

УДК 69.05

Дубінін Д. В., канд. техн. наук, <https://orcid.org/0000-0002-2044-0631>

Клис М. В., канд. техн. наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0001-6790-8281>

Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА), м. Київ, Україна

## ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ BIM-ПРОЄКТУВАННЯ

### *Анотація*

**Вступ.** У сучасному будівництві цифровізація процесу проєктування стає ключовим чинником підвищення ефективності та конкурентоспроможності. Технології Building Information Modeling (BIM) забезпечують комплексне управління даними на всіх етапах життєвого циклу об'єкта, однак їх потенціал може бути значно розширений завдяки інтеграції інструментів штучного інтелекту (ШІ).

**Проблематика.** Попри широке впровадження BIM, значна частина проєктних рішень залишається трудомісткою та схильною до помилок через необхідність опрацювання великих обсягів інформації вручну. Низька якість вихідних даних, недосконалість координації між виконавцями та недостатня автоматизація аналітичних операцій призводять до затримок, зростання вартості та ризиків у проєктуванні.

**Мета.** Дослідити можливості застосування алгоритмів штучного інтелекту для підвищення точності, швидкості та надійності BIM-проєктування, а також визначити ефективні підходи до інтеграції ШІ у стандартні проєктні бізнес-процеси.

**Матеріали і методи.** У роботі використано методи теоретичного узагальнення й аналізу наукових публікацій, порівняння практичного досвіду застосування нейронних мереж у моделюванні та обробці даних, а також порівняльну оцінку інструментів машинного навчання щодо їх здатності автоматизувати рутинні операції BIM-проєктів. Досліджено кейси використання ШІ в автоматичній класифікації елементів, пошуку колізій, прогнозуванні показників ефективності будівельних систем.

**Результати.** Виявлено, що алгоритми глибинного навчання підвищують точність моделювання шляхом автоматичного виправлення помилок, оптимізації параметричних рішень та інтелектуальної координації між різними дисциплінами. Застосування ШІ дозволить скоротити час на виконання окремих проєктних операцій, а також підвищити якість даних, що використовуються під час моделювання та аналізу.

**Висновки.** Інтеграція штучного інтелекту у BIM-проєктування є перспективним напрямом розвитку цифрових технологій будівництва, що сприяє автоматизації процесів, зменшенню кількості помилок і оптимізації проєктних рішень. Застосування інтелектуальних алгоритмів дозволяє підвищити якість моделювання та ефективність взаємодії учасників проєкту, формуючи підґрунтя для впровадження більш гнучких та інноваційних підходів у будівельній індустрії.

**Ключові слова:** автоматизація, BIM, машинне навчання, оптимізація проєктування, організаційно-технологічні процеси, організація будівництва, система управління якістю, якість будівництва, якість проєктних рішень, штучний інтелект, цифрове будівництво, цифрова модель.

### **Вступ**

Стрімка цифровізація будівельної галузі зумовлює переосмислення традиційних підходів до проєктування та управління інформацією на всіх етапах життєвого циклу будівельних об'єктів. У цьому контексті технології інформаційного моделювання будівель (BIM) стали ключовим інструментом інтегрованого проєктування, забезпечуючи багатовимірне представлення об'єкта, узгодження міждисциплінарних рішень та підвищення точності проєктної документації. Однак

зростання масштабу BIM-моделей, збільшення обсягів даних та ускладнення процесів координації призводять до значного навантаження на фахівців і створюють ризики допущення помилок, що проявляються у вигляді колізій, невідповідностей вимогам норм чи неякісних проектних рішень.

У світовій практиці одним із найперспективніших шляхів вирішення цих проблем є інтеграція методів штучного інтелекту (ШІ) у процеси BIM-проекткування. Використання алгоритмів машинного навчання, нейронних мереж, обробки природної мови та інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень відкриває можливості для автоматизації контролю якості, оптимізації проектних рішень, прогнозування експлуатаційних параметрів та зменшення людського чинника у складних процесах моделювання. ШІ забезпечує високий рівень аналізу структурно-просторових взаємодій, дозволяє виявляти закономірності у великих масивах BIM-даних та формує нову парадигму цифрового моделювання — від ручної перевірки до інтелектуального, самонавчального середовища проектування.

