

DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.53\(3\).235-247](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.53(3).235-247)
УДК 69.003:330:658

Артем ФЕСУН

к.е.н., докторант

ORCID: 0009-0002-1433-3087

Олександр КУЧЕРЕНКО

к.е.н., докторант

ORCID: 0000-0002-2014-9510

Вячеслав ФЕДОРОВ

к.н. держ. упр. докторант

ORCID: 0009-0000-0973-2564

Данило КРУПНИК

аспірант

ORCID: 0009-0002-9069-9881

Денис КОСТЕНКО

аспірант

ORCID: 0000-0001-7419-1725

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ЦИФРОВА ЗРІЛІСТЬ БУДІВЕЛЬНИХ КОМПАНІЙ: ЕКОНОМІКО-УПРАВЛІНСЬКА ПРОБЛЕМАТИКА, АНАЛІТИЧНІ ІНДИКАТОРИ ТА СЦЕНАРІЇ АДАПТАЦІЇ

У статті розглянуто цифрову модернізацію як ключовий вектор трансформації операційних систем підприємств будівельного девелопменту в умовах нестабільного бізнес-середовища, глобальних викликів та посткризової відбудови. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю адаптації будівельної галузі до сучасних умов функціонування, зокрема цифровізації, інноваційної інтеграції та зміни управлінських парадигм у відповідь на економічні, технологічні та соціальні ризики. У роботі окреслено основні проблеми, що супроводжують цифрову трансформацію: фрагментованість внутрішніх процесів, слабкий рівень цифрової компетентності персоналу, недосконала нормативно-правова база та відсутність системної державної підтримки. З метою подолання зазначених викликів запропоновано комплексний підхід до формування цифрової екосистеми у будівельному девелопменті, що базується на інтеграції цифрових технологій, управлінських платформ, міжсекторальної взаємодії та застосуванні ESG-орієнтованих практик. У дослідженні представлено добірку формалізованих індикаторів цифрової трансформації операційної системи, які дозволяють об'єктивно оцінити рівень цифрової зрілості, гнучкості, адаптивності та ефективності бізнес-процесів. На основі аналізу наукових джерел та практичних тенденцій обґрунтовано доцільність використання аналітики даних, цифрових двійників, смарт-

контрактів, хмарних рішень і геоаналітичних платформ для забезпечення безперервного розвитку та підвищення конкурентоспроможності будівельних підприємств. Зроблено висновок, що стратегічно спрямована цифрова трансформація операційних систем у будівництві створює передумови для формування гнучкого, стійкого та відкритого до інновацій середовища, здатного ефективно реагувати на сучасні виклики та формувати нові стандарти якості у девелоперській діяльності.

Ключові слова: *цифрова трансформація, будівельний девелопмент, операційна система, цифрова екосистема, економіко-управлінські індикатори цифровізації, інноваційні технології, управління ризиками, платформи управління, ESG-критерії, аналітика даних, адаптивне планування, модернізація підприємств.*

Постановка проблеми. Цифрова модернізація будівельних підприємств є важливим етапом трансформації галузі, що дозволяє забезпечити її конкурентоспроможність в умовах динамічного розвитку ринку, технологічних змін і зростання вимог до ефективності управління. Проте цей процес супроводжується численними викликами, які мають комплексний характер і охоплюють організаційні, технологічні, економічні, кадрові та нормативні аспекти. На рівні організації однією з основних проблем є недостатньо сформована цифрова культура підприємств. Багато керівників не розглядають цифровізацію як стратегічний пріоритет, а сприймають її як тимчасовий інструмент. Внутрішні процеси залишаються фрагментованими, а впровадження нових технологій часто зустрічає опір персоналу через страх перед змінами та втрату звичних алгоритмів роботи. Важливою перешкодою також є відсутність єдиної системи управління цифровими процесами, що призводить до дублювання функцій, плутанини у даних і неефективного використання ресурсів. З технологічної точки зору будівельні підприємства стикаються з труднощами інтеграції різних цифрових платформ. Наявні системи управління, проектування і контролю рідко сумісні між собою, що унеможливорює створення єдиного інформаційного середовища. Крім того, багато компаній працюють на застарілому обладнанні, що не підтримує сучасні програмні продукти. Цифрова трансформація також вимагає високого рівня кібербезпеки, що у більшості підприємств або ігнорується, або реалізується фрагментарно.

