

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.12.66-77

УДК 69.059: 330: 658

д.е.н., професор **Рижаква Г.М.**,

ryzhakova.gm@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7875-9768,

Кушнір О.К., kushnir_ok-2022@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-3982-0228,

Перелі Д.Д., pereli_dd@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0000-6952-0299,

Ван Юйтао, Van_yt-2023@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0000-3803-6357,

Гергі М.С., herhi_ms-2024@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0001-8184-4808,

PhD **Федорова Я.Ю.**, fedorova.yu@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-1820-8016,

Київський національний університет будівництва і архітектури

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗНО-АНАЛІТИЧНА ОЦІНКА СТРУКТУРНО-ТРАНСФОРМАЦІЙНИХ ЗМІН У ЦИФРОВІЗОВАНІЙ ОПЕРАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ ПІДПРИЄМСТВ-ДЕВЕЛОПЕРІВ

Розглядається вплив цифрових інновацій на стратегування інноваційного розвитку будівельних підприємств, зокрема їхню операційну та фінансову трансформацію. Проаналізовано ключові цифрові технології, що визначають сучасні тренди управління в будівельному секторі, включаючи Big Data, штучний інтелект, блокчейн, цифрові двійники (Digital Twin) та автоматизовані системи управління проектами (BIM-технології). Запропоновано концептуальний підхід до формалізації прогнозно-аналітичної оцінки ефективності цифровізації операційної системи підприємств-стейкхолдерів будівництва. Розроблено економіко-математичні моделі прогнозно-аналітичної оцінки цифрової трансформації, які дозволяють оцінити її вплив на фінансову стабільність, операційну ефективність та конкурентоспроможність підприємства. Серед основних моделей виокремлено мережеву оптимізацію фінансових потоків, нейронні мережі для прогнозування економічних показників, Data Envelopment Analysis (DEA) для оцінки ефективності ресурсного використання та модель оцінки інноваційної продуктивності на основі NPV-аналізу. Особливу увагу приділено науково-прикладним аспектам оцінки результативності впровадження цифрових технологій у будівельних компаніях. Виявлено структурно-трансформаційні зрушення у системі управління підприємствами-стейкхолдерами, спричинені цифровізацією, зокрема зміну організаційних підходів до стратегічного планування, ризик-менеджменту та управління бізнес-портфелем. Запропоновано методологію оцінки ефективності цифрових ініціатив на основі динамічних фінансових коефіцієнтів та сценарного аналізу. Результати дослідження можуть бути використані для формування цифрових стратегій розвитку будівельних підприємств, підвищення рівня автоматизації бізнес-

процесів та забезпечення їхньої стійкості в умовах динамічного ринкового середовища.

Ключові слова: цифровізація; будівельний девелопмент; економіко-математичне моделювання; фінансовий аналіз; операційна ефективність; економічна діагностика; прогнозування; стратегічне управління; оцінка інновацій; трансформаційні зміни; ризик-менеджмент.

Постановка проблеми. Оновлення концепцій будівельного девелопменту в сучасному фінансово-економічному середовищі зумовлене необхідністю підвищення прозорості, зниження ризиків та забезпечення ефективності капіталовкладень. Динамічний розвиток ринку нерухомості, глобалізація фінансових потоків та технологічні інновації сприяють інтеграції новітніх методик оцінки активів і проектів. У цьому контексті ключовими напрямками є цифровізація фінансового аналізу, впровадження ESG-стандартів, використання блокчейн-технологій для аудиту прав власності та моделювання економічних ризиків за допомогою штучного інтелекту. *Due Diligence* – це комплексний процес оцінювання фінансового, юридичного, комерційного та технічного стану компанії або активу перед укладенням угоди. Його головна мета полягає в тому, щоб надати всебічне уявлення про об'єкт перевірки, допомогти інвесторам, кредиторам або іншим зацікавленим сторонам прийняти зважене рішення щодо доцільності інвестицій чи співпраці. У сфері будівельного девелопменту з'явилося кілька новітніх концепцій, які є аналогами, доповненням або передумовою розвитку *Due Diligence*. Вони спрямовані на глибший аналіз ризиків, підвищення ефективності управління проектами та прийняття зважених рішень щодо інвестицій у будівельні активи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних наукових дослідженнях значна увага приділяється впливу цифрових інновацій на стратегування економічного розвитку будівельних підприємств, що обумовлено зростанням ролі технологій у процесах управління та прийняття рішень. Одним із таких досліджень є праця [1], присвячена цифровізації інноваційної діяльності в будівництві. У ній визначено основні тренди цифрової економіки та обґрунтовано стратегії розвитку інноваційної діяльності будівельних підприємств. Автори [2-4] аналізують вплив цифрових рішень на будівельне виробництво та продукцію, зокрема інтеграцію відкритих інновацій у бізнес-моделі компаній. Дослідження [5-6] підкреслюють важливість цифрових технологій у підвищенні ефективності управлінських процесів і фінансового аналізу підприємств. Інші праці досліджують цифрові технології як інноваційні тренди, що зумовлюють структурно-трансформаційні зрушення в управлінні

