

DOI: [https://doi.org/10.58253/2078-1628-2026-1-2\(35\)-008](https://doi.org/10.58253/2078-1628-2026-1-2(35)-008)

УДК 005.8:005.42:334.012.64:69

JEL D74, L14, L22, M10, O22

Дмитро Геннадійович РАТНИКОВ

кандидат економічних наук,
докторант кафедри менеджменту в будівництві,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
м. Київ, Україна
 <http://orcid.org/0009-0006-0024-5384>
kmb_knuba@ukr.net

Денис Юрійович ШЕРЕМЕТ

аспірант кафедри менеджменту в будівництві,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
м. Київ, Україна
 <http://orcid.org/0000-0002-9486-8841>
taqm@ukr.net

ЦИФРОВІ ПЛАТФОРМИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНОГО ДЕВЕЛОПМЕНТУ

***Анотація.** В статті досліджено теоретико-методичні засади формування цифрової екосистеми підприємств будівельного девелопменту в середовищі інтегрованого управління проєктами. Обґрунтовано необхідність переходу від локальної автоматизації окремих бізнес-процесів до комплексної цифрової інтеграції всіх учасників інвестиційно-будівельного процесу. Узагальнено наукові підходи до трактування цифрової зрілості підприємств та проаналізовано еволюцію відповідної концепції від моделей організаційної зрілості до екосистемних підходів цифрової трансформації. Систематизовано основні методичні підходи до оцінювання цифрової зрілості підприємств будівельного девелопменту, серед яких виокремлено рівневий, функціонально-компонентний, процесно-орієнтований, інформаційно-аналітичний, екосистемний, нечітко-множинний та інтегральний підходи. Визначено переваги та обмеження кожного підходу з позицій їх застосування в умовах реалізації девелоперських проєктів. Розкрито роль цифрових платформ, BIM-технологій, цифрових двійників, аналітичних систем та інструментів управління даними у забезпеченні ефективної взаємодії стейкхолдерів проєкту. Обґрунтовано доцільність використання інтегральної моделі оцінювання*

цифрової зрілості як основи формування цифрової екосистеми підприємств будівельного девелопменту. Доведено, що впровадження екосистемного підходу сприяє підвищенню прозорості управління, скороченню транзакційних витрат, зростанню ефективності використання ресурсів та посиленню конкурентних переваг підприємств галузі в умовах цифрової трансформації економіки та післявоєнної відбудови України.

Ключові слова: підприємство, цифрова екосистема, будівельний девелопмент, цифрова трансформація, інтегроване управління проєктами, стейкхолдери, ефективність управління.

Вступ. В умовах зростання складності девелоперської діяльності, підвищення вимог до швидкості прийняття управлінських рішень, координації значної кількості учасників проєкту та забезпечення сталого розвитку особливого значення набуває формування нових моделей взаємодії між суб'єктами інвестиційно-будівельного процесу. Одним із перспективних напрямів такої трансформації виступає створення цифрових екосистем, які забезпечують інтеграцію ресурсів, інформаційних потоків, бізнес-процесів і управлінських функцій у єдиному цифровому просторі.

Для підприємств будівельного девелопменту цифрова екосистема є не лише сукупністю програмних платформ та цифрових сервісів, а комплексним економічним середовищем, у межах якого формується система взаємозв'язків між девелопером, інвесторами, проєктувальниками, підрядними організаціями, постачальниками, органами державного регулювання та кінцевими споживачами [1, с. 112]. Використання цифрових екосистем дозволяє підвищити прозорість реалізації проєктів, скоротити транзакційні витрати, оптимізувати розподіл ресурсів, забезпечити оперативний моніторинг показників ефективності та створити передумови для зростання конкурентоспроможності підприємств будівельного девелопменту [2, с. 3]. Операційна адаптація будівельних підприємств до умов цифрової модернізації є складним і багатовимірним процесом, що охоплює як економічні, так і організаційні аспекти. Вона передбачає поступовий перехід від традиційних форм організації виробництва й управління до цифрових моделей, що базуються на інтеграції інформаційних технологій, інтелектуальних систем і цифрових платформ у всі етапи життєвого циклу будівельного проєкту.

З економічної точки зору цифрова модернізація змінює структуру витрат і доходів підприємства. Інвестиції у BIM-технології, ERP-системи, моніторингові сенсорні мережі та інші цифрові інструменти спочатку збільшують капітальні витрати, проте в середньостроковій перспективі вони знижують транзакційні витрати, підвищують ефективність використання ресурсів і зменшують ризики. Економічна адаптація виражається у впровадженні