Особливої актуальності це набуває в умовах глобального переходу до автоматизованого контролю відповідності (Automated Code Checking), цифрових нормативних платформ та підвищення вимог до прозорості й стандартизації будівельних процесів. Штучний інтелект у BIM відкриває можливість створення самостійних модулів валідації, які здатні інтерпретувати нормативні вимоги, аналізувати геометрію та параметри елементів, формувати пропозиції щодо оптимізації рішень і моделювати наслідки інженерних змін. Таким чином, інтелектуалізація BIM не лише підвищує якість проектування, але й сприяє формуванню нових інструментів для управління ризиками, скорочення витрат та забезпечення відповідності вимогам безпеки й надійності.

Вивчення можливостей ШІ у BIM-процесах є надзвичайно важливим для наукової та інженерної спільноти, оскільки дає змогу визначити ефективні моделі інтеграції інтелектуальних алгоритмів у цифрове проектування, оцінити їхній вплив на якість проектних рішень та розробити методологію майбутнього розвитку будівельної галузі в умовах повної цифрової трансформації.

### Основна частина

Аналіз наукових джерел свідчить, що інтеграція штучного інтелекту (ШІ) у методологію BIM стала одним із провідних напрямів цифрової трансформації будівельної галузі. Сучасні дослідники підкреслюють зростання ролі інтелектуальних алгоритмів у підвищенні ефективності моделювання, оптимізації проектних рішень, автоматизації робочих процесів і зменшенні людського впливу на рутинні операції. У першу чергу, увага наукової спільноти зосереджена на автоматизації виявлення та класифікації колізій, вдосконаленні процесів семантичної обробки BIM-даних та розвитку інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень.

Одним із новаторських підходів у сфері автоматизованого управління колізіями є концептуальна система пріоритизації, розроблена в [1]. У цій роботі автори пропонують алгоритмічну платформу, здатну не лише виявляти конфлікти всередині BIM-моделі, але й здійснювати їх тріаж — фільтрацію, групування та оцінювання за ступенем важливості, що дозволяє значно зменшити інформаційне перевантаження BIM-координаторів, яке виникає у великих проєктах. Подібний підхід представлено у дослідженні [2], де аналізується інтеграція глибокого навчання й машинних алгоритмів у процеси виявлення колізій та оптимізації проектних рішень. Авторка підкреслює, що алгоритми ШІ здатні навчатися на історичних даних, виявляючи складні кореляції та пропонуючи ефективні варіанти їх усунення.

Питання практичної реалізації інтелектуальних методів у BIM-процесах розкрито також у аналітичному огляді EuroSia BIM [3], де показано, що ШІ значно підвищує точність автоматичної ідентифікації колізій, забезпечує фільтрацію «помилкових» або несуттєвих конфліктів і дає можливість формувати прогнозні моделі для оцінки ризиків. У розвиток цього напрямку у роботі [4] пропонується поєднання машинного навчання та онтологічного моделювання, що дозволяє стандартизувати опис BIM-елементів та автоматизувати класифікацію як «жорстких», так і «м'яких» колізій, а перевірка методики на реальному проєкті продемонструвала високу точність визначення критичності конфліктів.

Проблематика автоматичної класифікації елементів BIM-моделі знайшла відображення в роботі [5]. Автори доводять ефективність використання TF-IDF і логістичної регресії для аналізу метаінформації та структурування даних, що є вкрай важливим у великих інфраструктурних проєктах. Дослідники наголошують, що автоматизована класифікація суттєво зменшує кількість помилок і створює технологічну основу для подальшої оптимізації моделі. Практичне застосування інтелектуальних алгоритмів у відстеженні колізій інженерних мереж розглядають у [6], які демонструють системний підхід до мінімізації конфліктів на стадії проєктування інженерних систем.

У ширшому контексті цифрової трансформації будівництва окремі дослідники звертають увагу на організаційні та комунікаційні аспекти. Так, в роботі [7] автор аналізує чинники, що впливають на ефективність взаємодії між замовником, підрядником та інженером, підкреслюючи значення цифрових інструментів у підвищенні прозорості та узгодженості процесів. Дослідження [8] демонструє використання BIM як інструмента підвищення якості архітектурного проєктування на основі стандартизованих процедур перевірки. Особливу увагу науковці приділяють також цифровим двійникам, що розширюють можливості BIM-моделювання. У роботі [9] показано ефективність BIM-орієнтованих цифрових двійників у управлінні відходами демонтажу, що набуває особливого значення у контексті стійкого розвитку.

