

DOI: 10.32347/2786-7269.2026.16.581-590

УДК 330.131.7:338.45:69:004:502.131.1

Кушнір О.К.,

kushnir.ok@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-3982-0228,

Сторожук О.В.,

storozhuk.ov@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0003-8305-1080

Київський національний університет будівництва та архітектури

ЕКОНОМІЧНА ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ ОПЕРАЦІЙНОЇ РЕЗИЛЬЄНТНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ПЕРЕХОДУ ДО БІОСФЕРОСУМІСНОЇ МОДЕЛІ РОЗВИТКУ

Обґрунтовано теоретико-методичні засади параметризації економічної та операційної резильєнтності підприємства в умовах переходу до біосферосумісної моделі розвитку та реалізації подвійного зеленого і цифрового переходу. Розкрито сутність екосистемного підходу у будівництві як інтегрованої багаторівневої мережі взаємодії девелоперів, підрядників, фінансових інституцій, постачальників технологій і цифрових платформ, що функціонує на засадах координації даних, розподілу ризиків і платформеної синхронізації процесів. Доведено, що операційна резильєнтність посилюється через диверсифікацію ресурсних потоків, модульність контрактних відносин, сценарне планування та цифрову інтеграцію управлінських контурів.

Сформовано критеріальну базу економіко-екологічного оцінювання біосферосумісного розвитку підприємства, що охоплює показники ресурсної інтенсивності, циркулярності матеріальних потоків, вуглецевої інтенсивності, екологічної капіталізації інвестицій, резильєнтності до ресурсних шоків та стратегічної інтеграції принципів сталості. Запропоновано підхід до мультикритеріального вимірювання інтегрального індексу стійкості на основі нормування та зважування взаємопов'язаних параметрів.

Розроблено концептуальні положення системної діагностики господарського портфеля підприємства з урахуванням екологічної інтенсивності, довгострокової стабільності грошових потоків і ризик-профілю. Обґрунтовано доцільність формування цифрового двійника портфеля інвестиційно-будівельних проєктів як інструменту управління в просторі «вартість–ризик–ліквідність–ресурсні обмеження–ESG-ефект». Доведено, що цифрові платформи виступають інституційним ядром екосистемної трансформації, забезпечуючи гармонізацію інформаційних потоків, зниження транзакційних витрат і підвищення точності прогнозування.

Практичне значення результатів полягає у можливості формування інтегрованої системи управління стійкістю підприємства, що поєднує

економічну ефективність, екологічну збалансованість і цифрову адаптивність у довгостроковій перспективі

Ключові слова: економічна стійкість; операційна трансформація; підприємство; біосферосумісність; сталий розвиток; бізнес-модель; інноваційний розвиток; підприємство; інвестиційно-будівельний проєкт; цифровізація; економічна ефективність; циркулярна економіка; ризик; бюджетування; ESG-принципи; процесно-орієнтоване управління; мультикритеріальна економічна діагностика

Постановка проблеми. Екосистеми у будівництві доцільно розглядати як інтегровані багаторівневі мережі взаємодії девелоперів, підрядників, фінансових інституцій, постачальників технологій, регуляторних органів і цифрових платформ, що функціонують на основі узгоджених правил координації, обміну даними та розподілу ризиків. На відміну від традиційних ієрархічних структур, екосистемна модель передбачає гнучку конфігурацію партнерств, швидке переналаштування ланцюгів створення вартості та інтеграцію інформаційних потоків у режимі реального часу.