нових бізнес-моделей, таких як проектне фінансування на базі цифрової аналітики, портфельне управління девелоперськими активами з використанням штучного інтелекту та застосування KPI-систем, які відстежують не лише фінансові, а й екологічні та соціальні ефекти. Особливу роль відіграє цифрова діагностика ризиків і прогнозування окупності інвестицій, що дозволяє оптимізувати бізнес-портфель підприємства в умовах невизначеності ринку. Організаційна адаптація проявляється у зміні внутрішньої структури підприємства та його управлінських процесів. Вона передбачає формування нових компетенцій персоналу, розробку цифрової стратегії, перебудову системи комунікацій і запровадження гнучких організаційних моделей, наприклад Integrated Project Delivery (IPD) чи Agile-підходів у плануванні й контролі, що означає перехід від ієрархічних схем управління до мережових форм взаємодії, де ключове значення мають командна робота, цифрова колаборація та інтеграція стейкхолдерів у єдиному інформаційному середовищі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У сучасних умовах цифрової трансформації економіки підприємства будівельного девелопменту функціонують у складному багаторівневому середовищі взаємодії значної кількості учасників інвестиційно-будівельного процесу, що зумовлює необхідність переходу від традиційних моделей управління окремими проектами до інтегрованих цифрових середовищ, які забезпечують координацію бізнес-процесів, інформаційних потоків, ресурсів та управлінських рішень протягом усього життєвого циклу девелоперського проекту. Саме тому в останні роки суттєво зростає інтерес науковців до проблематики цифрової трансформації будівництва, цифрових платформ, цифрових двійників та екосистемного підходу в управлінні підприємствами.

Вагомий внесок у дослідження економічних аспектів цифровізації будівельної галузі зроблено у працях українських науковців О. Беленкової, Ю. Новак, Д. Калашнікова та інших авторів, які обґрунтували вплив цифрових технологій на удосконалення організації та фінансування будівельних проектів. Авторами доведено, що цифровізація створює передумови для підвищення ефективності управління ресурсами, оптимізації фінансових потоків та зниження трансакційних витрат у будівництві [1]. Подальший розвиток цієї проблематики представлено у дослідженнях цифрової трансформації ресурсної логістики та організаційно-структурного забезпечення будівництва, де обґрунтовано необхідність інтеграції цифрових сервісів у систему управління будівельними підприємствами та проектами [2-8].

Окремий науковий напрям становлять дослідження інтелектуалізації управління підприємствами будівельного сектору. Так, С. Стеценко та інші автори запропонували концептуальну модель оцінювання конкурентоспроможності підприємства на основі нечіткої логіки, що дозволяє

враховувати соціальні, ресурсні та управлінські фактори при прийнятті стратегічних рішень, що створює методологічну основу для інтеграції різнорідних даних та багатокритеріального оцінювання діяльності стейкхолдерів девелоперських проєктів [2]. Важливим напрямом сучасних досліджень є розвиток цифрових інструментів підтримки управлінських рішень. У роботах П. Кулікова та інших авторів обґрунтовано можливості використання OLAP-технологій для формування взаємопов'язаних систем виробничого та проєктного управління [3]. Подальший розвиток ці підходи отримали у дослідженнях інноваційних технологій моделювання бізнес-процесів підприємств, де запропоновано цифрові механізми управління, спрямовані на підвищення адаптивності та результативності функціонування організацій в умовах цифрової економіки [4]. Значний науковий інтерес становлять дослідження, присвячені цифровій інтеграції інформаційних потоків і створенню єдиного цифрового середовища будівельного проєкту. Зокрема, у роботі [5], сформовано концептуальні засади цифрової трансформації логістичних процесів будівництва а в дослідженні Р. Аксельрода, А. Шпакова та співавторів запропоновано підхід до інтеграції інформаційних потоків протягом життєвого циклу будівельного проєкту на основі BIM-технологій, що створює передумови для формування цифрового підприємства та переходу до екосистемних моделей взаємодії учасників девелопменту [7].

У контексті цифрової трансформації особливого значення набуває проблематика цифрових двійників та цифрового супроводу життєвого циклу проєктів. У роботах О. Малихіної та інших дослідників обґрунтовано можливості використання систем цифрових двійників для управління будівельними проєктами, що забезпечує підвищення прозорості процесів, оперативності прийняття рішень та ефективності використання ресурсів [8; 9]. Значний практичний інтерес мають дослідження цифрових технологій управління комерційною нерухомістю та девелоперськими активами. Зокрема, Д. Чернишев, Д. Рижаків та інші автори обґрунтували використання інноваційних управлінських інструментів для підвищення ефективності функціонування об'єктів комерційної нерухомості, що є важливою складовою сучасних девелоперських екосистем [10].

Питання інтеграції фінансових механізмів у цифрове середовище управління розглянуто у працях В. Поколенка, С. Омірбаєва та інших науковців, які запропонували сучасні підходи до структурування проєктного фінансування будівництва в умовах цифровізації [8]. Водночас дослідження Т. Марчук присвячені створенню інноваційно-аналітичних платформ енергоефективності в системі проєктного фінансування, що демонструє перспективність інтеграції цифрових платформ та фінансово-аналітичних інструментів у єдиному середовищі управління [11]. Своєю чергою, дослідження О. Дікого, М.

Дружиніна та співавторів розкривають потенціал інноваційних інструментів управління життєвим циклом стратегічних цілей підприємств-стейкхолдерів у будівництві [12].