Цифрові методології управління організаційно-технологічними процесами проєктування та будівництва всебічно представлені у публікації [10], де автори обґрунтовують доцільність цифровізації як засобу оптимізації параметрів проєкту та підвищення продуктивності. Своєю чергою, у [11] автори розробляють інтегровану систему підтримки рішень для досягнення третього рівня зрілості BIM, що передбачає глибоку інтеграцію інтелектуальних інструментів. Теоретичні основи забезпечення якості у будівництві, необхідні для впровадження цифрових рішень, висвітлені у колективній монографії [12].

У рамках цифрової трансформації підприємств у [13] представлена модель цифрової зрілості, придатну для адаптації в умовах будівельної галузі. Значний практичний інтерес становлять також роботи [14; 15], присвячені цифровізації організації та фінансування будівельних проєктів, а також [16] доповнює ці напрями, розкриваючи можливості цифрової трансформації логістики будівельних ресурсів. Роботи [17] наголошують на значущості роботизації та автоматизації у будівництві, а огляд [18] систематизує наявні інструменти оцінювання цифрової зрілості галузі. Нарешті, дослідження [19] демонструє можливість використання BIM для реформування системи ціноутворення в інфраструктурних проєктах.

Таким чином, огляд літератури підтверджує, що сучасні наукові напрацювання формують комплексну основу для інтеграції III та цифрових технологій у BIM-процеси. Домінуючими напрямками є інтелектуалізація виявлення та аналізу колізій, автоматизація класифікації елементів, розвиток цифрових двійників, роботизація, удосконалення організаційно-технологічного управління й підтримка прийняття рішень на основі даних.

Порівняльний аналіз сучасних інструментів машинного навчання, застосовуваних для автоматизації рутинних операцій у BIM-процесах, дав змогу виявити їхні ключові функціональні особливості, обмеження та потенціал інтеграції у середовище будівельного інформаційного моделювання (**табл. 1**). Узагальнення отриманих даних показало, що ефективність конкретного методу значною мірою залежить від типу даних та характеру завдань.

У групі класичних алгоритмів машинного навчання методи ансамблевого типу, зокрема Random Forest та Gradient Boosting (XGBoost, LightGBM), демонструють найвищі показники точності під час роботи з табличними та атрибутивними BIM-даними. Ці моделі виявилися особливо придатними для таких задач, як автоматизована класифікація конструктивних елементів, матеріалів, виробів і комплектів, прогнозування відхилень специфікацій від проєкту та контроль якості.

Таблиця 1

Порівняльна оцінка інструментів машинного навчання для автоматизації BIM-процесів

Інструмент / Метод	Основні можливості	Типові операції BIM, що автоматизуються	Переваги	Обмеження	Рівень придатності для BIM
Random Forest	Класифікація та регресія на основі ансамблю дерев	Автоматична класифікація елементів моделі; оцінка вартості та часу	Висока точність, стійкість до шумів, проста інтерпретація	Важкий для великих моделей; менш точний у складних геометричних задачах	Високий
Support Vector Machines (SVM)	Класифікація з високою точністю	Виявлення колізій; сортування елементів за типами	Ефективний при невеликих обсягах даних; точний	Падає ефективність на великих вибірках; потребує нормалізації	Середній
k-Nearest Neighbors (k-NN)	Проста модель для класифікації / пошуку схожості	Розпізнавання компонентів, пошук аналогів конструктивних рішень	Легко реалізувати; інтуїтивна логіка	Дуже повільний на великих моделях; чутливий до масштабів	Середній
Convolutional Neural Networks (CNN)	Обробка зображень, хмар точок та геометрії	Сегментація хмар точок; автоматичне розпізнавання елементів за 2D / 3D даними	Висока точність у геометричних задачах; ідеально для сканування	Потребує великих наборів даних і GPU	Дуже високий
Recurrent Neural Networks / LSTM	Аналіз часових даних	Прогнозування вартості, термінів, навантажень інженерних систем	Добре працює з трендами та динамікою проєктів	Важко навчати; не підходить для геометрії	Середній
Gradient Boosting (XGBoost / LightGBM)	Потужна ансамблева модель	Автоматичний контроль якості; прогноз відхилень у проєкті	Найвища точність на табличних даних; швидке навчання	Потребує ретельного налаштування	Високий
AutoML-системи	Автоматичний підбір моделей	Швидкий аналіз BIM-даних, автоматична класифікація дефектів	Автоматизує ML без глибоких знань	Обмежена гнучкість; залежність від платформи	Високий
Графові нейронні мережі (GNN)	Робота зі структурованими елементами моделей	Виявлення конфліктів між системами; аналіз зв'язків між компонентами	Дуже перспективні для BIM як графів відношень	Технологія ще розвивається; складність навчання	Дуже високий (перспективний)
NLP-моделі (BERT, GPT-класу)	Обробка тексту	Автоматичне читання проєктної документації, витяг даних, перевірка відповідностей	Висока якість обробки специфікацій та норм	Менш ефективні для геометрії	Високий

