

УДК 004.9:69:338.2(477)

DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.213.385-390>**Дьомін І.В.**

Український державний університет науки і технологій

Dyomin Igor

Ukrainian State University of Science and Technologies

<https://orcid.org/0009-0009-2134-9176>**Морозова С.А.**

кандидат економічних наук

Український державний університет науки і технологій

Morozova Svitlana

PhD in Economic Sc.

Ukrainian State University of Science and Technologies

<https://orcid.org/0000-0002-0118-3502>

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У БУДІВЕЛЬНОМУ СЕКТОРІ УКРАЇНИ: ПОТЕНЦІАЛ ТА ОБМЕЖЕННЯ ТРАНСФОРМАЦІЇ

У статті визначено процеси впровадження сучасних ІТ-технологій у будівельній галузі України в умовах економічної кризи та відбудови руйнувань. Актуальність роботи зумовлена тим, що класичні методи будівництва застаріли, а нові технології допомагають будувати швидше та дешевше. Метою статті є аналіз можливостей цифрових інструментів та визначення головних проблем, через які українські компанії бояться їх впроваджувати, а саме через високу вартість програм та брак спеціалістів. Дослідження базується на порівнянні українського досвіду із закордонним та аналізі ринкової статистики. У висновках обґрунтовано, що використання тривимірного моделювання (ВІМ) та хмарних сервісів дозволяє значно знизити витрати матеріалів, зменшити кількість помилок у проєктах та зробити роботу будівельних майданчиків прозорою та контрольованою.

Ключові слова: цифрова трансформація будівництва, будівельне виробництво, цифровий моніторинг будівництва, управління будівельними процесами, цифровізація будівельної логістики, концепція ВІМ, автоматизація виробничих операцій.

DIGITALIZATION OF PRODUCTION PROCESSES IN THE CONSTRUCTION SECTOR OF UKRAINE: POTENTIAL AND CONSTRAINTS OF TRANSFORMATION

The article provides a comprehensive analysis of the processes involved in implementing modern information technology (IT) solutions within Ukraine's construction sector. This dynamic is examined through the twin prisms of an ongoing economic crisis and the strategic imperatives of future post-war reconstruction. The relevance of this study is underscored by the critical technological obsolescence of traditional, analog construction methodologies. Legacy management practices and outdated engineering approaches consistently demonstrate low operational efficiency, whereas innovative digital tools unlock opportunities to dramatically accelerate construction timelines, optimize logistics, and secure substantial cost reductions across all phases of a building's lifecycle.

The primary objective of the research is to conduct a deep dive into the practical potential of digital instruments and to identify the fundamental systemic challenges and barriers that Ukrainian developers, architectural firms, and contracting companies face during their digital transformation journeys. Among the most prominent obstacles highlighted in the study are the prohibitively high cost of specialized software licenses, a severe shortage of investment capital driven by macroeconomic instability, and an acute deficit of qualified professionals who possess the skills required to operate advanced technological platforms.

Methodologically, the study is built upon a detailed comparative analysis contrasting domestic Ukrainian experiences with advanced international benchmarks in construction digitalization. It also incorporates a rigorous statistical evaluation of current market data, analyzing how innovation diffusion rates in European Union countries compare with the actual performance and technology adoption metrics of domestic Ukrainian enterprises under wartime and crisis

ISSN друкованої версії: 2224-6282

ISSN електронної версії: 2224-6290

© Дьомін І.В., Морозова С.А., 2026

conditions.

The final conclusions scientifically substantiate that the integration of Building Information Modeling (BIM) technologies, combined with cloud-based project management services, leads to a radical optimization of resource allocation. The implementation of these tools ensures a significant reduction in material and financial expenditures, minimizes the risk of critical geometric and structural errors during the design and drafting phases, and fundamentally enhances the level of transparency, accountability, and real-time operational control directly on construction sites—a factor that remains absolutely vital for attracting foreign direct investment and international donor funding for the sustainable rebuilding of Ukraine.

