

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.12.146-161

УДК 69.003.13:330.341.1

д.ек.н., професор **Чуприна Х.М.**,
chupryna.khm@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-5518-3607,
Ніколайко Д.М.,
greenfuelua@gmail.com, ORCID: 0009-0001-4118-442X,
Шлапак О.Г.,
olimp801@ukr.net, ORCID: 0009-0008-8089-4409,
Алексєєнко В.О.,
aleksieienko_vo-2024@knuba.edu.ua, ORCID: 0009-0007-5909-8283,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ІНДИКАТОРІВ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕДУР ДЛЯ ОЦІНКИ РІВНЯ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

У сучасних умовах цифрової трансформації та глобальної конкуренції інноваційний розвиток будівельних підприємств є ключовим чинником їхньої стійкості та ефективності. Впровадження цифрових індикаторів дозволяє не лише відстежувати рівень інноваційної активності, а й оптимізувати бізнес-процедури, підвищуючи продуктивність та адаптивність підприємств до змін зовнішнього середовища.

Цифрові індикатори слугують потужним інструментом для аналізу стану та перспектив інноваційного розвитку. Вони охоплюють широкий спектр показників, зокрема рівень впровадження цифрових технологій, частку інвестицій у дослідження і розробки, показники автоматизації та інтеграції інформаційних систем у виробничий процес. Використання таких індикаторів забезпечує об'єктивність оцінки, дозволяючи виявляти вузькі місця та визначати пріоритети для подальшого розвитку.

Оптимізація бізнес-процедур у будівельних підприємствах передбачає реорганізацію операційної діяльності з метою підвищення ефективності та скорочення витрат. Використання цифрових технологій у процесах управління проектами, логістики та контролю якості сприяє зменшенню ризиків, покращенню комунікації між учасниками будівельного процесу та підвищенню прозорості діяльності компанії. Важливу роль у цьому процесі відіграють такі інструменти, як системи інформаційного моделювання будівель (BIM), автоматизовані платформи управління ресурсами та аналітичні системи, засновані на великих даних та штучному інтелекті.

Крім того, цифровізація управлінських процесів дозволяє впроваджувати ефективні механізми прогнозування та прийняття рішень. Наприклад,

технології машинного навчання та предиктивної аналітики дають змогу оцінювати можливі ризики та формувати оптимальні стратегії управління ресурсами. Впровадження хмарних платформ і мобільних додатків дозволяє здійснювати контроль за всіма етапами будівельного процесу в режимі реального часу, що підвищує точність планування та управління витратами.

Також важливим аспектом є підвищення кібербезпеки, оскільки використання цифрових технологій вимагає захисту даних від кібератак і несанкціонованого доступу. Інвестування у захищені IT-системи та шифрування інформації стає важливою складовою сталого розвитку підприємств.

Таким чином, інтеграція цифрових індикаторів і оптимізація бізнес-процедур є важливими складовими стратегії інноваційного розвитку будівельних підприємств. Вони сприяють підвищенню конкурентоспроможності, забезпечують ефективне використання ресурсів та відкривають нові можливості для сталого розвитку галузі. У майбутньому подальша цифровізація галузі дозволить підвищити рівень автоматизації процесів, знизити витрати та прискорити реалізацію проєктів, що зробить будівельні підприємства більш гнучкими та ефективними в умовах сучасного ринку.

Ключові слова: Цифрові індикатори; оптимізація бізнес-процедур; інноваційний розвиток; будівельні підприємства; цифровізація; управління даними; технологічні інновації; конкурентоспроможність.

Постановка проблеми. Сучасна будівельна галузь зазнає значних змін під впливом цифрової трансформації та зростаючих вимог до інноваційного розвитку підприємств. Умови високої конкуренції, нестабільності ринку, необхідність підвищення продуктивності та раціонального використання ресурсів зумовлюють актуальність використання цифрових індикаторів та оптимізації бізнес-процедур для оцінки рівня інноваційного розвитку будівельних підприємств.

Цифрові індикатори дають змогу підприємствам проводити об'єктивну оцінку основних параметрів діяльності, аналізувати ефективність впроваджених інновацій та приймати обґрунтовані управлінські рішення. Використання технологій штучного інтелекту, великих даних (Big Data), автоматизованих систем управління та Інтернету речей (IoT) дозволяє здійснювати моніторинг виробничих процесів у режимі реального часу, що сприяє підвищенню якості виконання будівельних робіт та скороченню витрат.

Оптимізація бізнес-процедур передбачає вдосконалення організаційних структур, впровадження сучасних методів управління, таких як Lean, Agile та BIM-технології, що дозволяє підвищити ефективність підприємств і їхню адаптивність до змін ринкового середовища. Незважаючи на значний потенціал цифрових технологій, існує недостатність науково обґрунтованих методичних підходів до оцінки їхнього впливу на інноваційний розвиток будівельних підприємств. Це обумовлює необхідність розробки системного підходу до використання цифрових індикаторів та оптимізації бізнес-процедур з метою забезпечення сталого розвитку галузі.

