

---

~ ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ  
НАЦІОНАЛЬНИМ ГОСПОДАРСТВОМ ~

УДК: 624.003.1:004.8

DOI: <https://doi.org/10.32680/2409-9260-2025-1-326-7-13>

**МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ  
ДЛЯ КЕРУВАННЯ ПРОЄКТАМИ У БУДІВНИЦТВІ**

**Крук В. М.**, аспірант кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій, Одеський національний економічний університет, м. Одеса, Україна  
e-mail: [vasilij.kruk@gmail.com](mailto:vasilij.kruk@gmail.com)  
ORCID: 0009-0003-8117-1732

**Гострик О. М.**, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій, Одеський національний економічний університет, м. Одеса, Україна  
e-mail: [AlexeyGostrik@gmail.com](mailto:AlexeyGostrik@gmail.com)  
ORCID: 0000-0001-6143-6797

***Анотація.** Впровадження у практику управління підприємствами штучного інтелекту та машинного навчання дають можливість своєчасно аналізувати великі обсяги даних та на їх основі прогнозувати перспективні результати їх діяльності. Сьогодні будівництво є однією з найбільш трудомістких та ресурсоємних галузей. Незважаючи на значні досягнення, галузь все ще стикається з проблемами, такими як затримки у графіку, перевищення бюджету та низька продуктивність. Штучний інтелект та машинне навчання пропонують інструменти для вирішення цих проблем, оптимізуючи процеси, покращуючи прийняття рішень та підвищуючи точність прогнозів. Метою дослідження є визначення впливу, як ці технології змінюють різні аспекти будівельного процесу, від проєктування до експлуатації, на основі аналізу можливостей і тенденцій розвитку цієї галузі. Дослідження ґрунтується на аналізі даних як розробників проєктів, так і користувачів інтелектуальних систем. У дослідженні використано комплексний підхід до процесів проєктування, а саме такі методи, як аналіз та синтез, індукція, порівняння і конкретизація. Аналіз отриманих результатів дозволив зробити висновки щодо ефективності використання штучного інтелекту в проєктуванні, що дозволяє оптимізувати використання всіх видів ресурсів, таких як матеріали, робоча сила, час, що веде до зменшення витрат і покращення якості процесу будівництва.*

***Ключові слова:** будівництво, бізнес-процеси, штучний інтелект, машинне навчання.*

**POSSIBILITIES OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE  
FOR PROJECT MANAGEMENT IN CONSTRUCTION**

**Kruk M. Vasyl**, aspirant of Department of Economics Cybernetics and Information Technology, Odesa National Economics University, Odesa, Ukraine  
e-mail: [vasilij.kruk@gmail.com](mailto:vasilij.kruk@gmail.com)  
ORCID: 0009-0003-8117-1732

**Hostryk M. Oleksii**, PhD in Economics, Associate Professor, Department of Economic Cybernetics and Information Technology, Odesa National Economics University, Odesa, Ukraine  
e-mail: [AlexeyGostrik@gmail.com](mailto:AlexeyGostrik@gmail.com)  
ORCID: 0000-0001-6143-6797

***Abstract.** The implementation of artificial intelligence(AI) and machine learning(ML) in enterprise management enables the timely analysis of large datasets and, based on this analysis, forecasts future performance outcomes. Today, construction is one of the most labor-intensive and resource-consuming industries. Despite significant advances, the industry still faces challenges such as schedule delays, budget overruns, and low productivity. AI and ML offer tools to address these problems by optimizing processes, improving decision-making, and enhancing the accuracy of predictions. This study aims to how these technologies are transforming various aspects of the construction process, from design to operation, based on an analysis of industry trends and capabilities. The research is based on data from both project developers and users of intelligent systems. The main methods used include an integrated approach to design processes, such as analysis and synthesis, induction, comparison, and concretization. The analysis of the results has led to conclusions regarding the effectiveness of AI in design, enabling the optimization of resource utilization, such as materials, labor, and time, resulting in cost reduction and improved construction quality.*

***Keywords:** Construction, business processes, artificial intelligence, machine learning.*

**JEL Classification: L230; L740; C880**

**Постановка проблеми.** Впровадження штучного інтелекту (AI) та машинного навчання (ML) в Україні стикається з низкою проблем, які обмежують їх ефективний розвиток та застосування. Основними викликами є такі, як фінансування та модернізація інфраструктури. Багато підприємств в Україні потребують значного оновлення технологічної бази. Водночас бюджетні обмеження та недостатнє інвестування у новітні технології гальмують розвиток ШІ-ініціатив у промисловості, зокрема у будівництві [1; 2]. Слід зазначити також відсутність систематичного підходу до цієї проблеми. Часто міжнародні наукові проєкти, у яких беруть участь українські спеціалісти, не мають єдиної координації, що призводить до розпорошення ресурсів і зусиль, знижуючи ефективність впровадження результатів у практику [1].