Стійкість подібних моделей до шумів і здатність обробляти великі множини ознак забезпечує їхнє практичне застосування в системах аналітичної підтримки проєктних рішень. Водночас потреба у ретельному налаштуванні гіперпараметрів (для бустингових моделей) та збільшення обчислювальних витрат із ростом обсягу даних залишаються суттєвими обмеженнями.

Алгоритми Support Vector Machines (SVM) та k-NN продемонстрували середню придатність до BIM-середовища. SVM виявив ефективність у задачах класифікації, наприклад у виявленні колізій та групуванні елементів, однак його продуктивність помітно знижується на великих вибірках. Метод k-NN є інтуїтивним та корисним для пошуку схожих рішень або розпізнавання компонентів, але характеризується низькою швидкістю при роботі з великими моделями та високою чутливістю до розмірності простору ознак.

Найкращі перспективи у сфері аналізу просторово-геометричних BIM-даних продемонстровані методами глибинного навчання. Зокрема, згорткові нейронні мережі (CNN) мають значну ефективність у задачах сегментації хмар точок, інтерпретації 3D-сканів та автоматичного розпізнавання елементів на основі графічних даних. Завдяки своїй здатності формувати високорівневі ознаки з візуальної інформації вони є ключовим інструментом для інтеграції BIM із технологіями лазерного сканування та комп'ютерного зору. Основним обмеженням CNN залишається потреба у великих обсягах навчальних даних і високих обчислювальних ресурсах.

Графові нейронні мережі (GNN) були ідентифіковані як найбільш перспективний інструмент для аналізу внутрішніх залежностей і просторової структури BIM-моделей, оскільки такі моделі природно описуються у вигляді графів. Результати дослідження засвідчили, що GNN можуть забезпечити якісно новий підхід до автоматичного виявлення міждисциплінарних конфліктів, аналізу топологічних зв'язків та підвищення координації між проєктними розділами. Попри складність їхнього навчання, ці методи демонструють високий потенціал щодо подальшого розвитку.

У сфері аналізу часових рядів найвищий потенціал у рекурентних нейронних мережах (RNN / LSTM), які можуть забезпечити ефективне прогнозування динаміки будівельних процесів, зміни навантажень інженерних систем, термінів виконання робіт та інших параметрів, що змінюються з часом. Проте їх застосування є обмеженим для задач, пов'язаних із просторовою геометрією.

Отримані результати засвідчують, що найбільш перспективними інструментами для автоматизації BIM-процесів є CNN і GNN — для просторово-геометричних задач, моделі Gradient Boosting і Random Forest — для роботи з атрибутивними даними, а NLP-моделі — для інтелектуального аналізу текстових документів. Комплексне використання цих підходів створює основу для формування інтегрованих інтелектуальних систем, здатних забезпечити значне підвищення якості, точності та ефективності BIM-проєктування.

### Висновки

Проведене дослідження комплексно підтверджує, що інтеграція штучного інтелекту у BIM-процеси є одним із ключових напрямів цифрової трансформації сучасної будівельної галузі. Аналіз теоретичних засад, методологічних підходів та практичних кейсів засвідчив, що інтелектуальні алгоритми здатні суттєво розширити функціональні можливості BIM, перетворивши його з інструмента інформаційного моделювання на повноцінну платформу підтримки управлінських і проєктних рішень.