В економічному аспекті одним з основних бар'єрів є висока вартість цифрових рішень – як програмних продуктів, так і супутніх витрат на навчання персоналу та модернізацію інфраструктури. Через нестабільну економічну ситуацію підприємства обмежені у доступі до довгострокового фінансування та інвестицій. Крім того, багато керівників не мають чітких моделей для розрахунку рентабельності цифрових інновацій, що створює додаткову невизначеність і знижує готовність до змін. Кадрові виклики пов'язані з дефіцитом фахівців, які одночасно володіють знаннями в галузі

будівництва та цифрових технологій. В умовах стрімкого розвитку ІТ-сектору талановиті спеціалісти часто обирають інші галузі, залишаючи будівництво без необхідної експертизи. Водночас, у середовищі традиційних інженерів переважає недостатній рівень цифрових компетенцій. Потреба в безперервному навчанні стає критичною, однак у багатьох компаніях немає системи розвитку персоналу, орієнтованої на цифровізацію.

Нормативно-правові умови також не сприяють активному впровадженню цифрових технологій. В Україні наразі відсутні затверджені стандарти, що визначають правила використання таких інструментів, як BIM у державному будівництві. Чинна система експертизи, приймання в експлуатацію об'єктів і технічного нагляду вимагає паперових форм документів, що суперечить ідеї цифрової трансформації. Крім того, держава поки не пропонує стимулів для цифровізації підприємств будівельної сфери, зокрема у вигляді грантів, податкових пільг чи програм лояльного фінансування. Цифрова модернізація будівельних підприємств потребує цілісного підходу, який поєднує технологічні рішення з організаційними перетвореннями, розвитком людського капіталу, адаптацією нормативної бази та формуванням цифрової екосистеми. Подолання наведених викликів є необхідною умовою для забезпечення стабільного, ефективного та інноваційного розвитку будівельної галузі в Україні в контексті глобальних трендів та сучасних економічних реалій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відновлення економіки та територій після масштабних руйнувань є багатокомпонентним процесом, у якому будівельна галузь відіграє ключову роль. Наукові дослідження Кулікова П.М.[1], Гончаренко Т.А.[2; 5; 8], Белєнкової О.Ю.[7, 24], Рижакової Г.М.[4; 9-14], Рижакова Д.А.[1; 6; 8], Малихіної О.М.[6; 16], Поколенка В.О.[5;], Петрухи Н.М.[15; 17], Петрухи С.В. [3], Приходька Д.О.[19], Дружиніна М.А.[18], Хоменка О.М.[16], Шпакова А.В.[2; 20], Кричевської Ю.В.[21], Онікієнко Н.В.[17] та інших [22-27] у цій сфері зосереджуються на методах реконструкції, впливі будівельного сектору на економічне відновлення, механізмах залучення фінансування та міжнародних практиках. Наукові дослідження аналізують різні аспекти реконструкції, включаючи економічні моделі відбудови, міжнародні практики, стратегічне планування інфраструктурних проєктів та стійке будівництво.

Мета статті – обґрунтувати концептуальні підходи та управлінські орієнтири цифрової трансформації операційних систем будівельних підприємств у контексті формування цифрової екосистеми девелопменту, а також визначити систему формалізованих індикаторів, що дозволяють здійснювати аналітичну оцінку ефективності впровадження інноваційних рішень в умовах нестабільного бізнес-середовища.

Виклад основного матеріалу. В умовах нестабільного бізнес-середовища будівельного девелопменту підприємства змушені оперативн

