюджету : монографія / Ю.Д. Радіонов. – Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2019. – 616 с. ISBN 978-966-629-944-7 DOI: <http://doi.org/10.31617/m.knute.2019-449>
7. Теорія та практика управління суб'єктами підприємництва : колект. моногр. / за заг. ред. Т. В. Гринько. – Дніпро : Видавець Біла К. О., 2020. – 440 с. ISBN 978-617-645-376-5
8. "Економічний форум 2015: зміст та статті". – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://dspace.uzhnu.edu.ua/jsui/bitstream/lib/8756/3/Економ.%20форум%202015%20\(зміст,%20статті\).pdf](https://dspace.uzhnu.edu.ua/jsui/bitstream/lib/8756/3/Економ.%20форум%202015%20(зміст,%20статті).pdf)
9. Інноваційний ресурс соціально-економічного розвитку України [Електронний ресурс] : зб. доп. 84-ї наук. конф. студ. КНЕУ; 24 квітня — 23 травня 2017 р. / [відп. за вип. О.А. Петухова]. — Київ : КНЕУ, 2017. — 1032 с. ISBN 978-966-926-105-5
10. Стратегічні орієнтири сталого розвитку в Україні та світі: збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених (м. Чернігів, 20 березня 2025 р.). – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2025. – 375 с. ISBN 978-617-7932-77-1
11. Команда HURMA. "Організаційна структура та її візуалізація". – HURMA, 18 червня 2024 року. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://hurma.work/blog/organizacijna-struktura-ta-yiyi-vizualizacziya/>
12. Войтович, В.А , Чуприна, Ю.А. (2023). Оптимізація та контроль програми робіт в підсистемі фінансового менеджменту будівельної організації. Шляхи підвищення ефективності будівництва, 1(51), 129–142.
13. Гуменюк А.М. Безпека структурно-інституціональної трансформації економіки регіону: теоретичні основи та прикладні аспекти : монографія / Анатолій Маркович Гуменюк. – К. : НІСД, 2014. – 468 с. ISBN 978-966-554-213-1
14. Підприємництво та бізнес-адміністрування у воєнний час: сучасні виклики, тренди та трансформації : матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., Харків, 01 – 28 лютого 2024 р. / [редкол. : П.Т. Бубенко, О.Ю. Палант, О.О. Рудаченко]; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова [та ін.]. – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2024. – 372 с. ISBN 978-966-695-602-9

15. I. Chupryna, R. Tormosov, D. Abzhanova, D. Ryzhakov, V. Gonchar and N. Plys, "Scientific and Methodological Approaches to Risk Management of Clean Energy Projects Implemented in Ukraine on the Terms of Public-Private Partnership," 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Nur-Sultan, Kazakhstan, 2022, pp. 1-8

16. "Управління ризиками відповідно до стандарту ISO 31000:2018". – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://qualityexpert.com.ua/articles/657421-upravlinnya-ryzykamy-vidpovidno-do-standartu-iso-310002018>

Mukhin Anatolii,
Doctor of Economics, Professor **Chupryna Khrystyna,**
Gega Sergiy,
Movsesyan Arsen,
Kyiv National University of Construction and Architecture

CONCEPTUAL DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF INSTITUTIONAL MODELS OF CLUSTER MANAGEMENT IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY IN THE CONTEXT OF PUBLIC–PRIVATE PARTNERSHIP

The modern development of the construction industry is characterized by a high level of organizational complexity, the integration of multi-level participants, and the constant need to ensure the sustainability of project initiatives under conditions of market fluctuations. Under these circumstances, the formation of institutional models for managing construction industry clusters gains critical importance, as they are capable of ensuring the synergy of public and private interests. Cluster organization of production implies the integration of enterprises, research institutions, innovation centers, public authorities, and other stakeholders to achieve a common goal—enhancing the competitiveness of the sector, improving product quality, and reducing risks.

In the context of digitalization, globalization, and increasing competition from international corporations, Ukraine's construction industry faces the urgent need to create new institutional mechanisms that combine the flexibility of private business with the stabilizing role of the state. Public–private partnership, when integrated with cluster management, enables not only the efficient use of resources but also stimulates innovation, fosters a favorable institutional environment, and attracts investment. In this format, coordination among diverse participants goes beyond

resource allocation to the creation of a unified development architecture that encompasses organizational, financial, legal, and social dimensions.