Водночас системний характер цифрової трансформації будівельного девелопменту потребує використання екосистемного підходу, який дозволяє розглядати підприємство не як автономний суб'єкт господарювання, а як центр взаємодії численних стейкхолдерів, інформаційних сервісів, цифрових платформ та інституційного середовища [13-18]. Методологічні передумови такого підходу сформовано у працях [6; 9-12] та інших дослідників, які застосували інструментарій системного мислення для дослідження складних соціально-економічних систем та глобалізаційних процесів. Попри значний науковий доробок у сфері цифровізації будівництва, BIM-технологій, цифрових двійників, платформних рішень та інтегрованого управління проєктами, питання формування цифрової екосистеми підприємств будівельного девелопменту як цілісного економіко-управлінського середовища залишаються недостатньо дослідженими. Наявні роботи переважно зосереджені на окремих інструментах цифровізації, тоді як потребують подальшого наукового обґрунтування принципи інтеграції всіх учасників девелоперського процесу, архітектура цифрової екосистеми, механізми створення спільної цінності та економічні ефекти функціонування цифрового середовища інтегрованого управління проєктами. Саме ця наукова проблема визначає актуальність і спрямованість даного дослідження, що обумовлено необхідністю розроблення економіко-аналітичного інструментарію формування цифрових екосистем підприємств будівельного девелопменту, здатного забезпечити інтеграцію учасників проєктного середовища, підвищення ефективності управління життєвим циклом девелоперських проєктів та створення умов для інноваційного розвитку підприємств у контексті цифрової трансформації економіки.

Постановка завдання. Аналіз наукових підходів свідчить, що більшість досліджень зосереджується на окремих аспектах цифровізації будівництва, автоматизації бізнес-процесів, впровадженні BIM-технологій, цифрових платформ або інструментів проєктного управління. Водночас недостатньо розробленими залишаються питання формування цифрової екосистеми підприємства будівельного девелопменту як інтегрованого економічного середовища, що об'єднує всіх учасників девелоперського проєкту, забезпечує безперервність інформаційних потоків, координацію управлінських процесів та створення спільної цінності протягом усього життєвого циклу об'єкта будівництва. Особливої актуальності зазначена проблема набуває в умовах післявоєнного відновлення економіки України, коли значні обсяги інвестиційних ресурсів, масштабні програми реконструкції територій та необхідність прискореного будівництва потребують якісно нових підходів до управління

проектами. За таких умов цифрова екосистема розглядається не лише як технологічна платформа, а як комплексний економіко-організаційний механізм інтеграції підприємств, інвесторів, проєктувальників, підрядників, постачальників, фінансових установ, державних органів та кінцевих користувачів у межах єдиного цифрового простору взаємодії.

Розвиток будівельного девелопменту супроводжується переходом від локальної автоматизації окремих бізнес-процесів до комплексної цифрової трансформації підприємств та інтеграції всіх учасників інвестиційно-будівельного процесу в єдине інформаційно-аналітичне середовище. Ускладнення структури девелоперських проєктів, зростання кількості стейкхолдерів, необхідність оперативного управління значними обсягами даних, підвищення вимог до прозорості прийняття рішень та ефективності використання ресурсів обумовлюють потребу у формуванні нових економіко-управлінських механізмів координації взаємодії між усіма учасниками проєктного середовища.

Підприємства будівельного девелопменту активно впроваджують ВІМ-технології, ERP-системи, цифрові платформи управління проєктами, технології цифрових двійників, хмарні сервіси, системи бізнес-аналітики та інші інструменти цифровізації. Проте їх використання здебільшого має фрагментарний характер та спрямоване на автоматизацію окремих функціональних підсистем. У результаті виникають проблеми дублювання інформації, неузгодженості управлінських рішень, втрати даних між стадіями життєвого циклу проєкту, зростання транзакційних витрат та недостатньої синхронізації діяльності стейкхолдерів, що істотно обмежує можливості отримання синергетичного ефекту від цифрової трансформації та стримує інноваційний розвиток девелоперських підприємств.

Метою статті є обґрунтування теоретико-методичних засад формування цифрової екосистеми підприємств будівельного девелопменту та розроблення концептуальної моделі її функціонування в середовищі інтегрованого управління проєктами.

Виходячи з викладеного, наукове завдання дослідження полягає у розробленні теоретико-методичних засад формування цифрової екосистеми підприємств будівельного девелопменту в середовищі інтегрованого управління проєктами, визначенні її структурних елементів, принципів функціонування, механізмів взаємодії стейкхолдерів та економічних ефектів, що виникають у результаті цифрової інтеграції учасників інвестиційно-будівельного процесу.

Результати. Поняття «цифрова зрілість» (digital maturity) сформувалося як результат еволюції підходів до оцінювання організаційної готовності підприємств до цифрової трансформації. Його теоретичні витoki пов'язані з концепцією організаційної зрілості (organizational maturity), яка виникла у сфері

управління якістю та програмної інженерії наприкінці 1980-х років. Однією з перших фундаментальних моделей став Capability Maturity Model (CMM), розроблений під керівництвом W. Humphrey та M. Paulk у Carnegie Mellon University [13]. В основі моделі лежала ідея поетапного переходу від хаотичних і неформалізованих процесів до керованих, вимірюваних та оптимізованих систем управління. Згодом концепція зрілості була поширена на різні сфери діяльності підприємств і стала використовуватись як універсальний інструмент оцінювання організаційних спроможностей та потенціалу розвитку.