Мета статті. Метою статті є дослідження та обґрунтування методичних підходів до використання цифрових індикаторів і оптимізації бізнес-процедур для оцінки рівня інноваційного розвитку будівельних підприємств. У сучасних умовах цифрової трансформації будівельна галузь потребує ефективних інструментів моніторингу та аналізу, що дозволять підприємствам підвищити свою конкурентоспроможність, покращити управлінські процеси та підвищити якість будівельної продукції. Стаття спрямована на виявлення ключових цифрових індикаторів, що можуть бути використані для оцінки інноваційної діяльності підприємств, а також аналіз методів оптимізації бізнес-процедур, які сприяють підвищенню ефективності роботи. Особлива увага приділяється інтеграції цифрових технологій, таких як штучний інтелект, великі дані (Big Data), Інтернет речей (IoT) та автоматизовані системи управління, у процеси будівельного виробництва.

Результати дослідження можуть бути використані для формування стратегії інноваційного розвитку будівельних підприємств та покращення їх адаптивності до сучасних викликів ринку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика використання цифрових індикаторів та оптимізації бізнес-процедур у будівельній галузі є предметом досліджень багатьох вітчизняних і зарубіжних науковців. Останні наукові праці акцентують увагу на цифровій трансформації будівельних підприємств, що передбачає впровадження інтелектуальних технологій для підвищення їхньої ефективності та конкурентоспроможності.

У зарубіжних дослідженнях активно розглядається впровадження Big Data, штучного інтелекту, автоматизованих систем управління та Інтернету речей (IoT) для моніторингу виробничих процесів у режимі реального часу. Такі дослідження демонструють, що застосування цифрових технологій дозволяє суттєво скоротити витрати, оптимізувати планування ресурсів та покращити якість управлінських рішень.

Українські науковці аналізують можливості інтеграції цифрових індикаторів у систему управління будівельними підприємствами, акцентуючи

увагу на необхідності розробки комплексних методичних підходів до оцінки рівня їхньої інноваційної активності. Значну увагу приділяють оптимізації бізнес-процесів через впровадження BIM-технологій, автоматизованого документообігу та систем управління ризиками.

Попри значний інтерес до цієї теми, залишається недостатньо дослідженими питання оцінки ефективності цифрових індикаторів та їхнього впливу на інноваційний розвиток підприємств, що актуалізує необхідність подальших наукових досліджень.

Виклад основного матеріалу. Станом на сьогодні розвиток будівельної галузі супроводжується зростаючими викликами, що стосуються необхідності підвищення продуктивності, ефективності та якості робіт. У цьому контексті впровадження цифрових технологій відіграє ключову роль, дозволяючи підприємствам використовувати новітні інструменти для аналізу даних, управління ресурсами та оптимізації бізнес-процесів. Оцінка рівня інноваційного розвитку будівельних компаній стала невід'ємною частиною стратегічного планування, а цифрові індикатори слугують важливим інструментом для вимірювання прогресу та визначення точок зростання.

Використання цифрових індикаторів дозволяє підприємствам відстежувати зміни у своїй діяльності, аналізувати ефективність впроваджених технологій і порівнювати свої досягнення з конкурентами. Такі показники, як рівень автоматизації бізнес-процесів, індекс цифрової зрілості, ефективність управління проектами та рівень інноваційної активності, дають змогу будівельним компаніям формувати стратегії подальшого розвитку. Наприклад, цифрова зрілість підприємства визначає його здатність адаптуватися до нових технологій та інтегрувати їх у свою діяльність. Високий рівень цього показника свідчить про ефективне використання цифрових рішень у проектуванні, будівництві та управлінні проектами. Окрім оцінки цифрових показників, важливим аспектом інноваційного розвитку є оптимізація бізнес-процедур. Будівельна сфера характеризується складною організаційною структурою, що включає численні етапи узгодження, закупівлі матеріалів, виконання робіт і контролю якості. Традиційні методи управління часто є недостатньо ефективними, що призводить до затримок, перевитрат ресурсів і зниження загальної продуктивності. Впровадження автоматизованих систем управління, таких як ERP-рішення, BIM-технології та штучний інтелект, дозволяє значно скоротити витрати часу та підвищити точність виконуваних операцій [5].

Один із ключових напрямків оптимізації будівельних підприємств – це використання штучного інтелекту та великих даних для прогнозування ризиків і підвищення ефективності управління проектами. Аналіз історичних даних про будівельні проекти допомагає визначити фактори, які найчастіше спричиняють

затримки або перевищення бюджету. Завдяки машинному навчанню будівельні компанії можуть створювати моделі, що прогнозують можливі проблеми та розробляють превентивні заходи для їх усунення. Однією з математичних моделей, що використовується для такого аналізу, є лінійна регресія, яка може бути записана у вигляді [6]:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X^1 + \beta_2 X^2 + \dots + \beta_n X^n + \epsilon, \quad (1)$$

де Y – прогнозований показник, наприклад, час затримки чи перевищення бюджету,

X^1, X^2, \dots, X^n – незалежні змінні (фактори, що впливають на показник),

β_0 – вільний член,

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ – коефіцієнти регресії, ϵ – випадкова похибка.

