УДК 624.05

Дар’я ЗАІКІНА
Марія ТІТОВА

КОМПЛЕКСНА СТРАТЕГІЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ В БУДІВЕЛЬНІЙ ІНДУСТРІЇ: ГЛОБАЛЬНІ ТРЕНДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

КБФК, м. Кривий Ріг, Україна

Анотація
У науковому доробку досліджено комплексну стратегію впровадження штучного інтелекту в будівельній індустрії станом на 2026 рік. Окрему увагу приділено практичному застосуванню роботизованих платформ (Hadrian X, Hilti Jaibot, TyBOT) для автоматизації найбільш трудомістких процесів. Представлені основні вектори до відновлення України за рахунок використання адитивних технологій.
Ключові слова: ШІ, автоматизація, будівельна індустрія, роботизація, відновлення України.

Abstract
This study investigated the comprehensive strategy for implementing artificial intelligence in construction industry as of 2026. Special attention is given to practical application of robotic platforms (Hadrian X, Hilti Jaibot, TyBOT, ect.) for automating the most labor-intensive processes. The main vectors for Ukraine's recovery through the use of additive technologies are presented.
Keywords: AI, automation, construction industry, robotics, Ukraine’s restoration.

Будівельна галузь, яка традиційно характеризувалася консервативністю та низьким рівнем диджиталізації, у 2026 році увійшла у фазу радикальної технологічної перебудови, де штучний інтелект та автоматизація перестали бути лише експериментальними інструментами, перетворившись на стратегічний актив, здатний змінити кожну фазу життєвого циклу будівлі – від концептуального ескізу до демонтажу та вторинної переробки матеріалів.

Перехід від програмного забезпечення до фізичної автоматизації на будмайданчику є найбільш складним етапом через неструктуроване середовище та мінливі погодні умови. Проте, подібний процес зумовлений критичним поєднанням факторів, а саме:

– дефіцитом кваліфікованої робочої сили;
– зростанням вартості матеріалів через геополітичну нестабільність;
– нагальною потребою у підвищенні енергоефективності.

Так, аналіз наукових доробок 2024–2026 рр. [1], вказує на фундаментальний зсув – традиційні методи, що базувалися на послідовному ітераційному процесі, поступаються місцем алгоритмічному підходу, в якому інженер визначає цілі та обмеження, а машина генерує оптимальні рішення. Це відкриває шлях до створення так званих Intelligent Structures, здатних самостійно діагностувати свій стан та адаптуватися до навантажень.

Отже, розглянуті наукові праці [1–4] щодо впровадження ШІ дозволяє виділити кілька магістральних напрямків, які формують нове обличчя будівельної індустрії. Кожен із цих напрямків взаємодіє з іншими, створюючи синергетичний ефект для всього проекту. Наприклад, у сегменті зведення стін та каркасів лідирують рішення для автоматизації найбільш трудомістких процесів:

1. Hadrian X (FBR). Роботизована платформа, здатна укладати до 3000 цеглин на день, що значно перевищує людські можливості. Система використовує унікальний клейовий склад замість розчину, що забезпечує швидке затвердіння та структурну міцність.
2. TyBOT чи IronBOT. Роботи для в'язки арматури та маніпулювання матеріалами на мостових конструкціях. Вони скорочують потребу в ручній праці на 30% та підвищують швидкість виконання робіт на 50%.
3. Hilti Jaibot. Автономний робот для буріння отворів у стелях за даними BIM-моделі. Він гарантує ідеальну точність розмітки та монтажу інженерних систем, водночас захищаючи робітників від шкідливого пилу та перевтоми.

4. Canvas. Автоматизоване оздоблення гіпсокартону, зменшення пилу на 99%; створення ідеально рівної поверхні.

5. HP SitePrint. Розмітка підлоги, автоматичний перенос CAD-креслень на бетон, таким чином усуваються ймовірні помилки під час розмітки.

Другим ключовим положенням є вихід ШІ за межі віртуальних моделей у фізичний простір будівельного майданчика. Автономне обладнання, оснащене системами LiDAR, GPS та комп'ютерним зором, здатне виконувати завдання з мінімальним втручанням людини. Це особливо критично в умовах дефіциту кваліфікованих кадрів, який за даними галузевих опитувань є основним бар'єром для розвитку галузі.

Окрім вищенаведеного, слід враховувати, що будівельний майданчик є середовищем підвищеного ризику, і ШІ тут виступає як невпинний вартовий. Системи комп'ютерного зору, інтегровані з камерами на об'єкті, автоматично ідентифікують небезпечну поведінку або відсутність засобів індивідуального захисту. Практичні результати впровадження таких інструментів свідчать про зниження кількості нещасних випадків на 20–25%. Більше того, предиктивна аналітика може прогнозувати дні з підвищеним ризиком травматизму, базуючись на рівні втоми персоналу або складних погодних умовах, дозволяючи менеджерам вчасно проводити інструктажі або коригувати графіки.

