

2. UNDP. Малий та середній бізнес в Україні : виклики, потреби та перспективи. Аналітичний звіт за результатами дослідження. Київ : ПРООН, 2024. 40 с.
3. OECD. Відбудовуємо Україну через зміцнення регіонального та муніципального управління. Париж : OECD Publishing, 2023. 388 с.
4. Sector Assessments for Private Sector Opportunities in Green and Resilient Reconstruction of Ukraine. World Bank, IFC, EBRD. Washington, D.C., 2023. 110 p.

УДК 692.624.04

ІНТЕГРАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬ І ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ РЕЧЕЙ У ПРОЄКТИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ, ПОШКОДЖЕНИХ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ

Литвиненко Д. В.¹, магістр, Бородин М. О.², канд. техн. наук, доц.
ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»
Українського державного університету науки і технологій

¹ 20074-pcb.lytvynenko@365.pdaba.edu.ua, ² borodin.maksym@pdaba.edu.ua

Постановка проблеми. Повномасштабна війна на території України супроводжується серйозними руйнуваннями, зокрема житлового фонду. Реконструкція даних об'єктів має вестись відповідно до сучасних норм та з використанням інноваційних технологій, що дозволить звести до мінімуму втрати. Використання BIM-технологій у будівництві розпочалося порівняно недавно, тому процес вироблення підходів та адаптації методики ведення робіт знаходиться у стадії апробації на різних об'єктах (починаючи з міст та закінчуючи окремими будинками). Набутий досвід необхідно розглядати з позицій використання в Україні, особливу увагу приділяючи проєктам, розробленим для відновлення умов нормального життя населення.

Мета досліджень. Для початку треба проаналізувати інструменти BIM з позиції їх використання у реконструкції об'єктів, пошкоджених під час війни [2].

Результати досліджень. Зараз важливим є пошук сучасних шляхів, за допомогою яких, Україна може як можна швидше відновити пошкоджені внаслідок бойових дій основні активи (житлові будівлі, об'єкти освіти, промислові об'єкти тощо). Інтеграція інформаційного моделювання будівель (BIM) та штучного інтелекту речей (AIoT) у проєкти реконструкції будівель, пошкоджених внаслідок воєнних дій, може значно підвищити ефективність, точність та безпеку робіт (табл. 1).

Таблиця 1

Шляхи інтеграція інформаційного моделювання будівель і штучного інтелекту речей у проєкти реконструкції будівель, пошкоджених унаслідок воєнних дій

1	2	3
Оцінка стану пошкоджених будівель	Дрони та IoT-датчики	Використання дронів для аерофотознімання та встановлення IoT-датчиків для моніторингу структури будівель у реальному часі. Дані можна інтегрувати в BIM-модель для створення актуального 3D-зображення пошкоджень.
	Комп'ютерний зір та AI	Аналіз зображень та сканів за допомогою алгоритмів штучного інтелекту для автоматичного визначення тріщин, деформацій та інших пошкоджень.
Планування та моделювання реконструкції	Динамічні BIM-моделі	Створення BIM-моделей, які оновлюються в реальному часі на основі даних з IoT-датчиків. Це дозволяє моделювати різні сценарії реконструкції

	Штучний інтелект для оптимізації	Використання AI для оптимізації планування робіт, вибору матеріалів і технологій. Алгоритми можуть враховувати вартість, доступність ресурсів і строки
Моніторинг і управління проектом	Цифрові двійники	Створення цифрових копій будівель для відстеження прогресу реконструкції в реальному часі
	AI-платформи для управління	Використання платформ з підтримкою штучного інтелекту для управління ризиками, прогнозування потенційних проблем і автоматизації рутинних процесів
Забезпечення безпеки та контролю якості	IoT для моніторингу безпеки	Датчики для моніторингу структурної цілісності та умов роботи на будівельному майданчику (температура, вібрації, рівень шуму тощо).
	AI для контролю якості	Аналіз виконаних робіт за допомогою AI для виявлення відхилень від проекту та стандартів якості
Енергетична ефективність та стале будівництво	Розумні системи управління	Впровадження розумних систем для управління енергоспоживанням та інженерними мережами
	Прогнозування енергоефективності	Використання AI для моделювання майбутнього споживання енергії та оптимізації конструктивних рішень
Інтерактивна взаємодія із зацікавленими сторонами	VR/AR технології	Використання віртуальної та доповненої реальності для візуалізації BIM-моделей та інтерактивної взаємодії з ними
	Хмарні платформи	Спільний доступ до даних і BIM-моделей через хмарні сервіси для координації між учасниками проекту
Юридична та документаційна підтримка	Автоматизація звітності	AI може автоматично генерувати звіти про хід робіт та дотримання регламентів
	Цифровий архів	Зберігання всіх даних про будівлю в цифровому форматі для юридичних потреб та подальшого обслуговування

Все вищевказане дозволяє зробити процес більш гнучким, швидким і економічно ефективним. Це також сприяє кращому контролю якості, безпеці та довгостроковій експлуатації реконструйованих об'єктів.