Іншим важливим аспектом є інтеграція блокчейн-технологій у процеси управління контрактами та фінансовими операціями. Блокчейн забезпечує високу прозорість і безпеку транзакцій, що особливо актуально для будівельної галузі, де необхідно ефективно контролювати виконання контрактів і фінансові потоки між численними підрядниками. Застосування смарт-контрактів дозволяє автоматично виконувати платежі після виконання певних умов, що знижує ризики непорозумінь та фінансових зловживань. Функцію виконання смарт-контракту можна виразити через формулу:

$$f(x) = \begin{cases} P_a & \text{якщо } C = True \\ 0 & \text{якщо } C = False \end{cases}, \quad (2)$$

де $f(x)$ – функція виконання платежу,

P_a – сума платежу,

C – умова виконання контракту (True або False).

Хмарні технології та Інтернет речей (IoT) також відіграють важливу роль у вдосконаленні бізнес-процесів. Підключення будівельного обладнання до цифрових платформ дозволяє в реальному часі моніторити його стан, аналізувати продуктивність та своєчасно планувати технічне обслуговування. Це підвищує ефективність роботи та знижує ризики аварій і простоїв на будівельних майданчиках. Оцінювання ефективності використання IoT у будівництві можна описати формулою:

$$I_oT_{eff} = T_m - T_a T_m, \quad (3)$$

де I_oT_{eff} – коефіцієнт ефективності,

T_m – максимальний час роботи обладнання,

T_a – фактичний час простою.

Загалом будівельний сектор активно трансформується під впливом цифровізації та інноваційних технологій, що сприяють підвищенню його ефективності, продуктивності та конкурентоспроможності. Згідно з міжнародними стандартами, інновації є кінцевим результатом науково-технічної діяльності, що знаходять застосування у вигляді нових або вдосконалених продуктів, технологічних процесів та управлінських підходів. Вітчизняна економіка адаптує цей підхід, розглядаючи інновацію не лише як результат, а й як динамічний процес впровадження передових рішень у різних сферах бізнесу, включно з будівництвом.

Цифрові індикатори є важливим інструментом для оцінки рівня інноваційного розвитку будівельних підприємств, оскільки дозволяють аналізувати ключові аспекти їхньої діяльності. До таких показників належать рівень автоматизації, впровадження інформаційних систем управління, використання інтелектуальних технологій (штучного інтелекту, аналізу великих даних), а також обсяги інвестицій у науково-дослідницькі роботи. Оптимізація бізнес-процедур, у свою чергу, є ключовим напрямом підвищення ефективності підприємств, оскільки дозволяє вдосконалювати операційну діяльність, мінімізувати витрати та підвищувати якість виконуваних робіт.

Особливу роль у забезпеченні ефективності інноваційного розвитку відіграє система управління якістю, яка охоплює всі етапи життєвого циклу будівельного об'єкта – від проєктування до експлуатації. Впровадження цифрових технологій у процеси контролю якості дозволяє підвищити точність оцінки стану будівельних конструкцій, покращити планування ресурсів і забезпечити відповідність нормативним вимогам [7].

Для кращого розуміння зв'язку між цифровими індикаторами та бізнес-оптимізацією представлено таблицю 1, що містить ключові показники інноваційного розвитку будівельних підприємств та їхній вплив на ефективність процесів.

Таблиця 1.

Цифрові індикатори та напрями оптимізації бізнес-процедур у будівництві

(розроблено авторами на основі [2, 3])

Цифровий індикатор	Характеристика	Вплив на бізнес-процеси
1	2	3
Автоматизація процесів	Використання програмного забезпечення для управління будівельними роботами	Скорочення часу на виконання завдань, мінімізація людського фактора
Впровадження BIM-технологій	Інформаційне моделювання будівель, що включає 3D-проєктування	Покращення координації проєкту, зменшення помилок у проєктуванні

1	2	3
<i>Використання великих даних (Big Data)</i>	Аналіз великих обсягів інформації для оптимізації рішень	Прогнозування витрат, підвищення ефективності планування
<i>Штучний інтелект (AI) у будівництві</i>	Алгоритми для автоматизації рутинних завдань та аналізу проектних ризиків	Оптимізація управління ризиками, підвищення швидкості прийняття рішень
<i>Інтернет речей (IoT)</i>	Встановлення датчиків для моніторингу стану будівельних конструкцій	Підвищення безпеки, контроль якості матеріалів та споруд
<i>Хмарні технології</i>	Використання онлайн-платформ для управління даними	Спрощений доступ до інформації, ефективна комунікація між підрозділами
<i>Автоматизовані системи управління (ERP)</i>	Інтеграція управлінських процесів в єдину систему	Зниження операційних витрат, підвищення продуктивності

Таким чином, інтеграція цифрових індикаторів та оптимізація бізнес-процедур є невід'ємною складовою інноваційного розвитку будівельних підприємств. Використання цифрових технологій у поєднанні з ефективними методами управління сприяє підвищенню конкурентоспроможності компаній, забезпечуючи їм сталість і розвиток у сучасному динамічному ринковому середовищі.