Незважаючи на величезний потенціал AI та ML, їх застосування породжує значні виклики, пов'язані із захистом персональних даних, оскільки технології розвиваються швидше, ніж здатність законодавства їх регулювати. Наприклад, технології розпізнавання обличчя або обробки даних потребують суворого дотримання норм GDPR, що часто стає бар'єром для їх впровадження [2; 3]. Хоча Україна має значний потенціал у вигляді кваліфікованих спеціалістів, спостерігається нестача експертів з практичним досвідом у впровадженні складних AI-рішень [4].

Розглядаючи будівельну галузь як сферу економіки, потрібно зазначити, що в цьому секторі дуже часто стикаються з консерватизмом та небажанням змінювати звичні процеси. Також доступність якісних даних для навчання моделей AI залишається обмеженою. Це уповільнює адаптацію інновацій та ускладнює створення точних алгоритмів прогнозування та оптимізації [4].

Розкриваючи можливості впровадження AI та ML у будівельну галузь, слід звернути увагу на кінцеві результати – оптимізація виробничих процесів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Використання сучасних систем для управління будівельною галуззю розглянуто у багатьох працях українських і зарубіжних вчених. Основна увага приділяється саме впливу штучного інтелекту на оптимізацію бізнес-процесів. Це роботи таких авторів, як С. Барбашин [2], А. Клян [3], Г. Гайна [4], В. С. Піллай (V. S. Pillai), К. Й. М. Матус (K. J. M. Matus) [5], С. Т. Егвім (C. T. Egwim), Х. Алака (H. Alaka), Е. Демір (E. Demir), Г. Балогун (H. Balogun), Р. Олу-Аджай (R. Olu-Ajayi), І. Сулеймон (I. Sulaimon), Г. Вусу (G. Wusu), В. Адегоке (W. Adegoke), А. Муїдін (A. Muideen) [6], К. І. Київська, С. В. Цюцюра, М. Б. Кулеба [7], Ю. Бао (Y. Bao), Г. Гіларі (G. Hilary), Б. Ке (B. Ke) [8].

Серед основних аспектів досліджень у сфері використання AI та ML для управління будівництвом можна виділити такі, як оптимізація, планування та управління проєктами, моніторинг і оцінка прогресу будівництва, управління ризиками і оптимізація використання ресурсів. А це можливо при його інтеграції із існуючими BIM-системами (Building Information Modeling).

Отже, аналіз наукових публікацій свідчить про те, що питання впровадження можливостей штучного інтелекту та засобів машинного навчання у сферу будівництва потребують додаткового вивчення, особливо з урахуванням часової компоненти, яка прямо впливає на рівень їх інтелектуальності.

**Відокремлення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Хоча переваги AI та ML у керуванні проєктами очевидні, потрібно зазначити необхідність аналізу труднощів, які виникають у зв'язку з відсутністю стандартів для обробки великих даних, а також необхідністю масштабних інвестицій та опором до змін серед працівників будівельної галузі. Саме ці питання потребують додаткових досліджень у сфері аналізу, структуруванні та демонстрації можливостей AI та ML для керування проєктами у будівництві. Тому, незважаючи на певні наукові досягнення з цієї тематики, питання реалізації можливостей штучного інтелекту для оптимізації процесів у галузі будівництва є дуже актуальними.

**Мета статті** – дослідити можливості використання AI та ML для керування проєктами у будівництві з метою усунення проблем, які мають місце у практиці управління галуззю.

**Основний матеріал.** AI та ML дедалі більше проникають у всі сфери нашого життя. І будівництво не є винятком. Особливо важливим стає застосування цих інструментів в управлінні будівельними проєктами, де вони здатні оптимізувати процеси, підвищити ефективність і знизити ризики. Основні напрямки застосування ШІ в управлінні проєктами – це прогнозування, оптимізація, контроль якості та підтримка прийняття рішень (рис. 1).