Keywords: cluster; construction industry; public–private partnership; institutional models; innovation; competitiveness; management; development.

REFERENCES

1. Socio-humanitarian aspects of the development of modern society: Materials of the eighth All-Ukrainian scientific conference of students, postgraduates, teachers and staff (Sumy, April 16–17, 2020) / comp. M.M. Nabok; English text proof N.V. Malovana. – Sumy: Sumy State University, 2020. – 496 p. {in Ukrainian}
2. North, D.C., & Eggertsson, T. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge University Press. {in English}
3. Callon, M., Law, J., & Rip, A. (eds). (1986). *Mapping the Dynamics of Science and Technology: Sociology of Science in the Real World*. London. {in English}
4. Kolesnyk, I.I. (2012). “Return to Things” as a Perspective of Historical Research. *Ukrainian Historical Journal*, 3. {in Ukrainian}
5. Artemenko, A.P. (2013). *The Topology of the Self in the Network Structures of Society*. Kharkiv. {in Ukrainian}
6. Radionov, Yu.D. (2019). *Formation of Budget Expenditures: Monograph*. Kyiv: Kyiv National University of Trade and Economics. – 616 p. ISBN 978-966-629-944-7. DOI: <http://doi.org/10.31617/m.knute.2019-449//> {in Ukrainian}
7. Hrynyk, T.V. (Ed.). (2020). *Theory and Practice of Management of Business Entities: Collective Monograph*. Dnipro: Publisher Bila K. O. – 440 p. ISBN 978-617-645-376-5/{in Ukrainian}
8. Economic Forum 2015: Content and Articles. – [Electronic resource]. – Access mode: [https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/8756/3/Економ.%20форум%202015%20\(зміст,%20статті\).pdf//](https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/8756/3/Економ.%20форум%202015%20(зміст,%20статті).pdf//) {in Ukrainian}
9. Innovative Resource of Socio-Economic Development of Ukraine [Electronic resource]: Collection of reports of the 84th Scientific Conference of Students, KNEU; April 24 – May 23, 2017 / O. A. Petukhova (ed.). – Kyiv: KNEU, 2017. – 1032 p. ISBN 978-966-926-105-5/. {in Ukrainian}
10. Strategic Guidelines for Sustainable Development in Ukraine and the World: Collection of abstracts of the 4th International Scientific and Practical Conference of Young Scientists (Chernihiv, March 20, 2025). – Chernihiv: National University “Chernihiv Polytechnic”, 2025. – 375 p. ISBN 978-617-7932-77-1. {in Ukrainian}

11. HURMA Team. (2024, June 18). “Organizational Structure and Its Visualization.” – HURMA. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://hurma.work/blog/organizacijna-struktura-ta-yiyi-vizualizacziya/>. {in Ukrainian}
12. Voitovych, V.A., & Chupryna, Yu.A. (2023). Optimization and control of the work program in the subsystem of financial management of a construction organization. *Ways to Improve the Efficiency of Construction*, 1(51), 129–142. {in Ukrainian}
13. Humeniuk, A.M. (2014). *Security of Structural and Institutional Transformation of the Regional Economy: Theoretical Foundations and Applied Aspects*. Kyiv: NISS. – 468 p. ISBN 978-966-554-213-1. {in Ukrainian}
14. *Entrepreneurship and Business Administration in Wartime: Modern Challenges, Trends and Transformations: Proceedings of the International Scientific and Practical Internet Conference, Kharkiv, February 1–28, 2024* / P.T. Bubenko, O.Yu. Palant, O.O. Rudachenko (Eds.). – Kharkiv: O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, 2024. – 372 p. ISBN 978-966-695-602-9. {in Ukrainian}
15. Chupryna, I., Tormosov, R., Abzhanova, D., Ryzhakov, D., Gonchar, V., & Plys, N. (2022). Scientific and methodological approaches to risk management of clean energy projects implemented in Ukraine on the terms of public-private partnership. *2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*, Nur-Sultan, Kazakhstan, 1–8. {in English}
16. *Risk Management According to ISO 31000:2018 Standard*. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://qualityexpert.com.ua/articles/657421-upravlinnya-ryzykamy-vidpovidno-do-standartu-iso-310002018>. {in Ukrainian}

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.