адаптувати свої операційні системи до нових викликів, що виникають у зв'язку з економічними коливаннями, воєнними ризиками, змінами у законодавстві та цифровою трансформацією. Оновлення операційної системи має носити інноваційний характер, охоплюючи широкий спектр напрямів, спрямованих на забезпечення гнучкості, адаптивності та стійкості до змін. Одним із ключових напрямів є впровадження цифрових двійників у проектному менеджменті, що дозволяє не лише моделювати життєвий цикл об'єкта у віртуальному середовищі, а й оперативно реагувати на відхилення у графіках, кошторисах чи обсягах виконаних робіт, що сприяє точнішому плануванню ресурсів і зменшенню ризиків у реалізації девелоперських проєктів. Важливим чинником оновлення є інтеграція хмарних рішень для управління логістикою, постачанням та документообігом, що дозволяє працювати у децентралізованих умовах, забезпечуючи безперервність бізнес-процесів. В умовах геополітичної турбулентності особливу актуальність набувають модулі управління ризиками та антикризовими сценаріями, які на основі big data дозволяють оцінювати вплив зовнішніх чинників на операційну діяльність та розробляти стратегії реагування. Серед інноваційних підходів слід відзначити автоматизацію обробки контрактних відносин із використанням смарт-контрактів на основі блокчейн-технологій, що підвищує прозорість взаємодії між підрядниками, інвесторами та замовниками. Це особливо важливо в період зростання договірних ризиків та неплатежів. Не менш перспективним є впровадження елементів штучного інтелекту для прогнозування витрат, оцінки рентабельності варіантів забудови, визначення критичних вузлів у графіку робіт, а також аналізу ефективності використання техніки й людських ресурсів.

У зв'язку з динамікою ринку актуальним є перехід до адаптивного планування, що передбачає короткострокові операційні цикли з гнучким коригуванням цілей, бюджетів і ресурсного навантаження. Це дозволяє миттєво реагувати на зміни в попиті, цінових коливаннях на матеріали чи політичних рішеннях. Операційні системи також оновлюються шляхом використання геоаналітичних платформ для оцінки привабливості земельних ділянок, транспортної доступності, демографічного профілю території та регуляторного фону, що дає змогу приймати більш обґрунтовані рішення щодо забудови. У сфері обслуговування клієнтів набуває поширення концепція цифрової клієнтоорієнтованості, що включає використання CRM-систем нового покоління, мобільних додатків для покупців, автоматизованих сервісів підбору квартир і налаштування планувань. Це дозволяє персоналізувати пропозиції, підвищити лояльність споживачів і скоротити цикл прийняття рішень щодо купівлі. Іншим важливим напрямом є енергетичне моделювання та моніторинг споживання ресурсів на об'єктах, що будуються. Впровадження технологій “розумного” моніторингу дозволяє зменшити втрати, оптимізувати витрати і забезпечити відповідність об'єкта сучасним вимогам сталого розвитку.

Крім того, операційні системи девелоперських компаній все частіше інтегрують елементи ESG-контролю, де кожна операція, рішення або закупівля аналізуються з точки зору впливу на довкілля, соціальну відповідальність та якість корпоративного управління. Це відкриває можливості доступу до зеленого фінансування, міжнародних інвестиційних проєктів і зміцнення репутаційного капіталу. Не можна оминати увагою і впровадження платформ кооперативної взаємодії з містами, громадами, волонтерами та місцевими адміністраціями, що дозволяє девелоперам краще враховувати суспільні очікування і ризики соціального спротиву. Сукупність цих інноваційних напрямів не лише дозволяє оновити операційні системи будівельних підприємств, а й формує нову модель стійкої адаптації до змін, в основі якої – прозорість, технологічна гнучкість, клієнтоцентризм і соціальна відповідальність.

Для цілісного аналітичного охоплення процесів трансформації операційних систем підприємств будівельного сектору доцільно застосовувати систему формалізованих індикаторів, яка дозволяє об'єктивно відстежувати динаміку змін, виявляти вузькі місця та визначати рівень готовності до цифрового оновлення. Такий підхід сприяє не лише кількісному оцінюванню ефективності запроваджених інновацій, а й формуванню стратегії подальшого розвитку з урахуванням технологічних, організаційних та управлінських факторів. У таблиці 1 представлено добірку найбільш репрезентативних індикаторів, які можуть бути інтегровані в систему управління будівельними підприємствами для підвищення їх стійкості та конкурентоспроможності.