Кожен з представлених напрямків застосування AI дозволяє визначити базові складові, реалізація яких дозволяє використати певні можливості останнього для оптимізації управління всіма видами ресурсів у будівельному секторі.



Рис. 1. Загальні напрямки застосування AI в управлінні будівельними проектами

Джерело: складено авторами на основі [5; 6; 9]

Інтеграція алгоритмів машинного навчання з BIM-моделями дозволяє точніше планувати витрати та ресурси. Розподіл за різними типами будівельних проектів, в яких використовувались технології штучного інтелекту, представлено на рис. 2. Дані, які наведені на рисунку, дозволяють зробити висновок, що значна частка належить саме спорудам, що призначені для населення.

Прикладом програмних засобів, які дозволяють інтегрувати всіх учасників проекту в єдину цифрову екосистему, полегшуючи комунікацію та управління, є такі як PlanGrid, Procore та Doxel. Цифрові двійники проектів також є важливим трендом, оскільки дозволяють моделювати процеси виконання проекту та виправляти потенційні проблеми ще до початку будівництва.

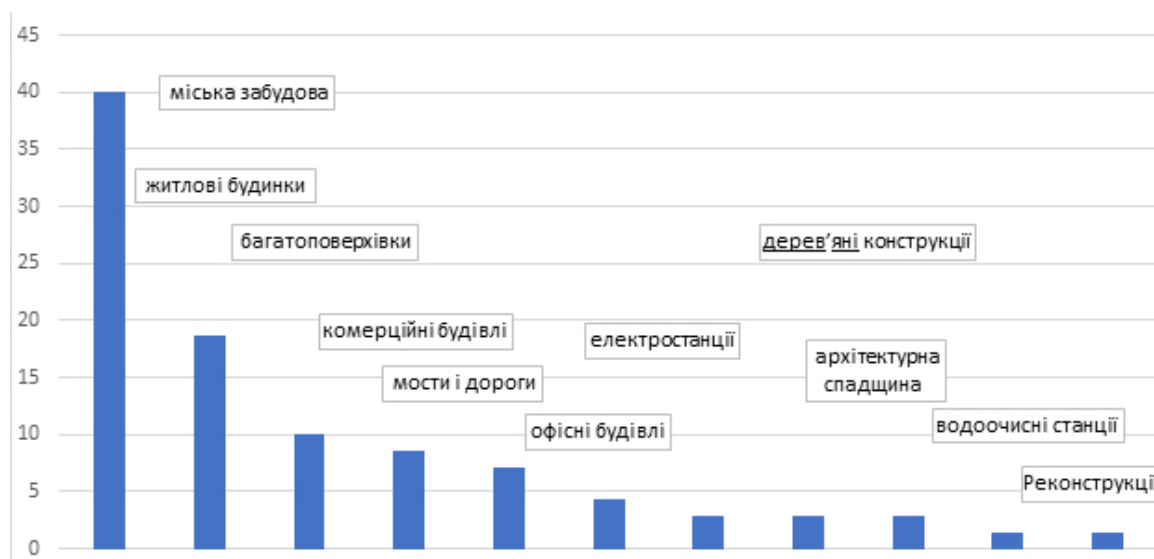


Рис. 2. Розподіл використання AI за типами будівельних проектів

Джерело: складено авторами за матеріалами [6]

Багатогранність проектів вимагає від сучасних систем певних рішень щодо аналітики даних з метою розробки рекомендацій. На рис. 3 наведено взаємозв'язок вхідних і результатних даних при використанні систем AI у будівельній галузі.

