*УДК 69.003.13:658.5:004*

*РАТНІКОВ Д. Г.*

# Економічна ефективність цифровізації операційної діяльності підприємств будівельного сектору: аналітична інтерпретація та структурна трансформація бізнес–процесів

***Актуальність дослідження*** *зумовлена поглибленням цифровізації операційної діяльності підприємств будівельного сектору, у межах якої цифрові платформи трансформуються з інструментів автоматизації у ключові економічні чинники формування вартості, продуктивності та стійкості бізнес–процесів. Водночас відсутність цілісних економіко–аналітичних підходів до оцінювання ефективності цифрових трансформацій знижує результативність управлінських рішень.*

***Постановка проблеми*** *полягає у необхідності формування інтегрованого економіко–діагностичного забезпечення, здатного адекватно відобразити структурні зрушення операційних процесів, економічні ефекти цифровізації та їх вплив на фінансові результати підприємств будівельного девелопменту.*

***Метою дослідження*** *є аналітична інтерпретація економічної ефективності цифровізації операційної діяльності та обґрунтування напрямів структурної трансформації бізнес–процесів будівельних підприємств. Для досягнення мети визначено завдання: систематизувати підходи до економічної діагностики цифрових платформ, ідентифікувати ключові показники ефективності та розкрити механізми їх інтеграції у систему управління.*

***Методологія дослідження*** *базується на системному поєднанні економічного аналізу, методів прикладної економічної діагностики, сценарного та прогнозного моделювання, а також використанні даних цифрових управлінських систем.*

*У результаті дослідження обґрунтовано концептуальні засади економіко–діагностичного контуру, що інтегрує фінансові, операційні та цифрові показники, дозволяє встановлювати причинно–наслідкові зв'язки між цифровими рішеннями та економічними результатами, а також підвищує прозорість і обґрунтованість управління.*

*Галуззю застосування результатів є підприємства будівельного сектору та девелоперські компанії, що впроваджують цифрові платформи управління.*

***Висновки*** *підтверджують, що цифровізація за умови належного економіко–аналітичного супроводу виступає фактором підвищення ефективності, адаптивності та довгострокової стійкості операційної діяльності підприємств будівництва.*

***Ключові слова:*** *підприємство, операційна діяльність, економічна результативність, управлінські рішення, будівельний девелопмент, цифровізація, економіко–діагностичне забезпечення, бізнес–процеси, структурна трансформація.*

*DMYTRO RATNIKOV*

# Economic efficiency of digitalization of operational activities of construction sector enterprises: analytical interpretation and structural transformation of business processes

***The relevance of the study*** *is determined by the deepening digitalization of the operational activities of construction sector enterprises, within which digital platforms are transforming from automation tools into key economic drivers of value creation, productivity, and sustainability of business processes. At the same time, the lack of integrated economic and analytical approaches to assessing the effectiveness of digital transformations reduces the quality and effectiveness of managerial decision–making.*

*The problem addressed in the study lies in the need to form an integrated economic and diagnostic framework capable of adequately reflecting structural shifts in operational processes, the economic effects of digitalization, and their impact on the financial performance of construction development enterprises.*

***The purpose of the study*** *is to provide an analytical interpretation of the economic efficiency of digitalization of operational activities and to substantiate the directions of structural*



*© РАТНІКОВ Д. Г., 2026*

*transformation of business processes of construction enterprises. To achieve this purpose, the following objectives are defined: to systematize approaches to the economic diagnostics of digital platforms, to identify key performance indicators, and to reveal the mechanisms of their integration into the management system.*

***The research methodology** is based on a systemic combination of economic analysis, applied economic diagnostic methods, scenario–based and forecasting modeling, as well as the use of data from digital management systems.*

*As a result of the study, the conceptual foundations of an economic and diagnostic framework are substantiated, integrating financial, operational, and digital indicators, enabling the identification of cause–and–effect relationships between digital solutions and economic outcomes, and enhancing the transparency and validity of management decisions.*