будівельними підприємствами-стейкхолдерами. Автори [7-9] аналізують інтеграцію цифрових рішень у стратегічні та операційні процеси управління, що забезпечує ефективніше використання ресурсів, скорочення витрат та оптимізацію фінансових потоків. Значну увагу приділено дослідженню концепції цифрового управління на основі Big Data, штучного інтелекту, блокчейн-технологій та BIM-моделювання. Впровадження таких рішень сприяє оптимізації бізнес-процесів і підвищенню конкурентоспроможності компаній. Окремі дослідження [10-12] присвячені аналітиці впливу цифрових інновацій на стратегування економічного розвитку підприємств, методи оцінки ефективності впровадження цифрових технологій у бізнес-процеси та пропонується аналітичний інструментарій для оцінки доцільності таких впроваджень. Автори [13-14] підкреслюють, що цифрові інновації можуть сприяти підвищенню ефективності роботи будівельних підприємств, зниженню ризиків та витрат, а також покращенню управління фінансовими потоками. Наукова праця [15] розкриває інноваційні тренди структурно-трансформаційних змін у системі управління будівельних підприємств. Автори аналізують вплив цифрових технологій на організаційну структуру підприємств та зміну підходів до стратегічного планування. Значна увага приділяється методам оцінки ефективності цифрових рішень, включаючи аналітичні моделі на основі штучного інтелекту, машинного навчання та предиктивного аналізу. Використання таких інструментів дозволяє будівельним компаніям підвищити продуктивність, покращити управління ризиками та ефективніше адаптуватися до динамічних умов ринку. Усі ці дослідження демонструють, що цифрові технології відіграють ключову роль у модернізації будівельного бізнесу, сприяючи автоматизації процесів, покращенню фінансового аналізу та підвищенню стратегічної гнучкості підприємств. Інтеграція цифрових інновацій дозволяє будівельним компаніям ефективніше розподіляти ресурси, зменшувати операційні витрати та створювати нові конкурентні переваги на ринку.

Мета статті – дослідити та обґрунтувати роль інноваційних цифрових технологій як ключових драйверів структурно-трансформаційних змін в управлінні підприємствами-стейкхолдерами будівельної галузі.

Виклад основного матеріалу. Концепція *Sustainability Due Diligence* фокусується на перевірці екологічних, соціальних та управлінських аспектів (ESG – Environmental, Social, Governance) девелоперських проєктів. Вона передбачає оцінку впливу будівництва на довкілля, дотримання норм енергоефективності, екологічної безпеки, соціального добробуту та етичного управління компанією. Особливе значення має сертифікація за міжнародними

стандартами, такими як LEED, BREEAM, WELL, що підвищують інвестиційну привабливість проєкту.

- *Smart Due Diligence* використовує цифрові технології, Big Data та штучний інтелект для автоматизації процесів аналізу будівельних проєктів. Вона інтегрує геоінформаційні системи (GIS), BIM-моделювання (Building Information Modeling), блокчейн для перевірки прав власності та штучний інтелект для прогнозування фінансових і технічних ризиків. Це значно прискорює Due Diligence та підвищує його точність.