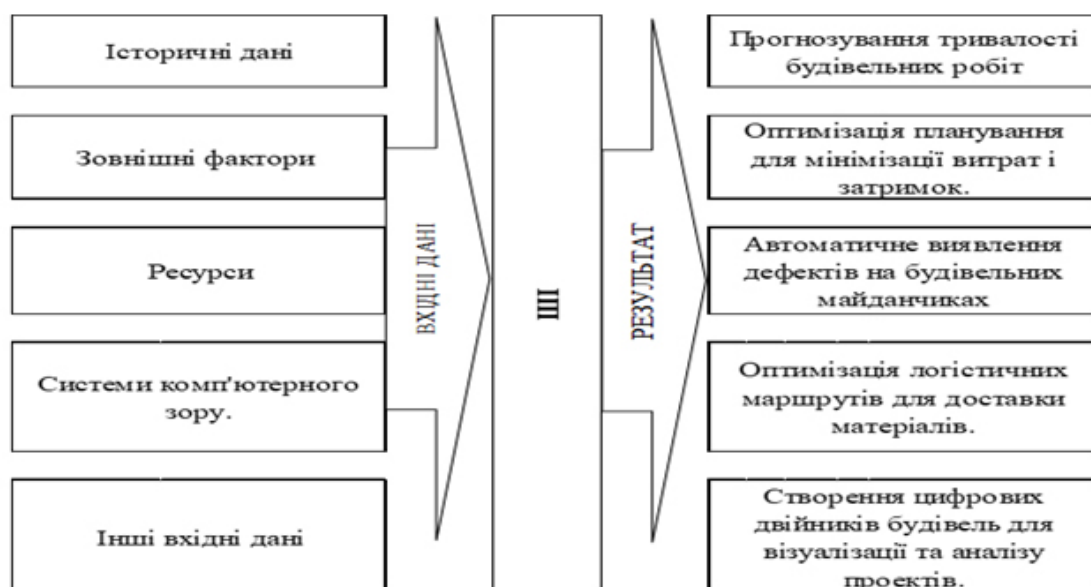


Рис. 3. Схема інтеграції AI в управління проектами у будівництві

*Джерело: складено авторами*

Впровадження штучного інтелекту та машинного навчання у будівництві активно розвивається, хоча поки що не досягло масштабів масового використання. До основних спрямувань реалізації цих інноваційних технологій можна віднести такі, як:

- оптимізація дизайну та проєктування; ця складова дозволяє автоматично моделювати структури, мінімізуючи витрати та визначати недоліки проєктів ще на стадії планування (Autodesk) [7; 10];
- моніторинг і контроль будівництва, де інтеграція ШІ з IoT-технологіями (камери, дрони, сенсори) дозволяє відслідковувати прогрес будівництва у реальному часі [10; 11];
- використання BIM-технологій з інтеграцією машинного навчання допомагає у створенні й управлінні складними інформаційними моделями об'єктів, що значно покращує планування, управління життєвим циклом будівель та знижує витрати [7].
- 3D-друк будівельних елементів, що підвищує ефективність у виробництві модульних систем та зменшує час на виготовлення складних конструкцій [12];
- будівельний проєкт-менеджмент, який забезпечує автоматизацію таск-трекінгу, управління персоналом, планування логістики та ресурсів, що спрощує керування складними будівельними проєктами [13; 14].

Ці технології вже активно використовуються у різних проєктах, зокрема у великих будівельних компаніях, реалізація яких можлива на підставі певних алгоритмів. Найбільш ефективними серед наявних методів є такі, як:

#### Регресійні алгоритми

- Лінійна регресія, яка використовується для прогнозування числових значень, таких як вартість будівництва, матеріалів, тривалість проєкту, розміри будівель тощо.
- Логістична регресія, яка застосовується для задач класифікації (визначення ймовірності виникнення дефектів будівельних конструкцій і таке інше).
- Дерева рішень і Random Forest. Ці методи використовуються для прийняття рішень на основі набору правил, які дуже легко інтерпретувати, що є важливим для розуміння причин прогнозів.
- Підсилювачі градієнтного спуску (Gradient Boosting): ці алгоритми послідовно будують моделі, кожна з яких коригує помилки попередньої.

#### Алгоритми класифікації

- К-найближчих сусідів (KNN), який класифікує нові дані на основі найближчих до них даних з навчальної вибірки.
- Підтримка векторів (SVM), який ефективний для задач з високою розмірністю та нелінійними роздільними поверхнями.

– Нейронні мережі (глибокі нейронні мережі (DNN), конволюційні нейронні мережі (CNN), рекурентні нейронні мережі (RNN) та генеративні змагальні мережі (GAN)), які широко використовуються для вирішення складних задач, таких як розпізнавання зображень, обробка природної мови та прогнозування часових рядів.

Алгоритми кластеризації

- K-means. Один з найпопулярніших алгоритмів для розподілу даних на кластери.
- DBSCAN. Виявляє кластери довільної форми та шукає аномалії.
- Ієрархічна кластеризація, яка дозволяє будувати ієрархічну структуру кластерів.

