

УДК 69:005.8:004:502.131.1

JEL Classification: O33

DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.35.2025.352394>

Кулібаба В. В.

аспірант

ORCID ID: 0009-0008-3228-4091

Полтавський університет економіки і торгівлі

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ: УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ, ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЄКТІВ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ

У статті досліджено сутність цифрової трансформації у будівельній галузі, зокрема її вплив на управління проектами, оптимізацію процесів та підвищення загальної ефективності функціонування підприємств. Основну увагу приділено інтеграції сучасних цифрових інструментів у систему управління будівництвом, зокрема моделюванню інформації про будівлю (BIM) як єдиному джерелі достовірних даних, що охоплює всі етапи життєвого циклу об'єкта. Розглянуто можливість автоматизованих систем управління проектами – від формування детальних графіків і розподілу ресурсів до оперативного моніторингу виконання робіт, контролю витрат і забезпечення безпеки на майданчику. Особливо підкреслено роль технологій віртуальної та доповненої реальності у забезпеченні наочного сприйняття проектних рішень замовником, підвищенні точності управлінських рішень та підготовці персоналу в імітаційному середовищі. Також висвітлено застосування робототехніки, 3D-друку, безпілотних систем, аналітики великих даних та штучного інтелекту як інструментів підвищення керованості та прогнозованості будівельних процесів. Показано, що успішна цифрова трансформація вимагає не лише інвестицій у технології, а й переосмислення підходів до організації управління, підготовки кадрів нового типу та створення сприятливого нормативно-правового середовища в умовах української економіки.

Ключові слова: цифрова трансформація, розумне будівництво, управління процесами, цифрова зрілість будівельного підприємства, трансформація бізнес-моделей у будівництві.

Kulibaba Vyacheslav

Poltava University of Economics and Trade

DIGITAL TRANSFORMATION IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY: PROCESS MANAGEMENT, PROJECT OPTIMIZATION AND EFFICIENCY INCREASE

Digital transformation is gradually spreading across all sectors of the national economy, and Ukraine's construction industry is undergoing a systemic restructuring of its managerial, technological, and organizational approaches. The purpose of this study is to analyze existing approaches to digital transformation in the construction industry, assess the impact of digital tools on project management efficiency, and identify ways to overcome organizational, technological, and human resource constraints in the context of the Ukrainian economy. The study uses a comprehensive approach that combines methods of system analysis, comparative research, content analysis of scientific and industry publications, and interpretation of practical cases of digital tool implementation in the construction industry. The methodological basis is a systemic view of digital transformation as a multi-level process covering technological, organizational, human resource, and regulatory dimensions. The article explores the essence of digital transformation in the construction industry, in particular its impact on project management, process optimization, and improving the overall efficiency of enterprises. The main focus is on the integration of modern digital tools into the construction management system, in particular building information modeling (BIM) as a single source of reliable data covering all stages of an object's life cycle. The possibilities of automated project management systems are considered – from the formation of detailed schedules and resource allocation to operational monitoring of work performance, cost control, and site safety. Particular emphasis is placed on the role of virtual and augmented reality technologies in ensuring that the customer has a clear understanding of project decisions, improving the accuracy of management decisions, and training personnel in a simulated environment. The use of robotics, 3D printing, unmanned systems, big data analytics, and artificial intelligence as tools for improving the manageability and predictability of construction processes is also highlighted. It is shown that successful digital transformation requires not only investment in technology, but also a rethinking of approaches to management organization, training of a new type of personnel, and the creation of a favorable regulatory and legal environment in the Ukrainian economy.

Keywords: digital transformation, smart construction, process management, digital maturity of the construction enterprise, transformation of business models in construction.

Постановка проблеми. Традиційно будівельна галузь характеризувалася високою трудомісткістю, фрагментацією процесів, низькою ступенем стандартизації та обмеженою керованістю проєктів. Цифрова трансформація дає змогу подолати ці бар'єри: завдяки автоматизації рутинних операцій, інтеграції даних у єдине інформаційне середовище та впровадженню інструментів оперативного моніторингу стає можли-

вим забезпечити високий рівень керованості на всіх етапах життєвого циклу об'єкта.

