

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 624:[330.341.1:004.9]

І. А. АРУТЮНЯН^{1*}, О. В. АЖАЖА², В. В. КУЗНЕЦОВ³, Є. Е. АРУТЮНЯН⁴

^{1*} Кафедра промислового та цивільного будівництва, Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69606, тел. +38 (066) 900 78 28, ел. пошта iganaarutunan@gmail.com, ORCID 0000-0002-5049-3742

² Кафедра промислового та цивільного будівництва, Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69606, тел. +38 (066) 855 99 26, ел. пошта azazama12066@gmail.com, ORCID 0009-0000-3850-3306

³ Кафедра промислового та цивільного будівництва, Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69606, тел. +38 (068) 856 46 92, ел. пошта witjane20002014@gmail.com, ORCID 0000-0002-8169-4598

⁴ Кафедра міського будівництва і архітектури, Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69606, тел. +38 (095) 599 11 56, ел. пошта arutyunyanegen@gmail.com, ORCID 0000-0002-0502-6651

РОЗВИТОК ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В БУДІВНИЦТВІ ТА ЦИВІЛЬНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Мета. Будівництво та цивільна інженерія, традиційно сприймані як консервативні галузі, також відчувають необхідність адаптуватися до вимог часу і впроваджувати інноваційні технології. Україна, входячи в еру цифрової трансформації, активно розвиває та впроваджує нові технології в будівельній галузі. Тому систематизація та висвітлення ключових аспектів впливу цифрової трансформації на будівельну галузь та цивільну інженерію в Україні на сьогодні є головним завданням. **Методика.** Заведення технологій Інтернету Речей у будівельній галузі розширює можливості контролю та управління будівлями. **Результати.** Сенсори, що розташовані в різних частинах конструкцій, дозволяють в реальному часі моніторити стан будівлі, виявляти можливі проблеми та забезпечувати безпеку об'єктів. Штучний інтелект стає невід'ємною складовою цифрової трансформації будівництва. Алгоритми машинного навчання допомагають прогнозувати та оптимізувати процеси будівництва, що підвищує ефективність планування та управління ресурсами. Система 3D-друку в будівництві є однією з перспективних та революційних інновацій, яка вже зараз впливає на традиційні підходи до будівельних процесів. **Наукова новизна.** Аналіз поточних проблем, особливо зараз, в тяжкі часи війни, промислове будівництво в Україні, як і в усьому світі, є перспективним напрямом розвитку інших галузей загалом. Промислове будівництво є важливою галуззю будівельної індустрії, яка спеціалізується на створенні та експлуатації будівель та інфраструктурних об'єктів для промислових потреб. **Практична значимість.** Впровадження інноваційних технологій в будівництво та цивільну інженерію в умовах цифровізації економіки України має значний практичний вплив на різні аспекти галузі: Підвищення продуктивності та якості будівництва: Використання цифрових технологій, таких як Інтернет Речей (IoT), штучний інтелект (AI), віртуальна реальність (VR) та розширена реальність (AR), дозволяє підвищити ефективність процесів будівництва, зменшити час виконання робіт та уникнути помилок; Оптимізація витрат: Використання алгоритмів машинного навчання для прогнозування потреб у ресурсах, таких як матеріали та робоча сила, дозволяє раціоналізувати витрати та знижувати витрати на будівництво.

Ключові слова: інновація; цифровізація; будівництво; цивільна інженерія; будівельні процеси; моделювання; інформаційна галузь

Вступ

На основі аналітичних матеріалів Офісу ефективного регулювання (BRDO) з травня 2023 р. триває робота Міжвідомчої робочої групи з питань прискореного перегляду інструментів державного регулювання господарської діяльності (МРГ) (Постанова КМУ, 2023). Як

зазначає Міністерство цифрової трансформації України: «Цифровізація є важливою для економіки України, адже дозволить збільшити кількість нових робочих місць та досягти мінімум 4 % додаткового зростання ВВП на рік. Відкриття нових сегментів та галузей прискорить розвиток промисловості та бізнесу» (Постанова КМУ, 2023).