На початку 2000-х років розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, цифрових платформ та мережевої економіки зумовив появу нового наукового напрямку — цифрової зрілості підприємства. На відміну від традиційних моделей організаційної зрілості, цифрова зрілість почала розглядатися не лише як рівень автоматизації процесів, а як комплексна характеристика здатності підприємства інтегрувати цифрові технології у бізнес-модель, організаційну структуру, корпоративну культуру, систему управління даними та взаємодію зі стейкхолдерами. У подальшому розвиток цифрових моделей зрілості привів до формування численних підходів, які оцінюють рівень цифрової трансформації через сукупність технологічних, організаційних, кадрових, процесних та стратегічних параметрів. Систематизація понад сімдесяти моделей цифрової зрілості показала, що найбільш поширеними складовими оцінювання є стратегія, технології, процеси, організаційна структура, культура, персонал, управління даними та клієнтоорієнтованість.

Для підприємств будівельного девелопменту проблема оцінювання цифрової зрілості має особливе значення, оскільки цифрова трансформація охоплює не лише внутрішні бізнес-процеси підприємства, але й інтегроване управління проєктами, BIM-технології, цифрові двійники, проєктне фінансування, управління життєвим циклом об'єкта та координацію взаємодії значної кількості учасників інвестиційно-будівельного процесу. Саме тому існуючі універсальні моделі цифрової зрілості потребують адаптації до специфіки будівельного девелопменту.

У науковій літературі можна виділити декілька базових методичних підходів до оцінювання цифрової зрілості підприємств.

Перший підхід базується на концепції рівнів зрілості (Maturity Level Approach), яка походить від моделей CMM та CMMI. Його представники (W. Humphrey, M. Paulk, C. Weber, B. Curtis) розглядають розвиток підприємства як послідовний перехід через декілька стадій зрілості: від початкового (ad hoc) стану до оптимізованої цифрової організації [13]. Методика передбачає формування системи критеріїв для кожного рівня та оцінювання відповідності підприємства визначеним характеристикам. Перевагою підходу є можливість визначення траєкторії розвитку підприємства та формування дорожньої карти

цифрової трансформації. Для підприємств будівельного девелопменту даний підхід може використовуватися для оцінювання рівня впровадження ВІМ-технологій, цифрових платформ, систем управління даними та інтегрованих проєктних середовищ.

Другий підхід ґрунтується на функціонально-компонентному оцінюванні цифрової зрілості (Digital Capability Approach). Найбільшого розвитку він набув у моделях Deloitte Digital Maturity Model, TM Forum Digital Maturity Model, Digital Internet Maturity Model та інших корпоративних системах оцінювання цифрової трансформації. У межах даного підходу цифрова зрілість визначається через рівень розвитку окремих функціональних блоків підприємства: цифрової стратегії, технологічної інфраструктури, управління даними, клієнтських сервісів, організаційної культури та кадрового потенціалу. Підсумкова оцінка формується шляхом агрегування показників окремих компонентів. Для будівельного девелопменту цей підхід дозволяє оцінити ступінь цифровізації окремих підсистем підприємства та визначити найбільш проблемні напрями трансформації.

Третій підхід представлений процесно-орієнтованими моделями цифрової зрілості (Process-Oriented Maturity Assessment). Його теоретичні засади сформовані у роботах Becker, Knackstedt, Röppelbuß [14] та інших дослідників моделей зрілості бізнес-процесів. Основна увага приділяється рівню цифровізації управлінських, виробничих, фінансових, логістичних та проєктних процесів підприємства. Оцінювання здійснюється через визначення ступеня автоматизації процесів, інтегрованості інформаційних потоків, використання аналітичних систем та цифрових механізмів прийняття рішень. Для підприємств будівельного девелопменту даний підхід є особливо актуальним через високу процесну складність життєвого циклу девелоперських проєктів.

Четвертий підхід базується на оцінюванні цифрової зрілості через рівень розвитку інформаційно-аналітичного середовища та управління даними (Data Maturity Approach). Його основу становлять моделі Big Data Maturity Model, TDWI Big Data Maturity Framework та інші концепції розвитку аналітичних систем. Поява цифрових моделей зрілості пов'язана з розвитком концепції Industry 4.0, у межах якої цифрова зрілість розглядається як інтегральна характеристика технологічних, організаційних та управлінських спроможностей підприємства [15]. У межах даного підходу цифрова зрілість визначається через якість даних, рівень їх інтеграції, використання аналітики, OLAP-технологій, технологій Business Intelligence та інструментів прогнозування. Для девелоперських підприємств значення цього підходу пов'язане з необхідністю управління великими обсягами проєктної, фінансової, ресурсної та експлуатаційної інформації.

П'ятий підхід представлений екосистемними моделями цифрової зрілості (Digital Ecosystem Maturity Approach). Його поява пов'язана з розвитком платформної економіки та концепції цифрових екосистем. На відміну від традиційних моделей, оцінювання здійснюється не лише на рівні окремого підприємства, а й через його здатність інтегруватися в мережу цифрових взаємодій зі стейкхолдерами, партнерами, клієнтами та постачальниками. Дослідження Ricardo Guerrero, Christoph Lattemann [16] та інших авторів доводять, що цифрова зрілість дедалі більше визначається рівнем екосистемної інтеграції підприємства та його спроможністю створювати спільну цінність у цифровому середовищі. Для підприємств будівельного девелопменту цей підхід є одним із найбільш перспективних, оскільки відповідає природі багатосторонньої взаємодії учасників будівельного проєкту.

