

Життєвий цикл об'єкта нерухомості як база формування ESG-орієнтованої вартості активів будівельного підприємства

Актуальність теми дослідження. Поглиблення вимог до прозорості, декарбонізації та соціальної відповідальності у поєднанні з дефіцитом довгого капіталу для відбудови і розвитку нерухомості зумовлює потребу інтеграції ESG-параметрів у фінансово-економічні моделі будівельних підприємств.

Постановка проблеми. Наявні підходи переважно фіксують нефінансові характеристики або ж фінансові результати окремо, не забезпечуючи формалізованого переходу від ESG-індикаторів до вимірюваних параметрів доходності, ризику та капіталізації, що ускладнює прийняття обґрунтованих управлінських і інвестиційних рішень.

Постановка мети і завдань дослідження. Метою є розроблення аналітичного інструментарію трансляції ESG-характеристик у систему економічної діагностики вартості активів девелопера. Завданнями визначено ідентифікацію каналів впливу на операційний дохід, формування матриці «параметр – фінансовий показник – рішення інвестора» та обґрунтування KPI, релевантних для портфельного управління.

Методи дослідження. Використано поєднання підходів життєвого циклу, дисконтованих грошових потоків, багатокритеріального аналізу, методів порівняльної оцінки та сценарного моделювання з урахуванням регуляторних і кліматичних ризиків.

Результати дослідження. Запропоновано систему показників, що підвищує відтворюваність інвестиційних рішень і узгоджує технічні параметри проекту з очікуваннями ринку капіталу.

Галузь застосування результатів. Девелоперські компанії, банки, інституційні інвестори, органи регулювання та консультанти з оцінки нерухомості при формуванні інвестиційних стратегій, кредитних політик і програм модернізації.

Висновки. Доведено, що інтеграція ESG у процедури економічної діагностики переводить стабільність із репутаційної категорії у фінансовий інструмент, здатний знижувати невизначеність, підвищувати стійкість грошових потоків і формувати довгострокову конкурентоспроможність будівельного підприємства.

Ключові слова: ESG, будівельний девелопмент, економічна діагностика, життєвий цикл об'єкта, сталий розвиток, інвестиційна привабливість, цифровізація, інновації, операційна ефективність, портфель проектів, конкурентоспроможність.

OLEKSII KUSHNIR

The life cycle of a real estate asset as a basis for the formation of ESG-oriented value of construction enterprise assets

Relevance of the research topic. The tightening of requirements for transparency, decarbonization, and social responsibility, combined with the shortage of long-term capital for real estate recovery and development, necessitates the integration of ESG parameters into the financial and economic models of construction enterprises.

Problem statement. Existing approaches tend to consider non-financial characteristics or financial outcomes separately, without providing a formalized transition from ESG indicators to measurable parameters of return, risk, and capitalization, which complicates informed managerial and investment decision-making.

Purpose and objectives of the study. The purpose is to develop analytical tools for translating ESG characteristics into a system of economic diagnostics of a developer's asset value. The objectives include identifying the channels of influence on operating income, constructing the matrix «parameter – financial indicator – investor decision,» and substantiating KPIs relevant for portfolio management.

Research methods. *The study employs a combination of life-cycle approaches, discounted cash flow analysis, multi-criteria decision analysis, comparative assessment methods, and scenario modeling, taking into account regulatory and climate risks.*

Results. *A system of indicators is proposed that increases the reproducibility of investment decisions and aligns the project's technical parameters with capital market expectations.*

Application area. *Developer companies, banks, institutional investors, regulatory authorities, and real estate valuation consultants in the formation of investment strategies, credit policies, and modernization programs.*

Conclusions. *It is proven that the integration of ESG into economic diagnostic procedures transforms sustainability from a reputational category into a financial instrument capable of reducing uncertainty, strengthening the resilience of cash flows, and ensuring the long-term competitiveness of a construction enterprise.*

Keywords: *ESG, construction development, economic diagnostics, asset life cycle, sustainable development, investment attractiveness, digitalization, innovation, operational efficiency, project portfolio, competitiveness.*