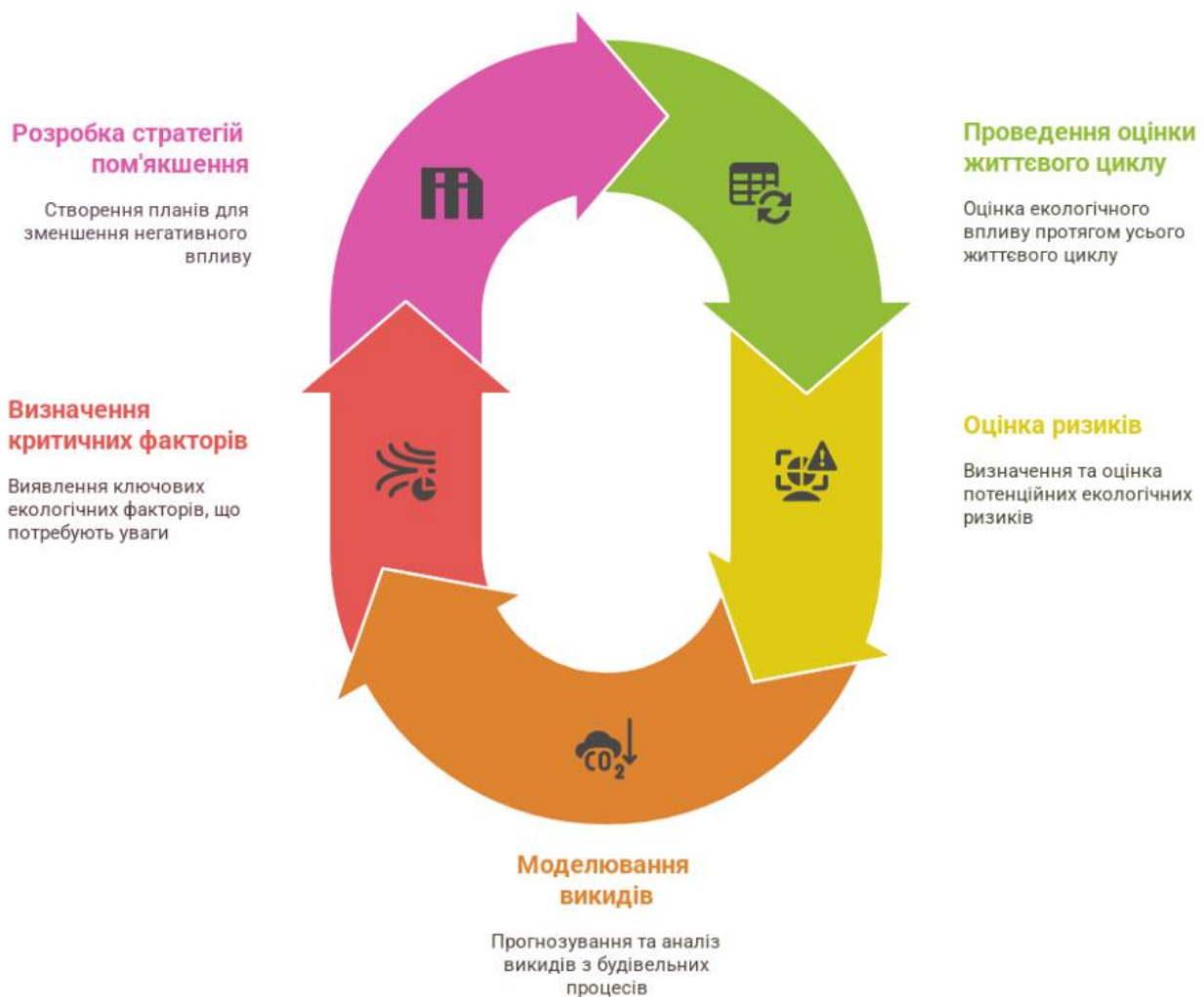


Рис. 1. Структура наукових моделей для аналізу екологічних компонентів у процесно-технологічному середовищі будівельного виробництва (розроблено авторами на основі [4])

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.