*The field of application of the results includes construction sector enterprises and development companies implementing digital management platforms. The conclusions confirm that digitalization, when supported by appropriate economic and analytical tools, acts as a factor in increasing efficiency, adaptability, and long–term sustainability of the operational activities of construction enterprises.*

***Keywords:** enterprise, operational activity, economic performance, managerial decisions, construction development, digitalization, economic and diagnostic support, business processes, structural transformation.*

***Постановка проблеми.*** Формування економіко–діагностичного забезпечення розвитку цифрових платформ адміністрування підприємствами будівельного девелопменту доцільно розглядати як комплексний науково–методичний процес, спрямований на створення системи аналітичних інструментів, показників і моделей, що забезпечують обґрунтоване оцінювання, моніторинг і прогнозування економічної результативності цифрових трансформацій у діяльності девелоперських підприємств. У сучасних умовах цифровізації будівельного девелопменту цифрові платформи адміністрування (BIM–, ERP–, CDE–, platform–based management systems) виступають не лише технологічною основою інтеграції бізнес–процесів, а й економічними інфраструктурами формування вартості, перерозподілу ресурсів та управління інвестиційними потоками. Відповідно, виникає об'єктивна потреба у формуванні спеціалізованого економіко–діагностичного забезпечення, здатного відобразити реальні економічні ефекти впровадження та розвитку таких платформ.

Економіко–діагностичне забезпечення у цьому контексті охоплює систему взаємопов'язаних методів і індикаторів, орієнтованих на: оцінювання економічної доцільності цифрових платформ; аналіз структури витрат і вигод цифровізації; діагностику впливу платформних рішень на продуктивність, собівартість, рентабельність та інвестиційну привабливість девелоперських підприємств. Ключовою особливістю такого забезпечення є його інтеграційний характер — поєднання фінансово–економічних, операційно–економічних та аналітико–прогнозних компонентів у єдиному діагностичному контурі.

***Аналіз останніх досліджень і публікацій.*** Практичне розв'язання проблеми сценарно–орієнтованого прогнозування з урахуванням одночасно ринкових зрушень і платформних (цифрових) динамік — через різні методологічні траєкторії: data–driven прогнозування, процесну аналітику, сценарні платформи, а також режимні (regime) моделі для ринку нерухомості.

Restrepo Ramirez & Rua–Machado [1] запропонували ML–підхід (Machine Learning approach), який поєднує проєктні фінансові сигнали (зокрема логіку earned value та грошові потоки) для раннього передбачення відхилень строків і перевитрат. Цінність ML–підходу в тому, що це фактично «гібридний прогноз»: фінансова динаміка виступає ядром, а проєктні/цифрові індикатори — ранніми тригерами сценаріїв, що дозволяє робити сценарії не декларативно, а на підставі даних виконання. Radman та співавтори [2] розвинули концепцію real–time, data–driven аналізу будівельних проєктів (рамка RealCONs), де ключовим є не просто накопичення даних, а організація потоку даних між системами та перехід до оперативних прогнозів/попереджень. Для сценарного прогнозування це важливо тим, що сценарії стають «живими»: ринкові збурення (ціни, поставки) і платформні збої (затримки погоджень, розриви даних) можуть оновлювати прогноз у короткому циклі управління, зменшуючи лаг між подією і фінансовим рішенням.

Дослідження [3–5] на матеріалі кейсів показує вплив BIM на час і вартість через конкретні механізми — проєктні помилки, незапланована зміни, RFI, трудові та календарні фактори. Хоча ці роботи не «про сценарії» у вузькому сенсі, вони закладають причинно–наслідкову базу для сценарного прогнозу: BIM/платформні практики змінюють частоту та масштаби змін і переробок, а отже формують різні траєкторії витрат і строків під однаковими ринковими умовами. Автори [6–8] розробляють концепцію «інформаційної платформи» для управлінського прогнозу, де дані з різних систем (PM, ERP, BIM) об'єднуються для побудови сценарних прогнозів витрат і строків, що є важливою складовою інтегрованих моделей, які поєднують цифрові й фінансові аспекти, та зосереджені на аналізі впливу цифрової інтеграції на строки та собівартість, що формує основу для включення цифрових KPI в прогнозні сценарії управління проєктами. Наукові праці [9–12] показують, що увагу дослідників зосереджено на інтеграції цифрових даних із фінансовим і проєктним аналізом, розробці методів діагностики та прогнозування з урахуванням цифрових платформних чинників, а також на розширенні традиційних моделей управління через врахування цифрових індикаторів, ризиків та поведінкових реакцій ринку. В подальшому наукові здобутки створюють підґрунтя для побудови адекватних сценарних моделей управління девелоперськими проєктами та процесами будівництва.

