

Железняк В.Л.

аспірант

ORCID: 0009-0009-7831-9066

Конончук Р.В.

аспірант

ORCID: 0009-0009-2682-8600

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ЦИФРОВА МЕТОДОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ БУДІВНИЦТВА ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ ПАРАМЕТРІВ

У статті розглянуто актуальні проблеми розвитку цифрової методології управління організаційно-технологічними процесами будівництва об'єктів, спрямованої на оптимізацію проєктних параметрів та підвищення ефективності реалізації інвестиційно-будівельних програм. В умовах зростання складності будівельних проєктів, необхідності дотримання жорстких строків та раціонального використання ресурсів, цифрова трансформація стає визначальним чинником забезпечення конкурентоспроможності підприємств галузі.

Досліджено ключові напрями застосування цифрових технологій у сфері будівництва, зокрема використання інформаційного моделювання будівель (BIM), інструментів календарного та мережевого планування, цифрових платформ управління ризиками та ресурсами. Показано, що поєднання методологічних підходів із сучасним програмним забезпеченням створює передумови для більш гнучкого управління організаційно-технологічними рішеннями, дозволяє оперативно реагувати на зміни зовнішніх і внутрішніх факторів та мінімізувати негативні наслідки від невизначеності.

Особливу увагу приділено питанню оптимізації тривалості та вартості будівельних робіт шляхом інтеграції цифрового інструментарію в управлінські процеси. Обґрунтовано, що методологія цифрового управління створює можливості для багатофакторного аналізу, прогнозування сценаріїв реалізації проєктів і формування адаптивних організаційно-технологічних рішень. Визначено, що ефективність таких рішень проявляється у підвищенні продуктивності праці, зниженні витрат, зменшенні ризиків порушення термінів та покращенні якості виконання будівельно-монтажних робіт.

Розглянуто практичні аспекти застосування цифрових методів у будівельних підприємствах України. Акцент зроблено на тому, що цифровізація дозволяє узгодити взаємодію учасників будівельного процесу, забезпечити прозорість прийняття управлінських рішень та

створити єдиний інформаційний простір для управління даними протягом життєвого циклу об'єкта.

Результати дослідження мають як теоретичне, так і практичне значення. Вони сприяють подальшому розвитку методологічних основ організації будівництва з урахуванням цифрових технологій, а також формуванню інноваційних механізмів управління проєктними параметрами, спрямованих на досягнення високих показників ефективності будівельних проєктів.

Ключові слова: *будівництво, організація будівництва, організаційно-технологічні процеси, цифрова методологія, цифровий інструментарій, удосконалення проєктних показників.*

Вступ. Сучасний розвиток будівельної галузі характеризується високим рівнем складності організаційно-технологічних процесів, які потребують інтеграції інноваційних підходів до планування, управління та контролю. Зростаючі вимоги до якості, енергоефективності та екологічності будівельних проєктів вимагають застосування інструментів, здатних забезпечити точність розрахунків, гнучкість у прийнятті рішень і адаптивність до динамічних умов середовища. Традиційні методи управління вже не відповідають масштабам викликів, пов'язаних із цифровізацією економіки, що робить актуальним пошук нових методологічних засад.

У цьому контексті цифрова методологія управління організаційно-технологічними процесами будівництва постає як ефективний інструмент оптимізації проєктних параметрів. Використання цифрових платформ, інформаційного моделювання (BIM), систем аналізу даних та штучного інтелекту дозволяє суттєво підвищити точність прогнозування витрат і термінів, знизити ризики, а також забезпечити прозорість комунікацій між усіма учасниками будівельного процесу. Цифрові технології сприяють переходу від фрагментарного до комплексного управління, що охоплює весь життєвий цикл об'єкта – від проєктування до експлуатації.

Особливого значення цифрова методологія набуває в умовах масштабної відбудови, яка потребує швидкої реалізації будівельних проєктів із забезпеченням належної якості та раціонального використання ресурсів. Оптимізація проєктних параметрів через цифрові інструменти стає не лише технічним, а й стратегічним завданням, оскільки визначає конкурентоспроможність підприємств галузі та їхню здатність відповідати сучасним викликам.