На сьогоднішній день впровадження цифрових інструментів перестає бути опційним елементом конкурентної стратегії – воно стає необхідною умовою збереження ефективності, безпеки та фінансової стійкості будівельних підприємств. Зокрема, сучасні рішення дозволяють оптимізувати логістичні ланцюги поста-

чання матеріалів, що особливо актуально в умовах нестабільності зовнішнього середовища, обмеженої доступності імпортованих ресурсів та потреби в локалізації виробничих потужностей. Цифрові моделі дають змогу достовірно прогнозувати потребу в ресурсах, уникати надмірних запасів, зменшувати ризики простою матеріалів та втрати ліквідності.

Важливим імпульсом до трансформації слугує також оновлення технічного оснащення будівельного виробництва: сучасні машини та механізми, дистанційно керовані системи, мобільні установки для виготовлення елементів безпосередньо на майданчику – усе це вимагає від підприємств переосмислення моделі управління активами та планування капітальних витрат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні інструменти та програмні продукти адміністрування будівельними організаціями в умовах трансформації операційних систем менеджменту досліджували у своїх роботах: М. Дружинін [3], О. Малихіна [9], Т. Марчук [2], Г. Петренко [2], Н. Петруха [5], Г. Рижакова [1, 3, 5], О. Хоменко [3, 9], Ю. Чуприна [9] та ін. Науково-прикладні компоненти полікритеріальної системи оцінки інноваційного розвитку підприємств присвячено праці: Н. Онікієнко [5], Н. Петрухи [5], В. Поколенка [6], Д. Приходька [4], Г. Рижакової [6]. Серед зарубіжних вчених відзначаються дослідження: Л. Альварардо [13], А. Амарала [11], М. Віртца [14], Н. Дуарте [11], З. Луо [10], Ф. Мачадо [11], І. Перес Пуло [13], П. Піньєро Переса [13], Р. Франка [14], Х. Цзінь [10], Ч. Чень [10], щодо створення моделі оцінки зрілості цифрової трансформації для будівельних підприємств. Ю. Пан [12] та Л. Чжан [12] досліджували у своїх працях нову парадигму індустрії розумного будівництва. Разом із тим, існує потреба в подальшому дослідженні взаємопов'язаних проблем цифрової трансформації в будівельній галузі, зокрема України. Оскільки для України вона відкриває унікальну можливість пропустити стадії інкрементальної модернізації та перейти безпосередньо до рівня Construction 4.0, з урахуванням національних реалій.

Формулювання цілей статті. Метою даного дослідження є аналіз існуючих підходів до цифрової трансформації у будівельній галузі, оцінка впливу цифрових інструментів на ефективність управління проектами, а також визначення шляхів подолання організаційних, технологічних та кадрових обмежень у контексті української економіки.

Виклад основного матеріалу. На першому етапі дослідження проведено ретроспективний аналіз наукової літератури, зокрема праць українських дослідників у сфері цифрового управління будівництвом, BIM-технологій, автоматизації проектів та інформаційної інтеграції у будівельній галузі. Особливу увагу приділено виявленню загальних закономірностей та специфічних бар'єрів, характерних для умов української економіки – зокрема, високої фрагментації ринку, обмеженої доступності фінансування для малих підприємств, нестабільності нормативно-правового середовища та дефіциту кваліфікованих кадрів у сфері цифрових технологій.

Другий етап дослідження передбачав зіставлення міжнародних практик цифрової трансформації (зокрема, досвіду країн ЄС у реалізації концепції Construction 4.0), рис.1, з реальними умовами функціонування українських будівельних компаній. Використано метод контекстуального порівняння – не з метою прямого перенесення рішень, а для виявлення трансферабельних підходів до управління проектами, організації даних та побудови колаборативних середовищ.

У рамках методу структурно-функціонального аналізу розглянуто взаємозв'язки між окремими цифровими інструментами (BIM, автоматизовані системи управління проектами, технології віртуальної реальності, робототехніка, аналітика даних) та рівнями управління – від стратегічного (планування портфелю проектів) до операційного (контроль виконання окремих завдань на майданчику). Це дозволило виявити, що найвищий приріст ефективності досягається не за рахунок окремих технологій, а завдяки їх органічній інтеграції в єдину цифрову екосистему управління.

