

РОЛЬ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

Віталій Олександрович Гусєв

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6813-9824>

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Дніпро

Тетяна Дмитрівна Нікіфорова

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0688-2759>

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Дніпро

Штучний інтелект (ШІ) останнім часом стрімко розвивається та трансформує різні галузі промисловості, зокрема, впливає і на будівництво [2, 3].

Дослідження має на меті узагальнити можливості штучного інтелекту (ШІ) у будівельній галузі та виявити потенційні проблеми щодо застосування цієї технології.

Було виявлено та сформовано декілька аспектів застосування ШІ у будівництві (рис. 1), а саме:

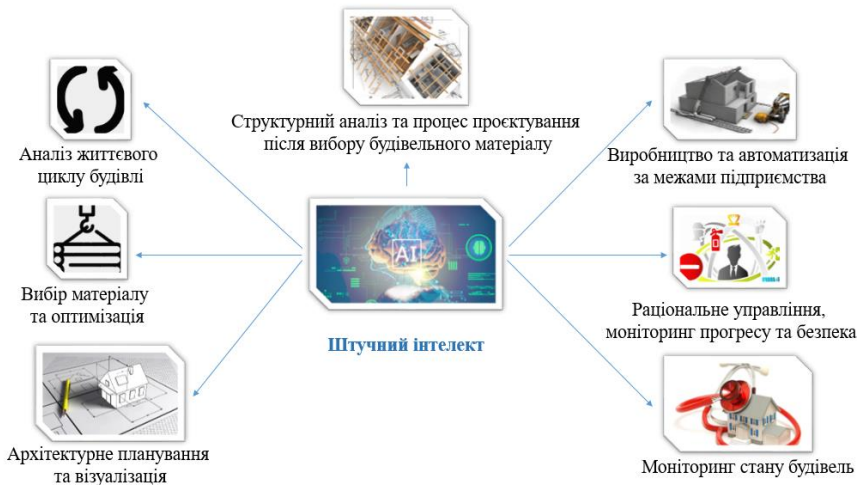


Рис. 1 Штучний інтелект у будівництві

- архітектурне планування та візуалізація;
- вибір матеріалу та оптимізація;
- структурний аналіз та процес проєктування після вибору

будівельного матеріалу;

- виробництво та автоматизація за межами підприємства;
- раціональне управління, моніторинг прогресу та безпека під час будівництва;
- моніторинг стану збудованого об'єкту;
- аналіз життєвого циклу будівлі.

Важливим етапом під час будівництва є архітектурне планування та візуалізація. Це складний процес, який вимагає фундаментальних експертних знань, чималого досвіду креативності спеціаліста. Штучний інтелект може полегшити роботу, базуючись на шаблонах, які були розроблені в попередніх проєктних даних для створення нових дизайнів.

Алгоритми машинного та глибинного навчання набули широкого розповсюдження в області архітектурного проєктування та візуалізації з такими технологіями, як 2-D і 3-D генеративний архітектурний дизайн, класифікація архітектурних стилів і типів будівель, архітектурні креслення, розпізнавання простору та синтез внутрішньої сцени [9].

Є деякі важливі фактори та проблеми, які необхідно при цьому враховувати:

- пошук високоякісного набору даних;
- час і ресурси, що були затрачені на попередню обробку даних;
- створити більш надійні алгоритми для автоматизації процесу.

Ще одним важливим етапом, де використання алгоритмів ШІ можуть прийти на допомогу, є вибір відповідного будівельного матеріалу. Адже, саме вид конструкційного матеріалу впливає на швидкість зведення та фізико-механічні властивості конструкцій майбутньої будівлі. Сучасні технологічні розробки, які включають елементи штучного інтелекту у цій галузі, базуються на використанні бетону. Алгоритми ШІ можуть допомогти у процесі прогнозування різних цільових функцій на основі попередніх даних.

Більшість оптимізаційних задач, в основному, виконуються за допомогою алгоритмів оптимізації, таких як: лінійне програмування, конічна оптимізація другого порядку, метаевристичні алгоритми [4].

Методи ШІ також можна використовувати під час структурного аналізу при проєктуванні вже після вибору будівельного матеріалу.

Інтеграція методів штучного інтелекту у проєктування будівельних конструкцій у реальному часі стикається з дуже вагомою проблемою, яка дістала назву “природа чорної скриньки”. Однак, незважаючи на ці недоліки, існують випадки, коли застосування ШІ є доцільним і має переваги перед традиційними методами.

Як приклад, можна навести розробку сейсмологічного проєкту,

аналіз вигину та втоми, прогнозування вантажопідйомності та рівня пошкоджень існуючих конструкцій для реконструкції. Відкривається можливість використання та впровадження нових функцій, таких як генеративний дизайн, що можуть допомогти структурному дизайну, надаючи більшу кількість проектних можливостей.

Застосування алгоритмів штучного інтелекту, зокрема, глибокого навчання, дозволяє здійснювати автоматизоване генеративне проектування й аналіз. Використання підходу глибокого навчання дозволяє автоматизувати структурний аналіз та проектування попередньо напружених елементів [10, 11].

Штучний інтелект може бути використаний у виробництві поза межами підприємства та в процесі 3D-друку будівель з метою підвищення ефективності виробництва. Він може полегшити автоматизоване проектування для виробництва та складання модульних систем і вдосконалення роботизованих систем.

Вдосконалення технологій будівництва призвело до поліпшення якості, але, водночас, збільшило тривалість возведення об'єктів.

