

Р. А. Топазли, кандидат економічних наук,
доцент кафедри публічного управління
та адміністрування Закладу вищої освіти
«Університет трансформації майбутнього»

ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ БУДІВНИЦТВОМ, ЦИФРОВІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ТА ЇХ АДАПТАЦІЇ ДО УКРАЇНСЬКИХ РЕАЛІЙ

У статті досліджено сучасні підходи до управління будівельною галуззю на основі цифрових технологій, проаналізовано тенденції цифровізації процесів у будівництві та розглянуто можливості їхньої адаптації до українських реалій. Особливу увагу приділено використанню інформаційного моделювання будівель (BIM), хмарних технологій, Інтернету речей (IoT), великих даних (Big Data) та автоматизованих систем управління будівництвом. Ці технології дозволяють підвищити ефективність управління будівельними проектами, мінімізувати витрати, покращити контроль за якістю виконання робіт та забезпечити вищий рівень безпеки на будівельних майданчиках. Розглянуто основні тенденції впровадження цифрових технологій у будівельній сфері, включаючи розвиток електронного документообігу, автоматизацію дозвільних процедур, створення інтегрованих цифрових платформ для управління об'єктами будівництва та використання блокчейн-технологій для підвищення прозорості фінансових операцій. Досліджено досвід впровадження цифрових технологій у розвинених країнах та проаналізовано можливість адаптації цих практик до умов українського ринку. Окрему увагу приділено нормативно-правовим аспектам цифровізації будівельної галузі України, аналізу існуючих регуляторних ініціатив та державних програм, спрямованих на підтримку цифрової трансформації. Визначено основні бар'єри, що перешкоджають масштабному впровадженню цифрових технологій, серед яких недосконалість законодавчого регулювання, значні фінансові витрати на модернізацію процесів, недостатня кваліфікація персоналу та слабка інтеграція цифрових рішень у державні структури. У статті також наведено перспективи розвитку цифрових технологій у будівництві України, зокрема необхідність створення єдиної цифрової екосистеми для управління всіма етапами будівельного процесу. Обґрунтовано доцільність удосконалення законодавчої бази, розширення державної підтримки цифровізації, стимулювання інвестицій у новітні технології та розробки програм навчання для підготовки кваліфікованих фахівців у сфері цифрового будівництва. Результати дослідження свідчать про те, що цифровізація будівельної галузі України є необхідною умовою для її ефективного розвитку та підвищення конкурентоспроможності на міжнародному рівні. Впровадження інноваційних технологій сприятиме підвищенню продуктивності будівельних процесів, оптимізації ресурсів та створенню сучасного регуляторного середовища, що відповідатиме світовим стандартам.

Ключові слова: цифровізація будівництва, інформаційне моделювання будівель (BIM), хмарні технології, Інтернет речей (IoT), великі дані (Big Data), автоматизовані системи управління, блокчейн, електронний документообіг, державне регулювання, управління ризиками, цифрова трансформація, інноваційні технології, будівельна галузь України.

R. A. Topazly. Research of modern technologies of construction management, digitalization of processes and their adaptation to ukrainian realities

The article studies modern approaches to construction industry management based on digital technologies, analyzes trends in digitalization of processes in construction and considers the possibilities of their adaptation to Ukrainian realities. Particular attention is paid to the use of building information modeling (BIM), cloud technologies, the Internet of Things (IoT), big data (Big Data) and automated construction management systems. These technologies allow to increase the efficiency of construction project management, minimize costs, improve control over the quality of work and ensure a higher level of safety at construction sites. The main trends in the implementation of digital technologies in the construction sector are considered, including the development of electronic document management, automation of permitting procedures, the creation of integrated digital platforms for managing construction sites, and the use of blockchain technologies to increase the transparency of financial transactions. The experience of implementing digital technologies in developed countries is studied and the possibility of adapting these practices to the conditions of the Ukrainian market is analyzed. Special attention is paid to the regulatory and legal aspects of the digitalization of the construction industry of Ukraine, the analysis of existing regulatory initiatives and state programs aimed at supporting digital transformation. The main barriers that prevent the large-scale implementation of digital technologies are identified, including the imperfection of legislative regulation, significant financial costs for process modernization, insufficient personnel qualifications, and weak integration of digital solutions into state structures. The article also presents the prospects for the development of digital technologies in the construction of Ukraine, in particular the need to create a single digital ecosystem to manage all stages of the construction process. The feasibility of improving the legislative framework, expanding state support for digitalization, stimulating investment in the latest technologies and developing training programs for training qualified specialists in the field of digital construction is substantiated. The results of the study indicate that the digitalization of the construction industry of Ukraine is a necessary condition for its effective development

and increasing competitiveness at the international level. The introduction of innovative technologies will contribute to increasing the productivity of construction processes, optimizing resources and creating a modern regulatory environment that will meet world standards.