Шостий підхід базується на використанні багатокритеріальних моделей оцінювання та методів нечіткої логіки (Fuzzy Maturity Assessment Approach). Його розвиток пов'язаний із необхідністю врахування якісних параметрів цифрової трансформації, які складно формалізувати традиційними статистичними методами. У будівельній галузі прикладом такого підходу є модель оцінювання конкурентоспроможності підприємства на основі нечіткої логіки, розроблена О. Беленковою, С. Стеценком, С. Оліферуком та іншими авторами. Використання нечітких множин дозволяє враховувати невизначеність, експертні оцінки та складні взаємозв'язки між факторами цифрового розвитку підприємства. Подібні моделі можуть бути адаптовані для оцінювання цифрової зрілості девелоперських підприємств в умовах високої мінливості зовнішнього середовища [2].

Сьомий підхід становлять інтегральні індексні моделі цифрової зрілості (Integrated Digital Maturity Index Approach), які останнім часом набули найбільшого поширення [17; 18]. Їх сутність полягає у побудові узагальнюючого індексу цифрової зрілості на основі системи часткових показників, що характеризують технологічну, організаційну, управлінську, фінансову та інноваційну складові цифрової трансформації. Саме цей підхід найбільшою мірою відповідає специфіці підприємств будівельного девелопменту, оскільки дозволяє комплексно оцінювати цифрову готовність підприємства, рівень інтегрованості інформаційних потоків, ефективність цифрових платформ, ступінь використання ВІМ-технологій та цифрових двійників, а також рівень взаємодії зі стейкхолдерами в межах цифрової екосистеми.

Еволюція концепції цифрової зрілості демонструє поступовий перехід від оцінювання окремих технологічних можливостей підприємства до комплексного аналізу його цифрових спроможностей, екосистемних зв'язків та здатності створювати цінність у цифровому середовищі. Для підприємств будівельного девелопменту найбільш перспективними є інтегральний, екосистемний та

багатокритеріальний підходи, які забезпечують можливість комплексного оцінювання рівня цифрової трансформації в умовах інтегрованого управління проєктами. Сучасні методики оцінювання ефективності цифрових рішень в управлінні проєктами будівельного девелопменту базуються на поєднанні фінансово-економічних, технологічних та стратегічних індикаторів, що дозволяють виявити не лише прямий економічний ефект, а й системний вплив цифровізації на стійкість та конкурентоспроможність підприємства (табл.1).

Одним із поширених підходів є використання методів багатокритеріального аналізу (MCDA), де ефективність цифрових рішень визначається на основі інтегрованих показників. Тут оцінюються не лише фінансові вигоди (скорочення витрат, приріст прибутку, підвищення ROI), але й нефінансові параметри — рівень інтегрованості процесів, швидкість прийняття рішень, точність прогнозів, якість взаємодії зі стейкхолдерами. Застосовується також Balanced Scorecard (BSC), адаптований до будівельного девелопменту. У такому підході цифрові рішення оцінюють через чотири виміри: фінанси, внутрішні процеси, клієнти та розвиток персоналу. Наприклад, у фінансовому вимірі розраховують зміну собівартості та рентабельності проєктів після впровадження BIM чи ERP, у вимірі клієнтів – зростання задоволеності інвесторів за рахунок онлайн-сервісів.

Перспективною стає методика CVaR-оцінювання (Conditional Value at Risk), яка дозволяє врахувати ризики цифрових трансформацій. Вона особливо важлива для великих інфраструктурних чи багатофазних девелоперських проєктів, де цифрові рішення можуть мати як позитивний ефект (оптимізація часу і ресурсів), так і нести ризики кіберзагроз, затримок інтеграції або перевитрат на навчання персоналу. З точки зору економіко-управлінської діагностики, активно використовуються методики оцінки TCO (Total Cost of Ownership) та LCC (Life Cycle Costing). Вони дозволяють визначити, скільки реально коштує підприємству цифрове рішення протягом усього життєвого циклу — від придбання ліцензії та навчання персоналу до обслуговування і модернізації.

Ще один сучасний напрям – індекси цифрової зрілості (Digital Maturity Index, BIM Maturity Model, Construction Digital Index). Такі методики оцінюють не лише економічний результат, а й рівень готовності підприємства інтегрувати цифрові технології у всі бізнес-процеси. Для девелоперських компаній це означає вимірювання наскрізної цифровізації: від планування земельних ділянок і архітектурних рішень до експлуатації об'єктів. Варто згадати і ESG-підхід до оцінювання ефективності цифровізації, який стає важливим для девелоперів, орієнтованих на міжнародні інвестиції. Тут цифрові рішення аналізують у контексті екологічної стійкості (зниження викидів і споживання енергії завдяки Smart Building Management), соціальних ефектів (прозорість для інвесторів через

цифрові кабінети) та корпоративного управління (підвищення якості управлінських рішень завдяки великим даним).