Концептуально-теоретичні аспекти трансформації та управлінські імперативи формування цифрової екосистеми в будівельному девелопменті охоплюють багаторівневий процес, який передбачає не лише технологічне оновлення, а й перегляд засад управління, міжорганізаційної взаємодії, створення цінності та забезпечення стійкого розвитку. Така екосистема формується як інтегрований, динамічний простір, де взаємодіють цифрові платформи, учасники ринку, дані, нормативно-правова інфраструктура та сервісні інструменти, що забезпечують безперервний обмін інформацією, підвищення продуктивності й адаптацію до змінного середовища. Основу трансформаційних зрушень складає концепція цифрової синергії, відповідно до якої ефективність девелоперської діяльності залежить від здатності об'єднувати на одній цифровій основі всі процеси: від передпроектного аналізу до управління життєвим циклом об'єкта. У теоретичному вимірі цифрова екосистема розглядається як відкрита, самоорганізована структура з властивостями масштабованості, адаптивності та мережевого ефекту, що дозволяє забезпечити гнучке реагування на ризики, потреби ринку та зовнішні виклики. Її функціонування передбачає відхід від жорстких ієрархічних моделей до платформенних підходів, де ключову роль відіграють цифрові сервіси, інтерфейси та потоки даних.

Ключовими управлінськими імперативами є впровадження принципів платформеного управління, яке орієнтується на створення спільних цінностей через діджитал-колаборації між забудовниками, проєктантами, підрядниками, органами влади та кінцевими користувачами.

Таблиця 1

Цифрова діагностика та індикативна оцінка трансформаційних змін операційної системи девелоперських компаній

Назва індикатора	Опис
Індекс цифрової зрілості операційної системи	Ступінь інтеграції цифрових технологій у ключові бізнес-процеси підприємства.
Питома вага автоматизованих процесів	Частка операцій, виконуваних без людського втручання, у загальній структурі операційної діяльності.
Середній цикл реалізації проєкту	Середня тривалість повного життєвого циклу девелоперського проєкту.
Рівень діджиталізації взаємодії зі стейкхолдерами	Ступінь використання цифрових каналів для комунікації з партнерами, замовниками та контролюючими органами.
Індекс адаптивності до змін	Оцінка гнучкості операційної системи до зовнішніх викликів та змін ринку.
Частка витрат на цифрові трансформації в структурі операційних витрат	Відсоток витрат на цифровізацію в загальному обсязі операційних витрат підприємства.
Кількість цифрових інтерфейсів у логістиці та закупівлях	Кількість інтегрованих цифрових рішень для логістичних і закупівельних процесів.
Індекс енергетичної ефективності процесів	Показник рівня раціонального споживання енергоресурсів і використання енергоефективних рішень.
Рівень відповідності ESG-критеріям	Оцінка відповідності екологічним, соціальним та управлінським стандартам сталого розвитку.
Частка віртуалізованих елементів у проєктуванні та будівництві	Рівень застосування BIM, 3D-моделювання та цифрових прототипів у девелопменті.
Індекс використання аналітики даних	Рівень застосування систем business intelligence та прогнозової аналітики в управлінні.
Рівень інтегрованого планування ресурсів	Оцінка використання ERP-систем для управління людськими, матеріальними та часовими ресурсами.
Середній показник часу реагування на ризики	Часовий лаг між виявленням ризику та вжиттям коригувальних дій.
Рівень автоматизованого контролю якості	Ступінь впровадження цифрових засобів контролю за якістю будівельних робіт і матеріалів.
Індекс організаційної зрілості операційної системи	Комплексна оцінка структурованості процесів, формалізації відповідальності та цифрових політик.

(розроблено авторами)

Важливою концепцією є перехід до «*data-driven governance*» — управління, заснованого на аналітиці великих даних, що уможливило прийняття обґрунтованих рішень на основі обробки масивів інформації з різних джерел: сенсорів, BIM-моделей, CRM-систем, фінансових платформ тощо. Такий підхід підвищує прозорість і передбачуваність операцій, дозволяє реалізовувати принципи проактивного управління ризиками та ресурсами. Ще одним стратегічним вектором є *розвиток інтероперабельності* — здатності різних цифрових елементів екосистеми обмінюватися даними в уніфікованому форматі. Це вимагає як уніфікації стандартів і протоколів, так і формування нормативної рамки, що закріплює обов'язковість цифрових процедур у містобудівному регулюванні, тендерних процедурах та експертизі проєктів.