Зрозуміло, що ця інтеграція має враховувати локальні виклики та можливості. Ось конкретні рішення, адаптовані до українських умов, а саме:

1. Оцифрування пошкоджених будівель для відновлення інфраструктури
2. Планування відновлення критичної інфраструктури з урахуванням можливостей BIM-технологій.
3. Контроль якості та безпеки за допомогою можливостей штучного інтелекту та BIM-технологій та відбудова з акцентом на енергоефективність
5. Співпраця з українськими та міжнародними компаніями з врахуванням локальних IT рішень
6. Юридична база та стандартизація BIM

Висновок. Можна зробити висновок, що для України впровадження BIM та AIoT в проекти відбудови є стратегічно важливим. Це дозволить оптимізувати ресурси, залучити міжнародну підтримку та відновити інфраструктуру відповідно до сучасних стандартів. Важливим є створення державної стратегії цифровізації будівництва, яка включатиме підтримку BIM та IoT.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білов В. А. Інноваційні методи використання будівельного інформаційного моделювання (bim) у процесі реставрації пам'яток архітектури, пошкоджених внаслідок воєнних дій. *Таврійський науковий вісник. Серія : Технічні науки.* № 3. 2024.
2. Левченко Н. М., Бейнер П. С., Бейнер Н. В. Реконструкція будівель з використанням BIM-технологій при відновленні міст в Україні. *Металознавство та термічна обробка металів.* 2022. № 4 (99). С. 64–70.

3. Менайлюк О. І., Менайлюк І. О. Дослідження стану будівель та споруд пошкоджених внаслідок воєнних дій, April 2024, Building production. URL: https://www.researchgate.net/publication/379918132_DOSLIDZENNA_STANU_BUDIVEL_TA_SPORUD_POSKODZENIH_VNASLIDOK_VOENNIH_DIJ

УДК 69.05:711.582

КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОЇ КОНЦЕПЦІЇ БУДІВНИЦТВА ДОСТУПНОГО ЖИТЛА

Остапюк М. О.¹, магістр, **Кравчуновська Т. С.²**, докт. техн. наук, проф.
 ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»
 Українського державного університету науки і технологій
¹ 19036.ostapyuk@365.pdaba.edu.ua, ² kravchunovska.tetiana@pdaba.edu.ua

Постановка проблеми. Розробка ефективної концепції будівництва доступного житла вимагає врахування специфіки конкретного регіону, зокрема демографічних та економічних факторів. Відповідний аналіз дозволяє визначити потребу в житлі, платоспроможність населення, наявність трудових ресурсів та інфраструктури, що суттєво впливає на вибір організаційно-технологічних рішень.

Мета досліджень. Пошук зв'язку між показниками регіональної специфіки та організаційно-технологічними рішеннями будівництва доступного житла.

Результати досліджень. Аналіз демографічних факторів допомагає визначити цільову аудиторію та відповідну типологію житла. Аналіз економічного потенціалу регіону дозволяє визначити рівень платоспроможності населення, собівартість будівництва та можливості залучення фінансування. В таблиці 1 приведено критерії вибору організаційно-технологічних рішень в будівництві доступного житла.

Таблиця 1

Критерії врахування регіональної специфіки у виборі організаційно-технологічних рішень будівництва доступного житла

Критерії специфіки	Параметри	Показники	Приклади
Демографічні особливості регіону	Кількість та структура населення	- Загальна чисельність населення регіону. - Приріст або скорочення населення (коефіцієнт народжуваності та смертності). - Чисельність працездатного населення та рівень безробіття. - Відтік або приплив населення (міграційні тенденції).	- В регіонах із високим міграційним приростом доцільно будувати багатоповерхові житлові комплекси. - У малих містах та селах з низькою густотою населення більш ефективним є малоповерхове будівництво.