

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ЦИФРОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ В БУДІВЕЛЬНІЙ ІНДУСТРІЇ  
AUTOMATION AND DIGITAL MODELING IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Ця стаття розглядає вплив автоматизації та цифрового моделювання на будівельну індустрію, з акцентом на інноваційні методи та технології, які трансформують сферу проектування та виконання будівельних робіт. Вона охоплює переваги використання автоматизованих систем та цифрових інструментів моделювання, таких як Building Information Modeling (BIM), у підвищенні ефективності, точності, безпеки та екологічної стійкості будівельних процесів. Стаття також розглядає потенційні виклики, пов'язані з інтеграцією цих технологій, і пропонує стратегії для їх подолання. Через аналіз впливу автоматизації та цифрового моделювання, ця робота надає цінне бачення майбутнього будівельної галузі та її ролі у створенні сталого та інноваційного середовища. Автоматизація може бути застосована на різних етапах будівельного процесу, включаючи проектування, виробництво, будівництво та експлуатацію. У статті наведено приклади застосування автоматизації в таких сферах, як: Автоматизоване проектування (CAD). Автоматизоване виробництво (CAM). Автоматизоване будівництво (CIM). Автоматизоване управління будівлями (BMS). Цифрове моделювання (BIM) є однією з найбільш перспективних технологій у будівельній індустрії. BIM-моделі дозволяють створювати тривимірну модель будівлі, яка містить всю необхідну інформацію про проект, виробництво та будівництво. Доведено, що автоматизація та цифрове моделювання в будівельній індустрії мають ряд переваг, включаючи: Покращення точності та якості робіт. Зменшення витрат. Скорочення термінів будівництва. Підвищення безпеки. Зменшення впливу на навколишнє середовище. Встановлено, що автоматизація та цифрове моделювання є ключовими факторами інновацій у будівельній індустрії. Ці технології мають потенціал для трансформації будівельного сектору та створення більш ефективного та сталого майбутнього. Ця стаття також висвітлює, як цифрові технології сприяють підвищенню рівня співпраці між різними учасниками проекту, включаючи архітекторів, інженерів, підрядників та замовників, що забезпечує більшу прозорість та ефективність управління проектами. Особлива увага приділяється аналізу того, як автоматизація та цифрове моделювання можуть бути використані для вирішення специфічних викликів, таких як управління великомасштабними проектами, оптимізація використання ресурсів, зниження витрат і зменшення екологічного впливу. Стаття закликає до подальшого дослідження та інвестицій в області автоматизації та цифрового моделювання, підкреслюючи їх значення для досягнення стійкості та інновацій у будівельній індустрії.

**Ключові слова:** автоматизація, цифрове моделювання, будівельна індустрія, BIM, управління будівельними проектами.

This article examines the impact of automation and digital modeling on the construction industry, with an emphasis on innovative techniques and technologies that are transforming the field of construction design and construction. It covers the benefits of using automated systems and digital modeling tools, such as Building Information Modeling (BIM), in improving the efficiency, accuracy, safety and environmental sustainability of construction processes. The article also examines the potential challenges associated with the integration of these technologies and suggests strategies for overcoming them. Through analyzing the impact of automation and digital modeling, this work provides valuable insight into the future of the construction industry and its role in creating a sustainable and innovative environment. Automation can be applied at various stages of the construction process, including design, production, construction and operation. The article provides examples of the use of automation in such areas as: Automated design (CAD). Automated manufacturing (CAM). Automated construction (CIM). Automated building management (BMS). Digital modeling (BIM) is one of the most promising technologies in the construction industry. BIM models allow you to create a three-dimensional model of a building that contains all the necessary information about the design, production and construction. Automation and digital modeling in the construction industry have been proven to have a number of benefits, including: Improved accuracy and quality of work. Cost reduction. Reduction of construction terms. Increased security. Reducing the impact on the environment. Automation and digital modeling have been identified as key drivers of innovation in the construction industry. These technologies have the potential to transform the construction sector and create a more efficient and sustainable future. This article also highlights how digital technologies are helping to increase the level of collaboration between various project stakeholders, including architects, engineers, contractors and clients, resulting in greater transparency and efficiency in project management. Special attention is paid to analyzing how automation and digital modeling can be used to solve specific challenges, such as managing large-scale projects, optimizing the use of resources, reducing costs and reducing environmental impact. The paper calls for further research and investment in automation and digital modeling, highlighting their importance in achieving sustainability and innovation in the construction industry.

