



Економіка

УДК 69:003:005.7

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.14775663>

## **Трансформація бізнес-моделей у будівельному секторі: виклики цифрової епохи**

**Зимогляд Богдан Геннадійович**

аспірант кафедри економічної теорії та міжнародних економічних відносин,  
асистент у Придніпровській державній академії будівництва та архітектури,  
вулиця Архітектора Олега Петрова, 24-А, Дніпро, Дніпропетровська область,  
49006, <https://orcid.org/0009-0005-7620-1970>

**Прийнято: 13.12.2024 | Опубліковано: 29.12.2024**

***Анотація. Мета.** Метою статті є аналіз трансформації бізнес-моделей будівельних підприємств під впливом цифровізації та визначення способів інтеграції диджитал-технологій для оптимізації процесів, зменшення витрат і забезпечення сталого розвитку галузі.*

***Методи.** Дослідження базується на системному підході, що дозволяє оцінити взаємозв'язок цифрових технологій та бізнес-процесів. Використано методи аналізу наукових джерел, емпіричних даних та статистичних показників.*

***Результати.** У статті розглянуто ключові цифрові технології, що впливають на бізнес-моделі будівельного сектору, зокрема BIM, 5D BIM, CIM, хмарні платформи, автоматизацію, робототехніку та ощадне будівництво. Виявлено, що BIM є центральною технологією цифровізації, яка забезпечує інтеграцію даних на всіх етапах життєвого циклу проєктів. Технологія 5D BIM поєднує графіки будівництва із фінансовими аспектами, сприяючи*



зменшенню ризиків та підвищенню точності планування. СІМ відкриває можливості для детального міського моделювання, інтеграції міської інфраструктури та розширення співпраці між учасниками будівельних проєктів. Хмарні платформи забезпечують гнучкість управління проєктами у реальному часі, а робототехніка та автоматизація підвищують продуктивність і скорочують витрати. У статті представлено систематизацію впливу цифрових технологій на бізнес-моделі, що наведена в таблиці.

**Висновки.** Цифровізація бізнес-моделей будівельного сектору значно змінює традиційні підходи до організації бізнесу, відкриваючи нові ринки, сприяючи оптимізації процесів та підвищенню екологічності. Результати дослідження можуть бути використані для розробки стратегій адаптації підприємств до умов цифрової економіки та реалізації сталого розвитку. Одержані висновки підтверджують доцільність впровадження інтегрованих цифрових технологій для посилення конкурентоспроможності будівельних підприємств.

**Ключові слова:** цифровізація, бізнес-моделі, будівельний сектор, BIM, 5D BIM, СІМ, хмарні платформи, робототехніка, автоматизація, сталий розвиток.

## **Transforming business models in the construction sector: challenges of the digital era**

**Zymohliad Bohdan Hennadiiovych**

Postgraduate student of the Department of Economic Theory and International Economic Relations, Assistant at the Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-A Architect Oleg Petrov Street, Dnipro, Dnipropetrovsk region, 49006, <https://orcid.org/0009-0005-7620-1970>



**Abstract. Purpose.** *The purpose of this article is to analyze the transformation of business models in the construction sector under the influence of digitalization and to identify methods for integrating digital technologies to optimize processes, reduce costs, and ensure sustainable development in the industry.*

**Methods.** *The study employs a systematic approach to examine the relationship between digital technologies and business processes. The research relies on the analysis of academic publications, empirical data, and statistical indicators to explore the effects of key technologies on the organization of construction activities and the structure of business models.*

**Results.** *The article examines key digital technologies shaping the transformation of business models in the construction sector, including BIM, 5D BIM, CIM, cloud platforms, automation, robotics, and lean construction. The findings highlight that BIM serves as the core technology driving digitalization by integrating data across all stages of a project's lifecycle. The 5D BIM technology combines construction schedules with financial parameters, enhancing accuracy and reducing risks in planning. CIM provides opportunities for detailed urban modeling, integrating city infrastructure and fostering collaboration among project stakeholders. Cloud platforms facilitate flexible project management in real-time, while automation and robotics significantly increase productivity and lower costs. Lean construction optimizes resource usage and enhances client-oriented approaches. The impact of these technologies on business models is systematically presented in the table included in the article.*

**Conclusions.** *Digitalization significantly transforms traditional approaches to organizing business models in the construction sector, opening new markets, optimizing processes, and promoting sustainability. The study results can be utilized to develop strategies for adapting enterprises to the conditions of the digital economy and achieving sustainable development goals. The conclusions underline the importance of implementing integrated digital technologies to enhance the competitiveness of construction enterprises.*



**Keywords:** *digital technologies, business transformation, project lifecycle, automation, sustainability, robotics, lean construction, urban modeling, cloud solutions.*

**Постановка проблеми.** Сучасний будівельний сектор перебуває на етапі глобальної трансформації, викликаної впровадженням цифрових технологій. Одним із ключових викликів цієї трансформації є необхідність інтеграції інноваційних технологій для підвищення ефективності, зниження витрат, адаптації до екологічних стандартів та забезпечення сталого розвитку галузі. Постійне зростання складності будівельних проєктів і потреба у системному управлінні даними визначають поліструктурний вплив цифровізації на будівельну галузь.