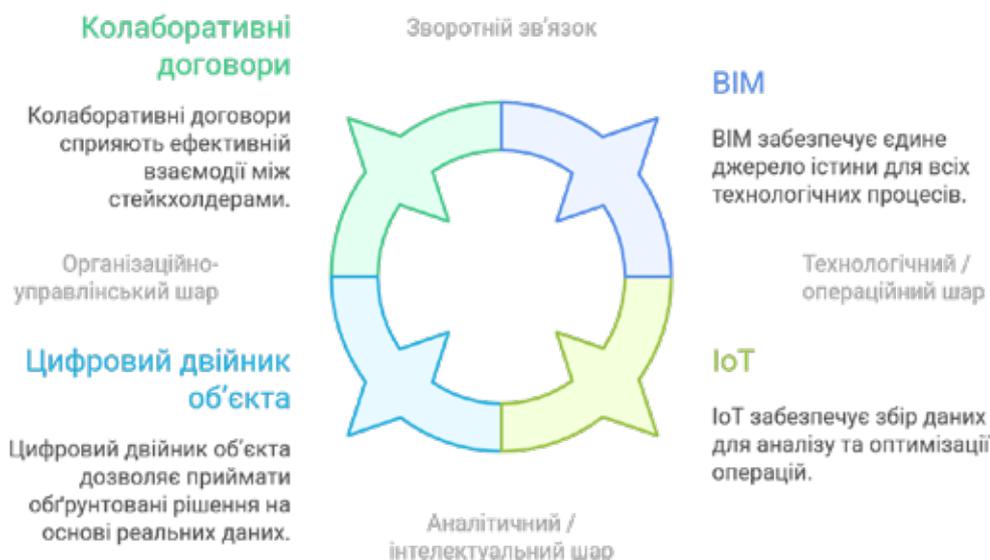


Рис. 1. Концептуальна модель цифрової трансформації будівельного підприємства (Construction 4.0)

Джерело: складено автором на основі [1, 9]

Окремо використано метод кейс-стаді – на основі аналізу реальних проектів, реалізованих у 2023–2025 роках у Києві, Львові, Харкові та Дніпрі, де було частково або повністю впроваджено BIM-підхід або хмарні системи управління будівництвом. Такий підхід дозволив верифікувати теоретичні положення та виявити практичні обмеження, пов'язані з організаційною культурою, відсутністю внутрішніх стандартів обміну даними, а також технічною зрілістю підрядників [1, 2, 3, 9].

Загалом, методологічна стратегія спрямована на досягнення балансу між теоретичною обґрунтованістю та прикладною значимістю, що забезпечує можливість використання отриманих результатів як для наукового дискурсу, так і для розробки рекомендацій щодо поступового, етапного впровадження цифрових рішень у українській будівельній галузі.

Відзначимо, що серед ключових напрямів трансформації – використання робото-технічних комплексів для виконання небезпечних або монотонних завдань, що сприяє скороченню тривалості робіт, підвищенню якості та зменшенню травматизму; застосування технологій адитивного виробництва (3D-друк) для оперативного виготовлення нестандартних конструкцій; впровадження інструментів віртуальної та доповненої реальності для наочного моделювання майбутніх об'єктів, погодження рішень з замовником без затрат на фізичні макети та підготовки персоналу в імітаційному середовищі [1, 3].

Проведене дослідження свідчить про те, що цифрова трансформація у будівельній галузі має не лише технологічне, а й системне значення – вона змінює саму логіку управління проектами, забезпечуючи перехід від фрагментарного, реактивного підходу до інтегрованого, прогнозного та колаборативного. Основні результати свідчать про те, що ефективність будівельного виробництва суттєво підвищується не за рахунок окремих інструментів, а завдяки їх синергії в рамках єдиної цифрової екосистеми управління.

Серед ключових напрямів трансформації – впровадження моделювання інформації про будівлю (BIM) як основи для організації даних упродовж усього життєвого циклу об'єкта. BIM виступає не лише як технічний інструмент візуалізації, а й як платформа для координації рішень між архітекторами, інженерами, підрядниками та експлуатаційними службами. У контексті українських реалій це особливо важливо, оскільки скорочує тривалість узгоджень, мінімізує помилки на етапі проектування, а також дає змогу виявляти конфлікти між інженерними системами ще до початку будівництва. Такий підхід значно знижує ризики переробок, які в умовах обмежених ресурсів часто стають критичними для фінансової стійкості підприємств.

BIM-модель також дозволяє проводити симуляції енергоспоживання, аналіз конструктивної стійкості, розрахунки кошторисної вартості та тривалості будівництва (рис. 2). Це уможливило перехід до управління на основі даних – рішення приймаються не на інтуїції чи досвіді, а на підставі обґрунтованих прогнозів. Зокрема, у проектах соціальної інфраструктури (школи, лікарні, житлові комплекси), що реалізуються за державним замовленням в Україні, такий підхід сприяє підвищенню прозорості витрат і зменшенню корупційних ризиків [5].