Keywords: digital transformation of construction, construction production, digital construction monitoring, construction process management, digitalization of construction logistics, BIM, automation of production operations.

JEL classification: O18, O33, L74, R58.

Постановка проблеми. Цифрова трансформація будівельного сектору є одним із ключових напрямів модернізації економіки в умовах технологічного розвитку, посилення вимог до прозорості, продуктивності та ефективності управління будівельними процесами. При цьому цифровізація галузі має охоплювати адміністративно-регуляторні механізми, міжорганізаційну координацію та управління бізнес-процесами, а також виробничий рівень, пов'язаний із виконанням будівельних робіт, управлінням ресурсами, координацією учасників і контролем реалізації проєктів.

Водночас саме виробничий рівень залишається одним із найскладніших сегментів для цифрової трансформації. На відміну від адміністративних процесів, що відносно легко піддаються стандартизації та переведенню в електронний формат, будівельне виробництво характеризується високою залежністю від фізичного середовища, значною часткою ручної праці, фрагментованістю учасників, мінливістю умов реалізації проєктів і складністю координації робіт у режимі реального часу. Це зумовлює суттєве відставання виробничої цифровізації навіть у технологічно розвинених країнах.

Для України зазначена проблема набуває актуальності у світлі післявоєнного відновлення, масштабної потреби у модернізації будівельного сектору та одночасної обмеженості фінансових, технологічних і кадрових ресурсів. Попри активний розвиток адміністративної цифровізації галузі, зокрема впровадження електронних реєстрів, дозвільних процедур та цифрових сервісів у сфері будівництва, виробничий рівень цифрової трансформації залишається нерівномірним і фрагментарним. Значна частина підприємств продовжує використовувати традиційні підходи до організації робіт, тоді як впровадження складних технологій – роботизації, цифрових двійників, автономних систем управління – часто залишається економічно недосяжним або технологічно передчасним.

У зв'язку з цим особливо важливою видається проблема визначення реалістичних напрямків цифрової трансформації виробничого рівня будівництва, орієнтованих не на формальне копіювання глобальних технологічних трендів, а на практично досяжне підвищення керованості, прозорості, продуктивності та ефективності будівельних процесів в українських умовах.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблематика цифрової трансформації будівельного сектору активно досліджується в сучасній науковій

літературі, однак найбільша увага переважно приділяється адміністративним системам, BIM-моделюванню та цифровізації проєктування, тоді як виробничий рівень будівництва залишається значно менш опрацьованим.

Зокрема, Х. Бегіч та ін. зазначають, що автоматизація виробничих процесів у будівництві досі має фрагментарний характер, а інтеграція цифрових технологій у єдину систему управління залишається обмеженою [1]. Подібний підхід простежується і в роботах К. Чена, Б. Д. де Сото та Б. Адей [2], де підкреслюється, що ефективна цифровізація потребує не лише впровадження нових технологій, а й трансформації самих виробничих процесів та організаційних моделей управління.

Окремий напрям досліджень присвячений цифровому моніторингу будівельного виробництва. Т. Чен і Й. Тайзер доводять ефективність систем моніторингу в режимі реального часу для підвищення безпеки, контролю виконання робіт та координації учасників будівництва [3]. Водночас С. Ісаак і М. Шиманович акцентують увагу на потенціалі BIM-орієнтованих систем автоматизованого планування, які забезпечують кращу синхронізацію виробничих операцій та управління складними процесами на будівельному майданчику [4].

Разом із цим у науковій літературі формується критичний підхід до концепції повної автоматизації будівництва. М. Шоберль, наприклад, наголошує, що сучасні автоматизовані рішення здебільшого орієнтовані на окремі виробничі операції, тоді як створення повністю автономних будівельних майданчиків залишається технологічно та економічно обмеженим [5]. У свою чергу, К. Балагер і М. Абдеррахім, аналізуючи розвиток будівельної роботизації, підкреслюють необхідність поєднання технологічних інновацій із процесним удосконаленням та адаптацією організаційних механізмів управління [6]. Згідно [7] будівельна галузь відіграє одну з основних ролей в економіках всіх країн світу, оскільки від стану капітального будівництва в значній мірі залежать подальший розвиток всіх галузей матеріального виробництва країни. Зокрема [8] зазначає, що інформаційне моделювання будівлі (BIM) – це новітній погляд на процес удосконалення проєктування та будівництва. Завдяки BIM-технології розробляється інформаційна модель, що забезпечує точне розуміння проєкту загалом. Технології інформаційного моделювання будівель є принципово новим підходом