В умовах глобальної конкуренції ефективність будівельних підприємств значною мірою залежить від рівня їхньої цифрової трансформації та здатності впроваджувати новітні підходи до організації бізнес-процесів. Відповідно до міжнародних стандартів, інновація є кінцевим результатом науково-технічної діяльності, що реалізується у вигляді нових або вдосконалених продуктів, технологій та методів управління. У вітчизняному економічному середовищі поняття «інновація» також набуло широкого використання, охоплюючи як процеси впровадження інноваційних технологій, так і методи управління підприємствами.

Цифрові індикатори відіграють ключову роль у визначенні рівня інноваційного розвитку будівельних підприємств, дозволяючи оцінювати впровадження нових технологій та ефективність управління ресурсами. До основних цифрових показників належать рівень автоматизації бізнес-процесів, ступінь інтеграції інформаційних систем, застосування інтелектуальних технологій, таких як штучний інтелект і великі дані, а також обсяг інвестицій у науково-дослідницьку діяльність. Використання цих індикаторів дає змогу підприємствам оперативно реагувати на зміни у галузі, мінімізувати ризики та підвищувати ефективність будівельного процесу [8].

Оптимізація бізнес-процедур є важливим напрямом інноваційного розвитку, спрямованим на підвищення продуктивності, зменшення витрат і

покращення якості будівельних робіт. У цьому контексті широко використовуються такі технології, як інформаційне моделювання будівель (BIM), хмарні платформи для управління проектами, автоматизовані системи контролю якості та інтеграція Інтернету речей (IoT). Впровадження BIM дає змогу створювати комплексні цифрові моделі будівельних об'єктів, що покращує координацію проекту та мінімізує помилки в проектуванні. Хмарні технології забезпечують швидкий доступ до даних та ефективну взаємодію між учасниками будівельного процесу, тоді як IoT сприяє контролю стану будівельних конструкцій у реальному часі, підвищуючи рівень безпеки.

Для оцінки ефективності інноваційних рішень використовується система критеріїв і параметрів, що дозволяє проводити комплексний економічний аналіз розвитку підприємств. Основні групи критеріїв включають фінансові показники (обсяг інвестицій у НДДКР, рівень економії витрат, зростання прибутку), технологічні параметри (ступінь автоматизації виробництва, рівень впровадження цифрових рішень), організаційні критерії (ефективність управління бізнес-процесами, якість корпоративного управління) та соціальні аспекти (покращення умов праці, підвищення рівня кваліфікації персоналу) [9]. Використання такої системи оцінки дозволяє підприємствам приймати обґрунтовані управлінські рішення та формувати стратегію подальшого розвитку, орієнтовану на цифрову трансформацію.

Таблиця 2 відображає основні критерії оцінки інноваційного розвитку будівельних підприємств, що допомагають аналізувати вплив цифрових технологій та оптимізації процесів на загальну ефективність компанії.

Таблиця 2.

Система критеріїв оцінки інноваційного розвитку будівельних підприємств
(розроблено авторами на основі [4])

Група критеріїв	Критерій оцінки	Вплив на підприємство
1	2	3
Фінансові показники	Обсяг інвестицій у НДДКР	Стимулювання інноваційного розвитку
Фінансові показники	Рівень економії витрат	Оптимізація витрат та зменшення фінансових ризиків
Фінансові показники	Зростання прибутку	Забезпечення стійкого економічного зростання
Технологічні параметри	Ступінь автоматизації виробництва	Підвищення продуктивності та ефективності виробництва
Технологічні параметри	Рівень впровадження цифрових рішень	Оптимізація управлінських та операційних процесів
Організаційні критерії	Ефективність управління бізнес-процесами	Поліпшення координації та інтеграції процесів
Організаційні критерії	Якість корпоративного управління	Підвищення рівня відповідальності та прозорості управління

1	2	3
Соціальні аспекти	Покращення умов праці	Забезпечення безпеки та комфортних умов праці
Соціальні аспекти	Підвищення рівня кваліфікації персоналу	Формування висококваліфікованого персоналу, здатного до цифрової трансформації

Таким чином, цифрові індикатори та оптимізація бізнес-процедур є невід'ємною складовою інноваційного розвитку будівельних підприємств. Інтеграція сучасних технологій у процеси управління сприяє підвищенню конкурентоспроможності компаній, оптимізації витрат, підвищенню продуктивності та якості будівельних робіт. Завдяки цифровим технологіям будівельні підприємства можуть не лише адаптуватися до сучасних ринкових умов, а й створювати нові можливості для свого розвитку, забезпечуючи сталий економічний прогрес.

Нижче представлено рисунок 1, що ілюструє систему критеріїв і параметрів для економічного аналізу інноваційного розвитку та управління. Він показує основні напрями оцінки, зокрема фінансові, технологічні, організаційні та соціальні аспекти, а також їхні ключові показники. Така схема допомагає структуровано аналізувати інноваційний розвиток будівельних підприємств та визначати ефективність управлінських рішень [10].