- *Integrated Project Delivery (IPD) Risk Assessment* - Інтегрована модель управління проєктами передбачає ранню координацію всіх учасників будівництва – девелоперів, архітекторів, підрядників, фінансистів – у єдиній цифровій екосистемі. Це знижує ймовірність конфліктів, непередбачуваних витрат та відхилень від графіка будівництва. Оцінка ризиків у межах IPD допомагає ідентифікувати слабкі місця проєкту ще до початку реалізації.

- *Real Estate Digital Twin Analysis* використовує цифрові двійники (Digital Twins) для створення віртуальної копії будівельного об'єкта, що дозволяє здійснювати моделювання різних сценаріїв експлуатації, економічного розвитку та оцінки ризиків. Завдяки цьому девелопери можуть ще до початку будівництва оцінити ефективність використання ресурсів, потенційні дефекти конструкцій, логістику та економічну доцільність.

- *Construction Forensic Auditing* передбачає ретельний аудит будівельних проєктів з метою виявлення фінансових шахрайств, порушень норм безпеки, зловживань при укладенні контрактів або прихованих дефектів. Вона є важливим інструментом для захисту інвесторів та контролю якості будівництва.

- *Regenerative Real Estate Assessment* - концепція виходить за межі стандартного ESG-аналізу та фокусується на проєктах, які не лише мінімізують шкоду довкіллю, а й активно його відновлюють. До оцінки включають такі аспекти, як біокліматична архітектура, використання відновлюваних матеріалів, енергетична автономія та створення природоорієнтованих рішень для міського середовища.

- *Blockchain-Based Title and Ownership Verification* - оцінка девелоперських проєктів за допомогою блокчейн-технологій дозволяє мінімізувати ризики, пов'язані з піддробкою документів на нерухомість, подвійним продажем або корупційними схемами. Смарт-контракти автоматизують перевірку прав власності та юридичну відповідність, що підвищує рівень безпеки інвестицій.

Кожна з цих концепцій є важливим доповненням або передумовою подальшої еволюції *Due Diligence* у будівельному девелопменті, сприяючи

підвищенню прозорості, ефективності та безпеки інвестиційних рішень. Ця процедура є невід'ємною частиною угод із злиття та поглинання, залучення інвестицій, придбання активів, залучення фінансування або виходу компанії на ринок цінних паперів. Її проведення дає змогу визначити всі можливі ризики, приховані проблеми, можливості розвитку та потенційні вигоди.

Фінансовий аспект Due Diligence включає детальний аналіз фінансової звітності компанії, її активів, зобов'язань, ліквідності, грошових потоків, рентабельності та структури капіталу. Вивчається бухгалтерська документація, податкові зобов'язання, кредитні договори, судові позови та можливі санкції. Це дає змогу оцінити реальну вартість компанії, її фінансову стабільність та здатність генерувати прибуток у довгостроковій перспективі.

Юридичний аналіз спрямований на перевірку правомірності діяльності компанії, її установчих документів, ліцензій, дозволів, договорів та відповідності чинному законодавству. Досліджуються корпоративна структура, наявність судових спорів, дотримання антимонопольних норм, питання захисту інтелектуальної власності та ризики, пов'язані з трудовими відносинами. Виявлення правових проблем дозволяє оцінити потенційні загрози, які можуть вплинути на реалізацію угоди.

Комерційний Due Diligence передбачає аналіз ринку, конкурентного середовища, бізнес-моделі компанії, її клієнтської бази та динаміки розвитку галузі. Важливу роль відіграє оцінка позиціонування компанії серед конкурентів, ефективності маркетингових стратегій, рівня лояльності клієнтів та перспективи масштабування бізнесу. Особлива увага приділяється репутації компанії, її бренду та наявності стратегічних партнерів.

Технічна перевірка зосереджується на оцінці стану матеріальних активів, виробничих потужностей, технологій, обладнання та інноваційного потенціалу. Аналізується відповідність технологічних процесів сучасним стандартам, рівень автоматизації, безпеки та екологічної відповідальності. Якщо компанія працює в сфері ІТ, оцінюється якість її програмного забезпечення, кібербезпека та потенціал розвитку технологій.