Адаптивні механізми в межах такої екосистеми проявляються через модульність контрактних відносин, цифрову синхронізацію виробничих процесів, спільне управління ризиками, сценарне планування та платформену координацію ресурсів, що забезпечує скорочення транзакційних витрат, підвищення точності планування, зменшення простоїв і втрат від асиметрії інформації. Водночас операційна резильєнтність підприємств посилюється завдяки диверсифікації постачальників, мережевій взаємозамінності виконавців, гнучким фінансовим інструментам і механізмам колективного реагування на шоки. У результаті екосистемний підхід трансформує будівельне підприємство з ізольованого суб'єкта господарювання в елемент динамічної мережевої структури, здатної підтримувати продуктивність та економічну стійкість навіть в умовах високої невизначеності, ресурсних обмежень і турбулентності зовнішнього середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Європейський Союз трактує подвійний — зелений і цифровий — перехід як інтегровану системну трансформацію, що поєднує кліматичну нейтральність (European Green Deal [1], горизонт 2050 р.) із цифровізацією як інструментом екологічної модернізації («Shaping Europe's Digital Future» [2]). «Зелений» вимір орієнтований на декарбонізацію, ресурсоефективність і циркулярність, «цифровий» — на технологічну та управлінську адаптивність; у політиці ЄС вони постають як комплементарні, але внутрішньо напружені логіки розвитку. Екологічна парадигма обмежень (скорочення викидів і ресурсоспоживання) співіснує з

логікою цифрового розширення (продуктивність, нові сервіси), що створює ризик «зростання без сталості» та маргіналізації нефреймованих у цифрових даних екологічних проблем. Додатковими викликами є міжсекторна інтеграція, стандартизація, кібербезпека, етичність технологій і регіональна асиметрія ефектів. Такі екосистеми посилюють економічну ефективність, соціальну інклюзивність і екологічну результативність, однак потребують єдиних стандартів, довіри та розвинених регуляторних рамок (зокрема в межах Digital Europe Programme [3] та Circular Economy Action Plan [4]). Ефективність подвійного переходу визначається не лише технологічною готовністю, а насамперед інституційною спроможністю до синергійної координації цифрово-зелених трансформацій [5-9].

За цих умов формується потреба в інтегрованій управлінській парадигмі, здатній узгодити екологічні, економічні та цифрові траєкторії через міжінституційну координацію та мультисекторальні механізми. Еволюція цифрових платформ — від інструментів оптимізації до міжорганізаційних екосистем — стає інституційним ядром подвійного переходу: вони трансформують лінійні ланцюги постачання в мережеві системи створення вартості на основі обміну даними, гармонізації інформаційних потоків і комерціалізації аналітики.

Метою статті є розроблення теоретико-методичних засад параметризації економічної та операційної резильєнтності підприємства в умовах переходу до біосферосумісної моделі розвитку та подвійної зелено-цифрової трансформації, а також формування інтегрованого інструментарію економіко-екологічної діагностики господарського портфеля та цифрово орієнтованого управління інвестиційно-будівельними проектами з урахуванням ризиків, ресурсних обмежень і ESG-параметрів.

Виклад основного матеріалу. Інтеграція принципів циркулярності та біосферосумісності в систему управління підприємством передбачає трансформацію традиційної моделі господарювання від лінійної логіки «ресурс–виробництво–відходи» до замкнених контурів створення вартості, у яких матеріальні, енергетичні та фінансові потоки організовані з урахуванням відтворюваності природного капіталу. Такий підхід формує управлінську парадигму, де економічна результативність узгоджується з екологічними межами та довгостроковою стійкістю соціально-економічних систем.

На рівні корпоративного управління це означає інституціоналізацію екодизайну, ресурсної ефективності, повторного використання та рециркуляції матеріалів, а також впровадження показників, що відображають вплив діяльності підприємства на екосистемні послуги й природний баланс. Біосферосумісність розширює концепцію циркулярності, оскільки акцентує не

лише на мінімізації відходів, а й на гармонізації виробничих процесів із природними циклами, обмеженнями екологічної ємності та принципами міжпоколінної справедливості.

