

Використання технології доповненої реальності (AR) у будівельних проєктах

Діана Ільїнська, здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти ¹ (ORCID: 0009-0009-8528-4690), Андрій Росинський, доктор філософії, доцент кафедри економіки будівництва ¹ (ORCID: 0000-0003-4119-7463)

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

АНОТАЦІЯ

Досліджено використання технології доповненої реальності (AR) у будівництві. Виокремлено, що застосування технології AR позитивно впливає на ефективність проєктування, управління будівельними процесами та контроль якості робіт. Розглянуто реальні кейси застосування доповненої реальності закордонними будівельними компаніями, таких як Skanska (Швеція), Mortenson Construction (США) і DPR Construction (США). Визначено, що технологія AR має значний потенціал у розвитку будівельної галузі, зокрема у поєднанні з іншими цифровими інструментами, такими як штучний інтелект (AI), технології BIM-проєктування та інтернет речей (IoT).

Ключові слова: цифровізація, моделювання, штучний інтелект, інтернет речей, BIM, AI, IoT, охорона праці, інформаційно-комунікаційні технології, проєктування.

1. ВСТУП

В умовах швидкого та всеохоплюючого розвитку технологій неможливо не почати використовувати їх як у повсякденному житті, так і у бізнес-процесах. Реалізація будівельних проєктів, на жаль, характеризується порівняно низьким рівнем діджиталізації та обмеженим впровадженням новітніх технологій. Це обумовлено тим, що переважна більшість будівельних проєктів вимагає довгострокового планування та тривалого, часто багаторічного, виконання. Водночас поступово зростає усвідомлення потенціалу інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) та їхнього значного впливу на ефективність проєктного планування, управління проєктами та їх реалізації. Зокрема, використання ІКТ покращує координацію і співпрацю між кошторисниками, підрядниками та інженерами. Перспективними напрямками цифровізації будівельної галузі є використання технологій будівельного інформаційного моделювання (BIM), штучного інтелекту (AI), пристроїв мережі інтернету речей (IoT) тощо. Актуальність цього питання у науковому та професійному середовищі будівельної галузі додатково підтверджується наявністю низки публікацій [1–5], присвячених дослідженням проблем та викликів цифровізації будівництва.

2. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ AR

Під доповненою реальністю (англ. *augmented reality* або *AR*) варто розуміти фізичний (реальний) світ, у якому учасники в режимі реального часу на додачу до об'єктів реальних також бачать віртуальні (цифрові) елементи. Це досягається за рахунок використання цифрових пристроїв.

Згідно з [6], очікується, що до 2033 року обсяг світового ринку доповненої реальності становитиме приблизно 591,7 млрд доларів США порівняно з 21,2 млрд доларів США у 2023 році. Стопчикова діаграма на рис. 1 відображає прогнозований середньорічний темп зростання обсягу світового ринку доповненої реальності на рівні 39,5% протягом виокремленого десятиріччя.

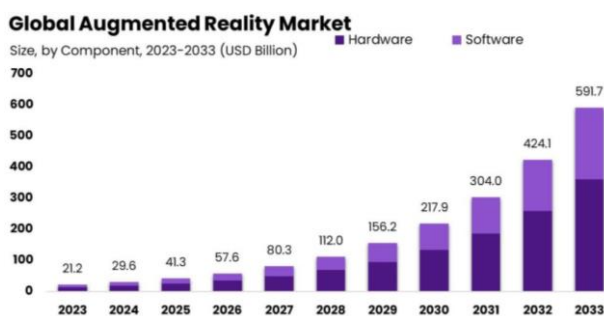


Рисунок 1. Прогнозований обсяг світового ринку доповненої реальності у 2023-2033 роках, млрд доларів США (Джерело: [6])

Одним з потенційних шляхів використання технології доповненої реальності в будівництві є її поєднання з технологією BIM. Зокрема, забезпечення можливості за допомогою спеціального устаткування (смартфонів, окулярів доповненої реальності тощо) фізичного переміщення людей об'єктом нерухомості, який існує лише у вигляді віртуальної моделі, створеної архітекторами та проєктувальниками. Це може слугувати не лише якісним елементом маркетингової стратегії для залучення інвесторів первинної житлової нерухомості, але й стати якісним інструментом налагодження, прискорення та оптимізації взаємодії між всіма стейкхолдерами будівельного проєкту ще на стадії проєктування: отримання зворотного зв'язку від замовника будівництва, виявлення та виправлення помилок проєктування, узгодження розташування інженерних мереж і комунікацій тощо. Це дозволяє зменшити кількість помилок проєктування та знизити рівень потенційних ризиків, а отже, і зменшити обсяг можливих додаткових витрат вже протягом будівництва об'єкта.

Але використання технології доповненої реальності не обмежується лише стадією проєктування, адже її використання протягом стадії будівництва дає можливість покращити процедури контролю якості виконаних будівельних робіт за рахунок наочного порівняння фактичного (реального) та еталонного (віртуального) результатів. Окрім цього, знижується і кількість

потенційних помилок протягом виконання будівельних робіт, адже будівельники можуть не лише бачити розташування реальних (вже фактично побудованих) елементів, але й зіставляти їх з віртуальними елементами моделі, зокрема тими, що будуть улаштовуватися на конкретному місці протягом подальших етапів будівельного виробництва. Можливість віртуального монтажу певних конструкцій та систем на довільному етапі будівельного виробництва унаочнює процес будівництва та спрощує процеси управління будівельним проєктом.