Використання перелічених алгоритмів у будівництві залежить від конкретних завдань. Так, для прогнозування вартості проєктів, тривалості будівництва і оптимізації планування ресурсів та енергоспоживання доцільно використовувати регресійні алгоритми, дерева рішень і генетичні алгоритми. А для задач, які пов’язані з виявленням дефектів будівельних конструкцій, створенням цифрових двійників будівель, ефективним буде використання нейронних мереж.

Реалізація певних алгоритмів неможлива без успішного навчання моделей штучного інтелекту. Цей процес повною мірою залежить від різноманітності даних. У будівельному бізнесі первинна інформація формується у вигляді таких агрегатів даних:

- числові дані, які характеризують такі параметри, як температура, вологість, витрати матеріалів тощо;
- категоріальні дані, які представляють якісні характеристики об’єктів (тип матеріалу, виробник, стан обладнання);
- текстові дані, які можуть бути представлені звітами, інструкціями, описами проєктів, повідомленнями, відгуками тощо;
- зображення та відеоматеріали (фотографії, схеми, плани будівель, карти і координати будівель та інфраструктури, відеозаписи з будівельних майданчиків).

Незважаючи на значний потенціал штучного інтелекту у будівництві, є певні перешкоди, які гальмують його широке застосування (див. рис. 4).

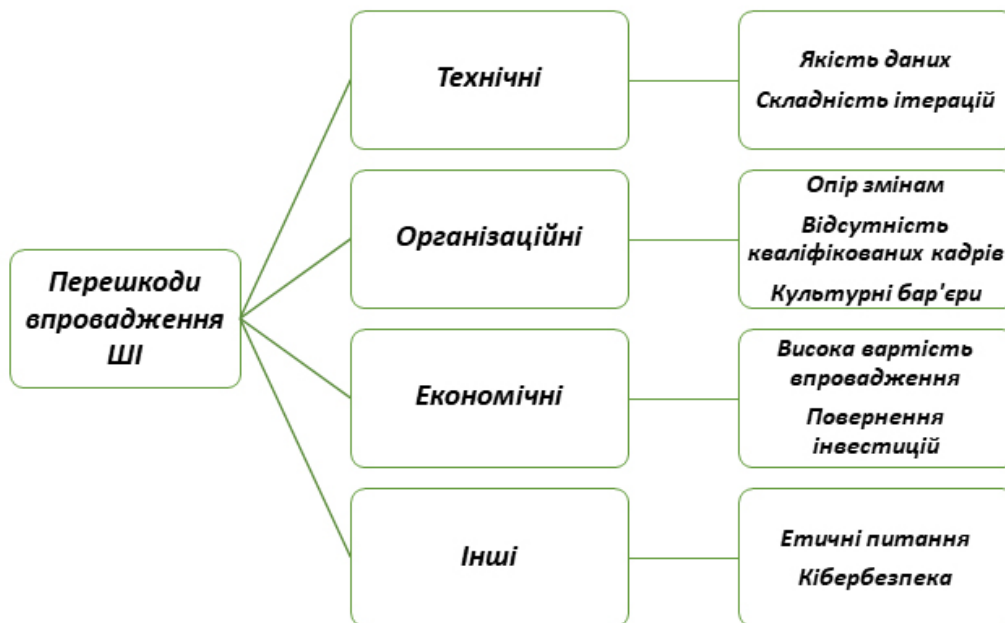


Рис. 4. Перешкоди впровадження AI у будівництві

Джерело: складено авторами на основі [1; 2; 3; 4]

Поступове подолання цих перешкод дозволить повністю розкрити потенціал ШІ у будівництві та зробити цю галузь більш ефективною, безпечною та конкурентоспроможною.

**Висновки.** Штучний інтелект та машинне навчання мають великий потенціал для революціонізації управління будівельними проєктами. Завдяки здатності аналізувати великі обсяги даних, виявляти закономірності та робити прогнози, вони дозволяють значно підвищити ефективність бізнес-процесів, оптимізувати проєктування, знизити ризики,

скоротити видатки і підвищити рівень безпеки. Однак для успішного впровадження цих інструментів у будівельну галузь необхідно вирішити такі проблеми, як забезпечення якості даних і розробка надійних алгоритмів їх перетворення, забезпечення кібербезпеки та інтеграція з наявними системами управління проектами, бухгалтерськими системами та іншими інструментами, що використовуються у будівельній компанії.