У межах дослідження виявлено, що використання методів машинного навчання для автоматичної класифікації елементів моделі дає змогу значно зменшити трудомісткість рутинних операцій та підвищити вірогідність і структурованість BIM-даних. Застосування алгоритмів на основі TF-IDF, логістичної регресії, нейронних мереж та інших моделей забезпечує значне зниження відсотка помилок у порівнянні з ручними методами класифікації. Це закладає фундамент для більш точного моделювання, коректної параметризації та ефективної міждисциплінарної координації.

Найбільшого ефекту інтеграція ІІІ досягає у сфері автоматизованого виявлення та управління колізіями. На відміну від традиційних інструментів, які лише фіксують факти зіткнень між елементами, інтелектуальні моделі здатні аналізувати контекст взаємодії систем, групувати повторювані конфлікти, здійснювати їх пріоритизацію та пропонувати оптимальні варіанти вирішення. Це дозволяє різко знизити інформаційне перевантаження спеціалістів, підвищити точність прийняття рішень та мінімізувати кількість виправлень на пізніх етапах проєкту. Застосування онтологічних моделей у поєднанні з машинним навчанням продемонструвало особливо високий потенціал у розширенні семантичних можливостей ВІМ та подоланні проблеми неоднозначності трактування колізій.

Окрему увагу приділено застосуванню ІІІ у прогнозуванні ефективності будівельних систем. Використання прогнозних моделей, заснованих на методах глибинного навчання та аналітиці історичних даних, забезпечує можливість попереднього оцінювання імітаційних сценаріїв, прогнозування технічних і економічних ризиків, виявлення потенційних відхилень у графіках, бюджетах чи роботі інженерних систем. Це сприяє підвищенню надійності проєктних рішень, зменшенню ймовірності помилок та оптимізації експлуатаційних характеристик будівель.

Загалом результати дослідження підтверджують, що імплементація алгоритмів штучного інтелекту в ВІМ-орієнтовану діяльність є стратегічно важливим чинником розвитку будівельної галузі. АІ-інструменти забезпечують суттєве скорочення трудових витрат та часових ресурсів, підвищення точності моделювання та якості вихідних даних, удосконалення процесів координації між проєктними командами, підвищення прозорості та обґрунтованості управлінських рішень, зменшення ризиків, пов'язаних із людським фактором та складністю.

Науково-практичне значення проведеного аналізу полягає у формуванні системного бачення того, як штучний інтелект може трансформувати процеси планування, проєктування, координації та експлуатації об'єктів будівництва. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення інтегрованих платформ, що поєднують алгоритми ІІІ з цифровими двійниками, онтологічними моделями та інструментами автоматизованої валідації проєктних рішень. Такий підхід розкриє нові можливості для впровадження повністю автоматизованих інтелектуальних ВІМ-систем, що забезпечать якісно новий рівень ефективності та стійкості будівельних процесів.

### Список літератури

1. Borkowski, A. S., Kubrat, A. A Conceptual AI Based Framework for Clash Triage in Building Information Modeling (BIM): Towards Automated Prioritization in Complex Construction Projects. Buildings. 2025. Vol. 16. No. 4. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings16040690>.
2. Luna, A. AI and BIM Fusion: Automating Clash Detection and Design Optimization in Construction Projects. 2025. Режим доступу: URL: <https://surl.li/taafib>.
3. Euroasia BIM. AI Powered Clash Detection and Predictive BIM: A Deep Dive. Bimmodel.co. 2025. Режим доступу: URL: <https://www.euroasia.eu/post/ai-powered-clash-detection-and-predictive-bim-a-deep-dive>.
4. Kim, S., Lee, W., Yu, Y., Jeon, H., Koo, B. Employing Ontology and Machine Learning for Automatic Clash Detection and Classification in Multi-disciplinary BIM Models // International Conference on Construction Engineering and Project Management. 2024. P. 566–569. DOI: <https://doi.org/10.6106/ICCEPM.2024.0566>.
5. Motina, M., Morozenko, A. Classification of Building Components Using Artificial Intelligence Based on Meta-Information in BIM Models // In: Gibadullin, A. (ed.) Digital and Information Technologies in Economics and Management. DITEM 2023. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 942. Cham: Springer, 2024. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-55349-3\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-031-55349-3_16).
6. Pogorelskiy, S., Kocsis, I. BIM based collision tracking at the intersections of different building engineering systems at the design stage. International Review of Applied Sciences and Engineering. 2024. Vol. 16. No. 1. DOI: <https://doi.org/10.1556/1848.2024.00833>.