Окремої уваги заслуговує можливість інтеграції AR у навчання робітників-будівельників засадам техніки безпеки та охорони праці, особливо тих, що залучені до робіт з підвищеною небезпекою. Використання віртуальних симуляцій ризикованих та небезпечних ситуацій може стати корисним інструментом при проведенні інструктажів та допомогти робітникам не лише наочно виокремити потенційні ризики та небезпеки, але й відпрацювати алгоритм власних дій у випадку їх настання у безпечному віртуальному середовищі.

Варто зазначити, що технологія доповненої реальності придатна до використання і протягом стадії експлуатації об'єкту нерухомості, зокрема при проведенні ремонтних робіт. Використання технології AR дозволяє неінвазивно бачити проєктне розташування всіх прихованих об'єктів (наприклад, трубопроводів чи електричних мереж), що спрощує та пришвидшує процеси обслуговування та ремонту.

3. РЕАЛІЇ ВИКОРИСТАННЯ AR У СВІТІ

Skanska (Швеція) [7] активно застосовує доповнену реальність (AR) у будівництві для візуалізації проєктів у реальному середовищі, покращення співпраці між командами, контролю якості робіт і зменшення помилок. AR також використовується для навчання будівельників та підвищення безпеки на будівельних майданчиках. Ці технології також допомагають Skanska контролювати та зменшувати обсяги використання енергії та викидів вуглецю як у побудованих об'єктах нерухомості, так і безпосередньо при виконанні будівельних робіт.

Завдяки моделюванню лікарняних і операційних приміщень у тривимірному просторі клієнти компанії Mortenson Construction (США) [8] можуть наочно візуалізувати і взаємодіяти з найважливішим медичним обладнанням, робочими зонами і технологіями, виробляючи оптимальне планування і підвищуючи ергономічність приміщень. Це дає змогу істотно поліпшити турботу про пацієнтів, підвищити ефективність роботи персоналу і знизити витрати протягом експлуатації приміщень.

Компанія DPR Construction (США) [5] впровадила AR для покращення співпраці між будівельниками та проєктувальниками, що дозволило оптимізувати процеси прийняття рішень, зменшити кількість помилок і підвищити рентабельність будівництва.

Отже, до переваг застосування доповненої реальності у будівництві можна віднести зменшення кількості помилок під час проєктування та будівництва об'єктів нерухомості, що знижує обсяг потенційних витрат на їх виправлення, а також прискорення та оптимізацію процесів прийняття рішень та взаємодії між учасниками будівельного виробництва.

Водночас, існують і певні недоліки, до яких можна віднести необхідність у значних додаткових інвестиціях у обладнання та навчання працівників, а також обмежену точність низки AR-пристроїв, що унеможливило їхню коректну роботу в складних умовах будівництва.

4. ВИСНОВКИ

Впровадження технології доповненої реальності в будівельні процеси створює нові можливості для оптимізації витрат, підвищення точності проєктування та управління ресурсами. Її використання дозволяє створювати більш ефективні будівельні проєкти за рахунок зниження ризиків та помилок, що дозволяє досягати кращих економічних результатів. Хоч ця технологія ще знаходиться на стадії активного розвитку, її впровадження може значно змінити будівельну галузь у майбутньому. Використання AR у поєднанні з іншими цифровими технологіями, зокрема штучним інтелектом (AI), BIM та інтернетом речей (IoT), здатне зробити будівництво більш оптимізованим, інтегрованим і високотехнологічним, а отже й більш економічно ефективним.

Список літератури

- [1] Multi-Stage Classification of Construction Site Modeling Objects Using Artificial Intelligence Based on BIM Technology / S. Dolhopolov et al. 2024 35th Conference of Open Innovations Association (FRUCT), Tampere, Finland. URL: <https://doi.org/10.23919/fruct61870.2024.10516383>.
- [2] Мацала М. Інформаційні технології в будівництві та їх вплив на остаточне формування вартості проєкту. *Modern engineering and innovative technologies*. 2024. № 33. С. 9–15. URL: <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2024-33-00-005>.
- [3] Росинський А. В. Засади розвитку економічного потенціалу девелоперської компанії на ринку віртуальних активів. *Будівельне виробництво*. 2022. № 73. С. 64-73. URL: <https://doi.org/10.36750/2524-2555.73.64-73>.
- [4] Sorokina L., Tsyfra T., Vahovich I. Modeling the Level of Implementation of BIM by Enterprises as a Means of Optimizing the Cost. *Data-Centric Business and Applications*. Cham, 2024. P. 277–295. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-031-54012-7_12.
- [5] Zhang B., Dong N., Rischmoller L. Design Thinking in Action: A DPR Case Study to Develop a Sustainable Digital Solution for Labor Resource Management. *28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*, Berkeley, California, USA, 6–10 July 2020. 2020. URL: <https://doi.org/10.24928/2020/0137>.
- [6] Augmented Reality Market Size, Share. *Market.us*. URL: <http://surl.li/qtexup>.
- [7] Going digital: data is making buildings more sustainable. *Skanska.com*. URL: <http://surl.li/qlwhog>.
- [8] Mortenson hospital designs. *Unity*. URL: <https://unity.com/de/case-study/mortenson>.