Автоматизовані системи управління проектами, зокрема хмарні платформи, що набирають поширення серед українських компаній, забезпечують не просто електронний документообіг, а формування єдиного інформаційного простору, де кожен учасник має доступ до актуальних даних у реальному часі. Це дозволяє оперативно реагувати на зміни – будь то затримка постачання матеріалів, зміна кліматичних умов або необхідність корекції графіка. Управління стає адаптивним: замість жорстко фіксованих планів – динамічні прогнози, що корегуються на основі вхідних даних [1, 3, 6].

Важливим ефектом є також оптимізація використання ресурсів. Детальне планування потреби в матеріалах, зв'язане з BIM-моделлю та системою управління, дозволяє зменшити залишки на складах, уникнути простою техніки через нестачу комплектуючих, а також мінімізувати втрати від псування чутливих до умов зберігання матеріалів (наприклад, теплоізоляції або гідроізоляційних мембран) (рис.2). Для малих та середніх підприємств, які становлять більшість у будівельному секторі України, це означає покращення ліквідності та зниження фінансового навантаження.

Віртуальна та доповнена реальність вже застосовуються не лише для презентації проектів замовникам, а й для підготовки монтажників, інженерів з охорони праці, супервайзерів. У віртуальному середовищі можна відпрацьовувати сценарії роботи на висоті, евакуації під час аварії чи складного монтажу обладнання. Це знижує виробничий травматизм, підвищує якість виконання робіт і скорочує час на введення нових співробітників у професію [4, 6].

Додатковий ефект дає інтеграція дронів, датчиків Інтернету речей (IoT) та аналітики великих даних. Наприклад, збір даних з датчиків температури, вологості та деформації бетонних конструкцій у реальному часі дозволяє приймати управлінські рішення щодо регулювання режимів витвердіння, що критично важливо в умовах волатильних погодних умов. Дрони, у свою чергу, забезпечують оперативний моніторинг майданчика, виявлення відхилень від проекту та оцінку обсягів виконаних робіт – без необхідності мобілізації великої кількості персоналу [10, 11].

Тим не менш, аналіз показує, що максимальний ефект досягається лише за умови системного підходу: окремо взята технологія (наприклад, BIM без інтеграції з системою управління) не забезпечує повної трансформації. Тому особливу увагу слід приділяти побудові внутрішньофірмових стандартів обміну даними, визначенню ролей учасників процесу цифрової взаємодії та формуванню культури управління на основі даних.

Отримані результати узгоджуються з концепцією Construction 4.0, проте підкреслюють необхідність її адаптації до специфіки підприємств з тимчасовою організацією виробництва, високою ступенем унікальності об'єктів та обмеженими інвестиційними можливостями – що є характерним для української будівельної галузі. Трансформація має бути поступовою, етапною, з урахуванням реального рівня технічної та кадрової зрілості підприємства.

Незважаючи на значний потенціал цифрової трансформації для підвищення ефективності, прозорості та прогнозованості будівельного виробництва, її реалізація в умовах української галузі супроводжується