Окремим важливим напрямом є екологічний Due Diligence, особливо якщо компанія працює у сфері виробництва, будівництва чи енергетики. Перевіряється відповідність екологічним нормам, рівень впливу на довкілля, використання природних ресурсів та можливі санкційні ризики через екологічні порушення.

Процес Due Diligence здійснюється командами професіоналів, які включають фінансових аналітиків, юристів, аудиторів, галузевих експертів та консультантів. Залежно від специфіки угоди, він може тривати від кількох тижнів до кількох місяців. Його результати оформлюються у вигляді звіту, що

містить висновки щодо ключових аспектів діяльності компанії та рекомендації щодо подальших дій. Успішне проведення Due Diligence дає змогу уникнути фінансових втрат, убезпечити інвесторів від придбання проблемних активів та забезпечити прозорість угод. Водночас якісно проведена перевірка може підвищити вартість компанії, якщо вона демонструє стабільність, гарні фінансові показники та низький рівень ризиків. Таким чином, Due Diligence є важливим етапом будь-якої значущої фінансової чи інвестиційної операції, що гарантує прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Формалізація процесів цифровізації фінансового та операційного аналізу будівельного підприємства потребує розробки економіко-математичних моделей, що дозволяють інтегрувати великі масиви даних, автоматизувати розрахунки та підвищити ефективність управління ресурсами. Нижче наведено три ключові економіко-математичні моделі, які можуть бути використані для цифровізації цих процесів у будівельній галузі.

1. *Модель оптимізації фінансових потоків будівельного підприємства на основі мережевого аналізу.* Фінансові потоки в будівельному підприємстві можуть бути представлені у вигляді **мережі потоків капіталу**, де **вузли** відповідають джерелам фінансування, підрядникам, постачальникам і внутрішнім структурним підрозділам, а **дуги** – грошовим потокам між ними. Оптимізація фінансових потоків здійснюється шляхом розв'язання **задачі максимального потоку** або **задачі мінімізації витрат** у мережевій моделі:

$$\max \sum_i \sum_j F_{ij}, \text{ де:}$$

- F_{ij} – фінансовий потік між вузлами i та j ,
- C_{ij} – вартість перерозподілу капіталу між вузлами,
- B_i – баланс фінансових ресурсів у вузлі i ,
- X_{ij} – рішення про перерозподіл фінансових ресурсів.

$$\text{Обмеження: } \sum_j F_{ij} - \sum_k F_{ik} = B_i \quad \forall i$$

Оптимізація проводиться за допомогою алгоритмів лінійного програмування, таких як **метод потенціалів** або **алгоритм Форда-Фалкерсона**.

2. *Модель прогнозування фінансового стану будівельного підприємства на основі штучних нейронних мереж.* Використання **глибокого навчання** дозволяє прогнозувати ключові фінансові показники будівельного підприємства на основі аналізу історичних даних, макроекономічних умов та внутрішніх операційних процесів. Фінансова динаміка будується у вигляді **нейронної мережі** з ваговими коефіцієнтами w_{ij} , яка апроксимує нелінійну функцію:

$$Y = f(WX + B), \text{ де:}$$

- Y – прогнозовані фінансові показники (наприклад, рентабельність, ліквідність, капіталізація),
- X – вхідні параметри (витрати, дохід, інвестиції, макроекономічні чинники),
- W – матриця вагових коефіцієнтів нейронної мережі,
- B – вектор зсуву,
- $f(\cdot)$ – функція активації (наприклад, ReLU, сигмоїда або Softmax).

Навчання нейронної мережі здійснюється за допомогою алгоритмів градієнтного спуску (Adam, RMSprop), а для перевірки точності прогнозу використовуються метрики MSE (Mean Squared Error) або MAE (Mean Absolute Error).

3. Модель оцінки економічної ефективності цифровізації будівельного підприємства.

Економічна ефективність цифровізації оцінюється за допомогою **динамічних коефіцієнтів рентабельності** з урахуванням витрат на IT-інфраструктуру, автоматизацію управлінських процесів та прогнозованих фінансових вигід.

Економічний ефект цифровізації оцінюється на основі показника **чистої приведеної вартості (NPV)** з урахуванням цифрових інвестицій:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I, \text{ де:}$$

- CF_t – прогнозований грошовий потік в період t ,
- r – ставка дисконтування, що враховує ризики будівельного ринку,
- I – початкові витрати на цифровізацію.