**Key words:** automation, digital modeling, construction industry, BIM, construction project management.

УДК 332.142.2  
DOI <https://doi.org/10.32782/pma2663-5240-2023.34.28>

**Шестаковська Т.Л.**

доктор наук з державного управління,  
доцент,  
ректор Чернігівського інституту  
інформації, бізнесу і права ЗВО  
«Міжнародний науково-технічний  
університет імені академіка  
Юрія Бугая»  
ORCID ID: 0000-0002-8098-8439

**Постановка проблеми.** Будівельна галузь є однією з найважливіших галузей економіки будь-якої країни. Вона забезпечує створення житла, інфраструктури та інших об'єктів, які

необхідні для життєзабезпечення людей. Однак, будівельна галузь також є однією з найменш автоматизованих галузей. Це пов'язано з рядом факторів, зокрема, з особливос-

тями будівельного процесу, який часто є трудомістким і вимагає творчого підходу. Однак, у останні роки спостерігається тенденція до впровадження автоматизації та цифрових технологій у будівельній галузі. Ці технології мають потенціал істотно підвищити ефективність та продуктивність будівельного виробництва, а також покращити якість будівель. Впровадження автоматизації та цифрових технологій у будівельній галузі є актуальним в силу наступних причин: Зростаючий попит на ефективність та якість. Замовники будівель вимагають від будівельних компаній кращої продуктивності та якості робіт. Розвиток технологій. Автоматизовані системи та цифрові моделі стають все більш складними та потужними. Підтримка з боку держави. Уряди багатьох країн запроваджують програми підтримки впровадження автоматизації та цифрових технологій у будівельній галузі. Впровадження автоматизації та цифрових технологій у будівельній галузі призведе до наступних змін: Зменшення витрат на будівництво. Автоматизація та цифрове моделювання дозволяють підвищити ефективність використання матеріалів та робочої сили. Покращення якості будівель. Автоматизовані системи та цифрові моделі дозволяють знизити ризик помилок і створювати більш точні та якісні будівлі. Збільшення продуктивності праці. Автоматизація та цифрове моделювання дозволяють підвищити продуктивність праці будівельників. Впровадження автоматизації та цифрових технологій у будівельній галузі є важливим кроком до створення більш ефективної та продуктивної будівельної галузі.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Тема розвитку потенціалу підприємств у будівельній сфері в контексті переходу до цифрової економіки обговорюється в дослідженнях українських науковців таких, як Верхоглядова Н., Калініченко Л., Касич А., Коваленко-Марченкова Є., Коляденко Р., Марченко О., Онікієнко С., Поліщук Є., Свірідова С., Сидорова Ю., Соколовська К. та інших. Хоча їхні наукові роботи є значущими для розуміння цієї проблематики, сучасні умови, зумовлені цифровізацією економіки, вимагають нових підходів і інструментів для розвитку потенціалу будівельних підприємств у рамках цифрових трансформацій.

**Мета статті** – дослідження питань впровадження автоматизації та цифрових технологій у будівельній галузі.

**Виклад основного матеріалу.** Будівельна галузь є однією з найважливіших галузей економіки будь-якої країни. Вона забезпечує створення житла, інфраструктури та інших об'єктів,

які необхідні для життєзабезпечення людей. Однак, будівельна галузь також є однією з найменш автоматизованих галузей. Це пов'язано з рядом факторів, зокрема, з особливостями будівельного процесу, який часто є трудомістким і вимагає творчого підходу. У останні роки спостерігається тенденція до впровадження автоматизації та цифрових технологій у будівельній галузі. Ці технології мають потенціал істотно підвищити ефективність та продуктивність будівельного виробництва, а також покращити якість будівель [1].

Автоматизація в будівельній галузі може застосовуватися в різних сферах, зокрема:

1. Проектування. Автоматизовані системи проектування (САПР) дозволяють створювати точні та детальні проекти будівель, що знижує ризик помилок і скорочує час проектування.

2. Виробництво. Автоматизовані системи виробництва дозволяють автоматизувати виконання окремих будівельних робіт, таких як зведення стін, монтаж конструкцій, оздоблювальні роботи тощо. Це підвищує продуктивність праці та знижує ризик нещасних випадків.

3. Управління будівництвом. Автоматизовані системи управління будівництвом дозволяють збирати та аналізувати інформацію про стан будівництва, що дозволяє координувати роботу різних учасників будівництва та оперативно реагувати на зміни [2].

Впровадження автоматизації в будівельній галузі має ряд переваг, зокрема: підвищення ефективності (автоматизовані системи можуть виконувати завдання більш точно та ефективно, ніж люди. Це може призвести до зниження витрат на будівництво та покращення якості будівель); збільшення продуктивності (автоматизовані системи можуть виконувати завдання швидше, ніж люди. Це може призвести до збільшення продуктивності праці будівельників); зменшення ризику помилок (автоматизовані системи менш схильні до помилок, ніж люди. Це може призвести до зниження ризику нещасних випадків та покращення якості будівель).