***Метою статті*** є науково обґрунтоване дослідження економічної ефективності цифровізації операційної діяльності підприємств будівельного сектору шляхом формування інтегрованого економіко–аналітичного підходу до оцінювання та інтерпретації структурних трансформацій бізнес–процесів, зумовлених упровадженням цифрових платформ управління, з метою підвищення результативності та обґрунтованості управлінських рішень у цифрово орієнтованому середовищі.

***Виклад основного матеріалу дослідження.*** Методологія економічної діагностики та прогнозування розвитку підприємств будівельного девелопменту в цифрово орієнтованому середовищі ґрунтується на системному поєднанні економічної теорії розвитку, інструментів прикладної економічної діагностики та сучасних підходів до аналітики даних, що відображають специфіку цифрової трансформації девелоперської діяльності. Її наукова сутність полягає у формуванні цілісного методологічного каркасу, здатного забезпечити ідентифікацію поточного економічного стану підприємств, виявлення прихованих структурних дисбалансів та обґрунтування прогнозних траєкторій їх розвитку в умовах високої динаміки ринку й цифрових зрушень.

Ключовою методологічною передумовою економічної діагностики є розгляд підприємства будівельного девелопменту як відкритої соціально–економічної системи, інтегрованої в цифрово орієнтоване середовище, де економічні результати формуються під впливом взаємодії інвестиційних, виробничих, фінансових і цифрово–платформних компонентів. У цьому контексті діагностика виходить за межі традиційного фінансового аналізу та набуває характеру багатовимірного економіко–аналітичного дослідження, орієнтованого на оцінку результативності відтворювальних процесів, ефективності використання капіталу, економічної віддачі цифрових активів і стійкості бізнес–моделей.

Методологія економічної діагностики передбачає формування ієрархічної системи показників, що охоплює: фінансово–економічні індикатори (прибутковість, рентабельність, ліквідність, капіталізація); операційно–економічні параметри (собівартість, продуктивність ресурсів, тривалість циклів); інвестиційно–аналітичні показники (NPV, IRR, EVA, ризик–профіль проєктів); а також цифрові економічні метрики, які відображають вплив цифрових платформ на структуру витрат, швидкість прийняття рішень і створення доданої вартості. Принциповим є не стільки перелік показників, скільки логіка їх інтеграції у єдиний діагностичний простір, що дозволяє виявляти причинно–наслідкові зв'язки між цифровізацією та економічними результатами. Прогнозування розвитку підприємств будівельного девелопменту в межах запропонованої методології базується на поєднанні економіко–статистичних, сценарних та імітаційних підходів, адаптованих до умов невизначеності та довготривалих інвестиційних циклів. Прогнозні моделі формуються не як екстраполяція минулих тенденцій, а як аналітична реконструкція можливих траєкторій розвитку, що враховує цифрові фактори, структурні зрушення в операційній системі та зміни інституційного середовища. Особливе значення надається сценарному прогнозуванню, яке дозволяє оцінювати економічні наслідки

альтернативних стратегій цифрового розвитку та рівень їх чутливості до ризиків.

Методологічною новизною підходу є інтеграція економічної діагностики та прогнозування в єдиний аналітико–прогностичний контур, що функціонує на основі цифрових даних і забезпечує зворотний зв'язок між оцінкою поточного стану та формуванням стратегічних рішень (табл. 1). Такий контур дозволяє трансформувати економічну діагностику з інструменту постфактум–аналізу у механізм проактивного управління розвитком підприємств, орієнтованого на довгострокову економічну результативність і стійкість.