І на додаток, окреме місце посідає 3D–друк будівельних конструкцій. У 2025 році цей сегмент переходить від пілотних проектів до масового впровадження, особливо в секторі доступного житла. Використання роботизованих маніпуляторів для друку бетоном дозволяє знизити витрати на зведення житлових будинків до 45%. Технологія екструзії залишається домінуючою, займаючи понад 62% ринку завдяки сумісності з традиційними ланцюгами постачання цементних сумішей.

Попри очевидні переваги, шлях до повної автоматизації будівництва супроводжується низкою викликів, які потребують системного вирішення.

Насамперед:

1. Будівництво залишається галуззю з високим рівнем ризикофобії. Близько 45% компаній звітують про повну відсутність впровадження ШІ, посилаючись на організаційну інерцію та скептицизм щодо надійності алгоритмів порівняно з людським досвідом.

2. Відсутність персоналу з відповідними цифровими навичками є найбільш цитованим бар'єром для впровадження ШІ у світі. Ринок праці потребує фахівців нового типу – «інженерів даних у будівництві», які розуміють специфіку фізичних процесів та володіють інструментами алгоритмічного моделювання. Це потребує перегляду академічних програм та створення центрів сертифікації за стандартами ISO, зокрема ISO 19650 для BIM–процесів.

3. ШІ живиться даними, проте у будівництві вони часто фрагментовані, неструктуровані та зберігаються у різних середовищах. Середньостатистична будівельна компанія використовує до одинадцяти різних платформ для збору даних, які не інтегровані між собою. Відсутність єдиних стандартів обміну інформацією (OpenBIM) призводить до втрати даних при передачі проекту від архітектора до підрядника.

4. Більшість світових будівельних норм та правил були розроблені для традиційних методів зведення споруд. Відсутність гармонізованих стандартів для 3D-друкованих будівель або автономної роботи машин на майданчику створює перешкоди для масштабування технологій. Отримання дозволів на об'єкти, зведені за допомогою ШІ, часто вимагає вартісної додаткової інженерної валідації, що сповільнює інвестиційні цикли.

5. Відсутність правової бази для сертифікації автономних систем та алгоритмів створює юридичну невизначеність для страхових компаній. Також існують значні занепокоєння щодо конфіденційності даних при використанні систем відеоспостереження та розпізнавання облич на майданчиках.

Зі сказаного раніше випливає [3–4], що основними векторами впровадження ШІ в Україні є :

1. Оцінка руйнувань.

Використання супутникових знімків та комп'ютерного зору (Tensor Flight) для максимально точного визначення рівня пошкоджень житлового фонду та інфраструктури. Це критично для підготовки та планування черговості відбудови.

2. Розмінування.

ШІ–алгоритми аналізують дані з дронів-сканерів для ідентифікації вибухонебезпечних предметів, що прискорює розмінування територій у рази, захищаючи життя саперів.

3. 3D-друк для відбудови.

Україна вже має досвід використання 3D-принтерів для зведення шкіл та житла (проект м. Львові). В умовах дефіциту традиційних будівельних матеріалів та робочої сили, адитивні технології дозволяють будувати об'єкти за тижні.

4. єВідновлення та цифровізація послуг. Платформа «Дія» стала основою для автоматизації процесів компенсації та моніторингу відбудови, забезпечуючи прозорість для міжнародних донорів.

Таким чином, інтеграція штучного інтелекту є безальтернативним шляхом розвитку будівельної галузі в умовах сучасних економічних та екологічних викликів. Головним бар'єром залишається не технологічна, а ментальна трансформація галузі та потреба у формуванні нових компетенцій.

Безумовно, галузь стоїть на порозі трансформації, де успіх визначатиметься не лише якістю виконання фізичних робіт, але й здатністю ефективно керувати потоками даних.

У такий спосіб, Україна має потенціал не просто відновити зруйноване, а побудувати принципово нову інфраструктуру, оминаючи застарілі технологічні цикли, через які пройшли західні країни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Artificial Intelligence (AI) in Construction Market 2025–2029 / ed. by TechNavio. – Research and Markets, 2025. – 225 p.

2. Matt Sharon. The Impact of AI on Scan to BIM: Revolutionizing the AEC Industry / Sharon Matt // DEV. – 2024. – P 1.

3. Онофрійчук О. П Економіко-цифрові моделі управління будівельними підприємствами / О. П. Онофрійчук // Академічні візії. – 2025. – Вип. 50. – С. 1–13.

4. Коваленко М., Войцеховська М. Автоматизація пре-будівництва: огляд інструментів штучного інтелекту та практичних застосунків у галузі / М. Коваленко, М. Войцеховська // Інформаційно-комп’ютерні технології. – 2025. – Вип. № 2 (40). – С. 284–293.

Заікіна Дар’я Павлівна – викладач ІІ категорії, Криворізький будівельний фаховий коледж, м. Кривий Ріг.

Тітова Марія Олександрівна – здобувач освіти, гр. Б-32(192), спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія», Криворізький будівельний фаховий коледж, м. Кривий Ріг.

Daria Zaikina – professor, Kryvyi Rig Construction Applied College.

Maria Titova – student, gr. B-32(192), 192 Construction and civil engineering, Kryvyi Rig Construction Applied College.