Таблиця 1

Порівняльна таблиця методик оцінювання ефективності цифрових рішень у будівельному девелопменті

Методика	Ключові показники	Приклади застосування в будівельних компаніях
MCDA (багатокритеріальний аналіз)	Фінансові та нефінансові: ROI, точність прогнозів, швидкість прийняття рішень, якість взаємодії зі стейкхолдерами	Оцінка ефективності впровадження BIM-моделей за критеріями економії коштів і зниження колізій у проєктах
Balanced Scorecard (BSC)	Фінанси, внутрішні процеси, клієнти, навчання і розвиток персоналу	Вимірювання результатів впровадження ERP у девелопера: фінансові вигоди + задоволеність інвесторів онлайн-сервісами
CVaR (Conditional Value at Risk)	Ймовірність втрат від цифрових ризиків, вартість ризикових сценаріїв, стійкість портфеля проєктів	Розрахунок ризиків кіберзагроз та перевитрат при цифровій трансформації багатофазних інфраструктурних проєктів
TCO / LCC (Total Cost of Ownership / Life Cycle Costing)	Повні витрати на придбання, впровадження, обслуговування та модернізацію цифрових систем	Оцінка вартості володіння Smart Building System протягом 10 років експлуатації об'єкта
Digital Maturity Models (BIM, Construction Digital Index)	Рівень інтеграції BIM/ERP, цифровізація бізнес-процесів, автоматизація документообігу, використання аналітики	Визначення рівня цифрової зрілості компанії (KAN Development, SAGA Development) для планування подальшої модернізації
ESG-оцінювання	Вплив на екологію (енергоспоживання, викиди CO ₂), соціальні ефекти (довіра інвесторів, прозорість), управлінські практики	Аналіз ефективності Smart Building Management через призму ESG: енергоефективність, прозорість звітності, лояльність інвесторів

Джерело: систематизовано авторами на основі аналізу [1-18].

Сучасні методики оцінювання ефективності цифрових рішень у будівельному девелопменті поступово переходять від вузько фінансових

критеріїв до комплексних інтегрованих моделей, що дозволяють врахувати багатовимірність впливу цифровізації на проєкт і підприємство в цілому. Важливим аспектом є управління змінами, адже цифровізація змінює корпоративну культуру, методи прийняття рішень і систему мотивації персоналу. Будівельні компанії мають інтегрувати навчальні програми для співробітників, створювати цифрові центри компетенцій, застосовувати механізми кібербезпеки та управління даними, що формує організаційний фундамент для використання штучного інтелекту, цифрових двійників, великих даних та IoT-рішень, що забезпечують більш прозоре та швидке реагування на зміни зовнішнього середовища.

Розглянемо приклад на основі *української девелоперської компанії KAN Development*, яка є однією з найбільш відомих на ринку Києва і за останнє десятиріччя активно інтегрує цифрові рішення у свою операційну діяльність. Це дозволяє проілюструвати, як виглядає операційна адаптація до цифрової модернізації у реальних умовах. Компанія працює у сфері житлового, офісного та комерційного девелопменту (проєкти *Комфорт Таун*, *Respublika Park*, *Tetris Hall* тощо). Перші кроки цифрової адаптації були пов'язані із впровадженням BIM-моделювання, що дало змогу переходити від двовимірної проєктної документації до тривимірних цифрових моделей із можливістю інтегрувати архітектурні, конструктивні й інженерні рішення в єдиному середовищі, що знизило кількість колізій на будівельному майданчику, скоротило строки узгодження документації та зменшило витрати на переробки.

З економічної точки зору важливим стало впровадження ERP-системи для управління фінансовими та матеріальними потоками. Наприклад, для проєкту *Respublika Park* були запроваджені автоматизовані системи обліку ресурсів, що дозволяло керівництву бачити у режимі реального часу структуру витрат, обіг підрядних контрактів, логістику матеріалів. Це сприяло підвищенню точності прогнозів щодо cash flow та своєчасному реагуванню на ризики затримки поставок. З організаційної точки зору компанія почала перебудову управління командами через використання Agile-практик та цифрових платформ для колаборації (зокрема, Microsoft Project, Autodesk Construction Cloud, внутрішні CRM-рішення). Це дозволило налагодити тіснішу взаємодію архітекторів, інженерів, фінансистів і маркетологів. Замість класичної вертикальної ієрархії було створено кросфункціональні команди, які працюють у спільному інформаційному просторі. Важливим елементом адаптації стало впровадження цифрових каналів комунікації з клієнтами. Онлайн-платформи для продажу квартир з віртуальними турами, чат-боти для консультацій, сервіси "особистий кабінет інвестора" дали можливість компанії навіть у період пандемії зберігати високий рівень продажів і довіри клієнтів.

Ще одним виміром стала робота з *цифровими двійниками* на прикладі об'єктів бізнес-центру 101 Tower та ін. Інтелектуальні системи моніторингу

(Smart Building Management) дозволяють відслідковувати енергоспоживання, вентиляцію, безпеку в режимі онлайн, що знижує експлуатаційні витрати і підвищує енергоефективність об'єктів. У підсумку операційна адаптація KAN Development до цифрової модернізації проявилася у трьох ключових напрямках: зниження витрат та ризиків завдяки ERP і BIM, зміна організаційної культури через цифрову колаборацію і гнучкі методи управління, підвищення вартості для клієнта завдяки цифровим сервісам і Smart-рішенням. Цей досвід свідчить, що цифровізація для українських девелоперських компаній — не лише питання інноваційності, а й фактор виживання та конкурентоспроможності в умовах кризи, війни та глобальних трансформацій.