Цифрова екосистема також неможлива без впровадження системної інноваційної культури, яка стимулює постійне оновлення знань, цифрову освіту персоналу та відкритість до експериментів. Управлінські рішення мають орієнтуватися не лише на ефективність, а й на стійкість: впровадження ESG-критеріїв, забезпечення кіберзахисту, зменшення вуглецевого сліду в будівництві, прозору звітність перед стейкхолдерами. Формування цифрової екосистеми в будівельному девелопменті потребує концептуальної переорієнтації: від ізольованих цифрових ініціатив до системної побудови взаємопов'язаної цифрової інфраструктури з відкритими даними, міжфункціональними платформами, новими формами управлінської відповідальності й стратегічного партнерства в цифровому середовищі, що забезпечує не лише оперативну ефективність, але й формує підґрунтя для інноваційного прориву, конкурентної гнучкості та стійкого зростання будівельних компаній у постіндустріальній економіці.

Висновки. Цифрова модернізація будівельних підприємств є системною відповіддю на виклики сучасного нестабільного бізнес-середовища, що вимагає переосмислення усталених підходів до організації операційних систем. Аналіз показує, що ефективна трансформація можлива лише за умови поєднання технологічних інновацій із концептуальним оновленням управлінських механізмів, організаційної культури та нормативно-правового забезпечення. Результати дослідження підтверджують, що основними бар'єрами цифровізації залишаються фрагментарність управлінських процесів, брак цифрової компетентності персоналу, висока вартість рішень та відсутність державної підтримки.

Запропонована система формалізованих індикаторів дозволяє структуровано оцінювати рівень цифрової зрілості та адаптивності операційної системи будівельних підприємств. Її впровадження сприяє об'єктивному моніторингу трансформаційних змін, виявленню критичних зон ризику та підвищенню ефективності управлінських рішень у девелоперських компаніях. Особливу увагу слід приділяти розвитку інструментів аналітики даних, віртуального моделювання та інтегрованого планування, що формують основу нової цифрової архітектури управління.

Формування цифрової екосистеми у будівельному девелопменті передбачає перехід від ізольованих цифрових ініціатив до єдиної інтегрованої платформи, орієнтованої на міжсекторну взаємодію, відкритість даних, ESG-контроль та орієнтацію на сталий розвиток. Успішна реалізація таких змін вимагає не лише технологічної перебудови, а й активної участі держави, бізнесу, наукової спільноти та місцевих громад у спільному формуванні цифрового середовища майбутнього будівництва. Цифрова трансформація операційної системи будівельних підприємств – це не просто технічна модернізація, а стратегічний напрям розвитку, що забезпечує адаптивність, стійкість і довгострокову конкурентоспроможність девелоперських структур у новій соціально-економічній реальності.

Список використаної літератури

1. 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.
2. Akselrod Roman, ShpakovAndrii, RyzhakovaGalyna, TetyanaHoncharenko (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*, 12(1), 40-50.
3. Ryzhakova, G., & Petrukha, S. (2019). The innovative technology for modeling management business process of the enterprise. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 8(4), 4024-4033.
4. Гришкевич, О., & Рижакова, Г. (2020). Сучасна парадигма публічних інвестицій як інструмент державного регулювання сталого економічного розвитку. *Управління розвитком складних систем*, (44), 136-142.
5. Berezutskiy, 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.
6. Рижакова, Г. М., Малихіна, О. М., Рижаков, Д. А., Локтіонова, Я. Ф., Лугіна, Т. С., Коваль, Т. С. (2018). Ризик-менеджмент в системі управління інтеграційними процесами як складова модернізації економіки України. *Управління розвитком складних систем*, (36), 113-119.
7. Беленкова, О. Ю. (2019). Цифрова трансформація будівництва: механізм взаємодії бізнесу, науки, держави. *Building production*, 1(66), 30-36.
8. Honcharenko, T., Borodavka, Y., Ryzhakova, G., Ryzhakov, D., Savenko, V., & Polosenko, O. (2021). Method for representing spatial information of topological relations based on a multidimensional data model. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 16(7), 802-809.

9. Рижакова, Г. М. (2011). Роль і місце малого підприємництва в національній економіці України. *Ефективна економіка*, (1).

10. Рижакова, Г. М. (2012). Економетричне моделювання процесу формування обсягів реалізації продукції малих підприємств у будівництві. *Будівельне виробництво*, (53), 58-61.