Також розраховується **рівень окупності цифрових інвестицій (ROI)**:

$$ROI = (NPV - I) / I \times 100\%$$

де $ROI > 0$ свідчить про доцільність впровадження цифрових технологій.

4. Модель багатofакторного аналізу операційної ефективності на основі Data Envelopment Analysis (DEA)

Модель **аналізу охоплення даних (DEA)** дозволяє оцінити **ефективність** використання ресурсів будівельного підприємства з урахуванням різних вхідних та вихідних показників. Модель визначає ефективність кожного будівельного об'єкта або підрозділу на основі лінійного програмування:

$$\max \sum u_r Y_{rj}$$

за умов: $\sum v_i X_{ij} = 1, \sum u_r Y_{rj} - \sum v_i X_{ij} \leq 0, \forall j,$

де:

- X_{ij} – витрати (капітал, трудові ресурси, матеріали),

- Y_{ij} – результати (дохід, кількість завершених проектів, задоволеність клієнтів),
- u_r та v_i – вагові коефіцієнти.

Метод DEA допомагає оцінити ефективність підрозділів та виявити **неефективні сегменти** діяльності.

5. Стохастична модель управління ризиками цифровізації будівельного підприємства.

Урахування **невизначеностей** в процесі цифровізації можливе через стохастичне моделювання ризиків.

Якщо X_t – випадкова величина, що описує вартість цифровізації в момент часу t , а R_t – прогнозований дохід, то:

$$P(R_t - X_t > 0) = 1 - \alpha$$

де α – рівень допустимого ризику.

Для оцінки використовуються методи Монте-Карло, GARCH-моделі або VAR-аналіз.

Застосування Smart Due Diligence, Digital Twin Analysis та Integrated Project Delivery змінює підходи до оцінки інвестиційної привабливості проектів, забезпечуючи комплексний аналіз не лише поточного фінансового стану девелоперських компаній, а й прогнозування їх довгострокової економічної стійкості. Це дозволяє оптимізувати фінансові рішення, підвищити ефективність управління ресурсами та мінімізувати ризики, пов'язані з будівництвом та експлуатацією об'єктів нерухомості.

Висновки. Застосування економіко-математичних моделей у цифровізації фінансового та операційного аналізу будівельного підприємства дозволяє автоматизувати управління фінансовими потоками, прогнозувати економічну ефективність цифрових інвестицій, оцінювати ризики та підвищувати операційну ефективність. Інтеграція цих моделей у системи Big Data, AI та блокчейн відкриває нові можливості для оптимізації ресурсів, підвищення прозорості та стратегічного планування у будівельному девелопменті. У межах дослідження визначено вплив цифрових інструментів на адаптацію бізнес-моделей, оптимізацію управлінських процесів і підвищення конкурентоспроможності будівельних підприємств у динамічному середовищі. Окреслено перспективи впровадження сучасних цифрових рішень у контексті інтеграції інтелектуальних технологій, автоматизації управління, використання великих даних і технологій штучного інтелекту для формування ефективної екосистеми взаємодії стейкхолдерів будівництва.

