

Використання штучного інтелекту для прогнозування структурних дефектів в будівництві.

¹Анатолій Верховодов, студент (ORCID: 0000-000X-XXXX-XXXX), ¹Олександр Поплавський, к. т. н., доц. (ORCID: 0000-0003-0465-6843)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, 03037, м. Київ, проспект Повітряних Сил, 31, Україна

АНОТАЦІЯ

У роботі представлено результати використання методів штучного інтелекту (ШІ) для прогнозування структурних дефектів у будівельних конструкціях. Дослідження спрямоване на покращення діагностики та запобігання руйнуванню об'єктів. ШІ-технології, зокрема машинне навчання та аналіз даних з датчиків, сприяють підвищенню точності виявлення потенційних пошкоджень і дозволяють автоматизувати моніторинг будівельних споруд на різних етапах їх експлуатації. Це дозволить значно скоротити витрати на ремонт і підвищити безпеку будівель.

Ключові слова: штучний інтелект, машинне навчання, прогнозування дефектів, будівельні конструкції, автоматизований моніторинг.

1. ВСТУП

Структурні дефекти в будівництві можуть призвести до руйнування споруд і фінансових втрат. Традиційні методи їх виявлення є повільними й дорогими через необхідність ручних інспекцій. Використання штучного інтелекту, зокрема машинного навчання, автоматизує цей процес, зменшуючи залежність від людського фактора. ШІ швидко аналізує великі обсяги даних і виявляє проблеми на ранніх етапах, що вже застосовується багатьма компаніями.

2. МЕТА

Метою цього дослідження є розробка та вдосконалення методів прогнозування структурних дефектів у будівельних конструкціях за допомогою штучного інтелекту. Прогнозування дозволить запобігати виникненню пошкоджень, покращити управління будівлями та оптимізувати процес ремонту й технічного обслуговування. Використання ШІ дозволить автоматизувати процес моніторингу та забезпечити надійний захист будівель від дефектів на всіх етапах їх експлуатації [1].

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРО ЗАСТОСУВАННЯ ШІ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕФЕКТІВ

Штучний інтелект революціонує моніторинг будівель. За допомогою датчиків та машинного навчання можна виявляти приховані пошкодження, такі як мікротріщини, ще до того, як вони стануть видимими. Нейронні мережі автоматизують аналіз зображень, дозволяючи швидко оцінювати стан великих конструкцій. Це значно спрощує і прискорює процес обстеження будівель [2].

Штучний інтелект активно проникає в будівництво. Незважаючи на консервативність галузі, ринок інструментів ШІ для будівництва швидко зростає і до 2029 року може сягнути \$11,8 млрд. Компанії як Autodesk, Newmetrix та Bentley вже пропонують спеціалізовані рішення, які допомагають оптимізувати будівельні процеси [3].



Рис.1: Використання ШІ в будівництві.

4. МОДЕЛЮВАННЯ ДЕФЕКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ШІ

Чисельне моделювання разом зі штучним інтелектом дозволяє створювати прогностичні моделі для оцінки розвитку дефектів у будівлях, враховуючи матеріали, вікові зміни та кліматичні умови. Інтеграція таких моделей із системами BIM забезпечує точну інформацію про стан споруд у реальному часі. Наприклад, Daisy AI та Autodesk розробили систему генеративного проєктування для дерев'яних конструкцій, яка допомагає архітекторам створювати надійні проєкти з мінімальними витратами.

Одним із наглядних методів є ШНМ – це математична модель, включно з її програмною реалізацією, що базується на принципах організації та функціонування біологічних нейронних мереж живого організму. Така мережа складається з нейронів, з'єднаних синапсами, які сумують і обробляють сигнали. Штучні нейронні мережі можуть об'єднувати безліч таких нейронів і вирішувати завдання, як кластеризація, класифікація, регресійний аналіз, технічний зір, розпізнавання мови та машинний переклад. Типова структура ШНМ включає три шари: вхідний, приховані та вихідний:

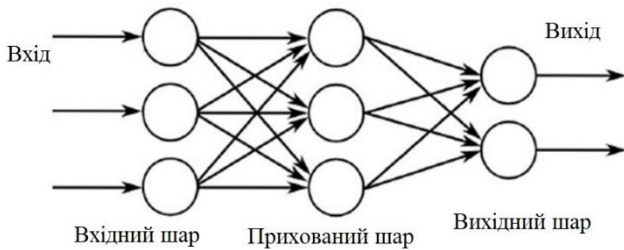


Рис.2: Схема ШНМ.