11. Рижакова, Г. М. (2010). Економетричні залежності обсягів реалізації продукції (робіт, послуг) малих підприємств в Південному регіоні України. *Економіка та управління підприємствами машинобудівної галузі*, (2), 15-30.

12. Рижакова, Г. М. (2012). Методологічні аспекти формування інтелектуальної складової трудового потенціалу в процесі генезису соціально-орієнтованої економіки. *Ефективна економіка*, (6).

13. Рижакова, Г. М. (2011). Вплив факторів на обсяг реалізації продукції (робіт, послуг) малих підприємств у освіті. *Економіка та держава*, (1), 68-70.

14. Рижакова Г. М. (2010). Економетричне моделювання обсягів продукції (робіт, послуг) малих підприємств за видом діяльності "транспорт та зв'язок". *Автошляховик України*. - 2010. - № 3. - С. 20-23.

15. 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.

16. 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.

17. Онікієнко Н.В., Петруха Н.М., Рижакова Г.М. Науково-прикладні компоненти полікритеріальної системи оцінки інноваційного розвитку підприємств: імперативи взаємодії інтегрованих структур. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2023. № 52(1). С. 261-273.

18. Дружинін М. А., Хоменко О. М., Рижакова Г. М. Методологічний концепт і прикладні засади адаптогенної організації будівництва з урахуванням сучасних інноваційно-інвестиційних трендів. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2024. № 59. С. 182 – 190.

19. Рижакова Г.М., Кучеренко О.І., Приходько Д.О., Федорова Я.Ю. Інноваційні напрями оновлення операційних систем підприємств в умовах нестабільного бізнес-середовища девелоппменту. *Просторовий розвиток*, (9), 402-413.

20. Кричевська Ю. В., Рижакова Г. М., Шпаков А. В., Поколенко В. О., Приходько Д. О. Цифрова екосистема в будівельному девелоппменті: концептуально-теоретичні аспекти трансформації та управлінські імперативи. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2024. № 60. С. 174 – 182,

21. Кричевська Ю.В., Шпаков А.В., Рижакова Г.М. (2024). Процесно-орієнтоване адміністрування життєвого циклу девелоперських проєктів у контексті цифрової трансформації будівельних підприємств. *Просторовий розвиток*, (10), 626-640.
22. Дубінін Д. Проблеми та методи оцінювання рівня цифрового розвитку учасників будівництва в мультипроєктному середовищі. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*, 2023. 2(52), С. 85–97.
23. Дубінін Д., Філіпов О. Методичні підходи до оцінювання рівня цифровізації будівельного майданчика. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*, 2023. 1(52), 210–226.
24. Белєнкова О., Дубінін Д., Калашніков Д. Цифрова трансформація будівництва і девелопменту територій як імператив формування стратегій учасників будівельного процесу. *Містобудування та територіальне планування*. 2022. № 81. С.13-22.
25. Zeltser R.Ia., Bielienskova O.Iu., Novak Ye., Dubinin D.V. Tsyfrova transformatsiia protsesiv resursno-lohistychnoho ta orhanizatsiino-strukturnoho zabezpechennia budivnytstva. *Nauka i innovatsii*. 2019, № 5. Pp.34-46.
26. Ekonometrychnyi instrumentarii upravlinnia finansovoiu bezpekoiu budivelnoho pidpriemstva : [monohr.] /L.V. Sorokina, S.P. Stetsenko, A.F. Hoiko, K.V. Izmailova [ta in.] ; za nauk. red. d.e.n., prof. L.V. Sorokinai. K. : KNUBA ; Kryvyi Rih : Vyd. FOP Cherniavskiy D. O., 2017. 404 p.
27. Honcharenko T., Chupryna Y., Ivakhnenko I., Tsyfra T., Zinchenco M. “Reengineering of the Construction Companies Based on BIM-technology.” *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 2020, volume 8. №8, august <http://www.warse.org/IJETER/static/pdf/file/ijeter22882020.pdf>.