Інтеграційний ефект досягається через перебудову стратегічного планування, бюджетування, системи контролінгу та управління ризиками, де екологічні параметри стають внутрішніми економічними змінними. У підсумку підприємство переходить до моделі, в якій конкурентоспроможність визначається не лише масштабом і фінансовими показниками, а й здатністю забезпечувати відтворення ресурсної бази та підтримувати екологічну рівновагу в довгостроковому горизонті розвитку.

Мультикритеріальне оцінювання результативності переходу підприємства до біосферосумісної моделі господарювання доцільно здійснювати на основі інтегрального індексу, сформованого шляхом нормування та зважування системи взаємопов'язаних економічних, екологічних і організаційних параметрів. Оцінка повинна фіксувати не лише зниження негативного впливу на довкілля, а й трансформацію бізнес-моделі, структури витрат, ризик-профілю та довгострокової вартості підприємства (табл. 1).

Таблиця 1

Критеріальна база економіко-екологічного оцінювання біосферосумісного розвитку підприємства

№	Параметр оцінювання	Зміст показника	Можливий індикатор вимірювання
1	Ресурсна інтенсивність виробництва	Рівень матеріало-, енерго- та водоемності у розрахунку на одиницю доданої вартості	кВт·год/грн ДВ; кг сировини/грн доходу
2	Коефіцієнт циркулярності матеріальних потоків	Частка повторного використання та рециркуляції ресурсів у загальному обсязі споживання	% вторинних ресурсів у загальному балансі
3	Вуглецева інтенсивність операційної діяльності	Обсяг викидів CO ₂ -еквівалента відносно доходу або обсягу виробництва	т CO _{2e} /млн грн доходу
4	Індекс екологічної капіталізації витрат	Частка інвестицій у природоорієнтовані технології та екодизайн	% «зелених» інвестицій у загальному бюджеті
5	Біосферна відповідність ланцюга постачання	Ступінь екологічної відповідності контрагентів та партнерів	% постачальників із ESG-сертифікацією
6	Операційна резильєнтність до ресурсних шоків	Здатність зберігати виробничі параметри за умов дефіциту ресурсів	Коефіцієнт варіації обсягів виробництва
7	Економічна ефективність екологізації	Співвідношення економічного ефекту до витрат на впровадження біосферосумісних рішень	ROI екологічних проєктів
8	Індекс стратегічної інтеграції принципів сталості	Рівень включення екологічних цілей у систему KPI та управлінський контроль	Частка KPI зі сталими параметрами

Системна діагностика господарського портфеля підприємства з позицій біосферосумісності передбачає комплексне оцінювання структури видів діяльності, інвестиційних проєктів і джерел доходу з урахуванням їхнього впливу на природний капітал, ресурсну інтенсивність та екологічні ризики. На відміну від традиційного фінансово-орієнтованого аналізу, такий підхід інтегрує економічні показники прибутковості й ліквідності з параметрами циркулярності, вуглецевого навантаження та відтворюваності ресурсів. Методично діагностика базується на стратифікації портфеля за рівнем екологічної інтенсивності, довгострокової стійкості грошових потоків та відповідності принципам біосферної рівноваги, що дозволяє ідентифікувати структурні диспропорції, «екологічно токсичні» напрями діяльності, а також потенціал для реінвестування у природоорієнтовані сегменти. У стратегічному вимірі системна діагностика виступає інструментом трансформації портфеля у бік видів діяльності, що забезпечують синергію економічної результативності та екологічної збалансованості, формуючи передумови довгострокової конкурентоспроможності підприємства в умовах зростання регуляторного та ринкового тиску щодо сталості.