В комюніке, підписаному лідерами G7 у Хі-росімі 20 травня 2023 р. (Ministerial Declaration, 2023), у частині цифровізації визнано, що цифрові інновації, прискорені новими технологіями та інноваційними моделями управління, здатні розблокувати інклюзивне економічне-виробниче зростання та сталий розвиток суспільства на засадах прозорості, відкритості, справедливості, неупередженості, конфіденційності та інклюзивності (Gonchar, 2012; Takim, Harris, & Hadi Nawawi, 2013; Вишневський, & Князева, (eds.), 2020; Hardin, & McCool, 2015; Zhang, Chan, Darko, et al., 2022). Розглянуто 12 ініціатив з оптимізації та переведення інструментів державного регулювання бізнесу в електронну форму за такими напрямками, як: агросфера, будівництво, медицина, транспорт, відновлення тощо (Вишневський, & Князева, (eds.), 2020; Hardin, & McCool, 2015). Впровадження нових інструментів цифрової трансформації економіки продемонструвало важливість: цифрових технологій для подолання вразливостей, спричинених війною; участі бізнес-середовища у відбудові країни. Використання інноваційних технологій є необхідним пунктом при модернізації вже наявних і будівництві нових об'єктів. Високі технології та сучасне обладнання в тандемі підвищують якість продукції, енергоефективність та екологічну безпеку. Однією з ключових сфер впровадження інновацій є цифрове проектування та моделювання. Інформаційно-модельна технологія (BIM) надає можливість створювати віртуальні моделі будівель та інфраструктури, що полегшує співпрацю між всіма учасниками будівельного процесу. Застосування BIM дозволяє ефективніше керувати ресурсами, виявляти можливі конфлікти на етапі проектування та зменшує кількість помилок під час будівництва (Gonchar, 2012; ДСТУ EN ISO 29481-1:2022, 2020; Башлай, & Яремко, 2023; Іваненко, Кулік, Бобраков, & Москальова, 2023).

Мета

Полягає у систематизації та висвітленні ключових аспектів впливу цифрової трансформації на будівельну галузь та цивільну інженерію в Україні. Стаття спрямована на висвітлення переваг, викликів та можливостей, які інноваційні технології можуть принести в умовах швидкої цифровізації економіки країни.

Методика

Запровадження технологій Інтернету Речей в будівельній сфері розширює можливості моніторингу та керування будівлями. Сенсори, розташовані в різних частинах конструкцій, дозволяють в реальному часі відстежувати стан будівлі, виявляти потенційні проблеми та забезпечувати безпеку об'єктів.

Штучний інтелект (ШІ) стає невід'ємною частиною цифрової трансформації будівництва. Алгоритми машинного навчання допомагають прогнозувати та оптимізувати процеси будівництва, покращуючи планування та управління ресурсами.

Використання Робототехніки на Будівельних Об'єктах. Роботизація промисловості знаходить своє втілення і в будівельній сфері. Використання будівельних роботів для виконання рутинних завдань дозволяє збільшити продуктивність та знизити ризик виникнення небезпечних ситуацій.

Цифрова Ідентифікація та Електронні Системи Управління. Впровадження цифрової ідентифікації та електронних систем управління дозволяє забезпечити ефективний контроль за доступом до будівельних об'єктів, оптимізувати внутрішні процеси та забезпечити високий рівень безпеки (ДСТУ EN ISO 29481-1:2022, 2020; ДСТУ ISO 22263:2020, 2020; ДСТУ EN ISO 12006-2:2020, 2020; Постанова КМУ, 2023).

Цифровізації мають сприяти такі перспективні нововведення в будівництві:

Аудитивні технології – напрям «цифрового» проектування та моделювання: (Building Information Modeling, BIM) є переважною інновацією в будівельній галузі, яка трансформує традиційні підходи до проектування та будівництва. BIM створює інтегровану інформаційну модель будівлі чи інфраструктурного об'єкта, яка включає в себе всю необхідну інформацію від початкового концептуального етапу до етапу експлуатації та обслуговування. Ось кілька ключових аспектів використання:

BIM дозволяє створювати віртуальні тривимірні моделі будівель та інфраструктурних об'єктів, спрощуючи планування та взаємодію між учасниками проекту; Використання BIM дозволяє виявляти та виправляти потенційні проблеми ще на етапі проектування, що зменшує кількість помилок під час фізичного будівництва.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Збільшення Ефективності на Етапі Проектування:

ВІМ дозволяє інженерам, архітекторам та іншим учасникам проєкту працювати в єдиному цифровому середовищі, спрощуючи комунікацію та співпрацю.