в архітектурно-будівельному проектуванні, основою якого є створення тривимірної віртуальної моделі споруди в цифровому вигляді, яка містить в собі вичерпну інформацію про майбутній або поточний об'єкт.

Таким чином, сучасні дослідження підтверджують, що цифрова трансформація будівельного виробництва значною мірою визначається технологічними, організаційними та економічними обмеженнями будівельної галузі. Водночас питання формування реалістичної моделі цифровізації виробничих процесів в умовах українського будівельного сектору досі залишається недостатньо розробленим.

Мета статті полягає у системному аналізі особливостей цифрової трансформації будівельного виробництва в Україні з урахуванням технологічної інерційності галузі.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети використано комплекс методів дослідження, що включає: критичний аналіз наукової літератури щодо цифровізації будівельного виробництва; порівняльний аналіз досвіду зарубіжних компаній по впровадженню цифрових технологій на виробничому рівні; системний аналіз технологічних і організаційних особливостей будівельної галузі в Україні; метод логічного та історичного – для оцінки практичної досяжності та економічної виправданості різних цифрових інструментів і технологій.

Виклад основних результатів дослідження. Цифрова трансформація будівельного виробництва рівня потребує особливо виваженого та реалістичного підходу, оскільки саме цей сегмент галузі залишається найбільш технологічно інерційним навіть у багатьох економічно розвинених країнах. У зв'язку з цим стратегія цифровізації українського будівельного виробництва має ґрунтуватися не на технологічній складності рішень, а на їхній практичній досяжності, економічній виправданості та здатності забезпечити поступове підвищення продуктивності, прозорості й керуваності будівельних процесів.

Європейські дослідники доводять, що саме фаза виконання будівельних робіт залишається найскладнішою для цифровізації: вона характеризується фрагментарною автоматизацією за недостатнього рівня цифрової інтеграції, тобто потенціал цифровізації існує, але основа для його системного використання ще слабка [1, р. 442]. Для України цей висновок особливо важливий: поточна технологічна база та структура українського будівельного виробництва потребує поетапного нарощування здатності галузі керувати роботами, матеріалами, технікою, персоналом і якістю на основі даних.

Схематичне зображення порівняння репрезентовано в табл. 1.

Таблиця 1

Порівняння українського та світового досвіду з аналізом ринкової статистики

Критерій	Український досвід	Закордонний досвід	Ринкова статистика
Рівень цифрової зрілості	Низький, нерівномірний, фрагментарний	Вищий, поступовий, системний	Частка підприємств, які впроваджують цифрові рішення: ~20-30% (Україна) vs 60-80% (ЄС)
Використання BIM	Обмежене, переважно на проектуванні	Широке застосування у життєвому циклі проекту	Зростання попиту на BIM-фахівців на 15% за останні 3 роки в Україні
Автоматизація виробничих операцій	Рідкісна, пілотні проекти	Активне розповсюдження вузькоспеціалізованих рішень	Обсяг витрат на автоматизацію в галузі зростає на 10-12% щорічно
Цифровий моніторинг і контроль	Впроваджується, але обмежено	Широко використовується, інтегрований в системи управління	Збільшення кількості компаній, що застосовують дрони та мобільні додатки, на 25%
Основні проблеми	Висока вартість, брак кадрів, технічна відсталість	Більша підтримка держави, краща інфраструктура	Недостатня доступність сервісів і фінансових стимулів
Підтримка з боку держави	Поки що фрагментарна, програми на старті	Розвинені державні програми, інвестиції	Планові збільшення держфінансування цифровізації на 10% щорічно

Джерело: розроблено авторами на основі [4, 8].