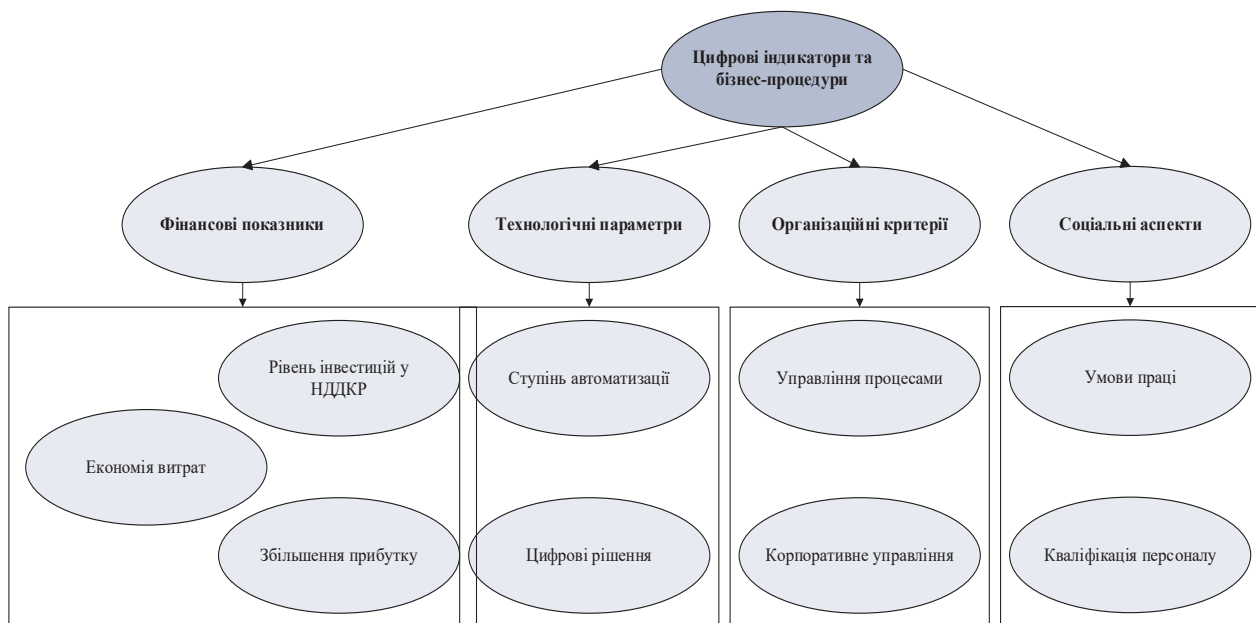


Рис. 1. Система критеріїв і параметрів для економічного аналізу інноваційного розвитку та управління (розроблено авторами на основі [5])

Компаративний аналіз підходів до оцінювання інноваційно-технологічної зрілості будівельних підприємств дозволяє сформулювати цілісне уявлення про рівень розвитку компаній, їхню здатність до адаптації в умовах цифрової

трансформації та ефективність управління інноваціями. У світовій практиці застосовуються різні моделі оцінювання, серед яких особливе значення мають модель Інституту Карнегі-Меллона (Capability Maturity Model Integration, CMMI), модель Г. Керцнера, Portfolio, Programme and Project Management Maturity Model (P3M3) та модель Берклі. Вони допомагають визначити ключові характеристики процесів на різних етапах розвитку підприємства, виявити слабкі місця та окреслити напрями вдосконалення [12].

Модель CMMI розглядає зрілість організації через п'ять рівнів, починаючи від хаотичних і непередбачуваних процесів на першому рівні та закінчуючи безперервним вдосконаленням і впровадженням інновацій на останньому. На початковому рівні процеси не є стандартизованими, що створює труднощі у плануванні та прогнозуванні результатів. Керований рівень передбачає більш структурований підхід, завдяки якому управління проектами здійснюється на основі визначених стандартів. На визначеному рівні впроваджуються методики оптимізації процесів, які стають більш передбачуваними та ефективними. Четвертий рівень характеризується кількісним контролем, де прийняття рішень ґрунтується на аналізі даних та вимірюванні продуктивності. Оптимізуючий рівень передбачає постійне вдосконалення процесів, автоматизацію, використання штучного інтелекту та інтелектуального аналізу даних [11].

Для порівняння моделей оцінювання інноваційно-технологічної зрілості будівельних підприємств представлена наступна таблиця 3. Вона демонструє особливості різних підходів до оцінювання зрілості підприємств у контексті інноваційного розвитку. Вибір відповідної моделі залежить від стратегічних цілей компанії, рівня впровадження інновацій та галузевих вимог.

Таблиця 3.