Таким чином, актуальність дослідження зумовлена потребою у створенні цілісної цифрової методології управління, яка дозволить поєднати інноваційні технології з практиками організаційно-технологічного менеджменту, забезпечивши ефективність, прозорість та стійкість будівельних процесів у нових економічних і соціальних умовах.

Аналіз досліджень і публікацій. У сучасних умовах цифрова трансформація будівельної галузі України стає ключовим чинником її

інноваційного розвитку. У науковій літературі простежується зростаючий інтерес до дослідження цифровізації як інструменту підвищення ефективності, прозорості та конкурентоспроможності будівельних підприємств.

Так, Пушкар Т. А. акцентує увагу на цифровізації інноваційної діяльності в будівництві, розглядаючи її як рушійну силу модернізації галузі та інтеграції новітніх технологій у виробничі процеси [1]. Подібну тематику розвивають Бондаренко Д. та Калашнікова К., які аналізують сучасний стан цифровізації будівельної галузі України, виявляючи ключові проблеми та перспективи її розвитку [2]. У свою чергу, Туровець Ю. досліджує цифровізацію адміністративних послуг у сфері будівництва, зокрема впровадження електронних сервісів, що спрощують дозвільні процедури [3].

Садовяк М. Б. у своїй роботі виокремлює основні вектори цифровізації будівельного сектору, серед яких — впровадження BIM-технологій, автоматизація процесів та використання аналітики даних [4]. Практичний аспект цифровізації висвітлюється також у матеріалах Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України, де зазначається зростання попиту на електронні послуги в будівництві [5].

Цінним є внесок Беленкової О. Ю., яка розробляє механізм взаємодії між бізнесом, наукою та державою в контексті цифрової трансформації галузі [6]. Аналіз тенденцій цифрової трансформації будівельного бізнесу подають Марченко О. та Коляденко Р., акцентуючи увагу на її впливі на економічну безпеку [7].

У тезах конференції, підготовлених Берестецькою О. М. та Цимбровським В., розглядаються інноваційні підходи до цифрової трансформації будівництва в Україні [8]. Дубінін Д. аналізує бар'єри та можливості цифровізації українських будівельних і проєктних підприємств, зокрема організаційні та технічні виклики [9]. Клочко А. зосереджується на цифрових технологіях в архітектурі та будівництві, таких як автоматизоване проєктування та візуалізація [10].

Іноземний досвід представлений у монографії Tugai O. A., де розглядаються організаційно-технологічні та економічні аспекти контролю якості в будівництві [11]. Вітчизняний підхід до менеджменту якості в будівництві висвітлюється у монографії Лівінського О. М. та співавторів, де аналізуються виробничі організаційні системи та стандарти [12].

Мета дослідження полягає у науковому обґрунтуванні та розробці цифрової методології управління організаційно-технологічними процесами будівництва, яка забезпечить оптимізацію проєктних параметрів, підвищення ефективності використання ресурсів та скорочення термінів реалізації будівельних проєктів у сучасних умовах розвитку галузі.

Основна частина. В Україні всі етапи реалізації будівельних проєктів здійснюються через Єдину державну електронну систему у сфері

будівництва (ЄДЕССБ), що забезпечує фіксацію дій у режимі реального часу, знижує корупційні ризики та робить процеси прозорими як для учасників ринку, так і для громадськості.

За перший квартал 2024 року до системи долучилося понад 7,6 тис. нових користувачів, а кількість послуг у форматі paperless досягла 13,3 тис., що на 56 % перевищує показник аналогічного періоду 2023 року. Через портал «Дія» стало можливим дистанційне оформлення документів без відвідування державних органів.

ЄДЕССБ виступає єдиним цифровим сховищем будівельної документації: у першому кварталі 2024 року зареєстровано понад 180 тис. відомостей технічної інвентаризації, майже 34 тис. дозвільних документів, 6,8 тис. проєктної документації та понад 8 тис. будівельних паспортів. Додатково видано 4,9 тис. містобудівних умов і обмежень.

Система також впровадила автоматичну первинну реєстрацію спеціальних майнових прав, що дозволяє напряму передавати дані до Державного реєстру речових прав. Уже зареєстровано 19 об'єктів і понад 3,5 тис. майбутніх об'єктів нерухомості. Загалом у ЄДЕССБ зберігається інформація про 68 будівельних об'єктів, а процес внесення даних триває більш ніж щодо сотні проєктів (рис.1).