Проблема, яка стоїть перед світовим будівельним сектором, полягає у необхідності розробки відповідних цифровізації бізнес-моделей, здатних забезпечити комплексний аналіз і оптимізацію всіх етапів життєвого циклу будівельного проєкту. Водночас існує нагальна потреба адаптації цих моделей до глобальних викликів, таких як зелені трансформації, інтеграція екологічних стандартів та впровадження інноваційних бізнес-моделей.

Україна сьогодні перебуває на порозі великої відбудови; повоєнна реновація вимагає підготовки до втілення цифровізації в усіх напрямках – від адміністративного обслуговування до безпосередньої реалізації будівництва. Цей аспект підсилює необхідність дослідження існуючих диджитал-моделей модернізації будівництва. Переймаючи успішний досвід використання інноваційних технологій, країна закладатиме міцний фундамент для відбудови на засадах мінімізації витрат, скорочення термінів та підвищення продуктивності.

Зазначене дозволяє визнати дослідження цифровізації будівельного сектору актуальним і необхідним як для теоретичного обґрунтування трансформаційних процесів у будівництві, так і для розробки практичних інструментів управління будівельними проєктами. Це забезпечить підвищення



конкурентоспроможності галузі та сприятиме досягненню глобальних цілей сталого розвитку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Останнім часом спостерігається значна увага науковців до питань розвитку будівництва в аспекті цифровізації. Такі дослідники, як О. Беленкова, Д. Дубінін, Р. Зельцер, Д. Калашніков [1–3], А. Гойко, Л. Сорокіна [4] В. Ніколаєв, Т. Ніколаєва [5], зробили значний внесок у розуміння диджиталізації будівництва взагалі та стадій життєвого циклу будівництва зокрема; їм ми завдячуємо розширенням інформативного поля щодо цифровізації планування та реалізації будівельних проєктів, особливостей цифрового ресурсно-логістичного та організаційно-структурного забезпечення будівництва, диджитал-стратегій учасників інвестиційно-будівельного процесу [1–5].

З іншого боку, активно розробляється науковцями тематика цифрової трансформації бізнес-моделей. У фокусі дослідницької оптики перебувають питання порівняння традиційних і нових цифрових бізнес-моделей (К. Величко, Е. Цибульська) [6]; пошук ефективних цифрових бізнес-моделей, що використовуються зарубіжними підприємствами (Л. Шостак, І. Більо, А. Ульяницький) [7]; потенційні ризики цифровізації бізнес-моделей (І. Ломачинська, А. Войцеховська, І. Чуркіна) [8]; особливості вибору моделі ведення бізнесу на базі цифрових технологій і платформ (О. Чатченко, І. Бубенець) [9]; визначення стратегій та інструментів адаптації бізнес-моделей до цифрової економіки (І. Кузьмук, А. Осіпова, В. Вишнюк) [10].

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Водночас питання трансформації бізнес-моделей будівельних підприємств під впливом цифровізації не було предметом окремої уваги, і саме цю прогалину й покликана заповнити наша стаття. Вважаємо, що дослідження цього аспекту є надзвичайно актуальним у світлі повоєнної відбудови нашої країни, адже модернізація бізнес-процесів будівельного сектору в сучасній Україні є критично важливою як для прискореного відновлення українських міст і селищ на умовах оптимізації витрат часу та ресурсів, так і для забезпечення



сталого економічного розвитку, підвищення енергоефективності та інтеграції національної економіки в європейський простір. Узагальнення та структурування наявних знань щодо впливу конкретних цифрових технологій на бізнес-моделі будівельних підприємств сприятиме формуванню арсеналу ефективних алгоритмів організації бізнесу й виконання будівельних проєктів.