Порівняння моделей оцінювання зрілості будівельних підприємств
(розроблено авторами на основі [6,7,8,9])

Модель	Ключові характеристики	Рівні зрілості	Основна сфера застосування
1	2	3	4
CMMI (Capability Maturity Model Integration) [2]	Фокус на вдосконаленні процесів, управлінні якістю та продуктивністю	Початковий → Керований → Визначений → Кількісно керований → Оптимізуючий	Управління процесами, стандартизація, оптимізація
P3M3 (Portfolio, Programme and Project Management Maturity Model) [4]	Оцінка зрілості управління портфелем, програмами та проектами	Рівень 1 (усвідомлення) → Рівень 2 (повторюваність) → Рівень 3 (визначеність) → Рівень 4 (контроль) → Рівень 5 (оптимізація)	Проектне управління, стратегічне планування

1	2	3	4
Модель Г. Керцнера [3]	Орієнтація на гнучке управління проектами, адаптацію до змін	Низький → Середній → Високий рівень зрілості	Корпоративне управління проектами
Модель Берклі [1]	Аналіз ефективності організаційних інновацій та цифрових технологій	Рівень 1 (початковий) → Рівень 2 (формалізований) → Рівень 3 (керований) → Рівень 4 (інтегрований) → Рівень 5 (оптимізований)	Впровадження інновацій, цифрова трансформація

Інші описані моделі оцінювання зрілості мають власні підходи. Модель Г. Керцнера фокусується на рівнях управління проектами, визначаючи зрілість через ефективність реалізації стратегій, управління ризиками та адаптацію до ринкових умов. Модель РЗМЗ оцінює інтегрованість процесів управління портфелями, програмами та проектами, дозволяючи підприємствам знаходити оптимальні методи управління інноваціями. Модель Берклі, у свою чергу, концентрується на впровадженні цифрових технологій та оцінює здатність компаній до технологічної модернізації [10].

Для кількісного оцінювання рівня інноваційно-технологічної зрілості можна використовувати різні підходи. Один із них базується на розрахунку рівня зрілості процесів за формулою:

$$ML = \frac{\sum_{i=0}^n P_i \times W_i}{\sum_{i=0}^n W_i}, \quad (4)$$

де P_i – значення рівня зрілості за критерієм, w_i – його ваговий коефіцієнт, n – кількість оцінюваних критеріїв.

Інший показник, що відображає ефективність управління інноваційними проектами, може бути визначений через формулу:

$$E = \frac{R-C}{T}, \quad (5)$$

де R – отримані результати від впровадження інновацій, C – витрати, T – час реалізації.

Також оцінити рівень цифрової трансформації можна за допомогою індексу цифрової інтеграції:

$$DTI = \frac{IT+AI+BD+IoT}{4}, \quad (6)$$

де IT – рівень використання інформаційних технологій, AI – штучного інтелекту, BD – аналізу великих даних, IoT – Інтернету речей.

Таким чином, застосування різних підходів до оцінювання зрілості будівельних підприємств дозволяє комплексно аналізувати їхню інноваційну діяльність, визначати напрямки цифрової трансформації та підвищувати ефективність управління. Використання моделей СММІ, РЗМЗ, Г. Керцнера та Берклі сприяє вдосконаленню процесів та дозволяє підприємствам ефективно адаптуватися до сучасних викликів.

Що стосується процесу управління будівельним підприємством у межах проектно-орієнтованої системи, вона базується на чітко структурованих етапах, що забезпечують ефективне планування, контроль та реалізацію будівельних проєктів. Визначення вартості будівництва відіграє ключову роль у прийнятті управлінських рішень, оскільки впливає на економічну доцільність і фінансову стійкість підприємства [13].

Етапи цього процесу включають аналіз ринку та попереднє бюджетування, розробку кошторисної документації, оцінку ризиків і можливих відхилень, інтеграцію цифрових технологій для точного прогнозування витрат, а також контроль витрат на всіх стадіях реалізації проєкту. Використання автоматизованих систем управління (BIM, ERP) дозволяє підвищити точність розрахунків, оптимізувати витрати та забезпечити ефективне управління фінансовими ресурсами. На рисунку 2 представлено етапи управління будівельним підприємством у даному процесі.