Методологія економічної діагностики та прогнозування розвитку підприємств будівельного девелопменту в цифрово орієнтованому середовищі формує наукові засади переходу від фрагментарного аналізу показників до системного економіко–аналітичного осмислення розвитку, в якому цифрові платформи виступають не лише технологічними інструментами, а економічними чинниками структурної трансформації, відтворення капіталу та створення довгострокової економічної цінності. Сценарно–орієнтовані прогнозні моделі в умовах платформної економіки та високої ринкової турбулентності в будівництві ґрунтуються на поєднанні фінансових змінних, цифрових слідів управлінських процесів і поведінкових реакцій учасників ринку. Їх ключова відмінність від традиційних прогнозів полягає в тому, що сценарії формуються не лише за макроекономічними припущеннями (ціни, ставка, попит), а й за динамікою цифрових платформ, через які реалізуються продажі, проєктування, погодження, закупівлі та контроль виконання робіт. Автором виокремлено 6 варіантів сценарно–орієнтованих прогнозних моделей, які прямо враховують платформні динаміки (маркетплейси/платформи продажів, CDE/BIM/ERP–платформи, фінтех/кредитні платформи, PropTech) і ринкові динаміки (ціни, ставки, попит, конкуренція, інфляція, логістика). Сценарно–орієнтовані прогнозні моделі, що застосовуються в умовах платформної економіки та нестабільних ринкових середовищ будівельного девелопменту, істотно відрізняються за логікою формування прогнозу, глибиною врахування цифрових чинників і управлінською цінністю отриманих результатів. Їх порівняння доцільно здійснювати крізь призму того, як кожна модель інтерпретує майбутню невизначеність, трансформує цифрові сигнали в економічні очікування та підтримує управлінські рішення:

1) Сценарний фінансовий forecast із «вузлами платформи» (driver–based + shock tree). Перший варіант прогнозної моделі базується на драйверному фінансовому прогнозуванні, у якому доходи та витрати формуються як функції як ринкових, так і платформних параметрів. Доходи проєкту або портфеля описуються як добуток обсягу цифрового попиту, конверсії платформних каналів і середньої ціни реалізації:

$$Rev_t = Leads_t * Conv_t * Price_t.$$

Собівартість формується з урахуванням змінних витрат, чутливих до ринку матеріалів і продуктивності цифрово керованих процесів:

$$COGS_t = Q_t * (MatPrice_t + Labor_t + Equip_t) * (1 + ReworkRate_t).$$

**Таблиця 1. Інтегровані економіко–цифрові діагностичні підходи у будівництві**

| Компонент діагностики | Фінансові показники | Цифрові джерела даних | Інтегровані метрики | Причинно–наслідкові зв'язки | Управлінські рішення |
|---|---|---|---|---|---|
| Фінансовий контур | Маржа проєкту, Cash–flow, собівартість 1 м², накладні витрати | ERP, бухгалтерські модулі, кошторисні системи | Відхилення бюджету, Cash–gap, EAC | Перевитрати ↔ затримки ↔ дефіцит ліквідності | Корекція бюджету, перегляд фінансування, реструктуризація витрат |
| Проєктно–операційний контур | Витрати за етапами, вартість простоїв, продуктивність | PM–системи, графіки, журнали робіт | SPI, CPI, вартість простою, розрив продуктивності | Порушення графіка → зростання накладних | Перепланування, оптимізація ресурсів |
| Цифровий контур | Вартість змін, переробок, дефектів | BIM, CDE, RFI, IoT, телематика | Монетизована колізійність, ціна погодження | Колізії → переробки → падіння маржі | Посилення BIM–контролю, регламенти CDE |
| Інтеграційно–аналітичний контур | Risk–adjusted маржа, сценарні втрати | Аналітичні платформи, BI, процес–майнінг | KRI, Cost of Delay, Cost of Rework | Цифрові ризики → фінансові втрати | Ризик–орієнтоване управління, сценарне планування |

Сценарії відрізняються значеннями процентних ставок, інфляції, цін матеріалів, а також параметрами платформної ефективності — швидкістю погоджень, частотою змін проєкту, рівнем переробок. Така модель дозволяє оцінити не лише фінансовий результат, а й чутливість маржі та грошових потоків до цифрової керованості проєкту.