Першим реалістичним напрямом вбачаємо цифровий моніторинг будівельного майданчика. Йдеться про фото- і відеофіксацію виконаних робіт, використання дронів для контролю прогресу, мобільні застосунки для звітності, цифрові журнали робіт, GPS/GIS-моніторинг техніки та автоматизоване порівняння фактичного стану з плановими показниками. Це той практичний мінімум, який дає швидкий ефект: менше ручної звітності, кращий контроль строків, видимість відхилень і зниження можливостей для маніпуляцій. Світова практика свідчить, що на сучасному етапі будівельна галузь значно швидше просувається у напрямі цифрового моніторингу та аналітики даних, ніж у напрямі повної роботизації виробничих процесів. Якщо роботизовані системи переважно залишаються локальними рішеннями для окремих операцій, то технології автоматизованого збору, передачі та аналізу даних уже поступово інтегруються у повсякденне управління будівельними майданчиками. Така, умовно кажучи, «цифровізація моніторингу» дозволяє в реальному часі отримувати інформацію про переміщення людей, техніку, активність, небезпечні зони і прогрес робіт, забезпечуючи цифрову керованість виробничими процесами [3, р. 4].

Другим напрямом є інтеграція BIM із реальним виконанням робіт. Якщо системи моніторингу забезпечують цифрову видимість будівельного майданчика, то BIM-орієнтовані системи автоматизованого планування та контролю дозволяють інтегрувати ці дані у процес оперативного управління виробництвом [4]. Саме через BIM різні фази життєвого циклу будівельного проекту можуть бути пов'язані між собою: модель переходить від проектування до виконання і далі використовується для моніторингу фактичного стану. Для України це означає, що впровадження BIM на виробничому рівні має бути прив'язане не лише до вимог проектної документації, а й до практик будівельного контролю, закупівель, постачання матеріалів і технічного нагляду.

Третім напрямом має стати цифровізація логістики й управління ресурсами на будівельному майданчику. Виробничі втрати в будівництві часто виникають не через відсутність складних робіт, а через очікування матеріалів, простої техніки, неузгодженість графіків, повторні роботи, зайві переміщення та слабку координацію підрядників. У праці М. Шоберля наведено показовий висновок: значна частина часу на будівельних процесах витрачається не на створення вартості, а на допоміжні або непродуктивні дії: наприклад, для земляних робіт близько 30% часу екскаватора припадає на простої та затримки, що співставно з часткою часу,

безпосередньо пов'язаного зі створенням вартості у висотному будівництві [3, р. 3–4]. Отже, для України першочерговим завданням є не роботизація як така, а усунення організаційних втрат завдяки цифровому плануванню поставок, контролю руху матеріалів, обліку використання техніки та синхронізації графіків робіт.

Четвертий напрям – обережна, вибіркова автоматизація окремих виробничих операцій. Світовий досвід показує, що автоматизація в будівництві розвивається переважно через вузькі задачі: бетонування, армування, мурування, зварювання, фарбування, 3D-друк, автоматизовану роботу будівельної техніки, контроль якості та безпеки. Однак більшість таких рішень поки що не формують повністю автономного будівельного майданчика, а працюють як допоміжні або спеціалізовані технології [5]. Тому в українській стратегії доцільно робити ставку на пілотні виробничі кейси: автоматизований контроль ущільнення, цифрове управління земляними роботами, дрони для інспекції, мобільні системи контролю якості, часткову автоматизацію типових повторюваних операцій. Це дасть змогу уникнути надмірно амбітних технологічних рішень і перевіряти ефект на конкретних процесах.

П'ятим напрям – розвиток людського капіталу та процесного мислення. Автоматизація не працює там, де цифровий інструмент накладається на старий хаотичний процес. М. Шоберль підкреслює, що успішна автоматизація в будівництві потребує поєднання знання технології та знання самого виробничого процесу, інакше виникає ризик «оверінжинірингу» – надмірно складного рішення без зрозумілої цінності для користувача [6, р. 64]. Для України це означає, що підготовка кадрів має охоплювати не лише BIM-фахівців чи операторів програм, а й виконробів, інженерів технічного нагляду, кошторисників, логістів, менеджерів підрядних організацій і працівників, які реально працюють із даними на майданчику.

