

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-75-64>

УДК 332.142.2

РОЗВИТОК ПОТЕНЦІАЛУ БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ

DEVELOPMENT OF THE POTENTIAL OF CONSTRUCTION ENTERPRISES IN THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION

Жовтяк Ганна Анатоліївнакандидат економічних наук, доцент,
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. БекетоваORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4657-1015>**Богданов Роман Фаритович**аспірант,
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. БекетоваORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8722-6673>**Zhovtiak Hanna, Bohdanov Roman**

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

У статті розглядаються актуальні аспекти підвищення потенціалу будівельних підприємств шляхом упровадження цифрових технологій. З урахуванням глобальних тенденцій цифрової трансформації проаналізовано зміст цифрових технологій та їх можливості у зміцненні конкурентоспроможності й розвитку потенціалу підприємств будівельного сектору. Проведений аналіз дав змогу окреслити основні переваги та виявити певні недоліки використання таких технологій. В контексті інноваційного розвитку підприємств будівельної галузі детально досліджено впровадження сучасного підходу до оптимізації процесів проектування та будівництва, а саме технології BIM (Building Information Model). Спираючись на світові практики, можна стверджувати про доцільність використання BIM не лише для зведення нових будівель, а й для реконструкції вже існуючих, в тому числі тих, що постраждали від воєнних дій. Таким чином, зроблено висновок про запровадження BIM технологій як інноваційного та одного із найбільш ефективних інструментів відбудови нашої країни.

Ключові слова: будівельні підприємства, розвиток, потенціал, цифровізація, BIM-технології.

This article is devoted to the topical issues of ensuring the development of the potential of enterprises in the construction industry through the introduction of digital technologies. Taking into account the global trends of digitalization, the essence of digital technologies and their capabilities in the field of ensuring the development of the potential of enterprises in the construction industry were analyzed, which allowed us to establish the advantages and disadvantages of their use. In the context of the innovative development of enterprises in the construction industry, the implementation of a modern approach to optimizing design and construction processes, namely BIM (Building Information Model) technology, was studied in detail. The activation of the use of BIM technologies is an important step towards the digitalization of the construction industry, however, in our country, the experience of implementing BIM technologies is quite limited, unlike in highly developed countries. Based on world practices, it can be argued that it is advisable to use BIM not only for the construction of new buildings, but also for the reconstruction of existing ones, including those damaged by military operations. Thus, a conclusion is made about the introduction of BIM technologies as an innovative and one of the most effective tools for the reconstruction of our country. Considerable attention is focused on the economic feasibility of implementing BIM technologies, both for new construction and for the reconstruction of buildings. Thus, BIM has the greatest impact on preventing construction schedule delays and preventing rework due to early model assessment. In the work, the construction information model is interpreted as a flexible model that integrates the participation of all those involved in the construction process at each stage. The issue of the complexity of implementing BIM design at the current stage is considered, and the methodology for creating an effective BIM concept is described. A key factor in ensuring the development of the potential of construction companies is the development and approval of a company's digital transformation strategy. To do this, it is important that both management and employees understand the value and strategic goals of digital change.

Keywords: construction companies, development, potential, digitalization, BIM-technologies.

Постановка проблеми. Міжнародна практика розвитку будівельних підприємств демонструє активне впровадження інноваційних цифрових технологій проектування та зведення об'єктів, зокрема технології інформаційного моделювання будівель (BIM), що позитивно впливає на зростання продуктивності та конкурентоспроможності підприємств на ринку. В Україні ж процес впровадження BIM супроводжується низкою бар'єрів, серед яких – відсутність чітко врегульованої нормативно-правової бази щодо статусу інформаційного моделювання у будівельній сфері, а також загальна інерційність галузі.

Разом з тим, існують і вагомі стимули для цифровізації будівництва в Україні. До таких чинників належать: адаптація європейських будівельних норм, необхідність дотримання міжнародних стандартів проектування та реалізації будівельних проєктів у разі залучення іноземного капіталу, а також потреба у прозорому контролі за використанням фінансових ресурсів.

З огляду на стратегічний курс держави на цифрову трансформацію економіки та важливість будівельної галузі у процесі відбудови країни в післявоєнний період, актуалізується потреба в ґрунтовному аналізі переваг і ризиків впровадження цифрових інструментів у діяльність будівельних підприємств, а також у визначенні шляхів посилення їхнього потенціалу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика цифровізації будівельних підприємств перебуває у центрі уваги численних вітчизняних та зарубіжних науковців, які розглядають її з різних наукових підходів та аспектів.