2) Динамічна модель попиту/продажів з платформними ефектами (system dynamics / stock–flow). Драйверні фінансові сценарні моделі орієнтовані насамперед на кількісну оцінку фінансових результатів за альтернативних ринкових і платформних припущень. Вони добре відображають чутливість доходів, маржі та грошових потоків до змін попиту, цін, ставок і ключових цифрових параметрів платформ — конверсії, швидкості погоджень, рівня переробок. Їх сильна сторона полягає у високій прозорості та зрозумілості для управлінців, однак вони здебільшого залишаються статичними й обмежено враховують нелінійні ефекти та зворотні зв'язки між учасниками ринку й платформними екосистемами.

Динамічні моделі попиту та продажів, що інтегрують платформні мережеві ефекти, суттєво глибше відображають поведінкову природу ринку. Вони дозволяють простежити, як цифрова довіра, репутація платформи, швидкість реакції та інформаційна прозорість впливають на траєкторію попиту в часі. У порівнянні з драйверними фінансовими моделями ці підходи краще відтворюють інерційність і лаги ринкових процесів, але водночас потребують значно більшого обсягу якісних цифрових даних і складніші для калібрування та інтерпретації результатів. Другий варіант ґрунтується на динамічному прогнозуванні попиту та продажів із урахуванням мережевих ефектів платформ. У цій моделі попит формується поступово через накопичення та вичерпання пулу потенційних клієнтів, а конверсія залежить від ринкових факторів і цифрової довіри до платформи. Кількість лідів описується як функція трафіку і цифрової конверсії:

$$Leads_t = Traffic_t * CR_visit_to_lead_t,$$

а фактичні продажі — як функція ціни, іпотечної ставки та платформної надійності:

$$Sales_t = Leads_t * f(Price_t, MortgageRate_t, PlatformTrust_t).$$

У сценаріях поєднується зростання або спад ринку з покращенням або деградацією платформних характеристик, що дозволяє виявити нелінійні ефекти та точки, у яких навіть активна цифрова присутність не компенсує ринковий спад.

3) Сценарний прогноз собівартості та строків через «цифрові процеси» (process–mining → forecast). Процесно–орієнтовані сценарні моделі, що спираються на цифрові сліди управління проєктами та ланцюгами постачання, зміщують фокус прогнозування з ринку на внутрішню операційну динаміку. Вони дають змогу безпосередньо пов'язати платформа–опосередковані управлінські збої — затримки погоджень, перевантаження процедур, фрагментацію даних — із фінансовими наслідками для проєкту. У порівнянні з моделями попиту такі підходи менш чутливі до макроекономічних коливань, проте значно ефективніші для управління строками, собівартістю та ризиками виконання будівельних робіт. Третій варіант сценарної моделі орієнтований на прогноз строків і собівартості через аналіз цифрових процесів управління будівництвом. На основі даних CDE, BIM і ERP моделюється ймовірність затримок і їх фінансовий ефект. Очікувана вартість затримки визначається як добуток імовірності перевищення планового строку та середньоденної вартості утримання проєкту:

$$Expected_Delay_Cost = P(Delay_t > Plan_t) * Cost_per_day * \Delta Days.$$

Сценарії відображають різні режими функціонування платформ — від дисциплінованого цифрового управління до фрагментованих погоджень і ручних втручань, що безпосередньо транслюється у прогноз кінцевої вартості проєкту.