References

1. 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.
2. Akselrod, R., Shpakov, A., Ryzhakova, G., & Honcharenko, T. (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*, 12(1), 40-50.
3. Ryzhakova, G., & Petrukha, S. (2019). The innovative technology for modeling management business processes of the enterprise. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 8(4), 4024-4033.
4. Hryshkevych, O., & Ryzhakova, G. (2020). The modern paradigm of public investments as a tool for state regulation of sustainable economic development. *Management of Complex Systems Development*, (44), 136-142.
5. Berezutskiy, I., Honcharenko, T., Ryzhakova, G., Tykhonova, O., Pokolenko, V., & Sachenko, I. (2024, May). Methodological approach for choosing the type of IT

projects management. In *2024 IEEE 4th International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)* (pp. 14-19). IEEE.

6. Ryzhakova, G. M., Malykhina, O. M., Ryzhakov, D. A., Loktionova, Y. F., Luhina, T. S., & Koval, T. S. (2018). Risk management in the system of managing integration processes as a component of Ukraine's economic modernization. *Management of Complex Systems Development*, (36), 113-119.

7. Bielenkova, O. Y. (2019). Digital transformation of construction: Mechanism of interaction between business, science, and government. *Building Production*, 1(66),30-36.

8. Honcharenko, T., Borodavka, Y., Ryzhakova, G., Ryzhakov, D., Savenko, V., &Polosenko, O. (2021). Method for representing spatial information of topological relations based on a multidimensional data model. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 16(7), 802-809.

9. Ryzhakova, G. M. (2011). The role and place of small businesses in Ukraine's national economy. *Effective Economy*, (1).

10. Ryzhakova, G. M. (2012). Econometric modeling of the process of forming sales volumes of small enterprises in construction. *Building Production*, (53), 58-61.

11. Ryzhakova, G. M. (2010). Econometric dependencies of sales volumes (works, services) of small enterprises in the Southern region of Ukraine. *Economics and Enterprise Management in the Machine-Building Industry*, (2), 15-30.

12. Ryzhakova, G. M. (2012). Methodological aspects of forming the intellectual component of labor potential in the genesis of a socially-oriented economy. *Effective Economy*, (6).

13. Ryzhakova, G. M. (2011). Influence of factors on the sales volume (works, services) of small enterprises in education. *Economy and State*, (1), 68-70.

14. Ryzhakova, G. M. (2010). Econometric modeling of small business product (work, service) volumes by type of activity transport and communications. *Avtoshlyakhovyk Ukrainy*, (3), 20-23.

15. Khomenko, O., Petrenko, G., Ryzhakova, G., Petrukha, N., Chupryna, Y., Malykhina, O., &Kushnir, O. (2022). Modern tools and software products for administration of construction organizations in the context of operational management system transformation. *Management of Complex Systems Development*, (52), 113-125.

16. Khomenko, O., Ryzhakova, G., Malykhina, O., Petrenko, G., &Stepanyuk, R. (2023). Target priorities and formalized indicators of operational systems transformation of construction stakeholders. *Management of Complex Systems Development*, (56), 173-180.

17. Onikiyenko, N. V., Petrukha, N. M., &Ryzhakova, G. M. (2023). Scientific-applied components of a multi-criteria system for assessing innovative enterprise development: Imperatives of interaction between integrated structures. *Ways to Improve Construction Efficiency in the Context of Market Relations Formation*, 52(1), 261-273.

18. Druzhynin, M. A., Khomenko, O. M., & Ryzhakova, G. M. (2024). Methodological concept and applied principles of adaptive construction organization considering modern innovation-investment trends. *Management of Complex Systems Development*, (59), 182-190.

19. Ryzhakova, G. M., Kucherenko, O. I., Prykhodko, D. O., & Fedorova, Y. Y. (2024). Innovative directions for updating operational enterprise systems in an unstable business environment of development. *Spatial Development*, (9), 402-413.

20. Krychevska, Y. V., Ryzhakova, G. M., Shpakov, A. V., Pokolenko, V. O., & Prykhodko, D. O. (2024). Digital ecosystem in construction development: Conceptual-theoretical aspects of transformation and managerial imperatives. *Management of Complex Systems Development*, (60), 174-182.

21. Krychevska, Y. V., Shpakov, A. V., & Ryzhakova, G. M. (2024). Process-oriented administration of the life cycle of development projects in the context of the digital transformation of construction enterprises. *Spatial Development*, (10), 626-640.