Key words: digitalization of construction, building information modeling (BIM), cloud technologies, Internet of Things (IoT), big data (Big Data), automated management systems, blockchain, electronic document management, state regulation, risk management, digital transformation, innovative technologies, construction industry of Ukraine.

Постановка проблеми. Будівельна галузь є одним із ключових секторів економіки України, що забезпечує розвиток інфраструктури, створення нових робочих місць і значний внесок у ВВП країни. Водночас сучасні виклики, пов'язані з глобальною цифровою трансформацією, потребують якісного оновлення підходів до управління будівельними процесами. Впровадження інноваційних технологій, таких як інформаційне моделювання будівель (BIM), хмарні рішення, Інтернет речей (IoT) та автоматизація контролю будівництва, значно підвищує ефективність проектного менеджменту, мінімізує ризики та сприяє скороченню витрат. У розвинених країнах цифровізація будівельної сфери стала обов'язковим стандартом, що дозволяє зменшити часові та фінансові витрати на реалізацію проєктів, покращити прозорість процесів та підвищити якість будівництва. В Україні цей процес поки що перебуває на етапі становлення: впроваджуються окремі ініціативи щодо автоматизації дозвільних процедур, створюються передумови для використання BIM та електронного документообігу, проте на загальнодержавному рівні цифровізація будівництва ще не є системною практикою. Значним бар'єром для масштабного впровадження новітніх технологій є складність нормативно-правового регулювання, недостатність фінансових ресурсів та дефіцит кваліфікованих кадрів. Крім того, багато компаній стикаються з проблемою адаптації міжнародних стандартів до специфіки українського будівельного ринку, що потребує комплексного підходу до розробки регуляторних механізмів і підтримки державою ініціатив цифрової трансформації. Актуальність цього дослідження обумовлена необхідністю прискорення процесів цифровізації будівельної галузі України в контексті глобальних змін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Цифровізація будівельної галузі є предметом активних наукових досліджень у багатьох країнах світу, включаючи Україну. Значна увага приділяється впровадженню сучасних технологій управління будівництвом, зокрема інформаційного моделювання будівель (BIM), автоматизованих систем контролю за проєктами, використання Інтернету речей (IoT) та Big Data для аналізу будівельних процесів. Одним із важливих аспектів цифровізації є ефективне управління будівельними проєктами, що досліджували Кононенко І. В. та Кподжедо М. Ф. К. у своїй роботі [1]. Автори розглядають підходи до управління портфелем проєктів та обґрунтовують необхідність застосування комплексних систем аналізу ризиків та оптимізації ресурсів. Вони наголошують на тому, що традиційні методи управління будівництвом уже не є достатньо ефективними для сучасних реалій, і саме цифрові інструменти можуть забезпечити необхідний рівень прозорості та контролю. У нормативно-правовому аспекті цифровізації будівництва значну роль відіграє Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [2]. У ній визначено основні напрями розвитку транспортної інфраструктури та будівельного сектору, серед яких окреме місце займає цифрова трансформація галузі. Проблеми державного регулювання будівельної галузі досліджує Шутенко Л. М. [3]. У своїй роботі вона аналізує державні механізми управління будівельною сферою та підкреслює необхідність реформування дозвільної системи, що залишається одним із головних бар'єрів для впровадження цифрових технологій. Про важливість комплексної реформи будівельної галузі зазначає і публікація «Реформа в будівництві: треба змінювати всю систему» [4]. Глибше питання державного регулювання будівельної галузі аналізує у своїх дослідженнях Мелко В. [5]. Дослідження антикризового регулювання розвитку житлового будівництва, представлене у публікації [6], підкреслює важливість застосування цифрових технологій для стабілізації ринку нерухомості. Аспект управління ризиками у будівництві досліджували Климчук М. М., Львіна Т. А. та Поколенко В. О. [7]. Вони пропонують механізми управління ризиками будівельних проєктів на основі компенсаторної технології «Tax Increment Financing» та зазначають, що цифровізація може допомогти у прогнозуванні можливих проблем на етапі планування будівництва. Окремим напрямом досліджень є державне управління нормативно-правовими механізмами будівельної галузі. Це питання розглядає Марушева О. А. [8], яка підкреслює, що ефективне правове регулювання має сприяти цифровій трансформації будівництва та залученню інноваційних підходів до управління будівельними процесами.