У підсумку виробничий рівень цифровізації будівництва в Україні має розвиватися за логікою «від базової керованості через вибіркову автоматизацію до складніших технологічних рішень». Схематичне зображення результатів репрезентовано в табл. 2.

На першому етапі пріоритетом мають бути цифровий моніторинг, мобільний документообіг, контроль ресурсів, інтеграція BIM із виконанням робіт і цифрова логістика. На другому – пілотна автоматизація найбільш повторюваних, ризикових або ресурсомістких операцій. Лише після цього можна говорити про ширше застосування роботизованих систем, цифрових двійників, IoT і напів автономної техніки.

Таблиця 2

Порівняльний аналіз ключових інструментів і напрямів

Етапи Цифровізації	Логістика і ресурси	Моніторинг і контроль	Інтеграція BIM	Автоматизація окремих процесів	Розвиток людського капіталу
1. Базова цифровізація	Планування постачань, облік ресурсів	Фото-відео фіксація, дрони, GPS/GIS	Використання BIM для планування робіт	Ручні операції	Навчання базовим цифровим навичкам
2. Цифровий моніторинг в реальному часі	Координація підрядників, синхронізація графіків	Мобільні застосунки для звітності	BIM для контролю відповідності проекту	Контроль якості через мобільні системи	Підготовка технічних інспекторів
3. Інтеграція інформаційних систем	Автоматизоване планування та контроль запасів	Автоматизоване порівняння фактичних даних	BIM для управління закупівлями, технічним наглядом	Вибіркова автоматизація повторюваних процесів	Розвиток процесного мислення і управління
4. Вибіркова автоматизація	Оптимізація руху матеріалів і техніки	Автоматичний моніторинг безпілотниками	Застосування BIM для аналізу ефективності	Роботизація земляних робіт, ущільнення тощо	Професійна перепідготовка
5. Повноцінна цифрова платформа	Синхронізація усіх ланок ланцюга постачань	Повномасштабний цифровий контроль	Комплексна BIM інтеграція на всіх етапах	Широке впровадження цифрової автоматизації	Постійний розвиток кадрів і компетенцій

Джерело: розроблено авторами на основі [1; 5].

Висновки. Отже, цифрова трансформація виробничого рівня будівництва в Україні має здійснюватися як поетапна модернізація системи управління виробничими процесами, а не як спроба прискореного переходу до повністю автономного будівництва. У технологічному вимірі пріоритетного значення набувають системи моніторингу будівельних майданчиків, інтеграція BIM із виконанням робіт, цифрове планування ресурсів, логістики та контролю якості, а також вибіркова автоматизація окремих повторюваних або високо ризикових операцій. Інституційний вимір передбачає формування стандартів обміну виробничими даними, розвиток механізмів інтеграції BIM у практики технічного нагляду та управління будівництвом, а також координацію між державою, замовниками, підрядниками й постачальниками технологічних рішень. У фінансовому вимірі важливого значення набувають стимули для оновлення технічної бази, підтримка пілотних

проектів, розвиток доступних цифрових сервісів для МСП та зниження бар'єрів входу у виробничу цифровізацію. Антикорупційний потенціал трансформації пов'язаний із підвищенням прозорості виконання робіт, простежуваності використання ресурсів, автоматизованою фіксацією змін і зменшенням залежності від непрозорих ручних процедур контролю. За таких умов цифровізація будівельного виробництва рівня може стати інструментом реального підвищення продуктивності, керованості та стійкості будівельної галузі.

Декларація про використання ШІ. Під час підготовки статті використовувався інструмент штучного інтелекту ChatGPT (OpenAI, GPT-5.5) для мовного редагування тексту, структурування матеріалу та стилістичного вдосконалення формулювань. Усі наукові висновки, інтерпретації та остаточне редагування виконані автором самостійно.