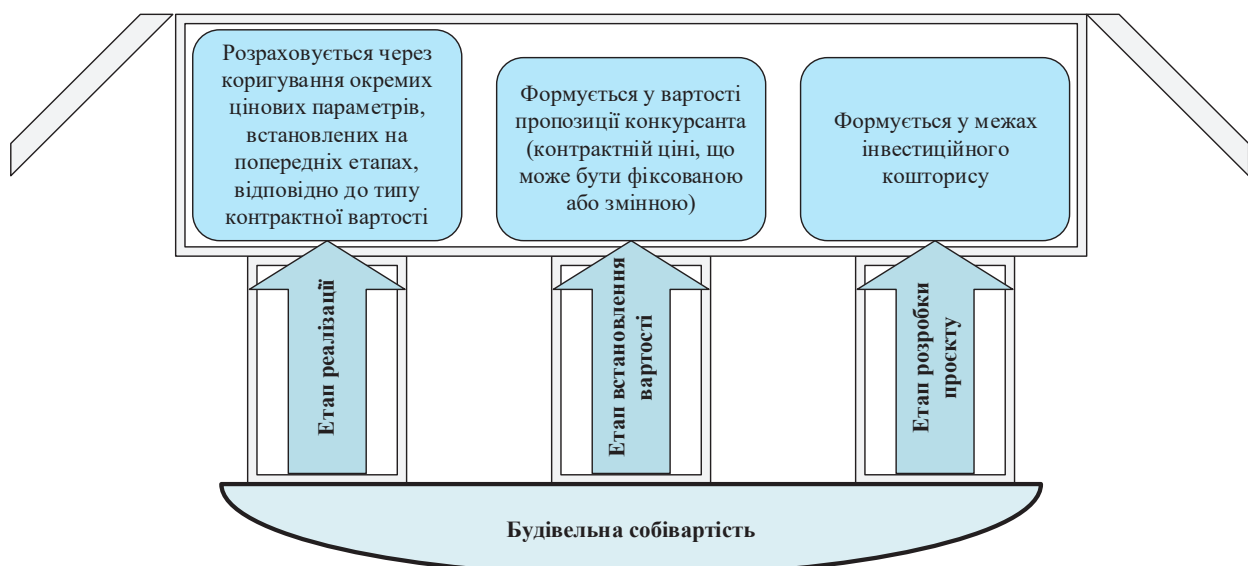


Рис. 2. Етапи управління будівельним підприємством у проектно-орієнтованій системі під час оцінки вартості будівництва (розроблено авторами на основі [13])

Висновки. Оптимізація бізнес-процедур у будівельних підприємствах передбачає реорганізацію внутрішніх процесів, цифровізацію документообігу,

впровадження BIM-технологій, методів Lean і Agile, що дозволяє скоротити витрати часу та ресурсів. Автоматизація управлінських процесів сприяє зниженню ризиків, покращенню взаємодії між підрозділами підприємства та підвищенню ефективності контролю за виконанням будівельних робіт. Попри очевидні переваги цифровізації, існують певні виклики, пов'язані з впровадженням цифрових індикаторів та оптимізацією бізнес-процедур. До основних проблем належать необхідність значних інвестицій у цифрову інфраструктуру, складність інтеграції нових технологій у традиційні будівельні процеси, недостатній рівень цифрової грамотності працівників та низька адаптація підприємств до інноваційних змін. Тому важливим напрямом подальших досліджень є розробка методичних рекомендацій щодо ефективного впровадження цифрових технологій у діяльність будівельних підприємств.

Таким чином, застосування цифрових індикаторів та оптимізація бізнес-процедур є важливими складовими підвищення рівня інноваційного розвитку будівельних підприємств. Використання сучасних технологій дозволить підвищити продуктивність, знизити витрати, підвищити якість будівельних робіт та забезпечити довгострокову стійкість підприємств у мінливих ринкових умовах.

Література

1. Berkeley Maturity Model // University of California, Berkeley – Project Management Program. – Офіційний ресурс: <https://pm.berkeley.edu>. (9).
2. CMMI (Capability Maturity Model Integration) // CMMI Institute. – Офіційний ресурс: <https://cmmiinstitute.com>. (6).
3. Kerzner, H. (2019). Using the Project Management Maturity Model: Strategic Alignment, Project Governance, and the PMO. – CRC Press. (8).
4. P3M3 (Portfolio, Programme and Project Management Maturity Model) // AXELOS Global Best Practice. – Офіційний ресурс: <https://www.axelos.com>. (7).
5. Войтович, В.А., Чуприна, Ю.А. (2023). Оптимізація та контроль програми робіт в підсистемі фінансового менеджменту будівельної організації. *Шляхи підвищення ефективності будівництва*, 1(51). С. 129–142.
6. Гончаренко О.В., Ткаченко Л.М. Використання цифрових індикаторів у системі управління будівельним підприємством // *Будівельна економіка*. – 2022. – № 5. – С. 45-53.
7. Заболотний А.П., Ковальчук П.О. Оптимізація бізнес-процесів будівельних компаній на основі цифрових технологій // *Формування ринкових відносин в Україні*. – 2020. – № 7. – С. 55-64.

8. Литвиненко О.С., Морозова Н.В. Методологічні підходи до оцінки рівня інноваційного розвитку будівельних підприємств // *Економіка та держава*. – 2021. – № 9. – С. 37-46.
9. Мельник І.Г., Семенов А.В. Використання цифрових технологій у будівництві як фактор підвищення конкурентоспроможності підприємств // *Економіка і регіон*. – 2022. – № 6. – С. 91-99.
10. Олійник М.С., Петренко І.В. Бізнес-аналіз та цифровізація процесів управління на будівельних підприємствах // *Стратегії розвитку України*. – 2020. – № 4. – С. 27-36.
11. Сидоренко В.П., Гаврилюк О.О. Оцінка інноваційної діяльності будівельних підприємств на основі цифрових індикаторів // *Будівництво та урбаністика*. – 2021. – № 2. – С. 72-81.
12. Тимченко Л.О., Дяченко О.І. Цифрова оптимізація бізнес-процедур в будівництві: концептуальний підхід // *Менеджмент і підприємництво в Україні*. – 2022. – № 1. – С. 19-28.
13. Федорова Я., Петренко Г., Гриненко І., Рижаківа Г., Чуприна Ю. & Ніколаєва М. (2021). Методико-аналітичні компоненти та базові функціонали управління підприємством в сучасній системі будівельного девелопменту. *Управління розвитком складних систем*, (47). С. 130–137.