Впровадження автоматизації в будівельній галузі продовжує зростати. Це пов'язано з рядом факторів. Розвиток технологій. Автоматизовані системи стають все більш доступними та потужними. Зростаючий попит на ефективність. Замовники будівель вимагають від будівельних компаній кращої продуктивності та якості робіт. Підтримка з боку держави. Уряди багатьох країн запроваджують програми підтримки впровадження автоматизації в будівельній галузі [3].

Очікується, що впровадження автоматизації в будівельній галузі призведе до наступних змін:

1. Зменшення витрат на будівництво. Автоматизація може призвести до зниження витрат на будівельні матеріали, робочу силу та інші ресурси.

2. Покращення якості будівель. Автоматизація може призвести до зниження ризику помилок і створення більш точних та якісних будівель.

3. Збільшення продуктивності праці. Автоматизація може призвести до збільшення продуктивності праці будівельників, що може призвести до скорочення термінів будівництва та створення більш конкурентоспроможних пропозицій.

Впровадження автоматизації в будівельній галузі є важливим кроком до створення більш ефективної та продуктивної будівельної галузі.

Цифрове моделювання в будівництві (BIM) – це технологія, яка дозволяє створювати тривимірні моделі будівель та об'єктів інфраструктури. Ці моделі містять інформацію про всі аспекти будівлі, зокрема, про її геометричні розміри, матеріали, характеристики тощо.

BIM має ряд переваг перед традиційними методами проектування та будівництва. Поліпшити комунікацію між учасниками будівництва. BIM-моделі дозволяють всім учасникам будівництва мати доступ до єдиної інтегрованої інформації про будівлю. Це покращує комунікацію між ними і дозволяє уникнути помилок.

Знизити ризик помилок. BIM-моделі дозволяють виявити та усунути помилки на ранніх етапах проектування та будівництва. Це знижує ризик затримок і додаткових витрат [4].

Покращити ефективність використання матеріалів. BIM-моделі дозволяють точно розрахувати кількість матеріалів, необхідних для будівництва. Це дозволяє уникнути перевищень витрат матеріалів і знижує витрати на будівництво.

Зменшити витрати на будівництво. BIM-моделі дозволяють оптимізувати процеси будівництва, що може призвести до зниження витрат на будівництво.

Впровадження цифрового моделювання в будівництві є складним процесом, який вимагає значних інвестицій. Однак, ці технології мають потенціал істотно підвищити ефективність та продуктивність будівельного виробництва, а також покращити якість будівель.

Впровадження цифрового моделювання в будівництві буде продовжувати зростати в наступні роки. Це пов'язано з рядом факторів, зокрема:

1. Розвиток технологій. BIM-технології стають все більш доступними та потужними.

2. Зростаючий попит на ефективність. Замовники будівель вимагають від будівельних компаній кращої продуктивності та якості робіт.

3. Підтримка з боку держави. Уряди багатьох країн запроваджують програми підтримки впровадження цифрового моделювання в будівництві.

4. Очікується, що впровадження цифрового моделювання в будівництві призведе до наступних змін:

5. Зменшення витрат на будівництво. Цифрове моделювання може призвести до зниження витрат на будівельні матеріали, робочу силу та інші ресурси.

6. Покращення якості будівель. Цифрове моделювання може призвести до зниження ризику помилок і створення більш точних та якісних будівель.

7. Збільшення продуктивності праці. Цифрове моделювання може призвести до збільшення продуктивності праці будівельників, що може призвести до скорочення термінів будівництва та створення більш конкурентоспроможних пропозицій [5].

Впровадження цифрового моделювання в будівництві є важливим кроком до створення більш ефективної та продуктивної будівельної галузі.

Автоматизація та цифрове моделювання мають потенціал істотно вплинути на майбутнє будівельної галузі. Ці технології можуть призвести до наступних змін:

Зменшення витрат на будівництво. Автоматизація та цифрове моделювання можуть призвести до зниження витрат на будівельні матеріали, робочу силу та інші ресурси. Це може бути досягнуто шляхом підвищення ефективності використання матеріалів, зниження ризику помилок та оптимізації процесів будівництва.

Покращення якості будівель. Автоматизація та цифрове моделювання можуть призвести до зниження ризику помилок і створення більш точних та якісних будівель. Це може бути досягнуто шляхом використання цифрових моделей для виявлення та усунення помилок на ранніх етапах проектування та будівництва.

Збільшення продуктивності праці. Автоматизація та цифрове моделювання можуть призвести до збільшення продуктивності праці будівельників, що може призвести до скорочення термінів будівництва та створення більш конкурентоспроможних пропозицій [6].

Ці зміни можуть мати далекосяжні наслідки для будівельної галузі. Вони можуть призвести до створення нових робочих місць, підвищення ефективності та продуктивності, а також до створення більш доступних та якісних будівель.