Верхоглядова Н. І., Коваленко-Марченкова Є. В. акцентують увагу на складових потенціалу будівельної галузі, які є запорукою його конкурентоспроможності [1].

Кірієнко Д. О., Шиліяєва О. С. досліджують етапи становлення BIM-технологій, акцентуючи увагу на їх значенні для оптимізації процесів будівництва та управління життєвим циклом об'єктів [2].

Кулик М. В., Куліш С. О., Іщенко С. С. аналізують впровадження цифровізованих програмних рішень у вітчизняному будівництві, зокрема на базі BIM, підкреслюючи переваги для управління проєктами, економії ресурсів та підвищення якості виконання робіт [3].

Трач Р. В. відзначає переваги використання концепції інформаційного моделювання для ресурсозбереження, зменшення

витрат та підвищення надійності будівельних проєктів [4].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на значний внесок цих науковців, питання розвитку потенціалу будівельних підприємств в умовах цифровізації залишається недостатньо дослідженим і потребує подальшого наукового опрацювання.

Постановка завдання. Метою роботи є дослідження переваг і недоліків застосування цифрових інструментів на будівельних підприємствах та розвитку їх потенціалу за рахунок впровадження цифрових технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Цифрова трансформація бізнесу – це не просто впровадження новітніх технологій у вже існуючу бізнес-модель. Насамперед, цифровізація передбачає глибоку перебудову бізнес-процесів і організації діяльності компанії шляхом впровадження сучасних цифрових рішень.

Світова будівельна галузь також активно залучена до процесів цифрової трансформації. Її цифровізація відбувається як через впровадження цифрових інструментів, так і завдяки автоматизації операційних процесів та переходу до цифрових каналів комунікації. Зокрема, завдяки хмарним технологіям стало можливим оцифрувати великі обсяги інформації, ефективно їх структурувати та використовувати в управлінні. Додатково, інтеграція цифрових мережевих рішень дала змогу здійснювати системний моніторинг реалізації будівельних проєктів і підвищити надійність споруд.

Цифрові технології, зокрема сенсори, розумні машини та інноваційні матеріали, забезпечують можливість моделювання будівельних об'єктів та глибокий аналіз пов'язаної з ними цифрової інформації. У результаті цифрової революції відбувся перехід до концепції «Будівництво 4.0» або інтелектуального будівництва. У цьому підході реалізується інтегроване управління всіма етапами створення будівельних об'єктів – від проектування до експлуатації, з фокусом на прогнозування, планування та контроль бізнес-процесів.

Інтелектуальне будівництво ґрунтується на чотирьох ключових цифрових технологіях: 3D-друку, Інтернеті речей, віртуальній реальності та великих даних (Big Data). Їх застосування дозволяє підвищити безпеку, ефективність і скоротити витрати на різних етапах будівництва. За оцінками експертів, цифровізація будівельних проєктів дозволяє знизити

витрати на будівництво на 5–10%, а експлуатаційні витрати – на 10–20% [5].

Серед основних переваг, що сприяли зростанню інтересу будівельних компаній до цифрової трансформації власних бізнес-процесів, варто виокремити такі:

1. По-перше, цифрові технології суттєво спрощують і підвищують ефективність будівельних процесів. Використання технологій моделювання та віртуальної реальності для створення цифрових двійників споруд надає змогу учасникам будівельного проєкту оперативно керувати інформацією та відстежувати зміни в реальному часі, що дозволяє зменшити кількість помилок під час фактичного будівництва.

2. По-друге, впровадження цифрових рішень сприяє підвищенню екологічної відповідальності компаній, оскільки моделі, які можуть оновлюватися в режимі реального часу, зменшують негативний вплив на довкілля.

3. По-третє, хмарні технології сприяють автоматизації процесів у будівництві, забезпечують більшу гнучкість проєктів і, як результат, скорочують їхній життєвий цикл.

4. По-четверте, цифрові інструменти формують єдине інтегроване середовище, в якому всі учасники будівельного процесу можуть координувати дії, здійснювати обмін даними, спільно планувати та контролювати хід виконання робіт.

5. По-п'яте, використання робототехніки, дронів і автономної техніки дозволяє значно знизити трудомісткість будівельних робіт, зменшити фізичне навантаження на працівників та підвищити рівень безпеки на будівельному майданчику.

Інформаційне моделювання будівель (BIM) являє собою сучасний підхід до вдосконалення процесів проєктування та будівництва. Завдяки використанню BIM-технологій створюється цифрова інформаційна модель, яка дає змогу повністю і точно уявити майбутній проєкт. Ці технології є принципово новим методом у сфері архітектурно-будівельного проєктування, що базується на формуванні тривимірної віртуальної моделі споруди, яка включає всі необхідні дані про об'єкт.