Метою роботи є аналіз сучасних цифрових технологій управління будівництвом, виявлення головних викликів їх адаптації до українських реалій та визначення перспективних напрямків розвитку.

Виклад основного матеріалу. Управління будівництвом у сучасних умовах є складним та багатограним процесом, що включає планування, контроль, координацію та аналіз усіх етапів реалізації проєктів. Застосування новітніх технологій у цій сфері дозволяє значно підвищити ефективність управління, зменшити ризики та покращити якість будівельних робіт. Впровадження цифрових технологій у будівельний сектор сприяє автоматизації процесів, оптимізації ресурсів і покращенню взаємодії між усіма учасниками проєкту. Основними напрямками цифровізації будівництва є використання інформаційного моделювання будівель (BIM), хмарних технологій, Big Data, Інтернету речей (IoT), автоматизованих систем управління та блокчейн-рішень.

Однією з найбільш значущих інновацій у будівельній галузі є технологія інформаційного моделювання будівель (Building Information Modeling, BIM). BIM дозволяє створювати цифрові моделі об'єктів, які містять не тільки геометричну інформацію, а й дані про матеріали, експлуатаційні характеристики, фінансові показники та терміни будівництва. Використання BIM сприяє підвищенню точності проектування, зменшенню кількості помилок та ефективному управлінню життєвим циклом будівлі.

У багатьох країнах BIM вже є обов'язковим стандартом у державних тендерах на будівництво, оскільки ця технологія забезпечує прозорість процесу реалізації проєктів, спрощує контроль та зменшує витрати. В Україні BIM лише починає набирати популярність, і хоча певні компанії вже активно його застосовують, на законодавчому рівні ця технологія ще не стала обов'язковою [4]. Для масового впровадження BIM необхідно адаптувати нормативно-правову базу, розширити навчальні програми для спеціалістів та стимулювати інвестиції у цифрові будівельні технології.

Хмарні технології є важливим елементом цифрової трансформації будівництва, оскільки дозволяють централізовано зберігати дані та забезпечують доступ до них для всіх учасників проєкту. Хмарні платформи, такі як Autodesk Construction Cloud або Bentley ProjectWise, допомагають управляти великими обсягами інформації, синхронізувати роботу між різними підрозділами та мінімізувати ризики втрати даних.

Використання технології Big Data у будівництві відкриває нові можливості для аналізу інформації та ухвалення обґрунтованих рішень. Аналіз великих масивів даних дозволяє прогнозувати можливі проблеми на будівельному майданчику, оптимізувати використання ресурсів, контролювати бюджет і терміни виконання робіт. Наприклад, за допомогою алгоритмів машинного навчання можна визначити найбільш проблемні зони проєкту та вчасно вживати необхідних заходів для усунення ризиків [7].

Технологія Інтернету речей (IoT) активно використовується в будівництві для моніторингу процесів, контролю стану об'єктів та підвищення безпеки. IoT передбачає використання датчиків, що збирають та передають інформацію в реальному часі, що дозволяє ефективно управляти ресурсами, оцінювати стан матеріалів і конструкцій, а також запобігати аварійним ситуаціям.

Наприклад, спеціальні датчики можуть контролювати рівень вологості бетону, температуру навколишнього середовища та інші параметри, що впливають на якість будівельних робіт. Крім того, IoT-технології дозволяють оптимізувати управління будівельною технікою, знижуючи витрати на її експлуатацію та технічне обслуговування [6].