Параметризація економічної резильєнтності полягає у формалізації здатності підприємства зберігати функціональну цілісність, платоспроможність і відтворювальний потенціал під впливом зовнішніх та внутрішніх шоків через систему кількісно вимірюваних індикаторів. Йдеться про перехід від декларативного розуміння стійкості до її аналітичної інтерпретації у вигляді структурованої моделі з чітко визначеними змінними, пороговими значеннями та механізмами оцінювання динаміки. У межах такого підходу резильєнтність декомпонується на взаємопов'язані компоненти: фінансову гнучкість (ліквідність, запас фінансової міцності), структурну диверсифікованість доходів, адаптивність витратної бази, швидкість відновлення операційних показників, чутливість до ресурсних і цінових коливань, інвестиційну спроможність у кризових фазах. Кожен компонент відображається через систему коефіцієнтів, варіаційних показників, індикаторів волатильності та сценарних оцінок.

Параметризація також передбачає встановлення функціональних зв'язків між змінними, що дозволяє моделювати поведінку підприємства в альтернативних макроекономічних або галузевих сценаріях. У результаті формується інтегральний профіль економічної резильєнтності, який дає можливість порівнювати підприємства між собою, відстежувати траєкторію їхньої стійкості в часі та визначати критичні точки управлінського втручання. Економіко-аналітична концептуалізація формування портфеля інвестиційно-будівельних проєктів девелопера у цифрово орієнтованому середовищі

доцільно розуміти як побудову формалізованої системи принципів, моделей і показників, що забезпечує раціональний відбір, структурування, синхронізацію та керованість множини проєктів у просторі «вартість–ризик–ліквідність–ресурсні обмеження–стратегічний ефект» за умов постійного оновлення даних і високої мінливості зовнішніх та внутрішніх параметрів. У цій логіці портфель не є механічною сумою проєктів; він виступає економічною конфігурацією майбутніх грошових потоків і зобов'язань девелопера, а також інструментом трансформації капіталу в активи з прогнозованими характеристиками дохідності, строків, стійкості та відповідності регуляторним/ESG-вимогам. Цифрово орієнтоване середовище змінює саму природу портфельних рішень: джерелом конкурентної переваги стає не лише доступ до земельного банку чи фінансування, а й здатність організації перетворювати дані (BIM/CDE, фінансові системи, контракти, ланцюги постачання, ринкову аналітику) на керовані портфельні параметри, скорочуючи «інформаційний розрив» між планом і фактом.

Концепт базується на інтеграції трьох взаємопов'язаних площин. Перша — економічна, що описує портфель як систему інвестиційних опціонів, де кожен проєкт має вартість, часову структуру, ризиковий профіль, капіталомісткість і залежність від макропараметрів (ставки, інфляція будресурсів, попит, регуляторні обмеження). Друга — аналітична, яка задає інструментарій кількісної діагностики й оптимізації (моделі NPV/IRR із корекцією на ризик, CVaR/стрес-тестинг, сценарно-ймовірнісні дерева, багатокритеріальні функції корисності, мережеві та ресурсно-обмежені календарні моделі). Третя — цифрова, що забезпечує «замикання контурів» управління: безперервний збір даних, їхню валідацію, трасованість припущень, динамічне оновлення прогнозів і автоматизоване узгодження рішень між стейкхолдерами. У сукупності це формує цифровий двійник портфеля як об'єкт економічного управління, де модель вартості та ризиків портфеля постійно синхронізується з фактичними показниками проєктів.

Цифрово орієнтоване середовище вводить у модель портфеля додаткову категорію — якість даних і швидкість їхнього проходження через управлінські контури. По суті, дані стають виробничим фактором, а аналітика — засобом зниження транзакційних витрат координації, скорочення помилок планування та зменшення дисперсії результатів (відхилень бюджету/строків/якості). У такій системі економічна цінність цифровізації виражається не «наявністю BIM», а вимірюваним ефектом: зниженням витрат від переробок і колізій, зменшенням тривалості циклу прийняття рішень, зростанням точності прогнозу cash-flow, підвищенням прозорості для фінансистів і можливістю дешевшого капіталу. Отже, портфельна модель має включати «цифрові драйвери» як фактори, що

змінюють параметри розподілів витрат і строків, а також впливають на ризикову надбавку до ставки дисконту/капіталу.