BIM не замінює людину в процесі проєктування. Навпаки, ефективне застосування BIM вимагає високого рівня професійної підготовки, відповідального підходу й глибокого розуміння суті проєктного процесу. Водночас BIM сприяє більш творчому підходу до роботи та підвищує її результативність. Створення

моделі відбувається традиційним для проєктування графічним способом, зокрема, в інтерактивному режимі [3, с. 301–304].

Беззаперечно, що BIM-технології очікують велике майбутнє, оскільки використання BIM-системи в процесі проєктування та будівництва має ряд видимих переваг, серед яких: можливість відразу отримати доступ до будь-якої інформації про об'єкт, здійснювати контроль якості робіт на кожному з етапів, запобігти колізіям у проєкті, вагомо зменшити вартість будівництва. Проте, головною перевагою використання BIM-технологій в будівництві є можливість задовольнити вимоги замовника через реалізацію передбачуваних ним характеристик майбутнього об'єкта.

Зарубіжна практика наочно демонструє, що як часткове впровадження, так і комплексне використання BIM-технологій сприяє скороченню термінів проєктування та будівництва, а також зниженню витрат на зведення об'єктів. Серед яскравих прикладів – концертний зал ім. Уолта Діснея в Лос-Анджелесі, хмарочос One Island East у Гонконзі, Олімпійські споруди в Пекіні та інші.

З появою інноваційних інформаційних рішень багато розвинених країн почали переосмислювати традиційні методи проєктування, поступово переходячи до BIM як до сучасного інструменту оптимізації будівельних процесів.

Оптимізувати ресурсний потенціал компанії можливо за рахунок визначення, скільки необхідно фактично ресурсів та знаходження раціонального їх співвідношення у ході будівництва для забезпечення генерації максимального доходу. Оптимізацію строків виконання робіт доцільно здійснювати шляхом визначення їх тривалості, враховуючи найраціональніший рівень резервування часу, при якому загальні витрати зведені до мінімуму.

Головною метою програми BIM є поширення інформаційних систем та інноваційних технологій проєктування, запровадження інформаційних технологій для підтримки життєвого циклу будівельного об'єкту, стандартизація технологій та цифрових систем в будівництві, тобто завдання програми спрямоване на засоби, а не управлінські та економічні механізми.

Отже, перехід до BIM-технологій є важливою складовою цифрової трансформації будівельної галузі. Попри те, що впровадження в Україні значно поступається міжнародним прикладам, існують передумови до позитивних змін – український уряд демонструє рішучість у пришвидшенні цього процесу.

У липні 2022, попри складні умови воєнного часу, Верховна Рада України в першому читанні схвалила законопроект щодо запровадження BIM-технологій у будівельній галузі [6]. У ньому підкреслюється важливість і ефективність використання BIM при реалізації проєктів, що фінансуються з державного бюджету, протягом п'ятирічного періоду після набуття законом чинності. Згодом цифрове моделювання стало одним із ключових напрямів державної політики у сфері будівництва [7].

Оскільки BIM-технології відіграють ключову роль у підвищенні ефективності будівельного процесу, а також в управлінні та регулюванні проєктами, подальший розвиток будівельної галузі безпосередньо залежатиме від рівня їх впровадження. Цей вплив підтверджується низкою економічних аргументів:

Скорочення витрат і зменшення відходів. Завдяки BIM-підходу підрядники можуть обирати найбільш доцільні будівельні матеріали, що значно полегшує планування, знижує ймовірність помилок і сприяє раціональному використанню ресурсів. Як результат – зменшення надлишкових витрат та оптимізація бюджету проєкту.

Підвищення точності оцінки витрат. Інформаційне моделювання надає всім учасникам проєкту прозору, деталізовану картину майбутніх витрат, що дозволяє проводити розрахунки швидше й точніше, скорочуючи терміни узгодження бюджетних рішень.

Підтримка принципів сталого розвитку. BIM забезпечує можливість дотримання екологічних норм і стандартів за рахунок постійного контролю за параметрами впливу на довкілля. Проєктна команда отримує доступ до екологічно значущої інформації: від рівня енергоефективності до системи управління відходами.

Потужним локомотивом, що сприяє впровадженню інноваційних технологій у виробництво є зростання фінансових показників. За проведеними дослідженням, можна говорити, що BIM найбільшим чином здатний попередити не виконання встановлених графіків будівництва та запобігти допущення помилок завдяки ранній оцінці моделі.