Автоматизація будівельних процесів також включає використання роботизованих систем та 3D-друку. Роботизовані механізми можуть виконувати монотонні та небезпечні роботи, такі як кладка цегли, монтаж арматури або фарбування фасадів. Використання 3D-друку дозволяє скоротити час будівництва та зменшити кількість відходів за рахунок точного дозування будівельних матеріалів.

Одним із перспективних напрямків цифровізації є впровадження технології блокчейн для управління контрактами, фінансування проєктів та контролю виконання будівельних робіт. Смарт-контракти на основі блокчейну дозволяють автоматизувати фінансові операції, усунути ризики шахрайства та забезпечити прозорість розрахунків між учасниками будівельного процесу.

Завдяки децентралізованому зберіганню даних блокчейн-технології можуть використовуватися для ведення реєстрів власності, перевірки постачальників матеріалів та контролю якості виконаних робіт. У деяких країнах блокчейн уже активно застосовується у будівельній галузі, проте в Україні ця технологія ще не набула широкого поширення через відсутність відповідної законодавчої бази та недостатню обізнаність ринку [8].

Сучасні технології управління будівництвом відкривають нові можливості для оптимізації процесів, підвищення ефективності та зниження витрат. Інформаційне моделювання будівель (BIM), хмарні платформи, Big Data, Інтернет речей (IoT), автоматизовані системи та блокчейн сприяють більш точному плануванню, ефективному контролю за будівельними роботами та забезпеченню прозорості проєктів.

Впровадження цих технологій в Україні має стратегічне значення, оскільки дозволяє модернізувати галузь та підвищити її конкурентоспроможність на міжнародному рівні. Однак для їхнього масового застосування необхідно вдосконалити нормативно-правове регулювання, залучити інвестиції та створити умови для підготовки спеціалістів у сфері цифрового будівництва. Адаптація світового досвіду та активна цифровізація процесів сприятиме сталому розвитку будівельної галузі та її інтеграції у глобальні технологічні тенденції.

Цифрова трансформація будівельної галузі в Україні є одним із ключових факторів підвищення ефективності управління будівельними проєктами, оптимізації ресурсів та забезпечення прозорості всіх етапів реалізації будівництва. Впровадження інноваційних технологій, таких як інформаційне моделювання будівель (BIM), електронні дозвільні системи, автоматизовані платформи для управління проєктами та контроль за будівельними процесами в режимі реального часу, є важливими складовими цифровізації сектору. Проте, попри наявність окремих ініціатив, масове впровадження цифрових технологій у будівництві стикається з низкою викликів, включаючи нормативно-правові обмеження, фінансові бар'єри та нестачу кваліфікованих фахівців.

На сьогодні в Україні здійснюються певні кроки щодо цифровізації будівельної галузі, що відображено у Національній транспортній стратегії до 2030 року, яка передбачає впровадження цифрових технологій для управління транспортною інфраструктурою та будівництвом [2]. Одним із важливих елементів цифрової трансформації є реформа дозвільної системи, спрямована на зменшення бюрократичних процедур та переведення частини регулюючих функцій у цифровий формат.

Зокрема, у 2020 році було створено електронний реєстр будівельної діяльності, що дозволяє забудовникам отримувати документи в цифровому форматі, подавати заявки на дозвіл будівництва та отримувати сертифікати про введення об'єкта в експлуатацію. Крім того, уряд України працює над розширенням можливостей системи «Прозора ДАБ», що сприяє спрощенню взаємодії між державними органами та забудовниками, зменшенню корупційних ризиків та підвищенню прозорості регуляторних процесів [4].

Попри позитивні зрушення, нормативно-правова база цифровізації будівельної галузі залишається недосконалою. Відсутність обов'язкових стандартів використання BIM, нечітке регулювання електронного документообігу та недостатній рівень інтеграції цифрових платформ у державні органи є головними перешкодами для повноцінної цифровізації сектору [8]. Для подолання цих проблем необхідно адаптувати міжнародний досвід, розробити комплексні законодавчі ініціативи та створити умови для широкомасштабного використання цифрових технологій в будівництві.