22. Dubinin D. P. (2023) roblemy ta metody otsiniuvannya rinvnia tsyfrovoho rozvytku uchasykiv budivnytstva v multyproektnomu seredovyshchi. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva*, 2(52), S. 85–97.

23. Dubinin D., Filippov O. (2023) Metodychni pidkhody do otsiniuvannya rinvnia tsyfrovizatsii budivelnoho maidanchyka. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva*, 1(52), 210–226.

24. Bielienskova O., Dubinin D., Kalashnikov D. (2022) Tsyfrova transformatsiia budivnytstva i developmentu terytorii yak imperatyv formuvannya stratehii uchasykiv budivelnoho protsesu. *Mistobuduvannya ta terytorialne planuvannya*. № 81. S.13-22.

25. Zeltser R.Ia., Bielienskova O.Iu., Novak Ye., Dubinin D.V. (2019) Tsyfrova transformatsiia protsesiv resursno-lohistychnoho ta orhanizatsiino-strukturnoho zabezpechennia budivnytstva. *Nauka i innovatsii*. 2019, № 5. Pp.34-46.

26. *Ekonometrychnyi instrumentarii upravlinnia finansovoiu bezpekoiu budivelnoho pidpriemstva : [monohr.] /L.V. Sorokina, S.P. Stetsenko, A.F. Hoiko, K.V. Izmailova [ta in.] ; za nauk. red. d.e.n., prof. L.V. Sorokinai. K. : KNUBA ; Kryvyi Rih : Vyd. FOP Cherniavskiy D. O., 2017. 404 r.*

27. Honcharenko T., Chupryna Y., Ivakhnenko I., Tsyfra T., Zinchenco M. "Reengineering of the Construction Companies Based on BIM-technology." *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 2020, volume 8. №8, august <http://www.warse.org/IJETER/static/pdf/file/ijeter22882020.pdf>.

Fesun Artem, Kucherenko Oleksandr, Fedorov Viacheslav, Krupnyk Danylo, Kostenko Denys

Digital maturity of construction companies: economic and managerial issues, analytical indicators, and adaptation scenarios

The article examines digital modernization as a key vector for the transformation of operational systems in construction development enterprises under unstable business environments, global challenges, and post-crisis recovery. The relevance of the study is driven by the need to adapt the

construction industry to modern operational conditions, particularly digitalization, innovative integration, and the shift in management paradigms in response to economic, technological, and social risks. The paper outlines the main problems accompanying digital transformation: fragmentation of internal processes, low level of digital competence among personnel, an underdeveloped regulatory framework, and lack of systematic state support. To address these challenges, a comprehensive approach to forming a digital ecosystem in construction development is proposed, based on the integration of digital technologies, management platforms, cross-sectoral interaction, and the application of ESG-oriented practices. The study presents a selection of formalized indicators for digital transformation of operational systems, which allow for an objective assessment of digital maturity, flexibility, adaptability, and the efficiency of business processes. Based on the analysis of scientific sources and practical trends, the paper substantiates the feasibility of using data analytics, digital twins, smart contracts, cloud-based solutions, and geo-analytical platforms to ensure continuous development and enhance the competitiveness of construction enterprises. It concludes that strategically oriented digital transformation of operational systems in the construction sector creates the foundation for building a flexible, resilient, and innovation-driven environment capable of responding effectively to current challenges and shaping new quality standards in development activities.

Keywords: digital transformation, construction development, operational system, digital ecosystem, economic and managerial indicators of digitalization, innovative technologies, risk management, management platforms, ESG criteria, data analytics, adaptive planning, enterprise modernization.

Посилання на статтю:

АРА: Fesun Artem, Kucherenko Oleksandr, Fedorov Viacheslav, Krupnyk Danylo, Kostenko Denys. (2024). Tsyfrova zrilist budivelnnykh kompanii: ekonomiko-upravlinska problematyka, analitychni indykatory ta stsenarii adaptatsii. [Digital maturity of construction companies: economic and managerial issues, analytical indicators, and adaptation scenarios]. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 53(3), 235-247.

ДСТУ: Фесун А. С., Кучеренко О.І., Федоров В.В., Крупник Д. Д., Костенко Д.В. Цифрова зрілість будівельних компаній: економіко-управлінська проблематика, аналітичні індикатори та сценарії адаптації. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*. 2024. № 53(3). С. 235-247.