Користувачі BIM-технологій відмічають як короткострокові, так і довгострокові переваги застосування BIM-технологій. Однією з найбільш значимих короткострокових переваг BIM-технологій є зведення до мінімуму помилок у документації. Ще однією короткостроко-

вою перевагою є застосування BIM як інструменту маркетингу. Скорочення плінності кадрів теж вважається короткостроковою перевагою від застосування технологій BIM. Натомість, в якості довгострокових вигід розглядаються скорочення кількості контрактних претензій та зменшення витрат на будівництво. Довгострокова взаємодія та співробітництво з клієнтами є також важливою перевагою застосування BIM.

BIM-технології дозволяють також пов'язувати дані виробників, інформацію про будівництво та комунікації за допомогою інтегрованої панелі приладів. Базовим аспектом будь-якої системи візуалізації є спрощення інтерактивних оновлень в режимі реального часу. Однак, непослідовні оновлення можуть ускладнити процес моніторингу та використання проєкту, що не є перевагою застосування даної технології [4, с. 290–291].

В Україні останнім часом спостерігається помітне зростання зацікавленості у впровадженні BIM-технологій, однак на практиці їх здебільшого застосовують компанії з іноземним капіталом. Найбільше використання BIM характерне для проєктування й реалізації великих комерційних об'єктів, зокрема торговельно-розважальних центрів та мультифункціональних комплексів.

У контексті повоєнної відбудови країни BIM-технології можуть стати ключовим інструментом для залучення міжнародних інвестицій та фінансової допомоги. Адже реалізація таких проєктів потребує високого рівня прозорості й контролю за витрачанням коштів. У цьому сенсі BIM є не лише сучасним підходом до проєктування, а й більш економічно доцільною альтернативою традиційним методам [8].

Втім, цифрова трансформація будівельної галузі супроводжується рядом викликів та загроз. Однією з головних проблем є недостатній рівень цифрової грамотності працівників, а також відсутність необхідних навичок для роботи з новітніми технологіями. Значною перепорою є й внутрішній спротив компаній до змін, зокрема – нерозуміння потенційної економічної вигоди від цифровізації, що ускладнює реалізацію стратегій цифрового розвитку.

Окрім того, впровадження цифрових рішень стримується через відсутність уніфікованих стандартів їхнього застосування та несумісність з існуючою технічною інфраструктурою. Важливими стримувальними чинниками залишаються різний рівень циф-

рової зрілості компаній і складна фінансово-економічна ситуація, що виникла внаслідок глобальної пандемії, яка сповільнила темпи цифрових змін у галузі.

Для більшості українських будівельних компаній цифрова трансформація досі залишається лише бажаним, але поки що не реалізованим шляхом розвитку бізнесу. Попри її критичне значення для економічного зростання та післявоєнного відновлення України, переважна частина вітчизняних підприємств усе ще використовує застарілі технології та будівельні матеріали.

Базові інструменти цифрової трансформації включають: BIM-моделювання, технології машинного навчання та штучного інтелекту (AI), Інтернет речей (IoT), робототехніку, віртуальну і доповнену реальність (AR/VR), хмарні обчислення (Cloud Computing) та блокчейн-технології.

Інтеграція цифрових технологій у діяльність будівельних компаній відкриває широкі можливості: візуалізація проєктних процесів, своєчасне виявлення порушень і втрат, оптимізація витрат, забезпечення прозорості інформації та ефективної комунікації, прискорення реалізації проєктів, скорочення життєвого циклу будівництва, зростання продуктивності, якісне навчання персоналу, ефективна

організація командної роботи та підвищення рівня безпеки праці.

Ключовим чинником забезпечення розвитку потенціалу будівельних підприємств є розробка та затвердження стратегії цифрової трансформації компанії. Для цього важливо, щоб як керівництво, так і працівники усвідомлювали цінність і стратегічні цілі цифрових змін. Це можливо забезпечити шляхом впровадження системи навчання персоналу роботі з цифровими технологіями, а також проведенням інформаційно-роз'яснювальної роботи.