Виходячи із зазначеного, **метою** нашої статті можна сформулювати як аналіз особливостей трансформації бізнес-моделей будівельних підприємств під впливом цифровізації, а також визначення способів інтеграції структурних ланок бізнес-діяльності з сучасними диджитал-технологіями для забезпечення сталого розвитку, оптимізації ресурсів і підвищення ефективності галузі.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Інтенсивний розвиток та динамічне поширення цифрових технологій, які останніми роками активно охоплюють світовий будівельний сектор, у докорінний спосіб трансформують механізми його функціонування та впроваджувані будкомпаніями корпоративні стратегії і бізнес-моделі. Сьогодні будівництво використовує широкий спектр конкретних технологій – від інформаційного моделювання будівель та 3D-друку до віртуальної і доповненої реальності, використання смарт-матеріалів, великих даних, штучного інтелекту, інтернету речей та дронів. Водночас усі використовувані у будівництві цифрові технології, згідно підходів Дж. Меуера, М. Тоетзке, К. Накхле та С. Віндека [11], з точки зору свого функціонального призначення включають, з одного боку, технології загального призначення з підтримки процесів управління будівельним виробництвом, а з другого – специфічні діджитал-технології, котрі забезпечують технічну діяльність з проєктування, інжинірингу, власне будівництва, обслуговування споруд та ін. За критерієм використовуваного технологічного інструментарію будівельні діджитал-технології поділяються на кіберфізичні та програмні, а за критерієм технологічної конвергенції – на комплементарні і платформні.



Таблиця 1

Сучасний технологічний ландшафт цифровізації  
світового будівельного сектору

|                                | <b>Компліментарні технології</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Платформні технології</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Кіберфізичні технології</b> | <b><i>Кіберфізичні компліментарні технології:</i></b><br><br>лазерне сканування;<br>автоматизоване збірне виробництво; радіопристрої стеження; дрони на місці будівництва; робототехніка на місці будівництва; прогнозне обслуговування; 3D-друк на місці будівництва; 3D-друк за межами місця будівництва; доповнена реальність | <b><i>Кіберфізичні платформні технології:</i></b><br><br>хмарні логістичні платформи; датчики/моніторинг даних про будівлі; автоматизація будівель; оптимізація їх функцій; системи розумних будівель; підключення будівель до інфраструктури; автоматизований аналіз стану будівель                                                 |
| <b>Програмні технології</b>    | <b><i>Програмні компліментарні технології:</i></b><br><br>автоматизоване проєктування; програмне забезпечення для управління логістикою; параметричний дизайн; моделювання характеристик об'єктів будівництва; віртуальна реальність у проєктуванні та плануванні будівель                                                       | <b><i>Програмні платформні технології:</i></b><br><br>цифрова документація; планування ресурсів підприємств; технології закритого BIM; електронний бізнес і тендери; мобільні технології в координаті будівельних проєктів; автоматизація обслуговування клієнтів; ланцюг блоків у проєктній документації; технології відкритого BIM |

*Джерело:* побудовано автором за даними [11, с. 4].

Сучасний технологічний ландшафт цифровізації світового будівельного сектору, поданий у Табл. 1, засвідчує високий рівень конвергенції застосовуваних у ньому диджитал-технологій, здатний забезпечити поліструктурний характер їх впливу на зелені трансформації будівельного сектору. Важливо зазначити, що попри доволі високий рівень диверсифікації застосовуваних у будівництві диджитал-технологій, матеріальним ядром та центральною ланкою фундаментальних процесів його цифровізації є *інформаційне моделювання будівель (BIM-технології)*. За своїм технологічним змістом воно репрезентує не лише розроблення комп'ютерних 3D-моделей



майбутніх споруд, яке витіснило паперові двомірні креслення, але й – що найважливіше – системне інтегрування багатьох шарів інформаційних даних щодо використовуваних у будівництві конкретного об’єкта матеріалів, специфікацій, планів-графіків будівельних робіт, а також його вартості, функціонально-експлуатаційних параметрів та впливу на стан довкілля.

Про сучасне поширення технологій інформаційного моделювання будівель свідчить той факт, що капіталізація глобального ринку даного виду сервісів ще у 2019 р. становила близько 5,2 млрд дол. США з очікуваним прогнозним зростанням даного показника до 15,9 млрд у 2027 р. та річним темпом приросту на рівні 15,2% у період 2020-2027 рр. [12]. Доцільно зауважити, що сучасний ринок BIM-технологій є надзвичайно висококонкурентним з причин присутності на ньому великої кількості компаній малого і середнього бізнесу, що спеціалізуються на розробленні будівельних рішень для національних і міжнародного ринку. Одночасно даний ринок характеризується також помірною концентрацією та наростаючою фрагментацією з причин перманентного розширення його суб’єктної структури. Разом з тим, найбільш стійкі конкурентні позиції на ньому посідають глобальні лідери ринку – Autodesk Inc., Asite Solutions Ltd., Bentley Systems Inc., Dassault Systemes SA та Nemetschek SE (див. Табл. 2) – котрі на основі злиттів і поглинань та реалізації глобальних конкурентних стратегій продукують найбільш проривні технологічні рішення для інформаційного моделювання будівель.