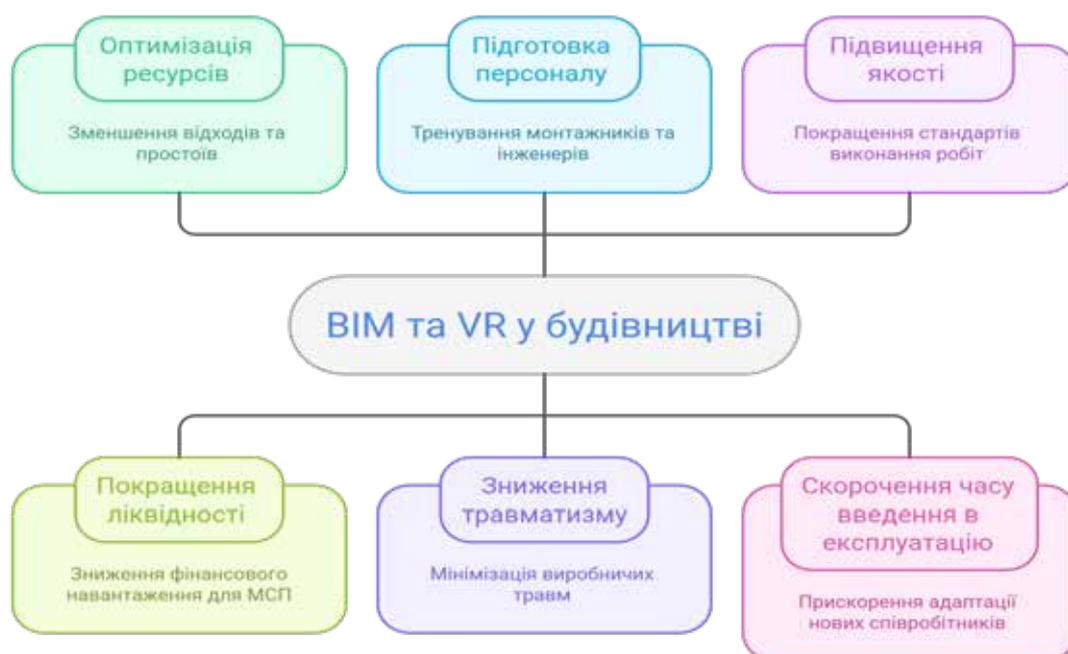


Рис. 2. Переваги BIM та VR у будівництві

Джерело: складено складено автором на основі [1, 3, 8, 9]

комплексом структурних, організаційних та кадрових обмежень. Ці виклики мають не лише технічний, а й системний характер – вони відображають глибокі дисбаланси в моделі управління, яка традиційно базується на особистих зв'язках, інтуїтивних рішеннях та фрагментарному контролю [13].

Одним із ключових бар'єрів є висока вартість початкового етапу впровадження. Придбання ліцензійного програмного забезпечення, модернізація технічної інфраструктури, інтеграція систем – усе це вимагає значних інвестицій, які для багатьох українських будівельних підприємств, особливо малих та середніх, є непідйомними. Навіть у разі наявності коштів, інвестиції не завжди виправдовують себе в короткостроковій перспективі, оскільки ефект від трансформації проявляється лише після досягнення певного рівня інтеграції процесів. Це створює дилему «першого кроку»: компанія повинна вкласти ресурси без гарантії швидкого повернення, що ускладнює прийняття управлінських рішень у умовах високої невизначеності [12, 14].

Не менш важливою проблемою є дефіцит кваліфікованих кадрів. Упровадження BIM, автоматизованих систем управління, аналітики даних вимагає не просто навичок роботи з інтерфейсом, а розуміння логіки цифрової екосистеми, уміння формулювати запити, інтерпретувати результати моделювання, узгоджувати стандарти обміну даними між різними учасниками. На сьогоднішній день в Україні недостатньо фахівців, які поєднують інженерну компетентність із цифровою грамотністю. Більшість навчальних програм у галузевих закладах все ще орієнтовані на традиційні методи проектування та управління, що формують «цифрову розрив» між поколіннями професіоналів.

Окремо слід зазначити організаційну інертність. У багатьох компаніях цифрові інструменти сприймаються як допоміжний інструмент, а не як основа для перебудови процесів. Наприклад, BIM-модель може створюватися лише для візуалізації, без інтеграції

з кошторисом або графіком; хмарна система управління проектами – використовуватися лише для зберігання документів, а не для оперативного моніторингу виконання. Такий підхід нівелює потенціал трансформації і веде до формального, а не сутнісного впровадження [2, 3, 7, 9].

Ще один критичний аспект – відсутність узгоджених стандартів обміну даними. У межах одного проекту можуть використовуватися кілька програмних платформ (наприклад, одна для архітектури, інша – для конструктиву, третя – для управління), які не забезпечують повної інтероперабельності. Це призводить до дублювання зусиль, помилок при конвертації файлів, втрати інформації та зниження довіри до цифрового середовища. Хоча міжнародні стандарти (наприклад, ISO 19650) існують, їх адаптація до української нормативно-технічної бази залишається на початковому етапі.

У цьому контексті важливою є роль держави. Державне замовлення може стати каталізатором трансформації: вимога до використання BIM у проектах державної інфраструктури, створення національних профілів обміну даними (наприклад, BIM-стандарт для житлового будівництва), підтримка пілотних проектів – усе це формує ринковий попит і стимулює розвиток локальних компетенцій. Також перспективним є застосування механізмів «м'якого» регулювання: сертифікація компаній за рівнем цифрової зрілості, надання податкових пільг за інвестиції в цифрові технології, створення центрів компетенцій при університетах.