Список використаних джерел

1. 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.
2. 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).
3. Bielienskova, 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.
4. Івахненко, І.С., Чуприна, Х.М., & Рижакова, Г.М. (2024). Інноваційне підприємництво та управління стартап-проектами. – Київ: КНУБА, 40 с.
5. Івахненко І.С. (2024) Управління підприємством та моделі бізнесу в будівництві. – Київ: КНУБА, 2024. – 68 с.
6. Рижакова, Г.М., Чуприна, Х.М., & Горбач, М.В. (2022). Сучасні методики викладання економічних дисциплін та використання цифрових технологій при підготовці здобувачів освіти за спеціальністю «менеджмент». *Економіко-управлінські та інформаційно-аналітичні новації в будівництві: IV Міжнародна науково-практична конференція*. – Київ: Ліра-К, 2022. - С. 277 – 281.
7. Поколенко В.О., Рижакова Г.М., Приходько Д.О. Запровадження інструментарію вибору альтернатив реалізації будівельних проектів за функціонально-технічною надійністю організацій-виконавців. *Управління розвитком складних систем*. – 2014. – Вип. 19. – С.104 – 108.
8. Рижакова Г.М., Приходько Д.О., Предун К.М. Моделі цільового вибору репрезентативних індикаторів діяльності будівельних підприємств: етимологія та типологія систем діагностики. *Управління розвитком складних систем*. – 2017. – № 32. – С. 159 – 165.
9. Рижакова, Г., Кучеренко, О., Приходько, Д., Федорова, Я., & Малихін, М. (2024). Інноваційні напрями оновлення операційних систем підприємств в умовах нестабільного бізнес-середовища девелоппменту. *Просторовий розвиток*, (9), 402-413.
10. Лагутін, Г.В., Рижакова, Г.М., & Рижаков, Д.А. (2014). Сучасні моделі проектного фінансування підприємств житлового будівництва: проблеми та перспективи функціонування. *Будівельне виробництво*, (57 (2)), 57-64.
11. Рижакова, Г.М., & Малихіна, О.М. (2018). Імперативи впровадження плану заходів протидії розмиванню оподаткованої бази та виведення прибутку з-під оподаткування: національний та міжнародний дискурси. *Будівельне право: проблеми теорії і практики*, 219-224.

12. Хоменко, О., Петренко, Г., Рижакова, Г., Петруха, Н., Чуприна, Ю., Малихіна, О., & Кушнір, О. (2022). Сучасні інструменти та програмні продукти адміністрування будівельними організаціями в умовах трансформації операційних систем менеджменту. *Управління розвитком складних систем*, (52), 113-125.
13. Рижакова, Г.М., & Савчук, Т.В. Імплементация сучасних стандартів обліку до процедур оновлення функціоналів менеджменту організацій. *Просторовий розвиток територій: традиції та інновації: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф.(м. Київ, 26–27 листопада 2020 р.). К.: ДКС Центр, 2020. 212 с. (р. 159).*
14. Рижакова, Г., Петруха, С., Петруха, Н., Крупельницька, О., & Гуденко, О. (2022). Агропродовольчі ланцюги доданої вартості: методологія, техніка та архітектура. *Financial and credit activity problems of theory and practice*, 4(45), 385-395.
15. Фесун А.С., Кончаківський О.І., Степанюк Р.Б., Рижакова Г.М., Федорова Я.Ю. (2024). Концептуально-аналітичні особливості забезпечення бізнес-стійкості підприємств у мультипроектному середовищі будівельного девелопменту. *Будівельне виробництво*, (77), 58-66.

DSc (Economics), Professor **Ryzhakova Galyna**,
PhD Student **Pereli Diana**, PhD Student **Kushnir Olesii**,
PhD Student **Wang Yuitao**, PhD Student **Herhi Marian**,
PhD (Economic), doctoral student **Fedorova Yana**,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

MODELING AND FORECAST-ANALYTICAL ASSESSMENT OF STRUCTURAL-TRANSFORMATIONAL CHANGES IN THE DIGITALIZED OPERATIONAL SYSTEM OF DEVELOPER ENTERPRISES

The article examines the impact of digital innovations on the strategic planning of the innovative development of construction enterprises, particularly their operational and financial transformation. Key digital technologies that define modern management trends in the construction sector are analyzed, including Big Data, artificial intelligence, blockchain, digital twins (Digital Twin), and automated project management systems (BIM technologies). A conceptual approach to formalizing the forecast-analytical assessment of the efficiency of digitalization in the operational system of construction stakeholder enterprises is proposed. Economic and mathematical models for the forecast-analytical assessment of digital transformation have been developed, allowing for an evaluation of its impact on financial stability, operational efficiency, and enterprise competitiveness. Among the primary models highlighted are network optimization of financial flows, neural networks for predicting economic indicators, Data Envelopment Analysis (DEA) for assessing resource efficiency, and an innovation productivity assessment model based on NPV

analysis. Particular attention is given to the scientific and applied aspects of evaluating the effectiveness of digital technology implementation in construction companies. Structural-transformational shifts in the management system of stakeholder enterprises caused by digitalization are identified, including changes in organizational approaches to strategic planning, risk management, and business portfolio management. A methodology for assessing the effectiveness of digital initiatives based on dynamic financial ratios and scenario analysis is proposed. The research results can be used to develop digital strategies for construction enterprises, enhance business process automation, and ensure their resilience in a dynamic market environment.