В Україні вже реалізуються окремі цифрові ініціативи у сфері будівництва, що демонструють потенціал технологій для покращення управління проектами та зменшення витрат. Наприклад, у 2021 році було запущено проєкт із впровадження електронної будівельної документації, що передбачає використання цифрових підписів та автоматизованих систем контролю за документацією. Крім того, деякі великі будівельні компанії вже застосовують BIM для оптимізації проєктування та управління будівництвом, хоча на державному рівні ця технологія ще не стала обов'язковою [4].

Серед успішних прикладів цифрової трансформації можна виділити використання геоінформаційних систем (GIS) для управління міською забудовою. Такі системи дозволяють аналізувати територіальне планування, контролювати відповідність об'єктів будівництва до містобудівних норм та прогнозувати розвиток інфраструктури. Впровадження GIS у поєднанні з технологіями супутникового моніторингу дає змогу ефективно контролювати будівельні процеси, запобігати незаконному будівництву та оптимізувати використання земельних ресурсів [7].

Також у межах діджиталізації будівництва в Україні здійснюється розробка платформи для інтеграції електронних даних про будівельні матеріали, контрагентів та фінансові операції. Такі рішення дозволяють підвищити рівень довіри між учасниками будівельного ринку, автоматизувати закупівлі та зменшити ризики шахрайства.

Попри суттєві переваги цифрових технологій, їх широке застосування в Україні стикається з низкою проблем, що гальмують повномасштабну цифровізацію будівельної галузі. Основні виклики включають: Недостатність законодавчого регулювання – відсутність обов'язкових вимог до впровадження BIM, нечіткі стандарти цифрового документообігу та слабка інтеграція цифрових платформ у роботу державних органів [8]. Фінансові бар'єри – впровадження сучасних технологій потребує значних інвестицій, що є серйозною перешкодою для малих та середніх будівельних компаній, які не мають достатніх фінансових ресурсів [5]. Дефіцит кадрів – нестача кваліфікованих фахівців, здатних працювати з цифровими платформами, BIM-моделюванням та автоматизованими системами управління [7].

Для подолання цих викликів необхідні комплексні заходи, спрямовані на розробку нормативної бази, стимулювання інвестицій та розвиток освітніх програм для підготовки спеціалістів у сфері цифрового будівництва.

Перспективи цифровізації будівництва в Україні включають:

1. Вдосконалення законодавчої бази – прийняття нормативних актів, що регулюють використання цифрових технологій у будівництві, включаючи обов'язкове впровадження BIM у державних проєктах.
2. Розвиток державно-приватного партнерства – залучення інвесторів та міжнародних компаній для фінансування цифрової трансформації будівельної галузі [1].
3. Створення освітніх програм – підготовка кадрів у сфері цифрового будівництва, розробка курсів з управління BIM-проєктами та автоматизованими будівельними системами.
4. Автоматизація дозвільних процедур – подальше розширення електронного врядування у будівельній галузі, що сприятиме зменшенню корупційних ризиків і спрощенню взаємодії між забудовниками та державними органами [4].

Цифровізація будівельних процесів в Україні є необхідною умовою для підвищення ефективності галузі, зменшення витрат та покращення якості будівництва. Незважаючи на виклики, пов'язані з нормативно-правовим регулюванням, фінансуванням та кадровими ресурсами, поступова інтеграція цифрових технологій у будівельний сектор сприятиме його модернізації. Впровадження BIM, електронних платформ управління, автоматизованих систем контролю та використання IoT може значно підвищити конкурентоспроможність українського будівництва на міжнародному рівні та забезпечити сталий розвиток галузі.

Впровадження цифрових технологій у будівельну галузь України має значний потенціал для підвищення ефективності управління, зниження витрат і покращення контролю за будівельними процесами. Проте, адаптація інноваційних технологій до українських реалій стикається з численними викликами, які гальмують масштабну цифровізацію галузі. Основні проблеми включають нормативно-правові бар'єри, фінансові обмеження, низьку цифрову грамотність учасників ринку та складність інтеграції нових технологій у традиційні будівельні процеси. Водночас існують перспективні напрями розвитку, які можуть сприяти прискоренню цифрової трансформації будівництва в Україні.

Основні проблеми впровадження цифрових технологій у будівництві.