### Список літератури

1. Національна стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні 2021-2030. Київ, 2021. URL: <https://tinyurl.com/2a7sclty> (дата звернення: 28.12.2024).
2. Барбашин С. Штучний інтелект: проблеми та перспективи правового регулювання в Україні та ЄС. 2023. URL: <https://tinyurl.com/2atkbb6l> (дата звернення: 28.12.2024).
3. Клян А. Правове регулювання штучного інтелекту в Україні та світі. 2022. URL: <https://tinyurl.com/29dc6s9v> (дата звернення: 28.12.2024).
4. Гайна Г. Тенденції розвитку штучного інтелекту в Україні. Безпека інформаційних систем і технологій. 2020. Том 1. № 3-4. С. 20-26. URL: <https://tinyurl.com/26vprjnh> (дата звернення: 28.12.2024).
5. Pillai, V. S., Matus, K. J M. Towards a responsible integration of artificial intelligence technology in the construction sector. *Science and Public Policy*. 2021, Volume 47, Issue 5, Pages 689–704. URL: <https://tinyurl.com/26lotvn6> (дата звернення: 28.12.2024).
6. Egwim, C. T., Alaka, H., Demir, E., Balogun, H., Olu-Ajayi, R., Sulaimon, I., Wusu, G., Adegoke, W., Muideen, A. Artificial Intelligence in the Construction Industry: A Systematic Review of the Entire Construction Value Chain Lifecycle. *Energies*. 2024. Volume 17 Issue 1. URL: <https://tinyurl.com/2xru48x7> (дата звернення: 28.12.2024).
7. Київська К. І., Цюцюра С. В., Кулеба М. Б. Аналіз застосування штучного інтелекту в BIM- технологіях. Збірник наукових праць "Управління розвитком складних систем" Київського національного університету будівництва і архітектури. 2020. № 43. URL: <https://tinyurl.com/2dazpmqq> (дата звернення: 28.12.2024).
8. Bao, Y.; Hilary, G.; Ke, B. Artificial Intelligence and Fraud Detection. In: *Innovative Technology at the Interface of Finance and Operations*; Springer: Cham, Switzerland, 2022; pp. 223–247. URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-75729-8\\_8](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-75729-8_8) (дата звернення: 28.12.2024).
9. Editorial: Automation and artificial intelligence in construction and management of civil infrastructure. 2023. URL: <https://tinyurl.com/29bp5s2s> (дата звернення: 28.12.2024).
10. Штучний інтелект в будівництві: вплив на трансформацію будівельної галузі. 2024. URL: <https://tinyurl.com/26e4qbsj> (дата звернення: 28.12.2024).
11. Лоуренс Р. Г., Даннем Д. Штучний інтелект приходить у будівництво. Говорять експерти. Україна будівельна. *Ukrainian Construction News*. 2023. URL: <https://tinyurl.com/2aemspgg> (дата звернення: 28.12.2024).
12. Гусев В. О., Нікіфорова, Т. Д. Роль та перспективи розвитку використання методів штучного інтелекту у будівельній галузі. *Виклики та проблеми сучасної науки*. 2023. Том 1. С.428-432. URL: <https://fti.dp.ua/conf/2023/06027-0338/> (дата звернення: 28.12.2024).
13. Як зараз використовують штучний інтелект в будівництві. Конфедерація будівельників України. 2023. URL: <https://tinyurl.com/273kkrvx> (дата звернення: 28.12.2024).
14. Фокс С. Автоматизація і штучний інтелект в будівництві – як підвищити ефективність та безпеку будівельних проєктів. 2024. URL: <https://tinyurl.com/2ba8dnhq> (дата звернення: 28.12.2024).
15. Pomazun, O., Lozovik, Y., Tishkov, B., Derbentsev, V., Hustryk, A. Improvement Of The Methods Of Assessing The Influence Of External Factors On The Strengths And Weaknesses Of The Enterprise. *SHS Web Conf. Volume 107, 2021. EDP Science. 9th International Conference on Monitoring, Modeling & Management of Emergent Economy (M3E2 2021)*. Art.06006, 14 p. URL: DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/202110706006> (дата звернення: 28.12.2024).