Висновки. Проведене дослідження підтвердило, що цифрова трансформація підприємств будівельного девелопменту поступово змінює традиційні підходи до організації та управління інвестиційно-будівельними процесами, формуючи передумови для переходу до цифрових екосистем як нової моделі інтеграції учасників проєктного середовища. Встановлено, що цифрова екосистема підприємства будівельного девелопменту являє собою комплексне економіко-управлінське середовище, у межах якого забезпечується взаємодія девелопера, інвесторів, проєктувальників, підрядників, постачальників, фінансових установ, державних органів та кінцевих споживачів на основі єдиного цифрового простору даних, бізнес-процесів і управлінських рішень.

Систематизація наукових джерел дозволила виокремити сім базових методичних підходів до оцінювання цифрової зрілості підприємств: рівневий, функціонально-компонентний, процесно-орієнтований, інформаційно-аналітичний, екосистемний, нечітко-множинний та інтегральний індексний. Визначено, що кожен із зазначених підходів відображає окремі аспекти цифрової трансформації, проте найбільш повне урахування специфіки будівельного девелопменту забезпечують інтегральний, екосистемний та багатокритеріальний підходи, які дозволяють оцінювати не лише рівень цифровізації внутрішніх процесів, а й ефективність взаємодії підприємства з учасниками проєктного середовища. Обґрунтовано, що ключовими елементами цифрової екосистеми підприємств будівельного девелопменту виступають BIM-технології, цифрові двійники, ERP-системи, платформи управління проєктами, інструменти бізнес-аналітики та хмарні сервіси, інтеграція яких забезпечує безперервність інформаційних потоків протягом усього життєвого циклу девелоперського проєкту. Їх використання створює умови для підвищення прозорості управління, прискорення прийняття рішень, скорочення трансакційних витрат та зниження ризиків реалізації будівельних проєктів.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробленням інтегральної моделі оцінювання цифрової зрілості підприємств будівельного девелопменту, формуванням системи кількісних індикаторів функціонування

цифрових екосистем та економіко-математичним моделюванням впливу цифрової трансформації на ефективність реалізації девелоперських проєктів.

Список використаних джерел:

1. Bielienkova, O., Novak, Y., Matsapura, O., Zapiechna, Y., Kalashnikov, D., & Dubinin, D. (2022). Improving the organization and financing of construction project by means of digitalization. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 12(8), 108-115. DOI: 10.46338/ijetae0822_14
2. O. Bielienkova, S. Stetsenko, S. Oliferuk, P. Sapiga, M. Horbach and S. Toxanov, "Conceptual model for assessing the competitiveness of the enterprise based on fuzzy logic: social and resource factors," *2021 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*, Nur-Sultan, Kazakhstan, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/SIST50301.2021.9465923.
3. Kulikov, P., Ryzhakova, G., Ryzhakov, D., Malykhina, O., & Honcharenko, T. (2020). Olap-tools for the formation of connected and diversified production and project management systems. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(5), 8670-8676. DOI: 10.30534/ijatcse/2020/254952020
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. DOI:10.35940/ijrte.D8356.118419
5. Кричевська Ю. В., Рижакова Г. М., Шпаков А. В., Поколенко В. О., Приходько Д. О. Цифрова екосистема в будівельному девелопменті: концептуально-теоретичні аспекти трансформації та управлінські імперативи // Управління розвитком складних систем. 2024. № 60. С. 174–182. URL: <https://mdcs.knuba.edu.ua/article/download/323589/313799>
6. Nadiia, R., Yusuf, I., Yaroslav, KS., Nataliia, B., Mykola, S., Olha, B. (2022). Systems Thinking to Investigate the Archetype of Globalization. In: Alareeni, B., Hamdan, A. (eds) *Financial Technology (FinTech), Entrepreneurship, and Business Development. ICBT 2021. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 486. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08087-6_9
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. DOI: 10.46338/ijetae0122_05
8. G. Ryzhakova, V. Pokolenko, S. Omirbayev, I. Novyкова, O. Bielienkova 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

9. Ryzhakova, G., Malykhina, O., Pokolenko, V., Rubtsova, O., Homenko, O., Nesterenko, I., & Honcharenko, T. (2022). Construction project management with digital twin information system. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 12(10), 19-28. DOI: 10.46338/ijetae1022_03

10. D. Chernyshev, D. Ryzhakov, O. Dikiy, O. Khomenko and S., Petrukha. Innovative Technology for Management Tools of Commercial Real Estate in Construction, *International Journal on Emerging Trends in Engineering Research*, 8(9), September 2020, pp. 4967-4973, <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/13892020>

11. T. Marchuk, D Ryzhakov, G. Ryzhakova, S. Stetsenko. Identification of the basic elements of the innovation-analytical platform for energy efficiency in project financing, *Investment Management and Financial Innovations*, Volume 14, Issue 4, 2017, pp. 12-20, [http://dx.doi.org/10.21511/imfi.14\(4\).2017.02](http://dx.doi.org/10.21511/imfi.14(4).2017.02)