Крім того, успішна трансформація вимагає зміни управлінської культури – переходу від ієрархічного, централізованого контролю до мережевої, колаборативної моделі, де рішення приймаються на основі спільного доступу до даних. Це передбачає не лише технічну інтеграцію, а й формування нової етики професійної взаємодії: відкритості, відповідальності за якість даних, готовності до зворотного зв'язку.

На завершення слід підкреслити, що цифрова трансформація – це не лінійний процес «впровадження технологій», а складна адаптація системи управління до нових умов. Вона вимагає стратегічного бачення, поетапної реалізації, постійного зворотного зв'язку та готовності до корекції курсу. Для української будівельної галузі це означає можливість не просто наздогнати світові тренди, а сформувати власну, адаптовану модель цифрового управління, яка враховуватиме специфіку ринку, інституційне середовище та національні пріоритети – зокрема, енергоефективність, стійкість до зовнішніх шоків і локалізацію виробничих ланцюгів.

Висновки. Проведене дослідження підтверджує, що цифрова трансформація у будівельній галузі є не лише технологічною модернізацією, а системною перебудовою моделей управління – від проектування та координації виконання робіт до супроводу об'єкта протягом усього життєвого циклу. Її стратегічне значення для України полягає в тому, що вона дає змогу компенсувати об'єктивні обмеження галузі: низьку продуктивність праці, високу частку ручної праці, фрагментацію ринку та нестабільність постачальних ланцюгів.

Найбільший приріст ефективності досягається через інтеграцію ключових цифрових інструментів – зокрема, моделювання інформації про будівлю (BIM), автоматизованих систем управління проектами, технологій віртуальної та доповненої реальності, робототехніки, 3D-друку, безпілотних систем та аналітики великих даних. При цьому визначальним чинником успіху є не окрема технологія, а її вбудованість у єдину управлінську архітектуру, де дані стають основою для прийняття рішень, а не додатковою опцією.

BIM виявляється не просто інструментом візуалізації, а ядром цифрової екосистеми – він забезпечує безперервність інформаційних потоків між етапами життєвого циклу, дозволяє передбачати ризики, оптимізувати ресурси та забезпечувати колаборативне узгодження між учасниками. Саме ця властивість робить BIM особливо цінним для українських умов, де відсутність системного підходу до обміну даними між проєктувальниками, підрядниками та експлуатаційними

службами часто призводить до затримок, переробок і зростання витрат.

Автоматизовані системи управління проектами підвищують керованість будівництва, перетворюючи його з послідовності реактивних рішень на прогнозну, адаптивну діяльність. Вони дають змогу оперативню коригувати графіки, контролювати витрати в реальному часі, розподіляти ресурси з урахуванням фактичного стану майданчика – що критично важливо в умовах волатильного зовнішнього середовища. Віртуальна та доповнена реальність, у свою чергу, зменшують інформаційну асиметрію між замовником і виконавцем, забезпечуючи прозорість ухвалення рішень, а також знижують виробничий травматизм через підготовку персоналу в імітаційному середовищі.

Тим не менш, реалізація потенціалу цифрової трансформації вимагає подолання низки системних викликів: високої початкової вартості впровадження, дефіциту кадрів з поєднаною інженерною та цифровою компетентністю, відсутності національних стандартів обміну даними, а також організаційної інертності, що проявляється у формальному використанні технологій без перегляду внутрішніх процесів. Ці проблеми не можна вирішити лише технічними засобами – потрібен комплексний підхід, що поєднує стратегічне бачення керівництва, поетапну модернізацію, підтримку з боку держави (через нормативне регулювання, фінансування пілотних проєктів, податкові стимули) та розвиток галузевих кадрових центрів компетенцій.

У підсумку, цифрова трансформація – це не кінцева мета, а довгостроковий процес адаптації будівельної галузі до вимог сучасної економіки. Для України він відкриває унікальну можливість пропустити стадії інкрементальної модернізації та перейти безпосередньо до рівня Construction 4.0, з урахуванням національних реалій. Успіх цього переходу буде залежати від здатності балансувати між технологічними інноваціями, управлінською гнучкістю та соціальною відповідальністю – оскільки ефективність сьогодні – це не лише швидкість і витрати, а й безпека, екологічна відповідальність та якість життя кінцевого споживача побудованого середовища.