Одночасна робота над інформаційною моделлю дозволяє швидше та ефективніше виявляти конфлікти та невідповідності в проєкті.

– Оптимізація Управління Проєктом: ВІМ включає інформацію про час та вартість виконання різних етапів проєкту, що дозволяє здійснювати більш ефективне управління ресурсами та термінами виконання.

Здатність вносити зміни в цифрову модель дозволяє швидше реагувати на зміни в умовах проєкту.

– Взаємодія між Учасниками Будівельного Процесу: ВІМ сприяє покращенню комунікації між різними сторонами: від архітекторів та інженерів до підрядників та замовників.

Віртуальне середовище для співпраці полегшує обмін інформацією та координацію завдань.

– Оптимізація Етапу Будівництва: Використання ВІМ дозволяє точно обчислювати об'єми будівельних матеріалів та автоматизувати процес планування будівельних робіт.

Взаємодія з елементами моделі у режимі реального часу полегшує монтаж та встановлення конструкцій.

– Зменшення Ризиків та Помилоч: Візуалізація проєкту в 3D-форматі дозволяє заздалегідь виявляти та усувати можливі помилки або невідповідності у конструкції.

Симуляції різних сценаріїв дозволяють визначити оптимальні рішення та попереджати можливі проблеми на будівництві.

– Ефективне Управління Об'єктом на Етапі Експлуатації: ВІМ може слугувати центральною точкою для збору та управління інформацією про об'єкт протягом всього його життєвого циклу. Використання ВІМ для обслуговування та ремонту полегшує взаємодію із службами підтримки та забезпечує точну інформацію про стан об'єкта.

– Сприяння Сталому Розвитку:

ВІМ дозволяє враховувати аспекти сталого розвитку на всіх етапах проєкту, сприяючи вибору ефективних рішень з точки зору енергоефективності та екологічності.

ВІМ представляє собою не просто технологічну інновацію, але й зміну у культурі та методах роботи в будівельній галузі, спрямовану на більшу ефективність, точність та співпрацю між учасниками будівельного процесу.

Результати

Система 3D-друку в будівництві є однією з перспективних та революційних інновацій, яка вже зараз впливає на традиційні підходи до будівельних процесів. Цей цифровий прийом внесе істотні зміни у сферу будівництва, прискорюючи та оптимізуючи ряд етапів від проектування до виконання:

1. Швидше та Ефективніше Будівництво: 3D-друк дозволяє виготовляти будівельні елементи та конструкції значно швидше порівняно з традиційними методами. Замість витрат часу на лиття бетону або кам'яних блоків, 3D-друкер може створити ці елементи швидко та ефективно.

2. Економія Ресурсів: Використання 3D-друку у будівництві дозволяє точно дозувати матеріали, що мінімізує відходи та ресурси. Це особливо актуально у зв'язку із зростанням уваги до екологічних аспектів будівельної галузі

3. Комплексні та Геометрично Складні Конструкції: 3D-друк дозволяє виготовляти конструкції з складною геометрією, що було б важко або неможливо здійснити іншими методами. Це відкриває нові можливості для архітекторів та інженерів у створенні унікальних та інноваційних будівель

4. Спрощення Реконструкцій та Реставрацій: 3D-друк дозволяє виготовляти точні копії архітектурних елементів або деталей, що може значно полегшити завдання реставрації історичних об'єктів або відновлення старих будівель.

5. Нові Матеріали та Структури: 3D-друк відкриває двері для використання нових будівельних матеріалів, таких як високотехнологічні полімери, біо-матеріали та композитні матеріали, що може поліпшити якість та тривалість будівлі.

6. Будівництво в Україні та Соціальні Вигоди: 3D-друк в будівництві може мати і значний соціальний вплив. В Україні, де існує проблема з доступністю комфортного та доступного житла, використання 3D-друку може допомогти створити швидше та більш доступне житло.