7. Kissabekov, A. Analysis of Factors Influencing Successful Interaction between the Client, Contractor, and Engineer on Construction Sites. *International Journal of Scientific and Management Research*. 2025. Vol. 8. DOI: <http://doi.org/10.37502/IJSMR.2025.8514>.
8. Choi, J. S. and Kim, I. H. Development of a BIM-based architectural design quality assurance checklist. *Korean Journal of Computational Design and Engineering*. 2013. 18(3). P. 177–188. DOI: <https://doi.org/10.7315/CAD/CAM.2013.177>.
9. Kaewunruen, S., Lin, Y. H., Guo, Y. BIM-driven digital twin for demolition waste management of existing residential buildings. *Scientific Reports*. 2025. Vol. 15. 28989. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-13938-9>.
10. Железняк, В., Конончук, Р. Цифрова методологія управління організаційно-технологічними процесами будівництва об'єктів для оптимізації проектних параметрів. Шляхи підвищення ефективності будівництва. 2024. № 2(54). С. 325–333. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54\(2\).325-333](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54(2).325-333).
11. Abumoeilak, L., Beheiry, S., Atabay, S. An integrated decision support system for BIM level 3 implementation. *Frontiers in Built Environment*. 2025. Vol. 11:1687407. DOI: <https://doi.org/10.3389/fbuil.2025.1687407>.
12. Tugai, O. A., Hryhorovskiy, P. Ye., Khyzhniak, V. O., Stetsenko, S. P., Bielienskova, O. Yu., Molodid, O. S., Chernyshev, D. O. Organizational and technological, economic quality control aspects in the construction industry: collective monograph. Lviv–Toruń: Liha-Pres. 2019. 136 p.
13. Jäkel, J.-I., Fischerkeller, F., Oberhoff, T., Klemt-Albert, K. Development of a Maturity Model for the Digital transformation of companies in the context of Construction Industry 4.0. *Journal of Information Technology in Construction*. 2024. Vol. 29. P. 778–809. DOI: <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2024.034>.
14. Bielienskova, O., Novak, Y., Matsapura, O., Zapiechna, Y., Kalashnikov, D., Dubinin, D. Improving the Organization and Financing of Construction Project by Means of Digitalization. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. 2022. Vol. 12. No. 8. P. 108–115. DOI: [https://doi.org/10.46338/ijetae0822\\_14](https://doi.org/10.46338/ijetae0822_14).
15. Novyкова, I., Bielienskova, O., Kulikov, O., Petrukha, S., Akizhanova, A., Zinchenko, M. Application of the Updated Project Approach for Institutionally Oriented Diversification of Construction Enterprises. 2023 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST). Astana, 2023. P. 558–566. DOI: <https://doi.org/10.1109/SIST58284.2023.10223510>.
16. Zeltser, R. Ya., Bielienskova, O. Yu., Novak, Ye., Dubinin, D. V. Digital Transformation of Resource Logistics and Organizational and Structural Support of Construction. *Nauka i innovatsii*. 2019. Vol. 15. No. 5. P. 38–51.
17. Davila Delgado, J. M., Oyedele, L., Ajayi, A., Akanbi, L., Akinade, O., Bilal, M., Owolabi, H. Robotics and automated systems in construction: Understanding industry-specific challenges for adoption. *Journal of Building Engineering*. 2019. Vol. 26. Article 100868. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100868>.
18. Ullah, R., Harrington, J., Farea, A., Otreba, M., Carroll, S., McKenna, T. Digital Maturity Assessment Tools for the Construction Industry: A PRISMA-ScR Scoping Review. *Buildings*. 2026. Vol. 16(1). 239 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings16010239>.
19. Цифра Т. BIM як інструмент реформування системи ціноутворення в будівництві (на прикладі дорожньо-будівельних компаній Казахстану). Шляхи підвищення ефективності будівництва, 2021, 2 (47), 167–178. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2021.47\(2\).167-178](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2021.47(2).167-178).