4) Regime–switching модель (марковські режими) для ринку + платформні KPI як «тригери». Моделі з режимною логікою ринку принципово відрізняються тим, що розглядають майбутнє не як плавну еволюцію показників, а як зміну дискретних станів економічного середовища. Їхня перевага полягає в здатності фіксувати моменти переходу від зростання до спаду або кризового стану, використовуючи платформні індикатори як ранні сигнали структурних зрушень. Порівняно з попередніми підходами ці моделі забезпечують кращу оцінку стратегічних ризиків, однак їх результати мають імовірнісний характер і потребують більш високої аналітичної культури для практичного застосування. Четвертий варіант базується на ідеї режимної мінливості ринку, коли будівельний ринок переходить між станами зростання, стагнації та спаду. Платформні показники в цій моделі відіграють роль ранніх індикаторів переходу між

режимами. Ймовірність перебування в певному ринковому стані визначається як функція макроекономічних і цифрових змінних:

$$P(State_t) = f(InterestRate_t, PriceIndex_t, Conv_t, CAC_t, SLA_t).$$

Це дозволяє будувати прогнози не у вигляді одного сценарію, а у вигляді розподілу можливих траєкторій фінансових результатів з оцінкою ризиків.

5) Агент–орієнтована модель екосистеми (ABM) «девелопер—підрядники—постачальники—платформа». Агент–орієнтовані сценарні моделі забезпечують найбільш глибоке відтворення взаємодії учасників будівельної екосистеми, включно з девелоперами, підрядниками, постачальниками та клієнтами, об'єднаними цифровими платформами. На відміну від агрегованих фінансових і динамічних моделей, вони дозволяють аналізувати, як змінюється поведінка окремих агентів у відповідь на платформні стимули, ринкові шоки та інституційні обмеження. Їх аналітична сила поєднується з високою складністю реалізації та обмеженою можливістю формальної верифікації прогнозів. П'ятий варіант сценарного прогнозування реалізується у формі агент–орієнтованої моделі, де девелопер, підрядники, постачальники та клієнти розглядаються як агенти з власними правилами поведінки. Будуємо симуляцію, де агенти мають правила поведінки: підрядник реагує на оплату/штрафи, постачальник — на передоплату/дефіцит, клієнт — на ставку/довіру/контент платформи. Платформні механізми рейтингів, штрафів, бонусів і швидкості обміну даними змінюють поведінку агентів, що у сценаріях призводить до різних траєкторій строків, якості та собівартості. Фінансовий результат формується як агрегат взаємодій агентів у кожному сценарії, а не як лінійна екстраполяція минулих даних.

6) Multi–scenario optimization: робастне планування портфеля (ціна—строк—ризик—цифрова керованість). Оптимізаційні сценарні моделі, які поєднують прогнозування з вибором управлінських рішень, займають особливе місце серед розглянутих підходів. Вони не лише порівнюють альтернативні сценарії ринку та платформної зрілості, а й дозволяють визначити такі конфігурації портфеля проєктів, ресурсів і цифрових інвестицій, що забезпечують прийнятний баланс між дохідністю та ризиком. У порівнянні з іншими моделями ці підходи мають найвищу прикладну цінність для стратегічного управління, проте вимагають чіткого формалізованих припущень і стабільної інформаційної інфраструктури. Шостий варіант поєднує сценарне прогнозування з робастною оптимізацією управлінських рішень. У цій моделі сценарії ринку і платформної зрілості задають множину можливих майбутніх станів, а цільова функція враховує очікувану дохідність і ризик втрат:

$$Objective = Max( E(NPV) - \lambda * CVaR_loss ).$$

Обмеженнями виступають доступна ліквідність, ресурсні можливості та пропускна здатність цифрових платформ. Такий підхід дозволяє не лише прогнозувати наслідки сценаріїв, а й обирати управлінські рішення, стійкі до несприятливих комбінацій ринкових і платформних шоків

Загалом порівняльний аналіз свідчить, що жодна зі сценарно–орієнтованих прогнозних моделей не є універсальною. Драйверні та динамічні підходи краще підходять для фінансового та ринкового прогнозування, процесні моделі — для управління виконанням і витратами, режимні та агент–орієнтовані — для аналізу структурних зрушень і поведінкових ризиків, тоді як оптимізаційні моделі забезпечують інтеграцію прогнозів у практику прийняття управлінських рішень в умовах платформних і ринкових динамік. У сукупності ці сценарно–орієнтовані моделі формують методологічну основу прогнозування в сучасному будівельному девелопменті, де фінансові результати дедалі більше залежать від якості цифрових платформ, швидкості управлінських процесів і здатності підприємства адаптуватися до мінливих ринкових режимів.