Постановка проблеми. У сучасній фінансово-економічній парадигмі ESG (Environmental, Social, Governance) інтерпретується не як декларативний набір принципів корпоративної відповідальності, а як система вимірюваних нефінансових детермінант, що безпосередньо впливають на профіль ризику, умови доступу до капіталу та довгострокову здатність активу генерувати стабільні грошові потоки. У цьому розумінні ESG-параметри виконують функцію транслятора між технологічними, просторовими й організаційними характеристиками об'єкта та його інвестиційною привабливістю, оскільки саме через них інвестор оцінює надійність, адаптивність і регуляторну стійкість майбутніх результатів діяльності. Відтак нефінансові індикатори перестають бути зовнішнім доповненням до економічної моделі підприємства і перетворюються на інтегровані драйвери вартості. Трансформація ESG із площини репутаційної атрибутики у категорію фінансової раціональності відображає фундаментальний зсув у логіці оцінювання результативності підприємств будівництва. Якщо на ранніх етапах поширення концепції екологічні та соціальні ініціативи трактувалися переважно як інструмент легітимізації бізнесу в очах громади та регулятора, то в сучасній інвестиційній архітектоніці вони дедалі більше інтегруються у механізми ціноутворення капіталу, структурування боргу, визначення страхової вартості ризику та формування очікуваної дохідності активів. Відбувається перехід від символічної до інструментальної функції ESG.

У будівельній галузі така еволюція має особливу глибину через капіталомісткість проектів, тривалий інвестиційний цикл, залежність від кредитного

фінансування та високу чутливість до регуляторних змін. Екологічні характеристики об'єктів, параметри безпеки й комфорту користувачів, якість корпоративного управління та прозорість процедур перестають бути факультативними перевагами; вони стають змінними фінансовою моделі, що визначають величину дисконтної ставки, тривалість інвестиційного горизонту та ліквідність заставної маси. Таким чином, ESG переходить у статус фактору, який формує очікувану премію за ризик. Сучасний етап розвитку галузі характеризується інституціоналізацією ESG як фінансового драйвера: він визначає швидкість обороту капіталу, глибину інтеграції підприємства у міжнародні інвестиційні потоки та довгострокову конкурентоспроможність. Репутаційний вимір не зникає, однак стає похідним від здатності компанії довести економічну результативність своєї відповідальної поведінки. Саме у цій площині відбувається остаточне злиття етики та фінансів, де сталість виступає формою вартості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз досліджень і практико-орієнтованих публікацій демонструє, що «започаткування розв'язання» проблеми ESG-орієнтованої вартості в будівництві відбувається не через одну універсальну модель, а через поєднання трьох контурів: 1) трансляцію ESG у драйвери грошового потоку об'єкта, 2) трансляцію ESG у параметри вартості капіталу та доступу до фінансування, 3) трансляцію ESG у формалізовані інструменти оцінки (LCA/whole-life carbon, таксономії, скоринг/рейтинги).

На макрорівні (і для практики девелопера) суттєвими є огляди та довідники [1], які кристалізують

інфраструктуру сталого фінансування (ринок інструментів, вимоги до проектів/активів, приклади структур фінансування сталих будівель). Вони важливі тим, що задають «правила входу» у капітал: які характеристики активу повинні бути доведені даними, як вибудовується логіка відповідності та які фінансові переваги (або обмеження) виникають.

Найбільш «опорні» роботи у площині оцінки нерухомості [2–5] фіксують методологічний зсув від декларацій до капіталізаційної логіки: ESG пропонується вводити в оцінку через канали NOI (орендні ставки/вакантність/операційні витрати), ризик морального старіння («brown discount») та коригування ставки дисконту/капіталізації. У фінансовій моделі нерухомості NOI (Net Operating Income) — це центральна ланка між фізичними характеристиками об'єкта та його капіталізованою вартістю. Саме через NOI ринок «монетизує» якість активу, ризики та конкурентоспроможність. Коли говорять про канали впливу, мають на увазі механізми, через які певні параметри (зокрема ESG) трансформуються у зміну операційного доходу. Саме цим шляхом формуються рамки, у яких ESG стає не зовнішнім «балом», а елементом, що змінює параметри DCF (Discounted Cash Flow — метод дисконтованих грошових потоків) та припущення щодо залишкової вартості.

Паралельно розвивається лінія, яка поєднує життєвий цикл і вуглецевий фактор у фінансове рішення [6–8]: з'являються прикладні підходи до включення ціни/обліку вуглецю (embodied + operational + maintenance) у реалістичні інвестиційні розрахунки. Це важливо тим, що «вуглець» перестає бути лише екологічним показником і перетворюється на квазіфінансовий шок для витрат і вартості (через сценарії карбонового ціноутворення, ризик дофінансування модернізації тощо). У напрямі керування портфелем і модернізацією виділяються роботи, що об'єднують оцінку життєвого вуглецю з багатокритеріальними процедурами вибору рішень (MCDA — Multi-Criteria Decision Analysis), зокрема для циркулярної реновації. Їхній внесок — формалізація «містка» між LCA/whole-life carbon та економічними ранжуванням заходів (послідовність реновацій, пріоритетизація інвестицій), що прямо відповідає задачі економічної діагностики портфеля активів девелопера.