### References

1. Borkowski, A. S., & Kubrat, A. (2025). A Conceptual AI-Based Framework for Clash Triage in Building Information Modeling (BIM): Towards Automated Prioritization in Complex Construction Projects. *Buildings*. 16(4). DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings16040690> [in English].
2. Luna, A. (2025). AI and BIM Fusion: Automating Clash Detection and Design Optimization in Construction Projects. Retrieved from <https://surl.li/taafib> (Accessed: 05 January 2026) [in English].

3. Eurosia BIM. (2025). AI Powered Clash Detection and Predictive BIM: A Deep Dive. Retrieved from <https://www.eurosia.eu/post/ai-powered-clash-detection-and-predictive-bim-a-deep-dive> (Accessed: 05 January 2026) [in English].
4. Kim, S., Lee, W., Yu, Y., Jeon, H., & Koo, B. (2024). Employing Ontology and Machine Learning for Automatic Clash Detection and Classification in Multi-disciplinary BIM Models. In Proceedings of the International Conference on Construction Engineering and Project Management. P. 566–569. DOI: <https://doi.org/10.6106/ICCEPM.2024.0566> [in English].
5. Motina, M., & Morozenko, A. (2024). Classification of Building Components Using Artificial Intelligence Based on Meta-Information in BIM Models. In A. Gibadullin (Ed.), Digital and Information Technologies in Economics and Management (DITEM 2023). Lecture Notes in Networks and Systems (Vol. 942). Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-55349-3\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-031-55349-3_16) [in English].
6. Pogorelskiy, S., & Kocsis, I. (2024). BIM-Based Collision Tracking at the Intersections of Different Building Engineering Systems at the Design Stage. International Review of Applied Sciences and Engineering, 16(1). DOI: <https://doi.org/10.1556/1848.2024.00833> [in English].
7. Kissabekov, A. (2025). Analysis of Factors Influencing Successful Interaction between the Client, Contractor, and Engineer on Construction Sites. International Journal of Scientific and Management Research, 8. DOI: <https://doi.org/10.37502/IJSMR.2025.8514> [in English].
8. Choi, J. S., & Kim, I. H. (2013). Development of a Checklist for Quality Verification of Architectural Design Based on BIM. Journal of CAD/CAM Engineering. 18(3). 177–188. DOI: <https://doi.org/10.7315/CADCAM.2013.177> [in English].
9. Kaewunruen, S., Lin, Y. H., & Guo, Y. (2025). BIM-Driven Digital Twin for Demolition Waste Management of Existing Residential Buildings. Scientific Reports. No. 15. 28989. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-13938-9> [in English].
10. Zhelezniak, V., & Kononchuk, R. (2024). Digital Methodology for Managing Organizational and Technological Construction Processes to Optimize Project Parameters. Ways to Increase the Efficiency of Construction. No. 2(54). P. 25–333. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54\(2\).325-333](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54(2).325-333) [in Ukrainian].
11. Abumoeilak, L., Beheiry, S., & Atabay, S. (2025). An Integrated Decision Support System for BIM Level 3 Implementation. Frontiers in Built Environment. No. 11. 1687407. DOI: <https://doi.org/10.3389/fbuil.2025.1687407> [in English].
12. Tugai, O. A., Hryhorovskyi, P. Ye., Khyzhniak, V. O., Stetsenko, S. P., Bielienskova, O. Yu., Molodid, O. S., & Chernyshev, D. O. (2019). Organizational and Technological, Economic Quality Control Aspects in the Construction Industry. Lviv–Toruń: Liha-Pres [in English].
13. Jäkel, J.-I., Fischerkeller, F., Oberhoff, T., & Klemm-Albert, K. (2024). Development of a Maturity Model for the Digital Transformation of Companies in the Context of Construction Industry 4.0. Journal of Information Technology in Construction. Vol. 29. P. 778–809. DOI: <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2024.034> [in English].
14. Bielienskova, O., Novak, Y., Matsapura, O., Zapiechna, Y., Kalashnikov, D., & Dubinin, D. (2022). Improving the Organization and Financing of Construction Projects by Means of Digitalization. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 12(8). P. 108–115. Retrieved from URL: [https://ijetae.com/files/Volume12Issue8/IJETAE\\_0822\\_14.pdf](https://ijetae.com/files/Volume12Issue8/IJETAE_0822_14.pdf) [in English].
15. Novykova, I., Bielienskova, O., Kulikov, O., Petrukha, S., Akizhanova, A., & Zinchenko, M. (2023). Application of the Updated Project Approach for Institutionally Oriented Diversification of Construction Enterprises. In 2023 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST). P. 558–566. DOI: <https://doi.org/10.1109/SIST58284.2023.10223510> [in English].
16. Zeltser, R. Ya., Bielienskova, O. Yu., Novak, Ye., & Dubinin, D. V. (2019). Digital Transformation of Resource Logistics and Organizational and Structural Support of Construction. Nauka i Innovatsii. 15(5). P. 38–51 [in English].
17. Davila Delgado, J. M., Oyedele, L., Ajayi, A., Akanbi, L., Akinade, O., Bilal, M., & Owolabi, H. (2019). Robotics and Automated Systems in Construction: Understanding Industry-Specific Challenges