1. Недостатнє нормативно-правове регулювання. Однією з ключових перешкод для цифровізації будівельної галузі є відсутність чіткої нормативної бази, яка б регламентувала використання новітніх технологій. Наприклад, інформаційне моделювання будівель (BIM) широко використовується у багатьох країнах світу, але в Україні немає обов'язкових стандартів для його застосування у державних будівельних проєктах [8]. Це ускладнює його масове впровадження, оскільки компанії не мають єдиних вимог щодо використання BIM-моделей, що знижує ефективність інтеграції цифрових технологій у проєктний менеджмент.

Окрім цього, електронний документообіг у будівництві ще не є загальноприйнятим стандартом. Хоча вже запроваджено електронний реєстр будівельної діяльності, багато дозвільних процесів все ще потребують паперової документації, що уповільнює роботу та підвищує ризики корупції [4].

2. Фінансові обмеження та високі витрати на цифровізацію. Впровадження цифрових технологій вимагає значних інвестицій, які можуть бути непосильними для малих і середніх будівельних компаній. Наприклад, використання BIM потребує закупівлі спеціалізованого програмного забезпечення (Autodesk Revit, ArchiCAD, Bentley Systems тощо), впровадження потужних серверних рішень для обробки великих обсягів даних, а також навчання персоналу.

Крім того, застосування Інтернету речей (IoT) у будівництві передбачає встановлення датчиків для моніторингу стану конструкцій, витрати ресурсів і безпеки на будівельному майданчику. Такі технології, хоч і значно покращують контроль за будівництвом, потребують капіталовкладень у технічне оснащення та розробку відповідних цифрових платформ для обробки даних [6].

3. Нестача кваліфікованих кадрів у сфері цифрового будівництва. Ще однією серйозною проблемою є нестача спеціалістів, які володіють цифровими технологіями. У багатьох будівельних компаніях відсутні фахівці, які мають досвід роботи з BIM, Big Data, штучним інтелектом або автоматизованими системами управління будівництвом. Це ускладнює процес адаптації інноваційних підходів, оскільки компанії змушені витрачати значні кошти на навчання персоналу або залучати дорогих зовнішніх консультантів [7].

Низький рівень цифрової грамотності також спостерігається серед представників регуляторних органів, що ускладнює ефективну взаємодію між державою та бізнесом у процесі цифровізації галузі. Відсутність розуміння переваг цифрових рішень може спричинити бюрократичні затримки та небажання змінювати традиційні підходи до управління будівельними процесами.

4. Опір змінам та складність інтеграції нових технологій. Будівельна галузь традиційно є консервативною, і багато компаній не поспішають переходити на цифрові технології, оскільки це вимагає змін у бізнес-процесах, додаткового навчання персоналу та значних початкових інвестицій. Часто керівники будівельних компаній не бачать негайної вигоди від впровадження цифрових рішень і віддають перевагу традиційним методам управління будівництвом [5].

Також проблема полягає у відсутності єдиних стандартів інтеграції цифрових технологій у будівельні процеси. Наприклад, застосування BIM та IoT має бути синхронізоване з іншими системами управління будівельними проєктами, що потребує координації між різними учасниками ринку та розробки відповідних нормативних актів.

Попри значні виклики, цифровізація будівельної галузі в Україні має перспективи активного розвитку. Основні напрями, які можуть сприяти пришвидшенню адаптації цифрових технологій, включають:

1. Вдосконалення нормативно-правового регулювання. Необхідним кроком для масштабного впровадження цифрових технологій є створення відповідної законодавчої бази. Зокрема, варто ухвалити нормативні акти, які зроблять використання BIM обов'язковим для державних будівельних проєктів, що дозволить пришвидшити його адаптацію в приватному секторі [8]. Також важливим є повний перехід на електронний документообіг, що мінімізує корупційні ризики та підвищить прозорість будівельних процесів.

2. Розвиток державно-приватного партнерства. Оскільки багато компаній не можуть самостійно фінансувати цифровізацію, важливо створювати механізми державно-приватного партнерства, які сприятимуть залученню інвестицій у цифрові рішення для будівництва. Наприклад, державні субсидії чи податкові пільги для компаній, що впроваджують BIM або автоматизовані системи управління, можуть значно прискорити перехід на нові технології [1].