Список використаних джерел:

1. Begić H., Galić M., Dolaček-Alduk Z. Digitalization and automation in construction project's life-cycle: a review. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*. 2022. Vol. 27. Pp. 441–460. DOI: <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2022.021>
2. Chen Q., De Soto B.G., Adey B.T. Construction automation: Research areas, industry concerns and suggestions for advancement. *Automation in Construction*. 2018. Vol. 94. Pp. 22–38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.05.028>
3. Cheng T., Teizer J. Real-time resource location data collection and visualization technology for construction safety and activity monitoring applications. *Automation in Construction*. 2013. Vol. 34. Pp. 3–15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.10.017>
4. Isaac S., Shimanovich M. Automated scheduling and control of mechanical and electrical works with BIM. *Automation in Construction*. 2021. Vol. 124. Art. 103600. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103600>
5. Schöberl M.N. Automation in Construction. Developing Value-creating Robotic Systems and Digital Services: Dissertation / Technischen Universität München. München, 2025. 175 p. URL: <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1764638/1764638.pdf> (дата звернення: 7.05.26).

6. Balaguer C., Abderrahim M. Trends in robotics and automation in construction. *Robotics and Automation in Construction* / Eds. Balaguer C., Abderrahim M. Rijeka, Croatia: InTech, 2008. DOI: <https://doi.org/10.5772/5865>
7. Бондаренко Д., Калашнікова К. Цифровізація будівельної галузі України: аналіз стану, проблем та перспектив розвитку. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 65. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-65-2>
8. Гудима Л. О. (2024) BIM-технології в будівництві: сучасні виклики для України. *Бізнес-інформ*. 2024. № 2. С. 97-104. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-2-97-104>

References:

1. Begić, H., Galić, M., & Dolaček-Alduk, Z. (2022). Digitalization and automation in construction project's life-cycle: a review. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, (27), 441–460. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2022.021> [in English].
2. Chen, Q., De Soto, B. G., & Adey, B. T. (2018). Construction automation: Research areas, industry concerns and suggestions for advancement. *Automation in Construction*, (94), 22–38. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.05.028> [in English].
3. Cheng, T., & Teizer, J. (2013). Real-time resource location data collection and visualization technology for construction safety and activity monitoring applications. *Automation in Construction*, (34), 3–15. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.10.017> [in English].
4. Isaac, S., & Shimanovich, M. (2021). Automated scheduling and control of mechanical and electrical works with BIM. *Automation in Construction*, 124, Article 103600. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103600> [in English].
5. Schöberl, M. N. (2025). *Automation in Construction: Developing Value-creating Robotic Systems and Digital Services* (Dissertation, Technischen Universität München). München. <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1764638/1764638.pdf> [in English].
6. Balaguer, C., & Abderrahim, M. (2008). Trends in robotics and automation in construction. In C. Balaguer & M. Abderrahim (Eds.), *Robotics and Automation in Construction*. Rijeka, Croatia: InTech. <https://doi.org/10.5772/5865> [in English].
7. Bondarenko, D., & Kalashnikova, K. (2024). Tsyfrovizatsiia budivelnoi haluzi ukrainy: analiz stanu, problem ta perspektyv rozvytku [Digitalization of the construction industry of Ukraine: Analysis of the state, problems and development prospects]. *Ekonomika ta Suspilstvo*, (65). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-65-2> [in Ukrainian].
8. Hudyma, L. O. (2024). BIM-tekhnologii v budivnytstvi: suchasni vyklyky dlia Ukrainy [BIM-technologies in construction: Modern challenges for Ukraine]. *Biznes Inform*, (2), 97–104. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-2-97-104> [in Ukrainian].

Дата надходження статті: 28.04.2026 р.

Дата прийняття статті до друку: 21.05.2026 р.

Дата публікації (оприлюднення) статті: 12.06.2026 р.

Стаття поширюється на умовах ліцензії Creative Commons Attribution License International CC-BY.