Keywords: digitalization; construction development; economic-mathematical modeling; financial analysis; operational efficiency; economic diagnostics; forecasting; strategic management; innovation assessment; transformational changes; risk management.

REFERENCES

1. 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. {in English}
2. 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). {in English}
3. Bielienkova, 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. {in English}
4. Ivakhnenko, I., Chupryna, Kh. M., & Ryzhakova, H. M. (2024). Innovative Entrepreneurship and Startup Project Management. – Kyiv: KNUCA, 40 p.
5. Ivakhnenko, I.S. (2024). Enterprise Management and Business Models in Construction. – Kyiv: KNUCA, 2024. – 68 p. {in Ukrainian}
6. Ryzhakova, G.M., Chupryna, Kh.M., & Horbach, M.V. (2022). Modern Methods of Teaching Economic Disciplines and the Use of Digital Technologies in Training Students in the Specialty “Management.” Economic-Managerial and Information-Analytical Innovations in Construction: IV International Scientific and Practical Conference. – Kyiv: Lira-K, 2022. – pp. 277–281. {in Ukrainian}
7. Pokolenko, V.O., Ryzhakova, G.M., Prykhodko, D.O. Implementation of a Toolkit for Selecting Alternatives for Construction Project Execution Based on the Functional and

Technical Reliability of Contractor Organizations. Management of Complex Systems Development. – 2014. – Issue 19. – pp. 104–108. {in Ukrainian}

8. Ryzhakova, G.M., Prykhodko, D.O., & Predun, K.M. Models for Targeted Selection of Representative Indicators of Construction Enterprises' Activities: Etymology and Typology of Diagnostic Systems. Management of Complex Systems Development. – 2017. – No. 32. – pp. 159–165. {in Ukrainian}

9. Ryzhakova, G., Kucherenko, O., Prykhodko, D., Fedorova, Ya., & Malykhin, M. (2024). Innovative Directions for Updating Enterprise Operational Systems in an Unstable Development Business Environment. *Spatial Development*, (9), 402–413.

10. Lagutin, H.V., Ryzhakova, H.M., & Ryzhakov, D.A. (2014). Modern Models of Project Financing for Residential Construction Enterprises: Problems and Prospects of Functioning. *Construction Production*, (57(2)), 57–64. {in Ukrainian}

11. Ryzhakova, G. M., & Malykhina, O. M. (2018). Imperatives for Implementing Measures to Counteract the Erosion of the Tax Base and Profit Shifting: National and International Discourses. *Construction Law: Issues of Theory and Practice*, 219–224.

12. Khomenko, O., Petrenko, H., Ryzhakova, G., Petrukha, N., Chupryna, Yu., Malykhina, O., & Kushnir, O. (2022). Modern Tools and Software Products for Construction Organization Administration in the Context of Management Operational System Transformation. *Management of Complex Systems Development*, (52), 113–125.

13. Ryzhakova, G.M., & Savchuk, T. V. Implementation of Modern Accounting Standards in the Procedures for Updating Management Functionalities in Organizations. *Spatial Development of Territories: Traditions and Innovations: Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference (Kyiv, November 26–27, 2020)*. Kyiv: DKS Center, 2020. 212 p. (p. 159). {in Ukrainian}

14. Ryzhakova, G., Petrukha, S., Petrukha, N., Krupelnytska, O., & Hudenko, O. (2022). Agro-Food Value Chains: Methodology, Techniques, and Architecture. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 4(45), 385–395. {in Ukrainian}

15. Fesun, A.S., Konchakivskyi, O.I., Stepaniuk, R.B., Ryzhakova, H.M., & Fedorova, Ya. Yu. (2024). Conceptual and analytical features of ensuring business resilience of enterprises in a multi-project construction development environment. *Construction Production*, 77, 58–66. {in Ukrainian}