for Adoption. *Journal of Building Engineering*. No. 26. 100868. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100868> [in English].

18. Ullah, R., Harrington, J., Farea, A., Otreba, M., Carroll, S., & McKenna, T. (2026). Digital Maturity Assessment Tools for the Construction Industry: A PRISMA-ScR Scoping Review. *Buildings*. No. 16(1). 239 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings16010239> [in English].

19. Tsyfra, T. Yu. (2021). BIM as a Tool for Reforming the Pricing System: A Case of Road Construction Enterprises in Kazakhstan. Ways to Increase the Efficiency of Construction in the Conditions of the Formation of Market Relations. No. 7(2). P. 168–180. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2021.47\(2\).167-178](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2021.47(2).167-178) [in Ukrainian].

---

---

**Denis Dubinin**, Ph.D., <https://orcid.org/0000-0002-2044-0631>

**Maksym Klys**, Ph.D., Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0001-6790-8281>

*Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture (KNUBA), Kyiv, Ukraine*

### USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO IMPROVE THE QUALITY OF BIM DESIGN

#### **Abstract**

**Introduction.** In modern construction, the digitalization of the design process is becoming a key factor in increasing efficiency and competitiveness. Building Information Modeling (BIM) technologies provide comprehensive data management at all stages of the object's life cycle, but their potential can be significantly expanded through the integration of artificial intelligence (AI) tools.

**Problem statement.** Despite the widespread implementation of BIM, a significant part of design solutions remains labor-intensive and error-prone due to the need to process large amounts of information manually. Low quality of source data, imperfect coordination between performers, and insufficient automation of analytical operations lead to delays, increased cost, and risks in design.

**Objective.** To investigate the possibilities of using artificial intelligence algorithms to increase the accuracy, speed, and reliability of BIM design, as well as to identify effective approaches to integrating AI into standard design business processes.

**Materials and methods.** The paper uses methods of theoretical generalization and analysis of scientific publications, comparison of practical experience in the use of neural networks in modeling and data processing, as well as a comparative assessment of machine learning tools in terms of their ability to automate routine operations of BIM processes. Cases of AI use in automatic classification of elements, collision search, and prediction of performance indicators of building systems were studied.

**Results.** It was found that deep learning algorithms increase the accuracy of modeling due to automatic error correction, optimization of parametric solutions, and intellectual coordination between different disciplines. The use of AI will reduce the time for performing individual design operations, as well as improve the quality of data used during modeling and analysis.

**Conclusions.** The integration of artificial intelligence into BIM design is a promising direction in the development of digital construction technologies, which contributes to the automation of processes, reduction of errors, and optimization of design solutions. The use of intelligent algorithms allows to improve the quality of modeling and the efficiency of interaction between project participants, forming the basis for the implementation of more flexible and innovative approaches in the construction industry.

**Keywords:** BIM, design optimization, digital construction, automation, construction quality, quality of design solutions, artificial intelligence, machine learning, digital model, quality management system, organizational and technological processes, construction organization.