Література:

1. Аксельрод Р. Б., Шпаков А. В., Рижаківа Г. М. Економіко-управлінські предиктори трансформації операційних систем будівельного девелопменту в умовах цифровізації економіки. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2021. № 12. С. 113–121. DOI: <https://doi.org/10.32347/2078-7615.2021.12.113-121>
2. Вибір імперативів бюджетування інвестиційно-будівельного проєкту як напрям удосконалення системи фінансового менеджменту підприємства / Г.С. Петренко та ін. *Управління розвитком складних систем*. 2021. № 46. С. 108–117. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.46.108-117>
3. Дружинін М. В., Хоменко О. М., Рижаківа Г. М. Методологічний концепт і прикладні засади адаптогенної організації будівництва з урахуванням сучасних інноваційно-інвестиційних трендів. *Управління розвитком складних систем*. 2024. № 59. С. 182–190. URL: <https://mdcs.kpi.ua/article/view/319845>.
4. Економіко-інституціональні аспекти формування портфеля девелопера: зміна парадигми й інноваційні рішення управління / Д.О. Приходько та ін. *Управління розвитком складних систем*. 2021. № 47. С. 119–129. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.47.119-129>
5. Онікієнко Н. В., Петруха Н. М., Рижаківа 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. URL: https://nbuv.gov.ua/UJRN/spbud_2023_52-1_21
6. Оновлення науково-методичних підходів до побудови полікритеріальної системи адміністрування діяльністю підприємств-стейкхолдерів проєктів будівництва / Г.М. Рижаківа та ін. *Просторовий розвиток*. 2022. № 1. С. 218–233. URL: <https://proroz.org.ua/article/view/270123>
7. Оцінка структурної конфігурації корпоративних відносин у контексті організаційного розвитку проєктно-орієнтованих підприємств / Д.О. Приходько та ін. *Управління розвитком складних систем*. 2022. № 52. С. 93–102. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2022.52.93-102>

8. Провідні економіко-управлінські та інституціональні імперативи галузевого розвитку будівництва в контексті євроінтеграції / О.О. Мостовенко та ін. *Просторовий розвиток*. 2024. № 7. С. 577–593. URL: <https://proroz.org.ua/article/view/304821>
9. Сучасні інструменти та програмні продукти адміністрування будівельними організаціями в умовах трансформації операційних систем менеджменту / О.М. Хоменко та ін. *Управління розвитком складних систем*. 2022. № 52. С. 113–125. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2022.52.113-125>
10. Chen C., Jin X.-H., Luo Z.-Y. Building a Digital Transformation Maturity Evaluation Model for Construction Enterprises. *Buildings*. 2022. Vol. 14, no. 1. P. 91–119. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings140100910>
11. Machado F., Duarte N., Amaral A. Project Management Maturity Models for Construction Firms. *Journal of Risk and Financial Management*. 2021. Vol. 14, no. 12. P. 571–591. DOI: <https://doi.org/10.3390/jrfm14120571>
12. Pan, Y., & Zhang, L. Construction 4.0: A New Paradigm of the Smart Construction Industry. *Automation in Construction*, 2021. no. 121. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103438>
13. Piñero Pérez P. Y., Alvarado L., Pérez Pupo I. Digital Transformation in Project Oriented Organizations, Supported by Intelligence Ecosystems. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Vol. 1504. Cham: Springer, 2024. P. 123–134. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-51655-5_11
14. Wirtz M., Böhm C., Frank R. Vision and Maturity Model for Digitized Project Management. *Project Management and Engineering Research*. Cham: Springer, 2023. P. 63–73. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-36827-6_6

References:

1. Akselrod R. B., Shpakov A. V., Ryzhakova H. M. (2021) Ekonomiko-upravliniski predyktory transformatsii operatsiinykh system budivelnoho developmentu v umovakh tsyrovizatsii ekonomiky [Economic and managerial predictors of the transformation of operational systems of construction development in the conditions of digitalization of the economy]. *Formuvannya rynkovykh vidnosyn v Ukraini*. no. 12. pp. 113–121. DOI: <https://doi.org/10.32347/2078-7615.2021.12.113-121>
2. Petrenko H. S. ta in (2021). Vybir imperatyviv biudzhetuвання investytsiino-budivelnoho proektu yak napriam udoskonalennia systemy finansovoho menedzhmentu pidpriemstva [Selection of budgeting imperatives of the investment and construction project as a direction for improving the financial management system of the enterprise]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. no. 46. pp. 108–117. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.46.108-117>
3. Druzhynin M. V., Khomenko O. M., Ryzhakova H. M. (2024) Metodolohichni kontsept i prykladni zasady adaptovannoi orhanizatsii budivnytstva z urakhuvanniam suchasnykh innovatsiino-investytsiinykh trendiv [Methodological concept and applied principles of adaptogenic organization of construction taking into account modern innovation and investment trends]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. no. 59. pp. 182–190. Available at: <https://mdcs.kpi.ua/article/view/319845>
4. Prykhodko D. O. ta in. (2021) Ekonomiko-instytutsionalni aspekty formuvannia portfelia developera: zmina paradyhmy y innovatsiini rishennia upravlinnia [Economic and institutional aspects of the formation of the developer's portfolio: paradigm shift and innovative management solutions]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. no. 47. pp. 119–129. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.47.119-129>
5. Onikiienko N. V., Petrukha N. M., Ryzhakova H. M. (2023) Naukovo-prykladni komponenty polikryterialnoi systemy otsinky innovatsiinoho rozvytku pidpriemstv: imperatyvy vzaiemodii intehrovanykh struktur [Scientific and applied components of the multi-criteria evaluation system of innovative development of enterprises: imperatives of interaction of integrated structures]. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*. no. 52 (1). pp. 261–273. Available at: https://nbuv.gov.ua/UJRN/spbud_2023_52-1_21
6. Ryzhakova H. M. ta in. (2022) Onovlennia naukovo-metodychnykh pidkhodiv do pobudovy polikryterialnoi systemy administruvannia diialnistiu pidpriemstv-steikkholderiv proektiv budivnytstva [Update of scientific and methodical approaches to the construction of a multi-criteria system of administration by the activities of enterprises-stakeholders of construction projects]. *Prostorovi rozvytok*. no. 1. pp. 218–233. Available at: <https://proroz.org.ua/article/view/270123>
7. Prykhodko D. O. ta in. (2022) Otsinka strukturnoi konfiguracyi korporatyvnykh vidnosyn u konteksti orhanizatsiinoho rozvytku proektno-orientovanykh pidpriemstv [Evaluation of the structural configuration of corporate relations in the context of organizational development of project-oriented enterprises]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. no. 52. pp. 93–102. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2022.52.93-102>
8. Mostovenko O. O. ta in. (2024) Providni ekonomiko-upravliniski ta instytutsionalni imperatyvy haluzevoho rozvytku budivnytstva v konteksti yevrointehratsii [Leading economic, managerial and institutional imperatives of the development of the construction industry in the context of European integration]. *Prostorovi rozvytok*. no. 7. pp. 577–593. Available at: <https://proroz.org.ua/article/view/304821>
9. Khomenko O. M. ta in. (2022) Suchasni instrumenty ta prohramni produkty administruvannia budivelnymy orhanizatsiiami v umovakh transformatsii operatsiinykh system menedzhmentu [Modern tools and software products for the administration of construction organizations in the context of the transformation of operational management systems]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. no. 52. pp. 113–125. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2022.52.113-125>
10. Chen C., Jin X.-H., Luo Z.-Y. (2022) Building a Digital Transformation Maturity Evaluation Model for Construction Enterprises. *Buildings*. vol. 14, no. 1. pp. 91–119. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings140100910>
11. Machado F., Duarte N., Amaral A. (2021) Project Management Maturity Models for Construction Firms. *Journal of Risk and Financial Management*. vol. 14, no. 12. pp. 571–591. DOI: <https://doi.org/10.3390/jrfm14120571>
12. Pan, Y., & Zhang, L. (2021) Construction 4.0: A New Paradigm of the Smart Construction Industry. *Automation in Construction*, no. 121. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103438>
13. Piñero Pérez P. Y., Alvarado L., Pérez Pupo I. (2024) Digital Transformation in Project Oriented Organizations, Supported by Intelligence Ecosystems. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. vol. 1504. Cham: Springer. pp. 123–134. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-51655-5_11
14. Wirtz M., Böhm C., Frank R. (2023) Vision and Maturity Model for Digitized Project Management. *Project Management and Engineering Research*. Cham: Springer, pp. 63–73. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-36827-6_6

Стаття надійшла: 20.11.2025

Стаття прийнята: 05.12.2025

Стаття опублікована: 17.12.2025