Це один «вузол» сучасних публікацій — канал фінансування: дослідження з тематики green

credit/ESG показують, що інструменти «зеленого» кредитування та політики банків можуть бути механізмом, який одночасно стимулює ESG-поведінку будівельних компаній і змінює їхню вартість фінансування (через фінансові обмеження, стимул інновацій і, як наслідок, інший ризиковий профіль), що фактично емпірично підкріплює тезу про ESG як «мову» взаємодії підприємства з фінансовою системою [9–10].

Метою статті є теоретико-методичне обґрунтування та розроблення інструментарію економічної інтерпретації ESG-характеристик у системі формування вартості активів будівельного підприємства на основі логіки життєвого циклу об'єкта нерухомості. Досягнення поставленої мети передбачає розв'язання комплексу взаємопов'язаних завдань: концептуалізувати механізм переходу від нефінансових параметрів сталості до фінансових індикаторів результативності; ідентифікувати канали трансмісії ESG-факторів у структуру операційного доходу, ризикової премії та залишкової вартості; сформувати формалізовану матрицю відповідності між технічними характеристиками активу та рішеннями інвестора; розробити систему ключових показників ефективності, придатних для портфельної алокації капіталу; забезпечити можливість інтеграції отриманих результатів у моделі дисконтованих грошових потоків і процедури інвестиційного скорингу. Реалізація зазначених завдань спрямована на підвищення відтворюваності управлінських рішень і зниження інформаційної асиметрії між девелопером та фінансовими інституціями.

Виклад основного матеріалу дослідження. Життєвий цикл об'єкта нерухомості є базовою аналітичною рамкою, у межах якої формується, накопичується та «матеріалізується» ESG-орієнтована вартість активів будівельного підприємства, оскільки саме пофазні рішення — від ініціації проекту до виведення з експлуатації — визначають траєкторію ресурсоспоживання, вуглецевого профілю, соціальної корисності та керованості ризиків. У цій логіці об'єкт нерухомості виступає не лише як фізичний продукт будівництва, а як багатоконпонентний актив, у якому поєднані матеріальна складова (земля, будівля, інженерні системи), операційна здатність генерувати грошові потоки та нефінансові характеристики, що дедалі частіше трансформуються у фінансові параметри — ставку дисконту, премії за ризик, капіталізацій-

ний множник, доступ до боргового капіталу й ліквідність на вторинному ринку.

У фазі передінвестиційного аналізу та концептуалізації ESG-орієнтована вартість зароджується як ефект від правильного позиціонування активу: вибір локації з урахуванням транспортної доступності та міської інфраструктури, оцінка кліматичних і природних ризиків (спека, підтоплення, дефіцит води), моделювання сценаріїв попиту та регуляторних обмежень створюють підґрунтя для зниження «ризиків застарівання» активу (stranding risk) і формують очікування щодо стабільності майбутніх потоків доходу. Саме тут ESG переходить із декларативного рівня в інструмент фінансової раціональності: екологічні параметри (енергоефективність, матеріальна інтенсивність, життєвий вуглецевий слід), соціальні параметри (доступність, безпека, інклюзивність, комфорт), управлінські параметри (прозорість процедур, комплаєнс, антикорупційні запобіжники, якість підрядного ланцюга) стають критеріями відбору проектів до портфеля та визначають їх інвестиційну придатність у середовищі «відповідального» капіталу.

На стадії проектування ESG-орієнтована вартість набуває форми техніко-економічної оптимізації протягом усього життєвого циклу: рішення щодо архітектурно-планувальної структури, інженерних систем, оболонки будівлі, матеріалів і технологій зводяться до мінімізації сумарної вартості володіння (total cost of ownership) за заданого рівня якості. Тут принциповим є перехід від локальної мінімізації CapEx до системної мінімізації LCC (life cycle cost) з урахуванням зовнішніх ефектів і ризиків. Проектні рішення, які можуть збільшувати початкові інвестиції, часто знижують OpEx, аварійність, витрати на ремонт, підвищують орендну привабливість і забезпечують довший «економічний строк служби», а отже — збільшують приведену вартість грошових потоків. У вимірі екологічної складової ключовим стає LCA-підхід (оцінка життєвого циклу), що дозволяє порівнювати альтернативи за сукупними викидами та ресурсним навантаженням, включаючи embodied carbon (вбудований вуглець матеріалів і будівництва) та operational carbon (викиди під час експлуатації). У соціальному вимірі проектування формує параметри «людиноцентричності» активу: безбар'єрність, здоров'я та безпека користувачів, акустичний і світловий комфорт, просторову справедливість; у ви-