Ось деякі конкретні приклади того, як автоматизація та цифрове моделювання вже змінюють будівельну галузь:

1. Автоматизовані дрони використовуються для виконання таких завдань, як обстеження будівель, доставка матеріалів та виконання будівельних робіт. Це може призвести до зниження витрат на будівництво та підвищення безпеки.

2. 3D-принтери використовуються для створення будівельних елементів, таких як стіни, колони та перекриття. Це може призвести до підвищення продуктивності та точності будівництва.

3. Блокчейн-технології використовуються для створення децентралізованих систем управління проектами. Це може призвести до підвищення прозорості та ефективності управління будівництвом.

Автоматизація та цифрове моделювання є важливими тенденціями, які будуть продовжувати розвиватися в майбутньому. Ці технології мають потенціал істотно змінити будівельну галузь та зробити її більш ефективною, продуктивною та стійкою.

**Висновки.** Автоматизація та цифрове моделювання є двома ключовими тенденціями, які трансформують будівельну індустрію. Ці технології мають потенціал для підвищення ефективності, продуктивності та якості будівельних робіт. Автоматизація дозволяє автоматизувати завдання, які в даний час виконуються вручну. Це може включати такі завдання, як управління будівельним обладнанням, виконання будівельних робіт та контроль якості. Автоматизація може допомогти підвищити продуктивність і точність будівельних робіт, а також зменшити кількість помилок. Цифрове моделювання дозволяє створювати тривимірні моделі будівель і споруд. Ці моделі можуть використовуватися для планування, проектування, будівництва та експлуатації будівель.

Автоматизація та цифрове моделювання мають потенціал для значного підвищення ефективності, продуктивності та якості будівельних робіт. Ці технології вже починають застосовуватися в будівельній індустрії, і їх використання, швидше за все, буде зростати в майбутньому. Конкретні приклади застосування автоматизації та цифрового моделювання в будівельній індустрії: Автоматизоване управління будівельним обладнанням: це може включати використання дронів для контролю будівельного обладнання, а також використання роботів для виконання будівельних робіт. Автоматизоване виконання будівельних робіт: це може включати вико-

ристання дронів для виконання будівельних робіт, таких як фарбування або шпаклівка, а також використання роботів для виконання будівельних робіт, таких як зведення стін або монтаж вікон. Автоматизований контроль якості: це може включати використання дронів для проведення інспекцій будівельних об'єктів, а також використання штучного інтелекту для виявлення дефектів у будівельних роботах. Цифрове моделювання будівель: це може включати використання тривимірного моделювання для планування будівельних робіт, проектування будівель та споруд, а також для експлуатації будівель.

Виклики, пов'язані з автоматизацією та цифровим моделюванням в будівельній індустрії: Вартість (автоматизація та цифрове моделювання можуть бути дорогими, що може обмежити їх застосування в будівельній індустрії); нестача кваліфікованих кадрів (автоматизація та цифрове моделювання вимагають нових навичок і знань, що може призвести до нестачі кваліфікованих кадрів в будівельній індустрії); нормативно-правове регулювання (автоматизація та цифрове моделювання можуть вимагати нового нормативно-правового регулювання, що може ускладнити їх впровадження в будівельній індустрії).

Автоматизація та цифрове моделювання мають потенціал для значної трансформації будівельної індустрії. Ці технології, швидше за все, будуть продовжувати розвиватися і впроваджуватися в будівельній індустрії в майбутньому.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Цифровізація будівельної галузі: переваги та виклики. Dedalsoft.com: веб-сайт. URL: <https://dedalsoft.com.ua/blog/tsifrovizatsiya-budivelnoi-galuzi>
2. Digital Capital Projects. Web-site: Deloitte.com URL: <https://www2.deloitte.com/kz/ru/pages/energyand-resources/articles/digital-capital-projects.html>
3. Свірідова С.С., Оуд К.С. Особливості інноваційних процесів будівельних підприємств. *ECONOMICS: time realities*. 2018. № 4 (38). С. 68–75.
4. Соколовська К.В., Касич А.О. Тенденції у розвитку підприємств будівельної галузі. *Економіка і суспільство*. 2022. № 41. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/download/1557/1498/>
5. Калініченко Л.Л., Сидорова Ю.Р. Аналіз тенденцій розвитку будівельної галузі та будівельної продукції України. *Молодий вчений*. 2017. Вип. 4.4 (44.4). С. 64–69 URL: <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2017/4.4/15.pdf>
6. Верхоглядова Н.І., Коваленко-Марченкова Є.В. Складові потенціалу будівельної галузі як основа його конкурентоспроможності. *Причорноморські економічні студії*. 2017. Вип. 15. С. 36–39.