Одним із головних завдань технічного зору є класифікація зображень – визначення категорії об'єктів на зображенні. Згорткові нейронні мережі (ЗНМ) — найкраща архітектура для вирішення цих задач [4]. Вони «сканують» складні зображення частинами. Ядро згортки працює як нейрон, що множить фільтр на матрицю зображення зі зменшенням на один піксель. Для кольорових зображень до кожного каналу застосовується відповідна матриця, а потім результати сумуються. Однією з переваг ЗНМ є зменшення розміру вхідних даних, що знижує обчислювальні витрати, знизу наведена схема ЗНМ на рис.3:

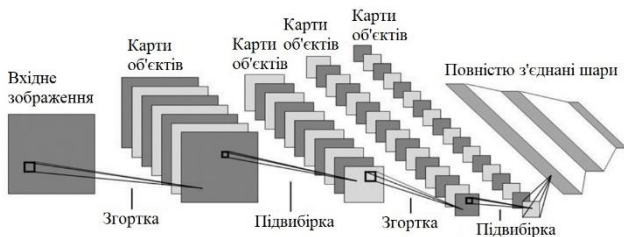


Рис.3: Схема ЗНМ.

Для перевірки алгоритму, який шукає тріщини в бетоні, зібрали 600 фотографій: 300 з тріщинами і 300 без. Фотографії були оброблені та підготовлені для навчання моделі. На рис. 4-5 показані приклади фото.



Рис.4: Фото з тріщинами.



Рис.5: Фото без тріщин..

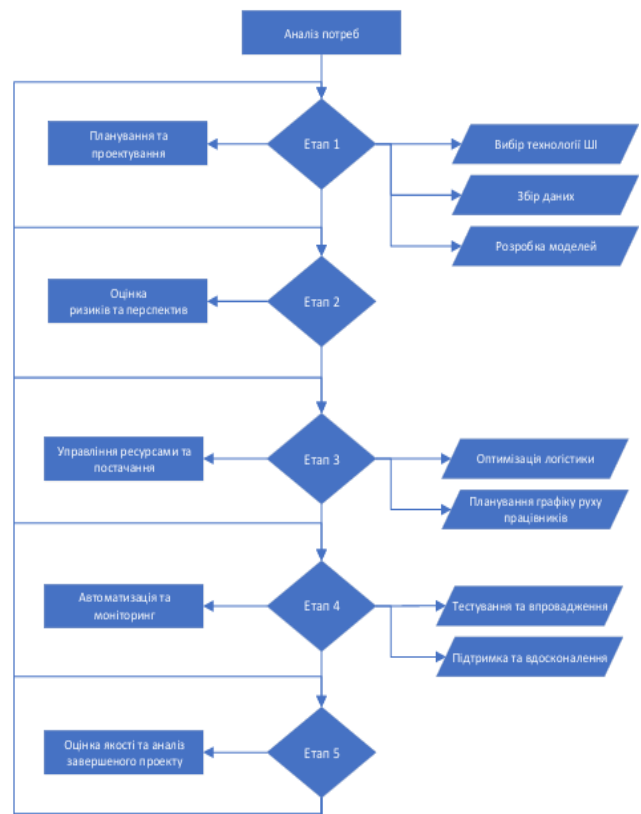


Рис.6: Схема аналізу потреб для виявлення дефектів.

5. ВИСНОВКИ

Штучний інтелект має великий потенціал у прогнозуванні структурних дефектів у будівництві. Використання ШІ для аналізу великих масивів даних дозволяє підвищити ефективність моніторингу будівель та знизити ризик виникнення серйозних пошкоджень. У перспективі, розвиток цих технологій дозволить створювати автоматизовані системи моніторингу, які забезпечать безперервне спостереження за станом будівель та своєчасну діагностику дефектів.

Список літератури

- [1] Wang L., Zhao Y. Integration of AI in Building Information Modeling for defect detection. Automation in Construction. 2022; vol. 3:pp. 150-168.
- [2] ШІ в будівництві: вплив на трансформацію будівельної галузі, Wezom, вебсайт URL: <https://wezom.com.ua/ua/blog/shi-v-budivnitstvi-vpliv-na-transformatsiyu-budivelnovyi-galuzi>
- [3] Kim B., Cho S. Automated Vision-Based Detection of Cracks on Concrete Surfaces Using a Deep Learning Technique. Sensors. 2018. Vol. 18, no. 10. P. 3452. URL: <https://doi.org/10.3390/s18103452>
- [4] Сикорський О.С. Огляд згорткових нейронних мереж для задачі класифікації зображень, Нові інформаційні технології в автоматизованих системах, 2017, № 3, С. 15-23.