Методологічно концептуалізація спирається на ієрархічну модель формування портфеля. На верхньому рівні — цілі девелопера (зростання вартості підприємства, стійкість грошових потоків, контроль ризиків, виконання ESG/регуляторних вимог, забезпечення ринкової позиції). Далі — портфельні обмеження: ліміти капіталу та боргу, ковенанти, ресурсні потужності, допустимий ризик-апетит, вимоги до ліквідності та календарної пропускної здатності. Наступний рівень — проєктні атрибути (очікувані потоки, структура витрат, «вузькі місця» ресурсів, технологічні ризики, контрактні умови, залежності від дозвільних процедур). Завершальний — цифрові метрики спроможності керування (зрілість CDE/даних, інтеграція фінансового й виробничого контурів, надійність даних, рівень автоматизації контролінгу). Узгодження рівнів здійснюється через двоконтурну логіку: стратегічний контур задає правила і ваги (функцію корисності), а операційний контур через цифрові дані перевіряє здійсненність і коригує параметри в режимі rolling planning.

Власне економіко-аналітична постановка задачі формування портфеля у цифровому середовищі набуває вигляду багатокритеріальної оптимізації з ризиковими та ресурсно-календарними обмеженнями. Цільова функція має поєднувати максимізацію ризик-скоригованої вартості (наприклад, NPV, скоригованої на CVaR або на ймовірність порушення ковенантів), мінімізацію концентраційних ризиків, забезпечення ліквідності на критичних горизонтах і досягнення стратегічних/ESG-цілей. Важливо, що цифровізація дозволяє перейти від оцінки «точковими» значеннями до управління розподілами й траєкторіями показників: витрати/строки/доходи моделюються як випадкові процеси з оновленням параметрів за фактичними даними, а портфельне рішення стає адаптивним — із правилами зупинки, відтермінування, прискорення чи зміни конфігурації проєкту (реальні опціони).

Висновки. У статті обґрунтовано необхідність параметризації економічної та операційної резильєнтності підприємства в умовах переходу до біосферосумісної моделі розвитку та подвійної зелено-цифрової трансформації. Доведено, що стійкість має інтерпретуватися як формалізована система кількісних індикаторів, що відображають фінансову гнучкість, диверсифікацію доходів, адаптивність витрат і чутливість до ресурсних шоків.

Сформовано критеріальну базу економіко-екологічного оцінювання, яка поєднує показники ресурсної та вуглецевої інтенсивності, циркулярності, екологічної капіталізації інвестицій і стратегічної інтеграції принципів сталості. Запропоновано підхід до формування інтегрального індексу стійкості на основі

мультикритеріального аналізу. Обґрунтовано доцільність системної діагностики господарського портфеля та використання цифрового двійника інвестиційно-будівельних проєктів як інструменту підвищення точності прогнозування, зниження ризиків і узгодження параметрів «вартість–ризик–ліквідність–ESG-ефект». Показано, що цифрові платформи є інституційним ядром екосистемної моделі управління, забезпечуючи синергію економічної ефективності, екологічної збалансованості та цифрової адаптивності підприємства.

Список використаних джерел (REFERENCES)