7. Можливості індивідуалізації: Завдяки 3D-друку можливо легко виготовляти індивідуалізовані архітектурні елементи та дизайнерські рішення, враховуючи особисті потреби та вподобання клієнта.

– інформаційна галузь – управління ланцюгами постачань, підготовка і проектування виробничих процесів, безпека, телекомунікації;

– повторна переробка сировини – економічно виправданий і екологічний варіант для повторного використання металів:

Ефективне Планування та Моніторинг: Інформаційні системи дозволяють автоматизувати процеси управління ланцюгами постачань, від замовлення матеріалів до їхнього прийому та розподілу на будівельному майданчику. Забезпечуючи точну інформацію в реальному часі, системи підтримують ефективне планування та контроль виробничих потоків.

Оптимізація Запасів: Аналіз даних дозволяє раціоналізувати запаси та уникати перепроектувань. Важливою функцією є відслідковування запасів та автоматизація процесів замовлення для підтримки оптимальних запасів.

Співпраця з Постачальниками: Електронні платформи та системи обміну даними полегшують комунікацію між будівельними підприємствами та їхніми постачальниками. Це дозволяє вчасно реагувати на зміни та забезпечує точність в постачальному ланцюгу.

Будівельна галузь має перед собою ряд важливих завдань, які визначають її розвиток та взаємодію з іншими секторами. Основні завдання будівельної галузі включають:

Інтеграція Інноваційних Технологій (рис. 1):

Цифрові Технології: Впровадження систем Building Information Modeling (BIM), автоматизація будівельних процесів, використання даних в реальному часі для оптимізації виробничих потоків.

3D-Друк та Модульне Будівництво: Застосування технологій 3D-друку для виготовлення будівельних елементів та модульних конструкцій для швидкого та ефективного будівництва.

Стале Розвиток та Зелена Енергія:

Енергоефективність: Розвиток та впровадження енергоефективних технологій у будівництві для зменшення споживання енергії та викидів.

Використання Відновлювальних Джерел Енергії: Запровадження відновлювальних дже-

рел енергії в будівельних об'єктах, таких як сонячні панелі, вітрогенератори та інші.

Безпека та Доступність:

Будівельна Безпека: Забезпечення високих стандартів безпеки на будівельних об'єктах, включаючи використання сучасних систем безпеки та моніторингу.

Інфраструктура Доступності: Розвиток інфраструктури для людей з обмеженими можливостями, а також впровадження технологій для поліпшення доступності для всіх категорій населення.

Створення Інтелектуальних та Стійких Об'єктів:

Інтелектуальні Будівлі: Використання сучасних систем управління та автоматизації для створення «розумних» будівель, які можуть ефективно використовувати ресурси та реагувати на зміни в оточенні.

Стійкість: Впровадження принципів стійкого будівництва, врахування екологічних та соціальних аспектів в проектуванні та будівництві.

Розвиток Кадрового Потенціалу:

Навчання та Підвищення Кваліфікації: Забезпечення навчання та підвищення кваліфікації працівників будівельної галузі з урахуванням новітніх технологій та стандартів.

Створення Інноваційних Навчальних Центрив: Розвиток центрів, де можливо вивчати та впроваджувати інновації в будівельній сфері.

Ефективне Управління Проектами:

Використання BIM: Впровадження системи BIM для управління проектами, взаємодії між учасниками та зменшення ризиків.

Стратегії Lean Construction: Використання Lean-підходів для оптимізації будівельних процесів та забезпечення високої ефективності.

Аналіз, представлений в (Кулік, Куліш, & Іщенко, 2020; Башлай, & Яремко, 2023; Іваненко, Кулік, Бобраков, & Москальова, 2023) показав, що особливостями сучасного стану будівництва та цивільної інженерії є наступні:

– будівельна галузь має структурну недосконалість і технологічне відставання.

– старіння основних виробничих фондів, зношеність яких перевищує 65 %; на устаткуванні з терміном служби вище нормативного виробляється 50 % всієї будівельної продукції.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

– висока матеріало- і енергоємність виробництва;
– зростання ціни на сировину, будівельні матеріали, конструкції, деталі, електроенергію;

– складні соціальні проблеми – недоступність придбання будівельної продукції для більшого відсотка населення.