3. Освітні програми та підготовка кадрів. Важливим аспектом цифрової трансформації є підготовка спеціалістів. Вищі навчальні заклади України мають адаптувати свої навчальні програми, включаючи курси з управління будівельними проєктами за допомогою BIM, Big Data та IoT. Крім того, необхідно розробити програми підвищення кваліфікації для вже працюючих інженерів і менеджерів, щоб вони могли ефективно використовувати цифрові технології у своїй діяльності [7].

4. Автоматизація дозвільних процедур та цифрове управління будівництвом. Подальший розвиток електронного врядування у будівництві дозволить спростити взаємодію між компаніями та регуляторними органами, що сприятиме підвищенню прозорості процесів та зменшенню часу на узгодження проєктів [4].

Попри наявні виклики, адаптація цифрових технологій у будівельній галузі України є неминучою та необхідною для її модернізації. Використання BIM, IoT, автоматизованих систем управління та електронного документообігу може значно покращити ефективність будівельних процесів. Для успішної цифрової трансформації необхідні законодавчі зміни, державна підтримка, інвестиції та підготовка кваліфікованих спеціалістів.

Висновки із досліджуваного матеріалу і перспективи подальших розвідок в цьому напрямку. Цифровізація будівельної галузі є одним із ключових факторів її модернізації, що сприяє підвищенню ефективності управління проєктами, оптимізації ресурсів, зниженню витрат та покращенню якості будівельних робіт. У статті було розглянуто основні технологічні тренди в будівництві, зокрема впровадження інформаційного моделювання будівель (BIM), хмарних рішень, Інтернету речей (IoT), великих даних (Big Data), автоматизованих систем управління та блокчейн-технологій. Використання цих інструментів дозволяє значно покращити процеси планування, моніторингу та контролю будівельних проєктів, забезпечуючи їхню більшу прозорість та ефективність.

Дослідження показало, що в Україні процес цифровізації будівництва відбувається повільно через низку перешкод, серед яких ключовими є відсутність належного нормативно-правового регулювання, недостатнє фінансування, високі витрати на впровадження цифрових рішень та дефіцит кваліфікованих кадрів. Попри це, уже є певні позитивні зрушення, зокрема розвиток електронного документообігу, створення державних ініціатив щодо автоматизації дозвільних процедур та поступове впровадження BIM у великих інфраструктурних проєктах. Однак ці заходи поки що не є системними та не охоплюють увесь ринок.

Значний потенціал цифровізації будівельної галузі в Україні може бути реалізований за умови здійснення комплексних заходів, спрямованих на прискорення процесу впровадження інновацій. Першочерговим кроком має стати оновлення нормативно-правової бази, зокрема прийняття законодавчих актів, які регламентуватимуть обов'язкове використання цифрових технологій у державних будівельних проєктах. Це сприятиме прискоренню їх адаптації й у приватному секторі.

Не менш важливим є розвиток державно-приватного партнерства, що дозволить залучати інвестиції у цифрові рішення, а також створення програм державної підтримки для компаній, які впроваджують цифрові технології. Це може включати податкові пільги, гранти чи фінансові стимули для малого та середнього бізнесу, який прагне модернізувати свої будівельні процеси.

Ключову роль у цифровій трансформації галузі відіграє підготовка та перепідготовка кадрів. Університети, коледжі та навчальні центри повинні розробити освітні програми, що включатимуть курси з управління будівельними проєктами на основі BIM, аналізу даних у будівництві, автоматизованих систем моніторингу та інших цифрових інструментів. Також варто впроваджувати корпоративні навчальні програми для чинних фахівців галузі, що дозволить їм швидко адаптуватися до змін.

Автоматизація дозвільних процедур та широкомасштабний перехід на електронний документообіг є ще одним важливим напрямком. Це дозволить не лише пришвидшити будівельні процеси, а й значно знизити корупційні ризики. Подальша інтеграція цифрових платформ у роботу регуляторних органів дозволить ефективніше контролювати виконання будівельних норм та покращити взаємодію між державними структурами та бізнесом.

Отже, цифровізація будівельної галузі України є неминучим процесом, необхідним для підвищення конкурентоспроможності країни на міжнародному ринку. Попри наявні виклики, поступове впровадження цифрових рішень уже дає позитивні результати. Для досягнення повноцінної цифрової трансформації потрібен комплексний підхід, що включає нормативні реформи, залучення інвестицій, розширення освітніх програм та автоматизацію державного регулювання. Успішна реалізація цих заходів дозволить не лише підвищити ефективність управління будівельними проєктами, а й створити сучасну, прозору та технологічно розвинену будівельну галузь в Україні.