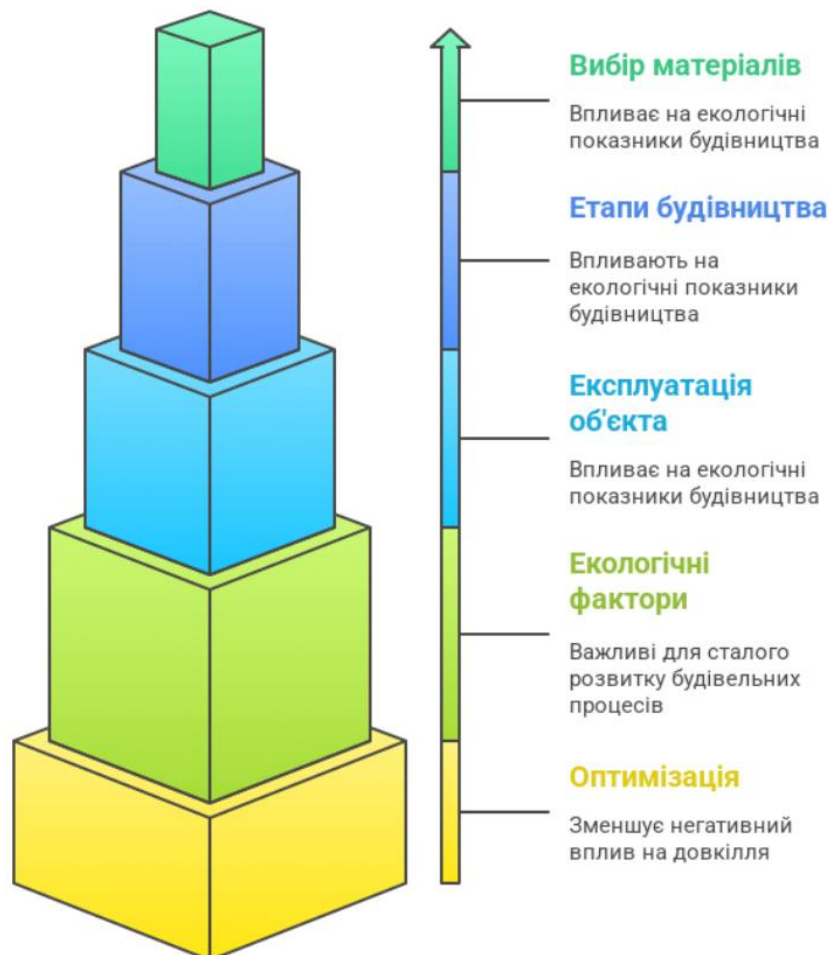


Рис. 2. Концептуальна модель виявлення критичних екологічних компонентів у будівельному виробництві (розроблено авторами на основі [5])

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.