Professor **Chupryna Khrystyna**,
Nikolaiko Dmytro, Shlapak Oleksandr, Aleksieienko Vladyslav,
Kyiv National University of Construction and Architecture

UTILIZATION OF DIGITAL INDICATORS AND BUSINESS PROCESS OPTIMIZATION FOR ASSESSING THE LEVEL OF INNOVATIVE DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION ENTERPRISES

In the modern era of digital transformation and global competition, the innovative development of construction enterprises is a key factor in their resilience and efficiency. The implementation of digital indicators not only enables tracking the level of innovation activity but also optimizes business processes, enhancing productivity and adaptability to changes in the external environment.

Digital indicators serve as a powerful tool for analyzing the current state and future prospects of innovative development. They encompass a wide range of metrics, including the level of digital technology implementation, the share of investments in research and development, automation indices, and the integration of information systems into the production process. The use of such indicators ensures

an objective assessment, allowing businesses to identify bottlenecks and determine priorities for further development.

The optimization of business processes in construction enterprises involves the reorganization of operational activities to improve efficiency and reduce costs. The use of digital technologies in project management, logistics, and quality control processes helps minimize risks, enhance communication among stakeholders in the construction process, and increase corporate transparency. Key tools in this process include Building Information Modeling (BIM) systems, automated resource management platforms, and analytical systems based on big data and artificial intelligence.

Furthermore, the digitalization of management processes enables the implementation of effective forecasting and decision-making mechanisms. For example, machine learning technologies and predictive analytics allow for risk assessment and the formulation of optimal resource management strategies. The adoption of cloud platforms and mobile applications facilitates real-time monitoring of all stages of the construction process, improving planning accuracy and cost control.

Another crucial aspect is the enhancement of cybersecurity, as the use of digital technologies requires data protection against cyberattacks and unauthorized access. Investing in secure IT systems and data encryption is becoming an essential component of sustainable enterprise development.

Thus, the integration of digital indicators and business process optimization represents a vital component of the innovation development strategy for construction enterprises. These measures contribute to increased competitiveness, ensure the efficient use of resources, and open new opportunities for the sustainable growth of the industry. In the future, further digitalization of the sector will enhance process automation, reduce costs, and accelerate project execution, making construction enterprises more flexible and efficient in the modern market environment.

Keywords: Digital indicators; business process optimization; innovative development; construction enterprises; digitalization; data management; technological innovations; competitiveness.

REFERENCES

1. Berkeley Maturity Model // University of California, Berkeley – Project Management Program. – Official resource: <https://pm.berkeley.edu>. {in English}
2. CMMI (Capability Maturity Model Integration) // CMMI Institute. – Official resource: <https://cmmiinstitute.com>. {in English}
3. Kerzner, H. (2019). *Using the Project Management Maturity Model: Strategic Alignment, Project Governance, and the PMO*. – CRC Press. {in English}

4. P3M3 (Portfolio, Programme and Project Management Maturity Model) // AXELOS Global Best Practice. – Official resource: <https://www.axelos.com>. {in English}
5. Voitovych, V.A., Chupryna, Yu. A. (2023). Optimization and Control of Work Programs in the Financial Management Subsystem of a Construction Organization. *Ways to Improve Construction Efficiency*, 1(51), 129–142. {in Ukrainian}
6. Honcharenko, O.V., Tkachenko, L.M. (2022). The Use of Digital Indicators in the Management System of a Construction Enterprise. *Construction Economics*, (5), 45-53. {in Ukrainian}
7. Zabolotnyi, A.P., Kovalchuk, P.O. (2020). Optimization of Business Processes of Construction Companies Based on Digital Technologies. *Formation of Market Relations in Ukraine*, (7), 55-64. {in Ukrainian}
8. Lytvynenko, O.S., Morozova, N.V. (2021). Methodological Approaches to Assessing the Level of Innovative Development of Construction Enterprises. *Economy and State*, (9), 37-46. {in Ukrainian}
9. Melnyk, I.H., Semenov, A.V. (2022). The Use of Digital Technologies in Construction as a Factor for Increasing Enterprise Competitiveness. *Economy and Region*, (6), 91-99. {in Ukrainian}
10. Oliinyk, M.S., Petrenko, I.V. (2020). Business Analysis and Digitalization of Management Processes in Construction Enterprises. *Strategies for the Development of Ukraine*, (4), 27-36. {in Ukrainian}
11. Sydorenko, V.P., Havryliuk, O.O. (2021). Assessment of Innovation Activities of Construction Enterprises Based on Digital Indicators. *Construction and Urbanism*, (2), 72-81. {in Ukrainian}
12. Tymchenko, L.O., Dyachenko, O.I. (2022). Digital Optimization of Business Processes in Construction: A Conceptual Approach. *Management and Entrepreneurship in Ukraine*, (1), 19-28. {in Ukrainian}
13. Fedorova, Ya., Petrenko, H., Grynenko, I., Ryzhakova, H., Chupryna, Yu., & Nikolaieva, M. (2021). Methodological and Analytical Components and Basic Functionalities of Enterprise Management in the Modern System of Construction Development. *Management of Complex Systems Development*, (47), 130–137. {in Ukrainian}