Таким чином, ЄДЕССБ є ключовим інструментом цифровізації будівельної галузі, що поєднує контроль, прозорість і підзвітність у процесах від проєктування до введення об'єктів в експлуатацію.

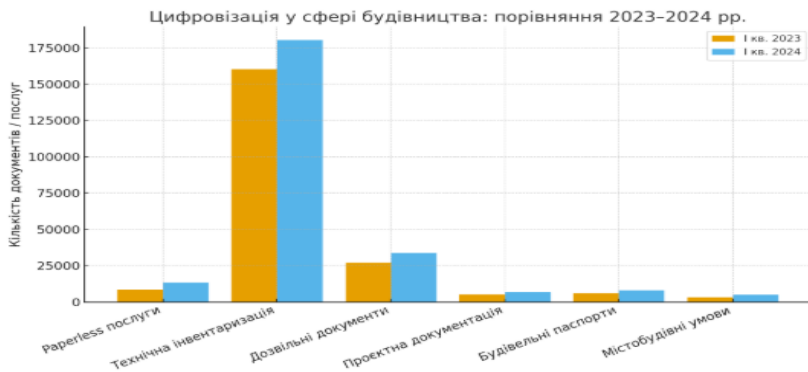


Рис.1. Порівняння кількості електронних послуг та документів у I кварталі 2023 та 2024 років. (розроблено авторами за [5])

Подані на графіку дані відображають динаміку цифровізації у будівельній сфері України за перший квартал 2023 та 2024 років. Видно суттєве зростання обсягів електронних послуг та реєстрацій документів у ЄДЕССБ. Зокрема, кількість послуг у форматі paperless збільшилася на понад 56 %, а кількість зареєстрованих відомостей технічної інвентаризації та дозвільних документів також зросла на десятки

відсотків. Помітне підвищення спостерігається у сфері реєстрації будівельних паспортів та містобудівних умов і обмежень, що є ключовими для запуску проєктів.

Таким чином, статистика підтверджує стале зростання попиту на цифрові сервіси, що робить ЄДЕССБ важливим інструментом прозорості, ефективності та прискорення процесів у будівельній галузі.

У процесі дослідження здійснено порівняння традиційних та цифрових інструментів організації будівництва, що дозволяє оцінити їхній вплив на ефективність реалізації проєктів реконструкції та відновлення (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняння традиційних та цифрових підходів до організації будівництва

Критерій	Традиційний підхід	Цифровий підхід
Управління документацією	Паперові носії, розрізнені електронні файли; складність в актуалізації та пошуку інформації	Єдина цифрова платформа (BIM, CDE); централізоване зберігання, швидкий доступ та контроль версій
Проектування	Виконання креслень у 2D; обмежені можливості візуалізації та перевірки рішень	Інформаційне моделювання об'єктів (BIM), 3D/4D/5D-моделі; інтеграція архітектурних, конструктивних та інженерних рішень
Календарне планування	Статичні графіки; ручне коригування термінів; слабкий контроль критичного шляху	Цифрові системи планування (Primavera, MS Project, ProjectLibre); автоматичне коригування графіків; сценарний аналіз
Управління ресурсами	Розрахунки вручну; обмежений контроль матеріалів і техніки	Автоматизовані системи управління ресурсами; IoT-датчики для моніторингу; прогнозування потреби
Управління ризиками	Здебільшого якісна оцінка; відсутність цифрових інструментів	Кількісна оцінка ризиків; використання спеціалізованих платформ; формування резервів часу й бюджету
Комунікації учасників	Телефонні дзвінки, паперові звіти, зустрічі	Онлайн-платформи, хмарні сервіси, цифрові дашборди; миттєвий обмін даними
Контроль виконання робіт	Періодичні виїзди на об'єкт; звітність у ручному режимі	Цифровий моніторинг у режимі реального часу (дрони, IoT, мобільні додатки); автоматичні звіти
Тривалість будівництва	Вища через неузгодженість та затримки	Скорочена завдяки оптимізації процесів і швидкому прийняттю рішень
Якість проєктних рішень	Часті помилки та неузгодження	Підвищена за рахунок візуалізації, автоматичних перевірок і моделювання життєвого циклу
Вартість	Зростає через перевитрати ресурсів і час	Оптимізована завдяки цифровим алгоритмам та прогнозуванню

У сфері управління документацією традиційні методи передбачають використання паперових носіїв та розрізнених електронних файлів, що

значно ускладнює пошук, актуалізацію та контроль проєктних даних. Цифрові платформи забезпечують централізоване зберігання інформації, автоматичне відстеження версій та швидкий доступ для всіх учасників проєкту, що підвищує оперативність ухвалення рішень.