Управління будівництвом включає планування проекту, координацію, бюджетування та нагляд за процесом будівництва [8].

Зазвичай, ці процеси здійснюються за допомогою досвіду інженерів та комерційного програмного забезпечення. Моніторинг прогресу будівництва, зазвичай, вимагає ручного збору інформації з будівельного майданчика, такого як фотографування та документування. Підвищення безпеки на будівництві також залежить від ручного контролю [6, 7]. Однак, для підвищення ефективності та точності, ці процеси також можна автоматизувати з використанням штучного інтелекту [1].

Споруди, що побудовані традиційним методом, зазвичай, не мають спеціалізованих датчиків, метою яких є моніторинг стану будівель. Це призводить до відсутності важливої інформації, яка необхідна для прийняття рішень з управління та обслуговування вже побудованих об'єктів. Збір даних і розробка систем управління будівлею, які поєднують всі ці елементи, є складним завданням через різноманітність компонентів будівлі, великі обсяги даних, мінливість динаміки самої споруди, погодні умови та чисельні фактори невизначеності [5].

У сучасних будинках для ефективного збору цих даних використовується технологія “Інтернет речей” (Internet of Things, IoT). Саме для аналізу таких даних та операційного управління будівлі доцільно використовувати методи штучного інтелекту. Цей процес може включати аналітику, збір і зберігання даних, а також їх перегляд. Під час реалізації даної технології слід дотримуватися концепції поєднання

технологій “розумного будинку” та інтеграції ШІ.

Це дозволить в подальшому більш ефективно керувати системами енергозбереження, викидів, клімат-контролю, безпеки об’єкта в цілому.

Використовуючи методи штучного інтелекту під час аналізу життєвого циклу будівлі, можна створити більш досконалу регенеративну систему на основі принципів кругової економіки. Це дасть поштовх для прискорення переходу до економіки замкнутого циклу, зокрема, в процесі повторного використання, ремонту та переробки у системі.

Можна стверджувати, що методи та алгоритми ШІ можна з великим успіхом інтегрувати на багатьох етапах будівництва, які включають в себе:

- автоматизоване генеративне проєктування архітектури;
- прогнозування властивостей будівельних матеріалів;
- розробку економічних, ефективних, стійких і міцних матеріалів і композитів;
- проєктування конструкцій;
- обробку величезних обсягів даних, які генерують “розумні будівлі”;
- переробку відходів від знесення будівель за допомогою систем роботів, які підтримують технологію штучного інтелекту;
- контроль якості будівельного процесу;
- поєднання ШІ та технології 3-D друку за межами підприємства для підвищення ефективності виробництва.

Використання штучного інтелекту має значний вплив на будівництво, покращуючи процеси та результати в таких областях, як проєктування, планування, технічне обслуговування та експлуатація. Штучний інтелект продовжує розвиватися, і це відкриває шлях до ще ширшого використання його у будівельній галузі в найближчі роки. Розробка рішень, що базуються на штучному інтелекті, стане ключовою для забезпечення реалізації безпечних, ефективних і стійких будівельних проєктів, які приносять користь суспільству в цілому.

Посилання

1. Applications of object detection in modular construction based on a comparative evaluation of deep learning algorithms / С. Liu та ін. Construction innovation. 2021. Ahead-of-print, ahead-of-print. URL: <https://doi.org/10.1108/ci-02-2020-0017>.

2. Artificial intelligence and the UK construction industry – empirical study / Н. Jallow та ін. Engineering management journal. 2022. С. 1–14. URL: <https://doi.org/10.1080/10429247.2022.2147381>.

3. Artificial intelligence in the construction industry: a review of present status, opportunities and future challenges / S. O. Abioye та ін. *Journal of building engineering*. 2021. T. 44. C. 103299. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103299>.

4. DeRousseau M. A., Kasprzyk J. R., Srubar W. V. Computational design optimization of concrete mixtures: a review. *Cement and concrete research*. 2018. T. 109. C. 42–53. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.04.007>.

5. Gaurav Mishra. Artificial intelligence in home automation as a boon for civil engineering. *EPRa international journal of research & development (IJRD)*. 2022. C. 292–295. URL: <https://doi.org/10.36713/epra10347>.

6. How artificial intelligence changed the construction industry in safety issues / P. Razi та ін. *IOP conference series: earth and environmental science*. 2023. T. 1140, № 1. C. 012004. URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1140/1/012004>.

7. Lee J., Lee S. Construction site safety management: a computer vision and deep learning approach. *Sensors*. 2023. T. 23, № 2. C. 944. URL: <https://doi.org/10.3390/s23020944>.

8. Mohapatra A., Mohammed A. R., Panda S. Role of artificial intelligence in the construction industry – A systematic review. *Ijarcce*. 2023. T. 12, № 2. URL: <https://doi.org/10.17148/ijarcce.2023.12205>.

9. Mohapatra A., Mohammed A. R., Panda S. Role of artificial intelligence in the construction industry – A systematic review. *Ijarcce*. 2023. T. 12, № 2. URL: <https://doi.org/10.17148/ijarcce.2023.12205>.

10. Using artificial intelligence to find design errors in the engineering drawings / R. Dzhusupova та ін. *Journal of software: evolution and process*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1002/smr.2543>.

11. Zhang Y. Safety management of civil engineering construction based on artificial intelligence and machine vision technology. *Advances in civil engineering*. 2021. T. 2021. C. 1–14. URL: <https://doi.org/10.1155/2021/3769634>.