мірі G — закладаються вимоги до простежуваності рішень, управління змінами, контролю якості, етичних закупівель та управління даними.

Фаза будівництва є критичною з погляду перетворення запроєктованих ESG-характеристик у фактичні властивості активу. Тут ESG-орієнтована вартість «вразлива», оскільки відхилення в якості, заміни матеріалів, порушення технологій і вимог охорони праці призводять до прихованих дефектів і майбутнього зростання OpEx, втрат репутації та юридичних ризиків. Екологічна компонента проявляється через управління відходами будівництва, логістику, енерго- і водоспоживання на будмайданчику, контроль пилу і шуму; соціальна — через охорону праці, справедливі умови зайнятості, взаємодію з громадою та мінімізацію негативного впливу на сусідні території; управлінська — через контрактні моделі, антикорупційні процедури, прозорість ланцюгів постачання, аудит підрядників і цифрову підзвітність (контроль графіка/якості/обсягів). Саме у цій фазі «вартість ESG» часто набуває форми зниження ризикової премії: стабільні процеси та комплаєнс зменшують ймовірність зупинок, штрафів і судових спорів, підвищуючи прогнозованість завершення проекту та довіру кредиторів/інвесторів.

Експлуатація є фазою, де ESG-орієнтована вартість стає фінансово вимірюваною найбільш безпосередньо, оскільки саме тут актив генерує операційні доходи та витрати. Енергоефективність, керованість споживання ресурсів, надійність інженерних систем, гнучкість простору та цифрова керованість будівлі (системи моніторингу, диспетчеризація, предиктивне обслуговування) трансформуються в нижчі OpEx (Operating Expenditures — операційні витрати; поточні витрати на функціонування, утримання та управління активом у процесі його експлуатації (енергія, персонал, сервіс, ремонти, адміністрування тощо), меншу волатильність витрат і вищу стабільність NOI (net operating income). Соціальний блок проявляється через показники утримання орендарів/мешканців, задоволеність користувачів, безпечність і здоров'я середовища, інклюзивність та доступність сервісів; ці фактори впливають на рівень вакантності, орендні ставки, тривалість договорів і, відповідно, капіталізаційну вартість. Управлінський блок проявляється через якість корпоративного управління активом: прозорість операційних процедур, управління ризиками та ін-

цидентами, захист даних, антикорупційні механізми у закупівлях сервісів і ремонтів, що впливає на довіру інвесторів і можливість залучення «зеленого» або ESG-пов'язаного фінансування.

Фаза реновації, модернізації та перепрофілювання є інструментом підтримання «ESG-актуальності» активу в умовах зміни технологій, регуляторних вимог та уподобань користувачів. У міру посилення вимог до енергоефективності та розкриття кліматичних ризиків активи з низькими характеристиками стають менш ліквідними, дорожчими в експлуатації та вразливими до регуляторних обмежень, що знижує їхню ринкову вартість. Отже, модернізація виступає механізмом захисту від «застряглої» вартості та способом зберегти або підвищити капіталізацію, зменшуючи ризикову премію, підвищуючи орендну привабливість і забезпечуючи відповідність вимогам фінансових інституцій. Водночас рішення про реновацію повинні прийматися на основі порівняння сценаріїв LCC/LCA: інколи глибока термомодернізація або заміна інженерних систем дає кращу сукупну економіку, ніж нове будівництво, особливо якщо враховувати вбудований вуглець і соціальні витрати. LCC (Life Cycle Cost) — вартість життєвого циклу; інтегрований показник сукупних витрат на об'єкт від задуму й проектування до ліквідації або реновації, що включає CapEx (Capital Expenditures) — капітальні витрати, OpEx, витрати на технічне обслуговування, модернізацію, фінансування та утилізацію. LCA (Life Cycle Assessment) — оцінка життєвого циклу; методологія кількісного визначення екологічних впливів об'єкта або продукту на всіх стадіях його існування, включаючи видобуток ресурсів, виробництво матеріалів, будівництво, експлуатацію та завершення життєвого циклу.