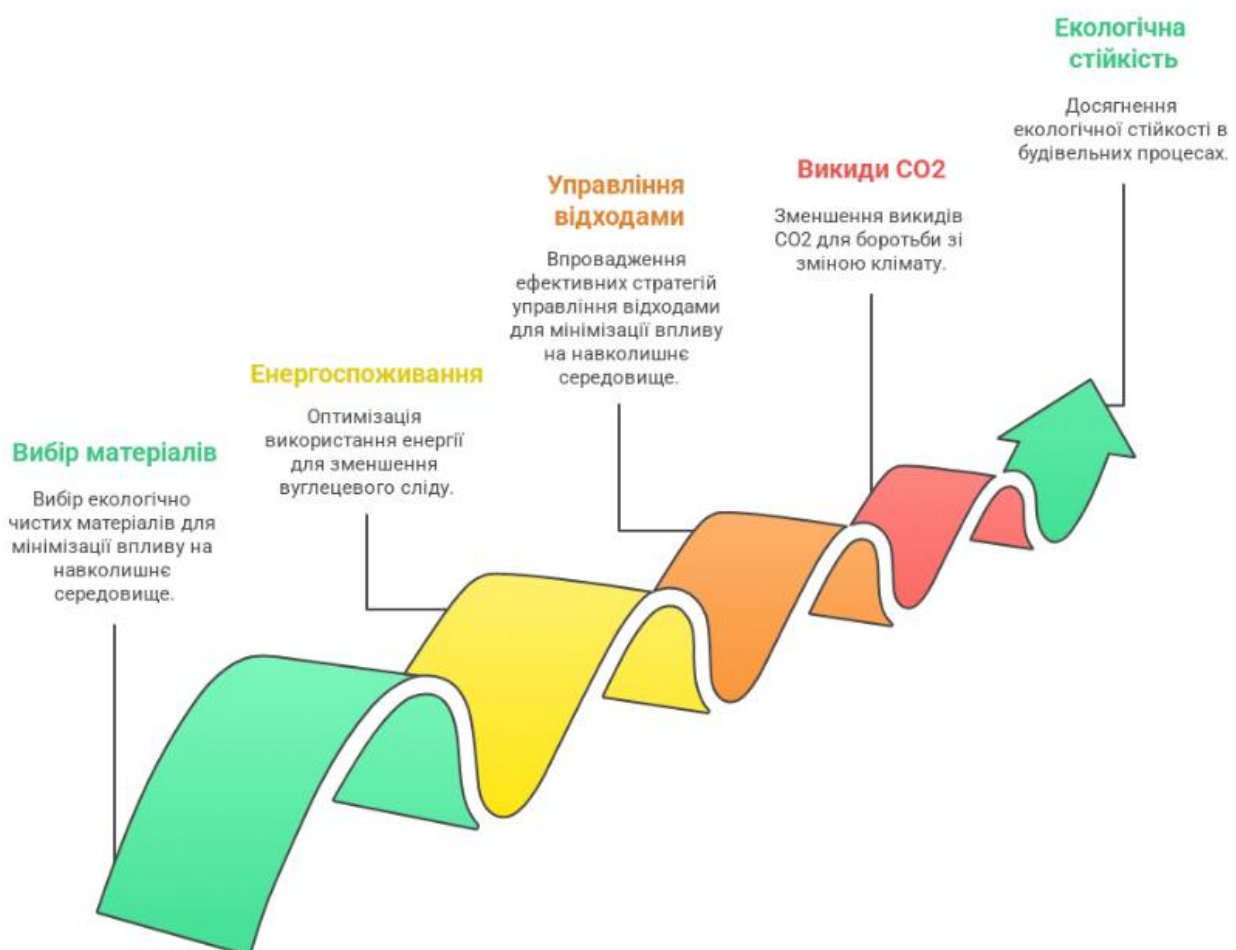


Рис. 3. Структура екологічних параметрів процесно-технологічного середовища будівельного виробництва (розроблено авторами на основі [12])

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.

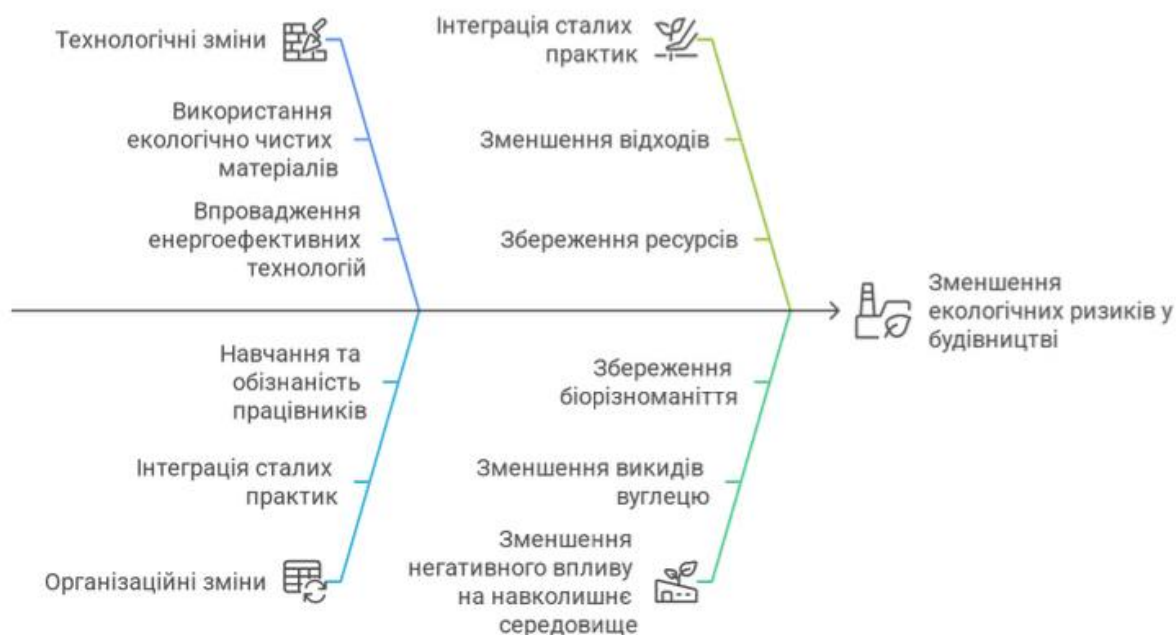


Рис. 4. Концептуальна модель оптимізації екологічних параметрів для зниження ризиків у будівництві (розроблено авторами на основі [13])

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}