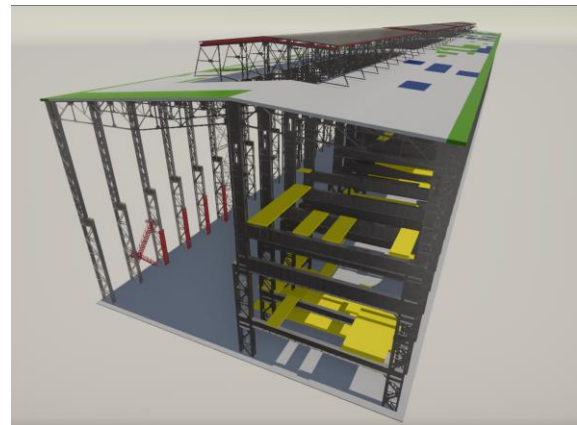
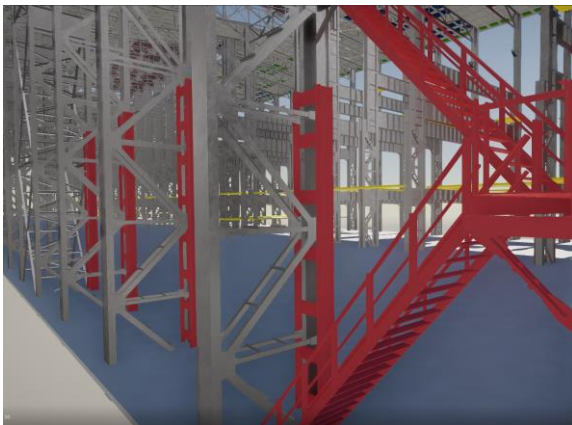
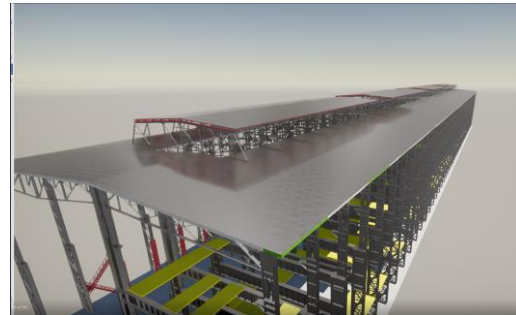
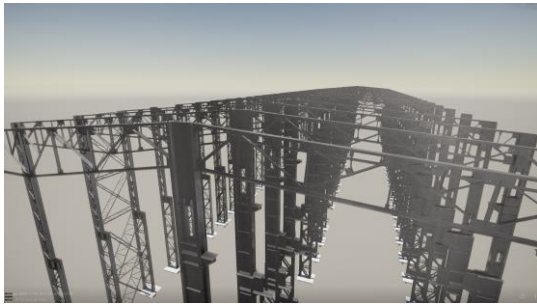
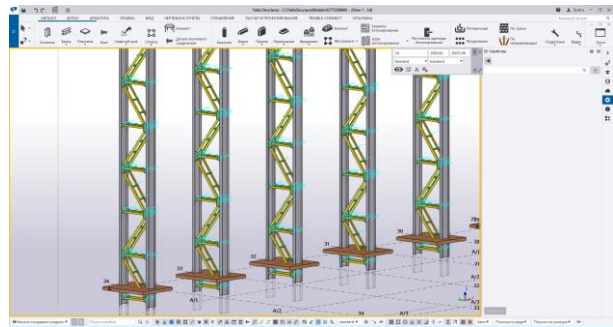
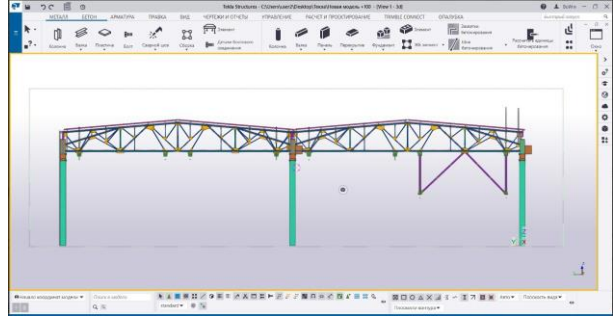
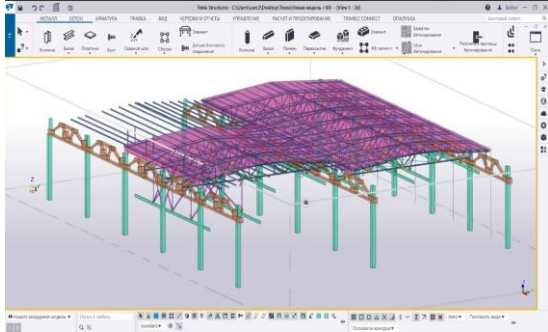