**Таблиця 2**

Головні фінансові показники Топ-5 глобальних корпорацій –  
постачальників програмного забезпечення для промислового і цивільного  
будівництва станом на кінець 2023 р., млрд дол. США

| Рейтингове місце | Корпорація           | Ринкова капіталізація | Прибуток | Чистий дохід | Загальні активи |
|------------------|----------------------|-----------------------|----------|--------------|-----------------|
| 1                | Autodesk Inc.        | 52,1                  | 5,4      | 0,8          | 9,4             |
| 2                | Asite Solutions Ltd. | ...                   | 16,4*    | ...          | 17,0*           |



|   |                      |      |     |     |      |
|---|----------------------|------|-----|-----|------|
| 3 | Bentley Systems Inc. | 15,4 | 1,2 | 0,3 | 3,3  |
| 4 | Dassault Systemes SA | 66,1 | 6,5 | 1,5 | 16,2 |
| 5 | Nemetschek SE        | 10,1 | 1,0 | 0,2 | 1,4  |

\* - дані у млн дол. США.

*Джерело:* побудовано автором за даними [13; 14; 15].

Варто наголосити, що питома вага будівельних компаній в усьому світі, котрі при реалізації інфраструктурних проєктів впроваджують BIM-технології, збільшилась з 45% у 2011 р. до 71% у 2017 р. [16], насамперед завдяки динамічному розвитку баз стандартизованих елементів, інформаційних моделей та плагінів, а також запровадженню з боку національних урядів відповідних регуляторних вимог. Наприклад, у Сінгапурі застосування відповідних технологій є обов'язковим при розробленні і реалізації будівельних проєктів загальною площею понад 5 тис. м<sup>2</sup>. Своєю чергою, після запровадження урядом Великобританії вимог щодо використання у будівництві державних об'єктів так званої колабораційної моделі 3D BIM (*англ. – fully collaborative 3D BIM*) рівень впровадження технологій інформаційного моделювання будівель зріс з 10% усіх будівельних процесів у 2011 р. [17] до понад 73% у 2024 р. [18]. Натомість лише 1% усіх британських будівельних компаній не мають нині жодного уявлення щодо BIM-технологій на тлі того, що у 2023 р. у цій державі стандарт BIM 2 був замінений британським аналогом BIM Framework, розробленим на базі серії стандартів ISO 19650 та британських стандартів з управління виробництвом, поширення і якості будівельної інформації BS/PAS 1192 [18].

Важливо підкреслити, що за використання BIM при щонайменшій зміні будь-якого параметру об'єкта будівництва відбувається автоматична зміна пов'язаних з ним техніко-технологічних та організаційно-економічних показників будівельного процесу. При цьому BIM-технології відкривають практично необмежені можливості щодо передачі віртуальних моделей об'єктів будівництва генеральним підрядникам, субпідрядникам та власникам



будівель, що забезпечує не тільки значне покращення процесів планування та управління будівельними проєктами, але й суттєве підвищення їх ефективності та функціональності.

Окремої уваги заслуговує і значне посилення завдяки використанню BIM-технологій клієнт-орієнтованих підходів в організації будівельного виробництва, зростання рівня його продуктивності та підвищення гнучкості в ухваленні різного роду управлінських рішень. Принагідно відзначимо також, що навіть пандемічна криза Covid – 19 практично не загальмувала зростаючу динаміку капіталізації ринку BIM-технологій, що уможливило широке їх впровадження у світовому будівельному секторі та перенесення багатьох виробничих операцій у віртуальне середовище.

Принципово новим технологічним рішенням, активно впроваджуваним останнім часом у процесах цифровізації світового будівельного сектору, є *модель 5-D BIM*. Сьогодні вона набуває дедалі більшого поширення та викликає кардинальні зміни у будівельних бізнес-процесах, репрезентуючи безшовне роботизоване виробництво окремих елементів (модулів) об'єктів будівництва безпосередньо на основі їх диджитал-моделей, а також інформаційних даних про компоненти і матеріали, залучені до виробничих процесів. Інакше кажучи, 5-D BIM є по суті п'ятивимірним представленням фізичних і функціональних характеристик будь-якого будівельного проєкту з додатковим<sup>1</sup> урахуванням при цьому його кошторисної вартості, графіків реалізації чи будь-якої іншої обчислюваної проєктної характеристики. Завдяки цьому 5-D BIM дає змогу власникам та підрядникам комплексно аналізувати та фіксувати вплив щонайменшої технологічної зміни будівельного проєкту на його вартість та планування, а також кількісно оцінювати ризики, що виникають у зв'язку з цим.