**Висновки**

Економіко–діагностичне забезпечення розвитку цифрових платформ адміністрування виступає не допоміжним, а системоутворювальним елементом економіки девелоперських підприємств. Воно трансформує цифрові платформи з інструментів автоматизації в повноцінні економічні механізми підтримки стратегічних і інвестиційних рішень, забезпечуючи підвищення результативності, адаптивності та стійкості підприємств будівельного девелопменту в умовах цифрово орієнтованого середовища. Формування економіко–діагностичного забезпечення розвитку цифрових платформ передбачає: визначення економічних цілей цифрової трансформації; ідентифікацію критичних параметрів ефективності платформ (TCO, ROI, EVA, продуктивність капіталу, цифрові метрики); розроблення методичних підходів до аналізу синергії

між платформами та операційною системою підприємства; впровадження інструментів сценарного та ризик–орієнтованого аналізу. Важливою складовою є також адаптація діагностичних моделей до високої невизначеності, багатопроєктності та тривалих інвестиційних циклів, характерних для будівельного девелопменту.

**Список використаних джерел:**

1. Restrepo Ramirez, A. F., & Rua–Machado, C. A. (2025). Predicting delays and cost overruns in construction projects: A machine learning approach. Revista EIA, 22(44), 1–30. https://doi.org/10.24050/reia.v22i44.1861

2. Radman, K., Babaeian Jelodar, M., & Lovreglio, R. (2025). RealCONs: A digital framework for construction reporting accuracy and early delay detection. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), 30, 745–777. https://doi.org/10.36680/j.itcon.2025.031

3. Ryzhakova, G., Pokolenko, V., Malykhina, O., Predun, K., & Petrukha, N. (2020). Structural regulation of methodological management approaches and applied reengineering tools for enterprises–developers in construction. International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, 8(10), 7560–7567. https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/1428102020

4. Ryzhakova, G., Pokolenko, V., Omirbayev, S., Novykova, I., Bielienkova, O., & Kapustian, M. (2022, April). Modern structuring of project financing solutions in construction. In 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 1–7). IEEE.

5. Chernyshev, D., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Petrenko, H., Chupryna, I., & Reznik, N. (2022, March). Digital administration of the project based on the concept of smart construction. In International Conference on Business and Technology (pp. 1316–1331). Cham: Springer International Publishing.

6. Berezutskyi, I., Honcharenko, T., Ryzhakova, G., Tykhonova, O., Pokolenko, V., & Sachenko, I. (2024, May). Methodological Approach for Choosing Type of IT Projects Management. In 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), pp. 14–19.

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

8. Хоменко, О., Рижакова, Г., Малихіна, О., Петренко, Г., & Степанюк, Р. (2023). Цільові пріоритети та формалізовані індикатори трансформації операційних систем стейкхолдерів будівництва. Управління розвитком складних систем, (56), 173–180.

9. Аксельрод, Р. Б., Шпаков, А. В., & Рижакова, Г. М. (2021). Економіко–управлінські предиктори трансформації операційних систем будівельного девелопменту в умовах цифровізації економіки. Формування ринкових відносин в Україні, (12), 113–121.

10. Мостовенко, О. О., Лапоша, Д. Ю., Геращенко, О. П., Федорова, Я. Ю., Черненко, М. Е., & Рижакова, Г. М. (2024). Провідні економіко–управлінські та інституційні імперативи галузевого розвитку будівництва в контексті євроінтеграції. Просторовий розвиток, (7), 577–593.

11. Дружинін, М. А., Хоменко, О. М., & Рижакова, Г. М. (2024). Методологічний концепт і прикладні засади адаптогенної організації будівництва з урахуванням сучасних інноваційно–інвестиційних трендів. Управління розвитком складних систем, (59), 182–190.