Стадія виведення з експлуатації та демонтажу формує завершальний контур ESG-вартості через можливість циркулярних стратегій: повторне використання компонентів, переробка матеріалів, мінімізація відходів і негативного впливу на громаду. Хоча ця фаза часто недооцінюється, у довгострокових портфельних стратегіях вона впливає на оцінку залишкової вартості та юридичні зобов'язання щодо екологічної безпеки, а також на репутаційні наслідки для девелопера/власника активу.

Ключовий механізм цієї трансформації пов'язаний із тим, що ринки капіталу дедалі активніше

переводять нефінансові параметри у вимірювані індикатори й вбудовують їх у процедури скорингу, рейтингування та портфельної алокації. Для девелопера це означає, що рівень енергоефективності, вуглецевий профіль матеріалів, стандарти охорони праці, якість управління ланцюгами постачання або антикорупційні політики безпосередньо впливають на вартість запозичень, можливість залучення довгих ресурсів і участь у міжнародних програмах фінансування. Фактично ESG стає мовою комунікації між підприємством і фінансовою системою (таблиця 1). Оцінювання здійснюється шляхом встановлення зв'язку між ESG-параметрами, вимірюваними індикаторами ефективності та управлінськими рішеннями щодо структури капіталу, інвестиційної привабливості й ризикової позиції.

Оцінювання передбачає ідентифікацію фактичних значень KPI, їх порівняння з галузевими бенчмарками та визначення впливу відхилень на параметри фінансової моделі. Отримані результати використовуються для коригування інвестиційних рішень, умов фінансування та стратегій модернізації портфеля. Не менш важливою є зміна поведінкової моделі споживача та орендаря. Підвищення вимог до безпеки, комфорту, енергоощадності й екологічної якості середовища формує додатковий попит на «відповідальні» об'єкти, що транслюється у вищі ставки оренди, довші контракти та нижчу вакантність. У результаті нефінансові параметри конвертуються у стабілізацію операційного доходу, а отже — у зростання капіталізованої вартості. Ринок починає монетизувати сталість.

З управлінської позиції відбувається перегляд самої природи ефективності. Вона більше не зводиться до мінімізації витрат будівництва або максимізації короткострокового прибутку від продажу. Натомість у фокусі опиняється довгострокова здатність активу зберігати функціональну придатність, відповідати майбутнім нормативним вимогам і залишатися привабливим для користувачів. Отже, стратегічні рішення, що підвищують стійкість до кліматичних, соціальних чи інституційних шоків, набувають характеру інвестицій у майбутню фінансову стабільність. У макроекономічному вимірі ця трансформація означає, що будівельні підприємства інтегруються у глобальний перерозподіл капіталу на користь тих суб'єктів, які здатні підтвердити про-

Методика економічної діагностики впливу ESG-параметрів на вартість активів девелопера

ESG-параметр	Діагностичний індикатор (KPI)	Економічна інтерпретація	Можливий фінансовий наслідок
Вуглецевий та енергетичний профіль	кВт · год/м ² /рік; CO ₂ /м ³	Визначає інтенсивність майбутніх експлуатаційних витрат і регуляторних ризиків	Зниження/зростання ставки дисконту
Ресурсна та операційна ефективність	Витрати на утримання/м ³ ; споживання води	Характеризує стабільність грошових потоків	Коригування кредитного рейтингу
Кліматична стійкість	Індекс фізичного ризику; години простою	Впливає на безперервність доходу	Зміна страхової премії
Безпека та добробут користувачів	Індекс задоволеності; інциденти	Формує попит і тривалість контрактів	Зміна вартості капіталізації
Відповідальність поставання	Частка перевірених контрагентів	Відображає юридичну та репутаційну надійність	Доступ до інституційних інвесторів
Корпоративне управління	Наявність політик; незалежний нагляд	Визначає керованість ризиків	Зменшення вартості капіталу
Розкриття інформації	Повнота та періодичність звітності	Знижує інформаційну асиметрію	Підвищення інвестиційної довіри
Регуляторна відповідність	Частка таксономічно сумісних активів	Підтверджує можливість пільгового фінансування	Доступ до зелених інструментів
Цифрова зрілість	Покриття BIM/аналітикою	Підвищує точність прогнозування	Зниження ризику невиконання
Адаптивність	Вартість/час перепрофілювання	Подовжує економічне життя активу	Зростання залишкової вартості

зорість, відповідність стандартам і керованість ризиків. Нездатність адаптуватися до нової логіки призводить до подорожчання фінансування, втрати інвесторської довіри та поступової маргіналізації активів. Таким чином, ESG перетворюється на селекційний механізм ринку.