Наступну бізнес-модель диджиталізації будівельного сектору репрезентує *цифрове моделювання міст* (англ. – *City Information Modeling* –

---

<sup>1</sup> *Примітка.* До стандартних параметрів просторового дизайну тривимірного інформаційного моделювання будівель.



CIM), яке базується на глибокій технологічній конвергенції BIM-технологій з геоінформаційними системами (*англ. – Geographic information system – GIS*), цифровими двійниками на базі інтернету речей та удосконаленими технологіями оцифровування місцевості та міських об'єктів. Подібного роду конвергенція дає змогу сформувати деталізовану 3D-модель фізичної структури міста, що включає не тільки цифрову модель місцевості, але й системи автоматизованого проєктування (*англ. – Computer-aided design – CAD*), BIM-моделі будівельних об'єктів, інфраструктури, інженерних систем та ін. При цьому основні тематичні напрями цифрового моделювання міст охоплюють як соціально-економічні характеристики тієї чи іншої залученої до процесу будівництва території, так і її екологічні параметри, оцінювані за показниками кількості проживаючого населення, обсягів транспортних потоків, щоденних переміщень жителів згідно даних геолокації операторів стільникового зв'язку, реєстрів об'єктів нерухомості, технічної інформації та ін.

Тут варто нагадати, що станом на тепер вже розроблені цифрові моделі багатьох світових міст (Сінгапуру, Бостона, Сян'ань, Нанкін, Хельсінкі, Роттердама, Анже, Стокгольма, Ренна, Антверпена, Джайпура та ін.). Вони забезпечують формування принципово нових підходів до управління процесами розвитку їх територій, орієнтованих на створення комфортного міського середовища для усіх категорій громадян та у всьому різноманітті форм їх взаємодії з тим чи іншим містом. Водночас цифрові моделі міст передбачають постійне розширення суб'єктної структури стейкхолдерів, котрі завжди можуть вносити свої зміни та коригування у подальші проєкти розвитку міських територій. Зокрема, за підтримки уряду Сінгапуру створено цифровий двійник міста, який охоплює майже 95% його площі [19] та є своєрідним майданчиком для вибудовування коректної системи вимог до його розвитку та передбачення широкого спектру екологічних ефектів від впровадження комплексних будівельних рішень (зазначимо, що цей досвід може бути використано як приклад при відновленні українських міст).



Характеризуючи реалізовані на сьогодні бізнес-моделі цифровізації будсектору, не можемо оминати увагою *ощадне будівництво* (англ. – *Lean Construction* – *LC*). У своєму загальному форматі воно спрямоване на підвищення ефективності управління будівельними проєктами насамперед на основі збирання, оброблення й максимально ефективного використання інформації щодо будівельних проєктів; застосування методів «поставки точно у строк», «останній планувальник» (англ. – *Last Planner System*) та ін. [20]. Нагадаємо, що нині збирається й узагальнюється не більше 5% проєктних даних з будівництва, що є явно недостатнім для системного «озеленення» світового будівельного сектору. У той самий час завдяки технологіям комп’ютерного зору, Інтернету речей, мобільних приладів і додатків можна здійснювати постійний моніторинг наявності будівельних матеріалів, стану технологічного обладнання, виконання працівниками своїх професійних функцій та ін. Своєю чергою, штучний інтелект та оброблення інформаційних даних на усіх ланках постачальницьких ланцюгів, логістичних потоків, виробництва будматеріалів і комплектувальних виробів дають можливість здійснювати оцінку ефективності, якості і безпеки будівельного виробництва з виявленням при цьому усього комплексу потенційних ризиків, котрі у будь-який момент можуть виникнути на будмайданчиках.

Як свідчать результати нещодавнього дослідження, проведеного будкомпанією Dodge Construction Network для Інституту ощадного будівництва (англ. – *Lean Construction Institute* – *LCI*), лівова частка підрядників усе ще у край недостатньою мірою вдається до реалізації бізнес-моделі ощадного будівництва, навіть попри усі її конкурентні переваги щодо виконання бюджету, дотримання графіків виробництва та забезпечення його безпеки. Зокрема, більше половини генеральних підрядників компанії Dodge Construction Network використовують у реалізації своїх проєктів 25 з 29 доступних на сьогодні методів ощадного будівництва, а 80% з них регулярно застосовують лише 11 методів. При цьому усі без виключення опитані респонденти відзначають позитивні наслідки реалізації ощадних практик у



своїй виробничій діяльності: 73% з них наголошують на значному зниженні виробничих витрат порівняно з початковим бюджетом, 80% виявили скорочення графіків роботи, а 66% відзначають значне підвищення безпеки будівельного виробництва [21].