Щодо проєктування, традиційні методи обмежуються двовимірними кресленнями, що не завжди дозволяє врахувати взаємодію архітектурних, конструктивних та інженерних рішень. Використання BIM-технологій дає змогу формувати багатовимірні моделі (3D/4D/5D) із інтеграцією всіх складових, мінімізуючи ймовірність помилок і повторних передпроектних змін.

У частині календарного планування традиційні графіки є статичними та обмежують можливості оптимізації термінів, тоді як цифрові системи (Primavera, MS Project) дозволяють здійснювати автоматичну оптимізацію графіків, проводити сценарний аналіз і відстежувати критичний шлях у реальному часі.

Важливим аспектом є управління ресурсами. У традиційних методах використання матеріалів, техніки та робочої сили контролюється вручну, що створює ризики перевитрат і простоїв. Цифрові інструменти забезпечують моніторинг ресурсів у реальному часі, прогнозування потреб і своєчасне перенаправлення ресурсів, що оптимізує виконання робіт.

Управління ризиками у традиційному підході ґрунтується на якісних оцінках і суб'єктивних експертних висновках. Натомість цифрові методи дозволяють здійснювати кількісний аналіз ризиків, формувати резерви часу та бюджету, а також швидко реагувати на непередбачені обставини.

Щодо комунікацій, цифрові технології забезпечують інтеграцію всіх учасників проєкту через хмарні сервіси, онлайн-платформи та інтерактивні дашборди, на відміну від традиційних методів, де обмін інформацією обмежується паперовими звітами та особистими зустрічами.

Нарешті, контроль виконання робіт за цифрових систем здійснюється у режимі реального часу за допомогою дронів, IoT-технологій та мобільних додатків, що значно підвищує точність контролю і скорочує затримки.

В результаті інтеграції цифрових інструментів у процес управління організаційно-технологічними процесами будівництва досягається суттєве скорочення тривалості реалізації проєктів, підвищується якість проєктних рішень та оптимізується вартість будівництва. Застосування цифрового підходу створює передумови для комплексної оптимізації параметрів проєктів, що особливо важливо для об'єктів реконструкції та відновлення.

Висновки. Проведене дослідження підтверджує, що впровадження цифрової методології управління організаційно-технологічними процесами будівництва є ключовим чинником підвищення ефективності сучасних інвестиційно-будівельних проєктів. Аналіз показав, що застосування цифрових інструментів у поєднанні з методологічними підходами створює умови для комплексної оптимізації проєктних

параметрів, включаючи тривалість робіт, вартість, якість та рівень ризиків.

Доведено, що цифровізація управлінських процесів дозволяє створити єдине інформаційне середовище, яке забезпечує безперервний обмін даними між усіма учасниками будівельного процесу. Це підвищує прозорість прийняття рішень, скорочує кількість організаційних втрат та мінімізує ризики, пов'язані з неузгодженістю дій.

Використання інструментів BIM, календарного та мережевого планування, цифрових платформ управління ресурсами та ризиками сприяє формуванню адаптивних організаційно-технологічних рішень. Завдяки цьому з'являється можливість здійснювати сценарний аналіз, моделювання альтернатив та оперативного коригувати параметри проєкту залежно від змін зовнішнього середовища.

Встановлено, що цифрова методологія управління позитивно впливає на показники ефективності будівельних проєктів. Вона забезпечує скорочення термінів будівництва, оптимізацію використання ресурсів, підвищення продуктивності праці, зниження витрат на етапах реалізації та експлуатації об'єктів. Одночасно з цим покращується якість робіт і зростає рівень відповідності будівельної продукції нормативним вимогам.

Результати дослідження підтвердили, що цифрова трансформація особливо актуальна для проєктів реконструкції та відновлення, де часові та ресурсні обмеження мають вирішальне значення. Впровадження цифрових підходів у цій сфері дозволяє оперативно узгоджувати дії різних учасників, враховувати стан існуючих конструкцій, прогнозувати можливі ризики та скорочувати часові лаги у виконанні робіт.