Список використаних джерел:

1. Кононенко І. В., Кподжедо М.Ф.К. Метод вибору підходу для управління портфелем проєктів і його застосування. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: *Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами*. Харків : НТУ «ХПІ», 2022. № 1(5). С. 29-38.

2. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 року № 430-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-p>

3. Шутенко Л.М. Будівельна галузь як об'єкт державного регулювання. URL: <http://eprints.kname.edu.ua/29712/1/1.pdf>
4. Реформа в будівництві: треба змінювати всю систему. URL: <https://surl.li/ckoiiof>
5. Мелко В. Галузь будівництва як об'єкт державного регулювання. *Науковий альманах. Серія: Управління та адміністрування*. 2016. Vol. 2 (II). С. 18-22. URL: https://eprints.oa.edu.ua/6215/1/Global_world_2_2006-18-22.pdf
6. Антикризове регулювання розвитку житлового будівництва. URL: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/Eir/2010_1/28-33.pdf
7. Климчук М. М., Ільїна Т.А., Поколенко В.О. Формування механізму управління ризиками будівельних проєктів на засадах компенсаторної технології «Tax Increment Financing». *Бізнес Інформ*. 2019. №3. С. 369–374.
8. Марушева О.А. Державне управління механізмом нормативно-правового регулювання соціально-економічних відносин у будівництві: теоретичні засади. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2017. № 12. URL : <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=1304>

References:

1. Kononenko, I. V., & Kpodzhedo, M. F. K. (2022). Metod vyboru pidkholdu dlia upravlinnia portfelem proiektiv i yoho zastosuvannia [Method for selecting an approach to portfolio management and its application]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu "KhPI"*. Serii: Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, prohramamy ta proiektamy, (1)(5), 29–38. [in Ukrainian].
2. Kabinet Ministriv Ukrainy. (2018, May 30). Pro skhvalennia Natsionalnoi transportnoi stratehii Ukrainy na period do 2030 roku [On the approval of the National Transport Strategy of Ukraine until 2030] (Order No. 430-r). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-p> [in Ukrainian].
3. Shutenko, L. M. Budivnelna haluz yak obiekt derzhavnoho rehuliuвання [The construction industry as an object of state regulation]. Retrieved from <http://eprints.kname.edu.ua/29712/1/1.pdf> [in Ukrainian].
4. Reforma v budivnytstvi: treba zmniuuvaty vsu systemu [Reform in construction: The whole system needs to be changed]. Retrieved from <https://surl.li/ckoiiof> [in Ukrainian].
5. Melko, V. (2016). Haluz budivnytstva yak obiekt derzhavnoho rehuliuвання [The construction industry as an object of state regulation]. *Naukovyi almanakh. Serii: Upravlinnia ta administruvannia*, 2(II), 18–22. Retrieved from https://eprints.oa.edu.ua/6215/1/Global_world_2_2006-18-22.pdf [in Ukrainian].
6. Antykryzove rehuliuвання rozvytku zhytlovoho budivnytstva [Anti-crisis regulation of housing construction development]. Retrieved from http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/Eir/2010_1/28-33.pdf [in Ukrainian].
7. Klymchuk, M. M., Ilyina, T. A., & Pokolenko, V. O. (2019). Formuvannia mekhanizmu upravlinnia ryzykamy budivnykh proiektiv na zasakh kompensatornoi tekhnologii "Tax Increment Financing" [Formation of a risk management mechanism for construction projects based on compensatory technology "Tax Increment Financing"]. *Biznes Inform*, (3), 369–374. [in Ukrainian].
8. Marusheva, O. A. (2017). Derzhavne upravlinnia mekhanizmom normatyvno-pravovoho rehuliuвання sotsialno-ekonomichnykh vidnosyn u budivnytstvi: teoretychni zasady [State management of the mechanism of regulatory and legal regulation of socio-economic relations in construction: Theoretical foundations]. *Derzhavne upravlinnia: udoskonalennia ta rozvytok*, (12). Retrieved from <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=1304> [in Ukrainian].