Сучасна світова практика організації будівельного виробництва свідчить про те, що потужні імпульси його цифровізації генеруються на сьогодні ще за одним напрямом диверсифікації сучасних методів будівництва (*англ. – Modern Methods of Construction – MMC*), а саме *цифровим збірним виробництвом* (*англ. – Digital prefabrication*). Варто наголосити, що воно репрезентує специфічний тип будівельного виробництва, в рамках якого на основі застосування цифрових інформаційних даних забезпечується виготовлення на технологічному обладнанні окремих будкомпонентів. Як можемо тепер спостерігати, саме багатокомпонентні збірні будівельні елементи здатні запропонувати будівельному виробництву високоякісні проекти зі значно нижчими витратами на основі імплементації таких бізнес-моделей, як *дизайн для виробництва та складання* (*англ. – Design for Manufacturing and Assembly – DfMA*) та *дизайн для індустріалізованих методів будівництва* (*англ. – Design for industrialized methods of construction – DIMC*). Доцільно зауважити, що обидві бізнес-моделі забезпечують не тільки ефективну інженерну підтримку будівельного виробництва, але й його перехід від способу організації повного виробничого циклу на будмайданчику до збирання на останньому готових збірних компонентів [22], виготовлених з високою точністю та якістю.

Що стосується дизайну для виробництва та складання, то він передбачає застосування умов заводського диджитал-виробництва, реалізованих на промислових об'єктах, до сучасних будпроектів на основі застосування збірних модульних будівельних елементів. Йдеться про виготовлення окремих елементів будівельних конструкцій за межами об'єктів будівництва у контрольованому середовищі, їх транспортування до будмайданчиків та підготовку до складання. Натомість дизайн для індустріалізованих методів будівництва передбачає попереднє закладення у проекти можливостей



використання окремих елементів (модулів), виготовлених на цифрових фабриках безпосередньо за інформаційними моделями будівельних об'єктів.

У такий спосіб забезпечується ефективна модуляризація будівельного виробництва, у рамках якого відбувається виготовлення індивідуальних й вищою мірою клієнт-орієнтованих збірних модульних конструкцій на основі віртуального проєктування та глибокої функціональної інтеграції інженерної, проєктувальної, виробничої та управлінської діяльності. Інакше кажучи, зазначені бізнес-моделі *цифрового збірного виробництва*, на відміну від традиційного будівництва, зміщують основний фокус на диджитал-технології та процеси, що є запорукою не тільки значного підвищення продуктивності виробничого процесу та оптимізації його архітектурного дизайну, але й суттєвого зменшення витрат на робочу силу, прискорення графіків роботи, удосконалення контролю за різними етапами будівництва та максимально повного задоволення споживчих потреб й інтересів клієнтів. Зазначені конкурентні переваги цифрового збірного виробництва власне й визначають його широке поширення у сучасній будівельній практиці багатьох країн світу [23].

У загальному руслі фундаментальних процесів цифровізації світового будівельного сектору дедалі більшого застосування отримують на сьогодні також *хмарні цифрові рішення*, активно застосовувані у різноманітних форматах диджитал-співробітництва та так званої «польової мобільності» (*англ. – field-mobility solutions*) усіх учасників будівельних проєктів (архітекторів, проєктувальників, інженерних кадрів, прорабів, постачальників, підрядників, субпідрядників та ін.). Йдеться насамперед про їх спільну діяльність у режимі реального часу та управління будівельними проєктами через різного роду мобільні додатки та спеціальні планшети, завдяки яких формується специфічне професійне середовище взаємодії учасників будпроєктів, розподіл і моніторинг виконання професійних функцій на будмайданчиках, обмін технічною та обліковою документацією про хід будівельних робіт тощо. В якості прикладу наведемо, зокрема, одну з



глобальних будівельних корпорацій, котра нещодавно оголосила про укладення угоди з виробником програмного забезпечення щодо спільного розроблення хмарної мобільної платформи, призначеної для планування, бюджетування, фізичного контролю та управління документообігом для великих будівельних проєктів [24].

Свою чергою, при будівництві одного з тунелів на території Сполучених Штатів Америки за участі майже 600 постачальників підрядник розробив єдине платформне рішення для проведення торгів, тендерів та управління контрактами в рамках реалізації даного проєкту. Зазначене рішення дало змогу заощадити проєктній команді понад 20 годин робочого часу щотижня, на 75% зменшило часовий період на генерування технічних звітів та на 90% пришвидшило документообіг. Ще один приклад – це реалізація у США проєкту з будівництва залізниці загальною кошторисною вартістю понад 5 млрд дол. США. Завдяки використанню при його реалізації цифрової системи автоматизації робочих процесів для техніко-технологічних перевірок і погоджень було заощаджено понад 110 млн дол. США завдяки значному підвищенню продуктивності праці [24].