Висновки

Життєвий цикл об'єкта нерухомості задає причинно-наслідковий «ланцюг вартості» ESG: екологічні, соціальні та управлінські рішення, прийняті на ранніх фазах, формують профіль ризиків і витрат у пізніх фазах, а через них — параметри капіталізації активу. ESG-орієнтована вартість не є додатковою «надбавкою» до ціни, а виступає результатом зниження системних ризиків (регуляторних, операційних, репутаційних, кліматичних), підвищення стійкості грошових потоків і продовження економічного життєвого циклу активу. Для будівельного підприємства це означає, що управління життєвим циклом стає інструментом економічної діагностики та оптимізації портфеля активів: воно дозволяє інтегрувати нефінансові ESG-показники у фінансові моделі, перетворюючи їх на керовані драйвери вартості, інвестиційної привабливості та конкурентоспроможності в умовах воєнних і повоєнних трансформацій. Сучасні дослідження започатковують

розв'язання проблеми не через єдину формулу, а через операціоналізацію: 1) ESG → драйвери NOI та ризику «brown discount» у моделях оцінки; 2) ESG → умови фінансування (вартість боргу/доступ до інструментів); 3) LCA/whole-life carbon → пріоритезація інвестицій у модернізацію; 4) дані/розкриття → зниження інформаційної асиметрії як передумова залучення капіталу.

Список використаних джерел (References)

1. International Finance Corporation. (2025). Sustainable buildings finance reference guide. IFC. <https://www.ifc.org/en/insights-reports/2025/sustainable-buildings-finance-reference-guide>
2. Marchuk, T., Ryzhakov, D., Ryzhakova, G., & Stetsenko, S. (2017). Identification of the basic elements of the innovation analytical platform for energy efficiency in project financing. *Investment management and financial innovations*, 14(4), 12–20.
3. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Biloshchytskyi, A., Tomosov, R., Gonchar, V., & Chupryna, K. (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.
4. Ryzhakova, G., Ryzhakov, D., Petrukha, S., Ishchenko, T., & Honcharenko, T. (2019). The innovative technology for modeling management business process of

the enterprise. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 8(4), 4024–4033.

5. Ryzhakova, G., Petruha, S., Petruha, N., Krupelnytska, O., & Hudenko, O. (2022). Agro–food value added chains: Methodology, technique and architecture. *Financial and Credit Activity: Problems of Theory and Practice*, 4(45), 385.

6. Bieliienkova, O., Ryzhakova, G., Kulikov, O., Akselrod, R., & Loktionova, Y. (2024). Formation of Organizational Change Management Strategies Based on Fuzzy Set Methods. In *Data–Centric Business and Applications: Modern Trends in Financial and Innovation Data Processes 2023*. Volume 1 (pp. 251–275). Cham: Springer Nature Switzerland.

7. Akselrod, R., Shpakov, A., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Chupryna, I., & Shpakova, H. (2022). Integration of data flows of the construction project life cycle to create a digital enterprise based on building information modeling. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 1, 40–50.

8. 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>

9. Trach R, Khomenko O, Trach Y, Kulikov O, Druzhynin M, Kishchak N, Ryzhakova G, Petrenko H, Prykhodko D,

Obodianska O. Application of Fuzzy Logic and SNA Tools to Assessment of Communication Quality between Construction Project Participants. *Sustainability*. 2023; 15(7):5653. <https://doi.org/10.3390/su15075653>

10. G. Ryzhakova, V. Pokolenko, S. Omirbayev, I. Novyko–va, O. Bieliienkova and M. Kapustian, «Modern Structuring of Project Financing Solutions in Construction,» 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Nur–Sultan, Kazakhstan, 2022, pp. 1–7, doi: 10.1109/SIST54437.2022.9945779.

Дані про автора

Кушнір Олексій Костянтинович,

аспірант кафедри менеджменту в будівництві, Київський національний університет будівництва та архітектури

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3982-0228>

Data about the author

Oleksii Kushnir,

Postgraduate Student of the Department of Construction Management, Kyiv National University of Construction and Architecture

Надходження статті до редакції 16.02.2026

Прийнято до друку 25.02.2026

Опубліковано 27.02.2026