1. European Commission. (2019). *The European Green Deal* (COM (2019) 640 final). Publications Office of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>. {in English}
2. European Commission. (2020). *Shaping Europe's digital future*. Publications Office of the European Union. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/shaping-europes-digital-future>. {in English}
3. European Parliament & Council of the European Union. (2021). *Regulation (EU) 2021/694 establishing the Digital Europe Programme (2021–2027)*. Official Journal of the European Union, L 166, 1–34. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/694/oj>. {in English}
4. European Commission. (2020). *A new circular economy action plan: For a cleaner and more competitive Europe* (COM (2020) 98 final). Publications Office of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0098>. {in English}
5. Trach R, Chupryna I, Tormosov R, Druzhynin M, Trach Y, Ryzhakova G, Ratnikov D. An Integrated Fuzzy Logic and Network Analysis Approach to Assessing Supply Chain Stability in Prefabricated Construction. *Sustainability*. 2026; 18(3):1380. <https://doi.org/10.3390/su18031380>. {in English}
6. Trach, R., Khomenko, O., Ryzhakova, G. & Obodianska, O. (2023). Application of Fuzzy Logic and SNA Tools to Assessment of Communication Quality between Construction Project Participants. *Sustainability*, 15 (7), 5653. <https://doi.org/10.3390/su15075653>. {in English}
7. Sychov, O., Fesun, A., Ryzhakova, G., Chupryna, Yu., Rubtsova, S., & Dubyna, N. (2025). Investment support for digital construction in the context of Ukraine's post-war reconstruction. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 5(64), 384–396. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.5.64.2025.4867>. {in English}
8. Reznik, N., Alekseieva, K.A., Maliarenko, O., ... Krupnyk, Ryzhakova, G..et al. (2025). The Role of the State in Development of Competition as a Key Institutional Prerequisite in Conditions of the Welfare Economy. In: Alareeni, B., Hamdan, A. (eds) *Leveraging Advanced Technologies: Business Model Innovation and the Future*. ICBT 2024. https://doi.org/10.1007/978-3-032-00447-5_55. {in English}

9. Trach, R., Ryzhakova, G., Trach, Y., Shpakov, A., & Tyvoniuk, V. (2023). Modeling the Cause-and-Effect Relationships between the Causes of Damage and External Indicators of RC Elements Using ML Tools. *Sustainability*, 15(6), 5250. <https://doi.org/10.3390/su15065250>. {in English}

PhD Student **Oleksii Kushnir**

PhD Student **Oleksandr Storozhuk**

Kyiv National University of Construction and Architecture

ECONOMIC PARAMETERIZATION OF ENTERPRISE OPERATIONAL RESILIENCE UNDER THE TRANSITION TO A BIOSPHERE-COMPATIBLE DEVELOPMENT MODEL

The article substantiates the theoretical and methodological foundations of parameterizing the economic and operational resilience of an enterprise in the context of the transition to a biosphere-compatible development model and the implementation of the twin green and digital transition. The essence of the ecosystem approach in construction is revealed as an integrated multi-level network of interaction among developers, contractors, financial institutions, technology suppliers, and digital platforms, functioning on the principles of data coordination, risk sharing, and platform-based process synchronization. It is proved that operational resilience is strengthened through the diversification of resource flows, modular contractual relations, scenario planning, and the digital integration of management contours.

A criteria framework for the economic and environmental assessment of biosphere-compatible enterprise development has been formed, encompassing indicators of resource intensity, circularity of material flows, carbon intensity, environmental capitalization of investments, resilience to resource shocks, and strategic integration of sustainability principles. An approach to the multicriteria measurement of an integral sustainability index based on normalization and weighting of interrelated parameters is proposed.

Conceptual provisions for the systemic diagnostics of an enterprise's business portfolio have been developed, taking into account environmental intensity, long-term cash flow stability, and risk profile. The feasibility of forming a digital twin of an investment and construction project portfolio as a management tool within the "value–risk–liquidity–resource constraints–ESG effect" framework is substantiated. It is proved that digital platforms act as the institutional core of ecosystem transformation, ensuring harmonization of information flows, reduction of transaction costs, and improvement of forecasting accuracy.

The practical significance of the results lies in the possibility of forming an integrated enterprise resilience management system that combines economic efficiency, environmental balance, and digital adaptability in the long-term perspective.

Keywords: economic resilience; operational transformation; enterprise; biosphere compatibility; sustainable development; business model; innovative development; investment and construction project; digitalization; economic efficiency; circular economy; risk; budgeting; ESG principles; process-oriented management; multicriteria economic diagnostics.