

Інтелектуальні системи управління проєктами на основі BIM технології та штучного інтелекту

Микола Цай¹, аспірант (ORCID: 0009-0004-3836-3867)
Микола Здрілько¹, аспірант (ORCID: 0009-0008-7138-4132)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна

АНОТАЦІЯ

Дослідження доводить доцільність розроблення та використання інтелектуальних систем управління проєктами на основі штучного інтелекту, що поєднує прогностичну аналітику з BIM технологією. Такі системи мають обробляти множинні інформаційні потоки, включаючи BIM-геометрію та освітні вимоги через обробку природної мови. Оскільки будівельна галузь переживає цифрову трансформацію, це дослідження забезпечує основу для розробки інтелектуальних систем управління проєктами, які можуть збалансувати конкуруючі цілі різних стейкхолдерів, зберігаючи при цьому процеси прийняття рішень, орієнтовані на комфортне для людини середовище.

Ключові слова: штучний інтелект; інформаційне моделювання будівель, BIM, управління проєктами

1. ВСТУП

Розвиток сучасної освітньої інфраструктури стикається з безпрецедентними викликами, що вимагають інноваційних підходів до управління проєктами, здатних одночасно забезпечувати ефективність будівництва, освітню результативність та відповідати цілям сталого розвитку. Традиційні методи управління проєктами виявилися не ефективними для управління складними екосистемами зацікавлених сторін, характерними для освітніх закладів. На відміну від традиційних комерційних або житлових проєктів, освітні будівлі слугують динамічним середовищем, де просторове проєктування безпосередньо впливає на результати навчання, що робить їх успішну реалізацію набагато складнішою, ніж стандартні будівельні проєкти. Конвергенція технологій штучного інтелекту та інформаційного моделювання будівель пропонує трансформаційну можливість для вирішення цих багатогранних проблем за допомогою інтелектуального управління проєктами на основі інтеграції даних.

2. МЕТА

Метою роботи є дослідження можливості розроблення інтегрованої платформи для управління проєктами сталого розвитку на основі штучного інтелекту та BIM технології. BIM революціонізував візуалізацію та координацію будівництва, а штучний інтелект продемонстрував чудові можливості в розпізнаванні образів та прогностичній аналітиці, їх інтеграція залишається значною мірою невивченою темою, особливо в контексті сталого розвитку освітніх закладів.

3. ЗАСТОСУВАННЯ BIM ТЕХНОЛОГІЙ

BIM технології чудово справляються з обробкою геометричних та атрибутивних даних, але мають труднощі з врахуванням поведінкових та функціональних аспектів, що визначають ефективність навчання, оскільки традиційні BIM-моделі можуть точно відображати вигляд класної кімнати, але не можуть передбачити, як різні просторові конфігурації вплинуть на залученість учнів або результати

навчання. Більше того, часовий вимір вимог до закладів освіти створює додаткові труднощі, оскільки освітні простори мають враховувати не лише поточні потреби реалізації навчального плану, але й передбачати майбутні зміни в навчальній програмі, інтеграції технологій та методологіях навчання, тоді як традиційні BIM-моделі представляють собою статичні знімки проєктного задуму, а не динамічні системи, які можуть адаптуватися до вимог, що змінюються.

4. ПОТЕНЦІАЛ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Системи штучного інтелекту демонструють чудовий потенціал для вирішення складних проблем управління проєктами за допомогою прогностичної аналітики, розпізнавання образів та автоматизованого прийняття рішень. Однак сучасні застосування штучного інтелекту в будівництві залишаються значною мірою відірваними від просторових та часових даних, якими керують BIM-системи, що являє собою значну втрачену можливість для комплексного проєктного менеджменту. Освітній будівельний сектор особливо повільно впроваджує технології штучного інтелекту, незважаючи на потенціал машинного навчання для вирішення унікальних проблем. Крім того, існуючі програми штучного інтелекту в будівництві зосереджені переважно на операційній ефективності та оптимізації витрат, при цьому обмежено враховуються педагогічні цілі, які визначають успіх освітнього проєкту.

5. ІНТЕГРОВАНІЙ ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ

Опрацювання сучасних наукових досліджень [1-5] виявляє кілька критичних прогалів, які суттєво обмежують потенціал інтегрованого управління проєктами освітніх закладів. Конвергенція штучного інтелекту та BIM технології саме для освітніх проєктів залишається значною мірою невивченою, створюючи значні можливості для інноваційного дослідницького внеску. Найбільш значна прогалина існує в розробці інтелектуальних систем управління проєктами, які можуть одночасно оптимізувати

ефективність будівництва, ефективність освіти та показники сталого розвитку, оскільки сучасні дослідницькі підходи розглядають такі цілі як окремі цільові функції, а не визнають можливості для синергетичних рішень. Крім того, існуючі алгоритми ШІ рідко включають критерії освітнього середовища, засновані на доказах, що перешкоджає розробці інтелектуальних систем, які можуть передбачати, як рішення щодо просторового планування впливає на ефективність навчання протягом терміну експлуатації закладу освіти. Крім того, сучасні аналітичні інструменти управління проектами забезпечують обмежені можливості для перетворення складних технічних даних у відповідні формати для різних груп зацікавлених сторін з дуже різним рівнем експертизи, тоді як традиційні системи BIM чудово відображають поточні умови проектування, але не мають можливості моделювати, як освітній простір має адаптуватися до педагогічних методологій та вимог до технологічної інтеграції протягом періоду експлуатації. У таблиці 1 наведено порівняльний аналіз традиційних підходів до управління проектами порівняно з запропонованим інтегрованим підходом ШІ-BIM для розвитку освітніх закладів.