### References

1. National Strategy for the Development of Artificial Intelligence in Ukraine 2021-2030. Kiyiv, 2021. URL: <https://tinyurl.com/2a7sclty> (accessed 28 December 2024). [In Ukrainian].
2. Barbashin, S. (2023). Artificial Intelligence: Problems and Prospects of Legal Regulation in Ukraine and the EU. URL: <https://tinyurl.com/2atkbb6l> (accessed 28 December 2024). [In Ukrainian].
3. Klyan, A. (2022). Legal Regulation of Artificial Intelligence in Ukraine and the World. URL: <https://tinyurl.com/29dc6s9v> (accessed 28 December 2024). [In Ukrainian].

4. Gajna, G. (2020). Trends in the Development of Artificial Intelligence in Ukraine. *Information systems and technologies security*, 1, 3-4, 20-26. URL: <https://tinyurl.com/29dc6s9v> (accessed 28 December 2024). [In Ukrainian].
5. Pillai, V. S. & Matus, K. J M. (2021). Towards a responsible integration of artificial intelligence technology in the construction sector. *Science and Public Policy*, 47, 5, 689–704. URL: <https://tinyurl.com/26lotvn6> (accessed 28 December 2024).
6. Egwim, C.T. & Alaka, H. & Demir, E. & Balogun, H. & Olu-Ajayi, R. & Sulaimon, I. & Wusu, G. & Adegoke, W. & Muideen, A. (2024). Artificial Intelligence in the Construction Industry: A Systematic Review of the Entire Construction Value Chain Lifecycle. *Energies*, 17, 1. URL: <https://tinyurl.com/2xru48x7> (accessed 28 December 2024).
7. Kiyivska, K. I., Cyucyura, S. V. & Kuleba, M. B. (2020). Analysis of the application of artificial intelligence in BIM technologies. *Zbirnik naukovih prac "Upravlinnya rozvitkom skladnih sistem" Kiyivskogo nacionalnogo universitetu budivnictva i arhitekturi*. URL: <https://tinyurl.com/2dazpmqq> (accessed 28 December 2024). [In Ukrainian].
8. Bao, Y. & Hilary, G. & Ke, B. (2022). Artificial Intelligence and Fraud Detection. In: *Innovative Technology at the Interface of Finance and Operations*; Springer: Cham, Switzerland, 223–247. URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-75729-8\\_8](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-75729-8_8) (accessed 28 December 2024).
9. Editorial: Automation and artificial intelligence in construction and management of civil infrastructure. (2023). URL: <https://tinyurl.com/29bp5s2s> (accessed 28 December 2024).
10. Artificial intelligence in construction: the impact on the transformation of the construction industry. (2024). URL: <https://tinyurl.com/26e4qbsj> (accessed 28 December 2024). [In Ukrainian].
11. Lourens, R.G. & Dannem, D. (2023). Artificial intelligence comes to construction. Experts speak. *Ukrayina budivelna. Ukrainian Construction News*. URL: <https://tinyurl.com/2aemspgg> (accessed 28 December 2024). [In Ukrainian].
12. Gusev, V. O. & Nikiforova, T. D. (2023). The role and prospects for the development of the use of artificial intelligence methods in the construction industry. *Vukluku ta problemu sychasnoi nauku*. URL: <https://fti.dp.ua/conf/2023/06027-0338/> (accessed 28 December 2024). [In Ukrainian].
13. How artificial intelligence is currently used in construction. *Konfederaciya budivelnykiv Ukrayini*. (2023). URL: <https://tinyurl.com/273kkrvx> (accessed 28 December 2024). [In Ukrainian].
14. Foks, S. (2024). Avtomatizaciya i shtuchnij intelekt v budivnictvi – yak pidvishiti effektivnist ta bezpeku budivelnih proektiv. URL: <https://tinyurl.com/2ba8dnhq> (accessed 28 December 2024). [In Ukrainian].
15. Pomazun, O. & Lozovik, Y. & Tishkov, B. & Derbentsev, V., & Hostryk, A. (2021). Improvement Of The Methods Of Assessing The Influence Of External Factors On The Strengths And Weaknesses Of The Enterprise. *SHS Web Conf. Volume 107, 2021. EDP Science. 9th International Conference on Monitoring, Modeling & Management of Emergent Economy (M3E2 2021)*. Art.06006. URL: DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/202110706006> (accessed 28 December 2024).

Стаття надійшла до редакції 10.01.2025

Прийнята до публікації 22.01.2025