Висновки. Отже, цифровізація виступає основним рушієм сучасних економічних перетворень, а її впровадження є необхідною умовою для досягнення стійкого зростання та підвищення конкурентоспроможності підприємств. У цьому контексті стратегія цифрової трансформації набуває ключового значення як інструмент розвитку потенціалу будівельних підприємств. Спираючись на світові практики, можна стверджувати про доцільність використання BIM не лише для зведення нових будівель, а й для реконструкції вже існуючих, в тому числі тих, що постраждали від воєнних дій. Запровадження BIM технологій є інноваційним та одним із найбільш ефективних інструментів відбудови нашої країни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Верховглядова Н. І., Коваленко-Марченкова Є. В. Складові потенціалу будівельної галузі як основа його конкурентоспроможності. *Причорноморські економічні студії*. 2017. Вип. 15. С. 36–39.
2. Кірієнко Д. О., Шияєва О.С. BIM: історія розвитку і перспективи впровадження. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*. 2017. Вип. № 67. С. 32–36.
3. Кулик М. В., Куліш С. О., Іщенко С. С. Впровадження новітніх цифровізованих програмних комплексів на базі BIM-технологій у будівництві України. *Науковий вісник будівництва. Сер. Будівництво*. 2020. № 2. С. 301–306.
4. Трач Р. В. Переваги застосування концепції інформаційного моделювання в будівництві. *Ресурсекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. 2018. № 36. С. 288–294.
5. Digital Capital Projects. URL: <https://dedalsoft.com.ua/blog/tsifrovizatsiya-budivelnioi-galuzi> (дата звернення: 20.05.2025).
6. Верховна Рада України прийняла за основу законопроект щодо запровадження будівельного інформаційного моделювання (BIM-технологій). URL: <https://www.rada.gov.ua/news/radanews/225312.html> (дата звернення: 29.05.2025).
7. Liga.net. Як BIM змінить девелопмент та Real Estate в Україні. URL: <https://blog.liga.net/user/sguzenko/article/yak-bim-zminut-development-ta-real-estate-v-ukraini> (дата звернення: 30.05.2025).
8. Kharkiv IT Cluster. VEC-UA: Віртуальне будівництво або технологія майбутнього. URL: <https://it-kharkiv.com/vec-ua-virtualne-budivnitstvo/> (дата звернення: 29.05.2025).

REFERENCES:

1. Verkhohliadova N. I., Kovalenko-Marchenkova Ye. V. (2017) Skladovi potentsialu budivelnioi haluzi yak osnova yoho konkurentospromozhnosti [Components of the potential of the construction industry as the basis of its competitiveness]. *Prychornomorski ekonomichni studii*, vol. 15, pp. 36–39.

2. Kiriiienko D. O., Shyliaiev O. S. (2017) BIM: istoriia rozvytku i perspektyvy vprovadzhennia [BIM: history of development and prospects for implementation]. *Visnyk Odeskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury*, vol. 67, pp. 32–36.
3. Kulyk M. V., Kutsish O., Ishchenko S. S. (2020) Vprovadzhennia novitnikh tsyfrovizovanykh prohramnykh kompleksiv na bazi BIM-tekhnologii u budivnytstvi Ukrainy [Introduction of the latest digitalized software packages based on BIM technologies in the construction of Ukraine]. *Naukovyi visnyk budivnytstva*. Ser. Budivnytstvo, vol. 2, pp. 301–306.
4. Trach R. V. (2018) Perevahy zastosuvannia kontseptsii informatsiinoho modeliuвання v budivnytstvi [Advantages of using the concept of information modeling in construction]. *Resursoekonomni materialy, konstruktsii, budivli ta sporudy*, vol. 36, pp. 288–294.
5. Tsyfrovizatsiya budivel'noyi haluzi: perevahy ta vyklyky [Digitization of the construction industry advantages and challenges]. Available at: <https://dedalsoft.com.ua/blog/tsifrovizatsiya-budivelni-galuzi> (accessed May 20, 2025).
6. Verkhovna Rada Ukrainy pryiniaka za osnovu zakonoproiekt shchodo zaprovadzhennia budivelnoho informat-siinoho modeliuвання (BIM-tekhnologii). [The Verkhovna Rada of Ukraine adopted a draft law on the introduction of building information modeling (BIM technologies)]. Available at: <https://www.rada.gov.ua/news/radanews/225312.html> (accessed May 29, 2025).
7. Liha.net. Yak BIM zminyt development ta Real Estate v Ukraini [How BIM will change development and Real Estate in Ukraine]. Available at: <https://blog.liga.net/user/sguzenko/article/yak-bim-zminyt-development-ta-real-es-tate-v-ukraini> (accessed May 30, 2025).
8. Kharkiv IT Cluster. VEC-UA: Virtualne budivnytstvo abo tekhnologhiia maibutnoho. [VEC-UA: Virtual construction or technology of the future]. Available at: <https://it-kharkiv.com/vec-ua-virtualne-budivnytstvo/> (accessed April 12, 2025)