Рис. 1. Можливості цифровізації у промислове будівництво в Україні

Особливо зараз, в тяжкі часи війни, промислове будівництво в Україні, як і в усьому світі, є перспективним напрямом розвитку інших галузей загалом. Промислове будівництво є важливою галуззю будівельної індустрії, яка спеціалізується на створенні та експлуатації будівель та інфраструктурних об'єктів для промислових потреб. Це може включати заводи, складські приміщення, енергетичні об'єкти, об'єкти легкої та важкої промисловості, а також об'єкти інфраструктури, які обслуговують промислові комплекси (Gonchar, 2012; Вишневський, & Князева, (eds.), 2020; Hardin, & McCool, 2015).

Наукова новизна та практична значимість

Здійснення складних завдань сприятиме не лише розвитку будівельної галузі, але і створенню інноваційного, екологічно чистого та безпечного життєвого середовища для мешканців та підвищенню конкурентоспроможності країни в цілому.

Основні аспекти та завдання промислового будівництва включають:

- Визначення потреб та специфікацій промислового об'єкта для розробки ефективного проекту.
- Інженерне Проектування: Створення інженерних рішень для оптимізації проекту та забезпечення відповідності стандартам та нормативам.
- Використання спеціалізованого будівельного обладнання для швидкого та ефективного будівництва.
- Модульне конструювання: Використання модульних та готових конструкцій для зменшення часу будівництва та вартості проекту.
- Стандарти Безпеки: Забезпечення дотримання високих стандартів безпеки на будівельних об'єктах, оскільки промислові об'єкти часто пов'язані з ризикованими технологічними процесами.
- Екологічні Норми: Дотримання екологічних стандартів та розробка екологічно чистих рішень для виробничих об'єктів.
- Енергоефективність: Впровадження технологій та систем для зменшення споживання енергії та оптимізації виробничих процесів.
- Використання інтелектуальних систем для моніторингу та управління енергоефективністю об'єктів.

- Автоматизація виробничих Процесів: Застосування автоматизованих систем для підвищення ефективності та точності виробничих процесів.

- Ефективне Управління Проектами: Використання сучасних методів управління проектами для забезпечення вчасної та бюджетної реалізації.

- Вдосконалення систем постачання та взаємодії з партнерами для забезпечення необхідних ресурсів.

Промислове будівництво відіграє важливу роль у розвитку економіки, створюючи інфраструктуру для виробництва та забезпечуючи необхідні умови для функціонування промислових підприємств.

Висновки

Будівельна галузь в Україні, незважаючи на виклики сьогодення, залишається однією з ключових у національній економіці. Відповідно важливим є аналіз процесів цифровізації економіки початку нового тисячоліття, які на неї впливають. У сучасних умовах розвитку ринкових відносин в національному господарстві України особливої актуальності набуває необхідність виявлення та урахування світового досвіду управління стратегічними змінами у виробництві продукції як на рівні держави, так і на рівні провідних галузей вітчизняної економіки та їх підприємств. Особливо це стосується господарюючих суб'єктів чорної металургії. Модернізація виробництва, технологічних процесів та їхня оптимізація завдяки новітнім технологіям, зменшення втрат матеріалів, дозволить якісно вплинути на виробництво, що призведе до поліпшення усіх основних економічних показників – продуктивності праці, трудомісткості тощо.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Gonchar, V. V. (2012). *Management of strategic planning in modern corporations*. Problems and perspectives of development of the cooperation between south-eastern European countries within the framework of black sea economic cooperation, II, 117-125.
- Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and Construction Management. Proven Tools, Methods, and Workflows*. Hoboken: Wiley.