12. D. Ryzhakov, O. Dikiy, M. Druzhynin, H. Petrenko and T. Savchuk. Innovative tools for management the lifecycle of strategic objectives of the enterprise-stakeholder in construction, *International Journal on Emerging Trends in Engineering Research*, 8(8), 2020, pp. 4526-4532, <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/78882020>

13. Paulk, M. C., Curtis, B., Chrissis, M. B., & Weber, C. V. (1993). Capability maturity model, version 1.1. *IEEE Software*, 10(4), 18–27. <https://doi.org/10.1109/52.219617>

14. Becker, J., Knackstedt, R., & Pöppelbuß, J. (2009). Developing maturity models for IT management: A procedure model and its application. *Business & Information Systems Engineering*, 1(3), 213–222. <https://doi.org/10.1007/s12599-009-0044-5>

15. Gökalp, E., Şener, U., & Eren, P. E. (2017). Development of an assessment model for industry 4.0: Industry 4.0-MM. In *Software Process Improvement and Capability Determination* (pp. 128–142). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67383-7_10

16. Guerrero, R., & Lattemann, C. (2022). Digital ecosystem maturity: A systematic literature review and framework. *Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences*. DOI: 10.24251/HICSS.2022.756

17. Comuzzi, M., & Patel, A. (2016). How organisations leverage Big Data: A maturity model. *Industrial Management & Data Systems*, 116(8), 1468–1492. <https://doi.org/10.1108/IMDS-12-2015-0495>

18. Jacobides, M. G., Cennamo, C., & Gawer, A. (2018). Towards a theory of ecosystems. *Strategic Management Journal*, 39(8), 2255–2276. <https://doi.org/10.1002/smj.2904>

Dmytro RATNIKOV

Ph.D. in Economics,
Doctoral Candidate of the Department of Management in Construction,
Kyiv National University of Construction and Architecture,
Kyiv, Ukraine
 <http://orcid.org/0009-0006-0024-5384>
kmb_knuba@ukr.net

Denys SHEREMET

Ph.D. Student of the Department of Management in Construction,
Kyiv National University of Construction and Architecture,
Kyiv, Ukraine
 <http://orcid.org/0000-0002-9486-8841>
taqm@ukr.net

FORMATION OF A DIGITAL ECOSYSTEM OF CONSTRUCTION DEVELOPMENT ENTERPRISES IN AN INTEGRATED PROJECT MANAGEMENT ENVIRONMENT

Abstract. *The purpose of the study is to substantiate the theoretical and methodological foundations for the formation of a digital ecosystem of construction development enterprises and to develop conceptual provisions for its functioning within an integrated project management environment. Particular attention is paid to identifying the role of digital maturity as a prerequisite for effective digital transformation and ecosystem-based interaction among stakeholders involved in investment and construction projects.*

The study is based on a combination of general scientific and special research methods. Comparative and logical analysis were used to investigate the evolution of the concept of digital maturity and to systematize existing scientific approaches to its assessment. Structural-functional analysis was applied to identify the key elements of a digital ecosystem in construction development. Methods of system analysis and systems thinking were employed to examine stakeholder interactions within integrated project environments. The research also relies on synthesis, grouping, and classification methods to develop a framework of digital maturity assessment approaches relevant to development enterprises.

The paper substantiates that the digital transformation of construction development enterprises requires a transition from fragmented automation of individual business processes to the creation of integrated digital ecosystems that combine information flows, business processes, technological infrastructure, and stakeholder interactions within a unified digital environment. The evolution of the concept of digital maturity is examined, demonstrating its transformation from

traditional organizational maturity models toward comprehensive ecosystem-oriented approaches. Seven major methodological approaches to digital maturity assessment are identified and analyzed, including maturity-level models, functional capability models, process-oriented models, data maturity approaches, ecosystem maturity approaches, fuzzy-logic-based models, and integrated maturity index models. Their applicability to construction development enterprises is evaluated in the context of project lifecycle management, stakeholder coordination, BIM implementation, digital twins, project financing, and data-driven decision-making.

The study demonstrates that ecosystem-based approaches provide a broader understanding of digital transformation by considering not only internal organizational capabilities but also the level of integration with external stakeholders, digital platforms, suppliers, contractors, investors, public authorities, and end users. It is argued that digital maturity should be viewed as a multidimensional characteristic reflecting technological readiness, organizational adaptability, analytical capabilities, innovation potential, and ecosystem connectivity. The research highlights the importance of BIM technologies, enterprise resource planning systems, business intelligence tools, cloud services, and digital twins as enabling components of a digital ecosystem.

The findings indicate that integrated digital ecosystems contribute to reducing transaction costs, improving transparency and coordination, increasing resource efficiency, accelerating project implementation, and enhancing the competitiveness of development enterprises. Particular relevance of the proposed approach is observed in the context of post-war reconstruction of Ukraine, where large-scale investment projects require advanced mechanisms of digital collaboration and project governance. The study concludes that integrated digital maturity assessment can serve as a methodological basis for designing and developing digital ecosystems in construction development and for supporting strategic decision-making under conditions of rapid technological change.

Keywords: *enterprise, digital ecosystem, construction development, digital transformation, integrated project management, stakeholders, management efficiency.*

Надійшла до редакції: 01.05.2026

Пройшла рецензування: 15.05.2026

Прийнята до друку: 22.05.2026

Опублікована: 29.05.2026