Таблиця 1. Порівняльний аналіз традиційних та інтегрованих підходів до управління проектами на основі ШІ та BIM

Аспект	Традиційний підхід	Інтегрований підхід ШІ - BIM
Інтеграція даних	Відсутня, ручний збір даних	Автоматизована інтеграція з багатьох джерел
Прийняття рішень	Реактивний, заснований на досвіді	Прогнозна аналітика на основі даних
Комунікація із зацікавленими сторонами	Через статичні звіти, технічна мова	Динамічні інформаційні потоки
Оптимізація дизайну	Одно цільова	Багатокритеріальна
Контроль якості	Періодичні перевірки	Автоматизований моніторинг у режимі реального часу
Управління ризиками	Засновані на історичних прецедентах	Прогнозне моделювання на основі штучного інтелекту
Оцінка сталого розвитку	Оцінка наприкінці проекту	Безперервний моніторинг життєвого циклу
Адаптивність	Обмежений обсяг	Можливість динамічного реагування
Здатність до навчання	Знання, специфічні для проекту	Накопичення знань між проектами

6. ВИСНОВКИ

Результати дослідження підтверджують необхідність розробки комплексної моделі управління на базі штучного інтелекту, яка усуває фундаментальні обмеження сучасних підходів до розвитку освітніх закладів шляхом створення

глибокої інтеграції між штучним інтелектом та технологіями інформаційного моделювання будівель. Теоретичний внесок цієї роботи виходить за рамки традиційного управління будівництвом, створюючи нові рамки для проектного інтелекту, які розглядають освітні результати як основні рушійні сили проектування, а не як вторинні обмеження.

Практичні застосування такого інтегрованого підходу дозволяють покращити ефективність реалізації проектів, показники сталого розвитку та результативність освіти, чого сучасні підходи не можуть досягти, що надає проектним командам розширені можливості для успішного управління складними освітніми проектами, одночасно оптимізуючи кілька цілей різних стейкхолдерів, а не розглядаючи їх як конкуруючі обмеження. Результати дослідження виходять за межі освітнього будівництва, демонструючи, як штучний інтелект та інформаційне моделювання будівель можуть бути інтегровані для вирішення складних проектних завдань за участю багатьох зацікавлених сторін у різних сферах. Оскільки будівельна галузь переживає цифрову трансформацію, це дослідження забезпечує основу для розробки інтелектуальних систем управління проектами, які можуть збалансувати конкуруючі цілі різних стейкхолдерів, зберігаючи при цьому процеси прийняття рішень, орієнтовані на людину. Успіх цього підходу в розвитку освітніх закладів свідчить про значний потенціал для застосування до інших типів будівель, що обслуговують складну людську діяльність, потенційно трансформуючи те, як суспільство проектує та створює забудоване середовище.

Список літератури

- [1] Dolhopolov, S., Honcharenko, T., Terentyev, O., Savenko, V., Rosynskyi, A. Multi-Stage Classification of Construction Site Modeling Objects Using Artificial Intelligence Based on BIM Technology. 2024 35th Conference of Open Innovations Association (FRUCT), 179-185
- [2] Цай М. І., Здрілько М. В. Інтегрована модель управління освітніми проектами для сталого розвитку на основі штучного інтелекту та BIM-аналітики. Управління розвитком складних систем, 2025. № 62. С. 38 – 46, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2025.62.38-46
- [3] Chernyshev D., Dolhopolov S., Honcharenko T., Sapaiev V., Delembovskyi, M. Digital object detection of construction site based on building information modeling and artificial intelligence systems. International Workshop on ITAP-2022, vol. 3309, pp. 271-278, 2022. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3309/short10.pdf>.
- [4] Francis M., Perera, S., Zhou, W., Nanayakkara, S. Artificial intelligence applications for proactive dispute management in the construction industry: A systematic literature review. Journal of Information Technology in Construction, 2025. DOI: 10.36680/j.itcon.2025.029
- [5] Mohd Saupi, N.D., Ismail, N.A. Implementation of 5D Building Information Modelling (BIM) in Construction Management: Benefits and Challenges Faced by Construction Professionals. Built Environment Journal, 2025. DOI: 10.24191/bej.v21iSI.2418

¹ Робота виконана під керівництвом д-р. техн. наук, проф., завідувач. кафедри УП Олена Веренич