- Ministerial Declaration (2023). *Ministerial Declaration The G7 Digital and Tech Ministers' Meeting 30 April 2023*. URL: <https://g7digital-tech-2023.go.jp>
- Takim, R., Harris, M., & Hadi Nawawi, A. (2013). Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Quality of Life Within Architectural, Engineering and Construction (AEC) Industry. *Proceedia - Social and Behavioral Sciences*, 101, 23-32.
- Zhang, F., Chan, A. P. C., Darko, A., et al. (2022). Integrated applications of building information modeling and artificial intelligence techniques in the AEC/FM industry. *Automation in Construction*, 139, 104289. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104289>
- ДСТУ EN ISO 12006-2:2020 (2020). Зведення будівель. Організація інформації про будівлі та споруди. Частина 2. Структура класифікації. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
- ДСТУ EN ISO 29481-1:2022 (2020). Інформаційні моделі будівель. Настанова з доставляння інформації. Частина 1. Методологія та формат. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
- ДСТУ ISO 22263:2020 (2020). Організація інформації про будівлі та споруди. Структура управління інформацією про проект. Київ: ДП «УкрНДНЦ».
- Башлай, С. В., & Яремко, С. І. (2023). Цифровізація економіки України в умовах євроінтеграційних процесів. *Економіка та суспільство*, 48. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-48-48>
- Вишневецький, В. П., & Князева, С. І. (eds.) (2020). *Цифровізація економіки України: трансформаційний потенціал*. Київ: Академперіодика.
- Іваненко, Д. С., Кулік, М. В., Бобраков, А. А., & Москальова, А. В. (2023). ВІМ як база для механізму управління будівельними проектами. *Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди*, 42, 175-184.
- Кулік, М. В., Куліш, С. О., & Іщенко, С. С. (2020). Впровадження новітніх цифровізованих програмних комплексів на базі ВІМ-технологій у будівництві України. *Науковий вісник будівництва*, 2(100), 301-306.
- Постанова КМУ (2023). Про утворення Міжвідомчої робочої групи з питань прискореного перегляду інструментів державного регулювання господарської діяльності : Постанова КМУ від 13 січня 2023 р. № 44. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/44-2023-%D0%BF#Text>

I. A. ARUTIUNIAN^{1*}, O.V. AZHAZHA², V.V. KUZNETSOV³, YE. E. ARUTIUNIAN⁴

^{1*} Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69606, tel. +38 (066) 900 78 28, e-mail iranaarutunan@gmail.com, ORCID 0000-0002-5049-3742

² Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69606, tel. +38 (066) 855 99 26, e-mail azazama12066@gmail.com, ORCID 0009-0000-3850-3306

³ Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69606, tel. +38 (068) 856 46 92, e-mail witjane20002014@gmail.com, ORCID 0000-0002-8169-4598

⁴ Department of Urban Construction and Architecture, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69606, tel. +38 (095) 599 11 56, e-mail arytynyanevgen@gmail.com, ORCID 0000-0002-0502-6651

DEVELOPMENT OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION AND CIVIL ENGINEERING IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION OF THE UKRAINIAN ECONOMY

Purpose. Construction and civil engineering, traditionally perceived as conservative industries, also feel the need to adapt to the demands of the time and introduce innovative technologies. Ukraine, entering the era of digital transformation, is actively developing and implementing new technologies in the construction industry. Therefore, systematization and coverage of key aspects of the impact of digital Transformation into the construction industry and civil engineering in Ukraine is the main task today. **Methodology.** The introduction of Internet of Things technologies in the construction industry expands the possibilities of building control and management. **Findings.** Sensors located in different parts of the structures allow you to monitor the condition of the building in real time, identify possible problems and ensure the safety of objects. Artificial intelligence is becoming an integral part of the digital transformation of construction. Machine learning algorithms help predict and optimize construction processes, which increases Efficiency of planning and resource management. The 3D printing system in construction is one of the promising and revolutionary innovations that is already influencing traditional approaches to construction processes. This digital technique will bring significant changes to the field of construction, accelerating and optimizing a number of stages from design to execution **Originality.** Analysis of current problems, especially now, in the difficult times of war, industrial construction in Ukraine, as well as around the world, is a promising direction for the