Завершуючи, нагадаємо, що цифровізація будівельного сектору є не лише глобальною тенденцією, але й ключовим інструментом для відбудови України після руйнівних наслідків війни. Використання BIM-технологій, наприклад, дозволить створювати цифрові моделі зруйнованих об'єктів, щоб планувати їх відновлення з точною оцінкою обсягів робіт та необхідних ресурсів. Застосування CIM відкриває можливості для розробки інтегрованих моделей міських територій, які допоможуть органам влади та бізнесу координувати зусилля щодо відновлення критичної інфраструктури, транспорту та житлових об'єктів.

Автоматизація та робототехніка сприятимуть прискоренню будівельних процесів, зокрема через 3D-друк конструкцій, що дозволяє прискорити темпи будівництва. Хмарні платформи забезпечать прозорість виконання проєктів, що особливо важливо для залучення міжнародних донорів та інвесторів.



Використання lean-концепцій допоможе ефективно розподіляти обмежені ресурси в умовах післявоєнного відновлення. Інтеграція цих технологій в українську реальність дозволить створити сучасну, стійку та прозору цифрову інфраструктуру, яка відповідатиме вимогам глобальних стандартів сталого розвитку.

**Висновки.** Підсумовуючи, ще раз підкреслимо поліструктурний характер трансформацій бізнес-моделей будівельного сектору, спрямованих на підвищення ефективності, зниження витрат і забезпечення сталого розвитку, під впливом цифровізації. Аналіз впливу ключових диджитал-технологій, таких як BIM, 5D BIM, CIM, хмарні платформи, автоматизація та ощадне будівництво, на бізнес-моделі будівельних підприємств дозволив краще зрозуміти, як інновації сприяють модернізації структурних ланок бізнесу, оптимізації процесів та розширенню ринкових можливостей; головні висновки нашого аналізу систематизовано у Табл. 3.

**Таблиця 3**

Трансформація бізнес-моделей  
під впливом цифрових технологій

| Технологія                              | Вплив на бізнес-моделі                                                               | Ключові аспекти                                                          |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Інформаційне моделювання будівель (BIM) | Автоматизація процесів, створення нових послуг, зміна структури доходів              | Інтеграція всіх аспектів будівництва, управління життєвим циклом об'єкта |
| 5D BIM                                  | Інтеграція вартості та часу, зменшення ризиків                                       | Оптимізація ресурсів, фінансова стабільність                             |
| Цифрове моделювання міст (CIM)          | Розширення ринків, створення екосистеми партнерів, довгострокове обслуговування      | Інтеграція даних про міста, планування інфраструктури                    |
| Хмарні платформи                        | Диджиталізація операцій, зниження витрат, модель підписки                            | Гнучкість, мобільність, доступ до даних у реальному час.                 |
| Автоматизація та роботизація            | Перехід до модульного виробництва, підвищення продуктивності, відкриття нових ринків | Використання робототехніки, 3D-друку, дронів                             |
| Lean Construction (ощадне будівництво)  | Оптимізація процесів, орієнтація на клієнта                                          | Персоналізація, ефективність, зниження витрат                            |

*Джерело:* побудовано автором



Взагалі ж результати нашого дослідження свідчать про необхідність подальшого впровадження цифрових технологій у бізнес-моделі будівельного сектору з акцентом на інтеграцію екологічних стандартів і підвищення конкурентоспроможності. Представлена таблиця може стати основою для розробки практичних рекомендацій щодо адаптації бізнес-моделей до глобальних викликів цифрової економіки. Такий підхід дозволить не лише підвищити продуктивність галузі, але й сприятиме досягненню цілей сталого розвитку в умовах динамічних змін ринкового середовища.

Результати дослідження також можуть бути використані для формування стратегій цифрової трансформації будівельного сектору України. Особливу увагу слід приділити адаптації передових технологій до українських реалій, з урахуванням поствоєнних викликів та необхідності впровадження принципів сталого розвитку. Це дозволить створити ефективну основу для модернізації галузі, спрямовану на забезпечення економічного зростання та відновлення національної інфраструктури.