12. Сичов, О., Фесун, А., Рижакова, Г., Чуприна, Ю., Рубцова, С., & Дубина, Н. (2025). Інвестиційне забезпечення цифрового будівництва в умовах післявоєнної відбудови україни. Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice, 5(64), 384–396. https://doi.org/10.55643/fcaptp.5.64.2025.4867

**References:**

1. Restrepo Ramirez, A. F., & Rua–Machado, C. A. (2025). Predicting delays and cost overruns in construction projects: A machine learning approach. Revista EIA, 22(44), 1–30.

2. Radman, K., Babaeian Jelodar, M., & Lovreglio, R. (2025). RealCONs: A digital framework for construction reporting accuracy and early delay detection. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), 30, 745–777.

3. Ryzhakova, G., Pokolenko, V., Malykhina, O., Predun, K., & Petrukha, N. (2020). Structural regulation of methodological management approaches and applied reengineering tools for enterprises–developers in construction. International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, 8(10), 7560–7567. https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/1428102020

4. Ryzhakova, G., Pokolenko, V., Omirbayev, S., Novykova, I., Bielienkova, O., & Kapustian, M. (2022, April). Modern structuring of project financing solutions in construction. In 2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST) (pp. 1–7). IEEE.

5. Chernyshev, D., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Petrenko, H., Chupryna, I., & Reznik, N. (2022, March). Digital administration of the project based on the con–

cept of smart construction. In International Conference on Business and Technology (pp. 1316–1331). Cham: Springer International Publishing.

6. Berezutskyi, I., Honcharenko, T., Ryzhakova, G., Tykhonova, O., Pokolenko, V., & Sachenko, I. (2024, May). Methodological Approach for Choosing Type of IT Projects Management. In 2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), pp. 14–19.

7. Chupryna, I., Ryzhakova, G., Chupryna, K., Biloshchytskyi, A., Tormosov, R., & Gonchar, V. (2022). Designing a toolset for the formalized evaluation and selection of reengineering projects to be implemented at an enterprise. Eastern–European Journal of Enterprise Technologies, 115(13), 6–198.

8. Khomenko, O., Ryzhakova, H., Malykhina, O., Petrenko, H., & Stepaniuk, R. (2023). Tsilovi priorytety ta formalizovani indykatory transformatsii operatsiinykh system steikkholderiv budivnytstva. Upravlinnia rozvytkom skladnykh system, (56), 173–180.

9. Akselrod, R. B., Shpakov, A. V., & Ryzhakova, H. M. (2021). Ekonomiko–upravlinski predyktory transformatsii operatsiinykh system budivelnoho developmentu v umovakh tsyfrovizatsii ekonomiky. Formuvannia rynkovykh vidnosyn v Ukraini, (12), 113–121.

10. Mostovenko, O. O., Laposha, D. Yu., Herashchenko, O. P., Fedorova, Ya. Yu., Chernenko, M. E., & Ryzhakova, H. M. (2024). Providni ekonomiko–upravlinski ta instytutsiini imperatyvy haluzevoho rozvytku budivnytstva v kontekсti yevrointehratsii. Prostorovyi rozvytok, (7), 577–593.

11. Druzhynin, M. A., Khomenko, O. M., & Ryzhakova, H. M. (2024). Metodolohichnyi kontsept i prykladni zasady adaptohennoi orhanizatsii budivnytstva z urakhuvanniam suchasnykh innovatsiino–investytsiinykh trendiv. Upravlinnia rozvytkom skladnykh system, (59), 182–190.

12. Sychov, O., Fesun, A., Ryzhakova, H., Chupryna, Yu., Rubtsova, S., & Dubyna, N. (2025). Investytsiine zabezpechennia tsyfrovoho budivnytstva v umovakh pisliavoiennoi vidbudovy ukrainy. Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice, 5(64), 384–396. https://doi.org/10.55643/fcaptp.5.64.2025.4867

**Дані про автора**

***Ратніков Дмитро Геннадійович,***

к. е. н., докторант кафедри менеджменту в будівництві Київського національного університету будівництва і архітектури

ORCID: https://orcid.org/0009–0006–0024–5384

**Data about the author**

***Dmytro Ratnikov,***

PhD in Economics, Doctoral Candidate Department of Construction Management, Kyiv National University of Construction and Architecture