development of other industries in general. Industrial construction is an important branch of the construction industry that specializes in the creation and operation of buildings and infrastructure facilities for industrial needs. **Practical value.** The introduction of innovative technologies in construction and civil engineering in the context of digitalization of the Ukrainian economy has a significant practical impact on various aspects of the industry: Improving Construction Productivity and Quality: Use of digital technologies such as the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), virtual reality (VR) and augmented reality (AR), allows you to increase the efficiency of construction processes, reduce the time of work and avoid errors; Cost optimization: Using machine learning algorithms to predict resource needs, such as materials and labor, allows you to rationalize costs and reduce construction costs.

Keywords: innovation; digitalization; construction; civil engineering; construction processes; modeling; information industry

REFERENCES

- Gonchar, V. V. (2012). *Management of strategic planning in modern corporations*. Problems and perspectives of development of the cooperation between south-eastern European countries within the framework of black sea economic cooperation, II, 117-125. (in English)
- Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and Construction Management. Proven Tools, Methods, and Workflows*. Hoboken: Wiley. (in English)
- Ministerial Declaration (2023). *Ministerial Declaration The G7 Digital and Tech Ministers' Meeting 30 April 2023*. URL: <https://g7digital-tech-2023.go.jp> (in English)
- Takim, R., Harris, M., & Hadi Nawawi, A. (2013). Building Information Modeling (BIM): A New Paradigm for Quality of Life Within Architectural, Engineering and Construction (AEC) Industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 101, 23-32. (in English)
- Zhang, F., Chan, A. P. C., Darko, A., et al. (2022). Integrated applications of building information modeling and artificial intelligence techniques in the AEC/FM industry. *Automation in Construction*, 139, 104289. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104289> (in English)
- DSTU EN ISO 12006-2:2020 (2020). *Zvedennia budivel. Orhanizatsiia informatsii pro budivli ta sporudy. Chastyna 2. Struktura klasyfikatsii*. Kyiv: DP «UkrNDNTs». (in Ukrainian)
- DSTU EN ISO 29481-1:2022 (2020). *Informatsiini modeli budivel. Nastanova z dostavliannia informatsii. Chastyna 1. Metodolohiia ta format*. Kyiv: DP «UkrNDNTs». (in Ukrainian)
- DSTU ISO 22263:2020 (2020). *Orhanizatsiia informatsii pro budivli ta sporudy. Struktura upravlinnia informatsiieiu pro proekt*. Kyiv: DP «UkrNDNTs». (in Ukrainian)
- Bashlai, S. V., & Yaremko, S. I. (2023). Tsyfrovizatsiia ekonomiky Ukrainy v umovakh yevrointehratsiinykh protsesiv. *Ekonomika ta suspilstvo*, 48. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-48-48> (in Ukrainian)
- Vyshnevskiy, V. P., & Kniazieva, S. I. (eds.) (2020). *Tsyfrovizatsiia ekonomiky Ukrainy: transformatsiinyi potentsial*. Kyiv: Akadempriodyka. (in Ukrainian)
- Ivanenko, D. S., Kulik, M. V., Bobrakov, A. A., & Moskalova, A. V. (2023). BIM yak baza dlia mekhanizmu upravlinnia budivelnymy proektamy. *Resursoekonomni materialy, konstruksii, budivli ta sporudy*, 42, 175-184. (in Ukrainian)
- Kulik, M. V., Kulish, S. O., & Ishchenko, S. S. (2020). Vprovadzhennia novitnikh tsyfrovizovanykh prohramnykh kompleksiv na bazi VIM-tekhnologii u budivnytstvi Ukrainy. *Naukovyi visnyk budivnytstva*, 2(100), 301-306. (in Ukrainian)
- Postanova KMU (2023). *Pro utvorennia Mizhvidomchoi robochoi hrupy z pytan pryskorenoho perehliadu instrumentiv derzhavnogo rehuliuвання hospodarskoi diialnosti : Postanova KMU vid 13 sichnia 2023 r. # 44*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/44-2023-%D0%BF#Text> (in Ukrainian)

Надійшла до редколегії 02.02.2024.

Прийнята до друку 04.03.2024.