### ***Список використаної літератури:***

1. Беленкова О.Ю., Дубінін Д.В., Калашніков Д.П. Цифрова трансформація будівництва і девелопменту територій як імператив формування стратегій учасників будівельного процесу. *Містобудування та територіальне планування*. 2022. Вип. 81. С. 13–22.
2. Зельцер Р.Я., Колот М.А., Панасюк І.О. Практика застосування дронів при реалізації будівельних проектів в Україні. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2018. № 35. С. 151–154.
3. Зельцер Р.Я., Беленкова О.Ю., Новак Є.В., Дубінін Д.В. Цифрова трансформація процесів ресурсно-логістичного та організаційно-структурного забезпечення будівництва. *Наука і інновації*. 2019. № 5. С. 38–51.



4. Сорокіна Л.В., Гойко А.Ф. Інформаційно-аналітичне забезпечення контролю ефективності управління капіталом підрядних підприємств. *Будівельне виробництво*. 2016. С. 96–106.
5. Ніколаєв В.П., Ніколаєва Т.В. Інформаційне моделювання будівель: імперативи оптимізації будівельно-експлуатаційного процесу. *Будівельне виробництво*. 2015. № 59. С. 17–26.
6. Величко К.Ю., Цибульська Е.І. Трансформація бізнес-моделей компаній: сучасні виклики та перспективи у цифровій економіці. *Економіка та суспільство*. 2023. № 52. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/download/2555/2474/>
7. Шостак Л., Більо І., Уляницький А. Бізнес-моделі підприємства у цифрову епоху: зарубіжний досвід. *Економіка та суспільство*. 2024. № 60. URL: <http://dx.doi.org/10.32782/2524-0072/2024-60-154>
8. Ломачинська І.О., Войцеховська А.О., Чуркіна І.В. Трансформація бізнес-моделей підприємницької діяльності в умовах цифровізації економіки та фінансового сектору. *Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління*. 2022. Т. 20. № 3 (49). С. 97–113.
9. Чатченко О.Є., Бубенець І.Г. Трансформація моделі бізнесу в процесі цифровізації економіки України. *Економіка. Менеджмент. Бізнес*. 2022. № 3–4. С. 56–63.
10. Кузьмук І.Я., Осіпова А.А., Вишнюк В.В. Адаптація бізнес-моделей до вимог цифрової економіки. *Академічні візії*. 2024. Вип. 32. URL: <https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/view/1151/1021>
11. Meuer J., Toetzke M., Nakhle C., Windeck S. A typology of digital building technologies: Implications for policy and industry. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2019. Vol. 323. No. 1. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/323/1/012053/pdf>.
12. Building Information Modeling Market Statistics: 2027. CBS. 2021. URL: <https://cadbimservices.com/en/building-information-modeling-market-statistics-2027/>



13. Largest Companies by Market Cap. URL: <https://companiesmarketcap.com/nemetschek/marketcap/>
14. Macrotrends. URL: <https://www.macrotrends.net/>
15. Asite Solutions General Information. URL: <https://pitchbook.com/profiles/company/151935-40#overview>.
16. Share of construction professionals using building information modeling (BIM) for infrastructure projects worldwide in 2011 and 2017. *Statista : The Statistic Portal*. URL: <https://www.statista.com/statistics/892338/bim-in-infrastructure-projects-according-to-construction-professionals-globally/>
17. UK National BIM Report 2019. NBS. 2020. URL: <https://www.thenbs.com/knowledge/national-bim-report-2019>
18. The Present and Future of BIM: BIM adoption in UK. *Pinnacle Infotech*. 2024. URL: <https://pinnacleinfotech.com/bim-adoption-in-uk/>
19. Virtual Singapore. *National Research Foundation*. 2021. URL: <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore>
20. Lean Construction Institute. URL: <https://leanconstruction.org/> (дата звернення: 30.06.2024)
21. Laguidara-Carr D. Industry Statistics Show Benefits & Resistance to Lean Construction. *Construction Business Owner*. 2023. URL: <https://www.constructionbusinessowner.com/resources/industry-statistics-show-benefits-resistance-lean-construction>
22. Advantages of Digital Prefabrication for the Modern Construction Industry. *Modular Building Institute*. 2021. URL: <https://www.modular.org/2021/07/15/advantages-of-digital-prefabrication-for-the-modern-construction-industry-2/>
23. Projected value of new industrial building construction in the U.S. in 2019 and 2022, with forecasts until 2027 (in billion U.S. dollars). *Statista : The Statistic Portal*. URL: <https://www.statista.com/statistics/735240/value-of-industrial-construction-starts-in-the-us-forecast/>



24. Agarwal R., Chandrasekaran S., Sridhar M. Imagining construction's digital future. McKinsey & Company. 2016. URL: [https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/imagining-constructions-digital-future#/.](https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/imagining-constructions-digital-future#/)