Таким чином, цифрова методологія управління організаційно-технологічними процесами у будівництві виступає не лише інструментом оптимізації окремих параметрів проєкту, а й формує основу для сталого розвитку будівельної галузі в умовах зростаючої конкуренції та глобальних викликів. Її впровадження сприятиме підвищенню інноваційної спроможності будівельних підприємств, їхній інтеграції у міжнародний ринок та досягненню високих стандартів ефективності та якості.

Список використаної літератури

1. Пушкар Т. А. Цифровізація інноваційної діяльності в будівництві // Здобутки економіки: перспективи та інновації. 2024. № 8. DOI: 10.5281/zenodo.13141194.
2. Бондаренко Д., Калашнікова К. Цифровізація будівельної галузі України: аналіз стану, проблем та перспектив розвитку // Економіка та суспільство. 2024. № 65. DOI: 10.32782/2524-0072/2024-65-2.
3. Туровець Ю. Цифровізація надання адміністративних послуг у сфері будівництва // Університетські наукові записки. 2021. № 1 (79). С. 91–99. DOI: 10.37491/UNZ.79.9.

4. Садовьяк М. Б. Key vectors of digitalization in the construction sector // Scientific Notes of Lviv University of Business and Law. 2024. № 43. С. 87–96. URL: <https://nzlubb.org.ua/index.php/journal/article/view/1453>.
5. Цифровізація будівельної галузі: попит на електронні послуги зростає // Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. URL: <https://mtu.gov.ua/news/35493.html> (дата звернення: 07.03.2025).
6. Белєнкова О. Ю. Цифрова трансформація будівництва: механізм взаємодії бізнесу, науки, держави // Building production. 2019. № 1(66). С. 30–36.
7. Марченко О., Коляденко Р. Цифрова трансформація будівельного бізнесу: тенденції та перспективи // Цифрова економіка та економічна безпека. 2023. № 4 (04). С. 20–26. DOI: 10.32782/dees.4-4.
8. Берестецька О. М., Цимбровський В. Цифрова трансформація будівництва в Україні // Тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції „Цифрова економіка як фактор інновацій та сталого розвитку суспільства“. 2022. С. 8–9.
9. Дубінін Д. Цифрова трансформація українських будівельних та проектних підприємств: перешкоди та можливості // Управління розвитком складних систем. 2023. № 56. С. 131–137.
10. Ключко А. Цифрові технології в галузі архітектури і будівництва // Управління розвитком складних систем. 2021. № 48. С. 61–68.
11. Tugai O. A. Organizational and technological, economic quality control aspects in the construction industry: collective monograph. Lviv–Toruń : Liha-Pres, 2019. 136 p.
12. Лівінський О. М. та ін. Менеджмент якості в будівництві та виробничі організаційні системи: монографія. Київ : Центр учбової літератури, 2018. 230 с.

Zhelezniak Vladyslav, Kononchuk Roman

Digital methodology for management of organizational and technological processes of facility construction for optimization of design parameters

The article addresses the current challenges of developing a digital methodology for managing organizational and technological processes in construction, aimed at optimizing project parameters and enhancing the efficiency of investment and construction programs. In the context of increasing project complexity, strict time constraints, and the need for rational resource utilization, digital transformation becomes a decisive factor for ensuring the competitiveness of construction enterprises.

The study investigates the key directions of applying digital technologies in construction, including Building Information Modeling (BIM), tools of scheduling and network planning, digital platforms for risk and resource management, and integrated project monitoring systems. It is demonstrated that the combination of methodological approaches with modern software solutions creates the foundation for flexible management of organizational and

technological decisions. Such integration allows rapid adaptation to external and internal changes and minimizes the negative impact of uncertainty on project performance.

Particular attention is paid to the optimization of construction duration and cost through the integration of digital tools into management processes. The research substantiates that the digital management methodology enables multifactor analysis, scenario forecasting, and the formation of adaptive organizational and technological solutions. The effectiveness of these solutions is reflected in higher labor productivity, reduced costs, minimized risks of schedule disruptions, and improved quality of construction and installation works.

The paper also discusses practical aspects of applying digital methods in Ukrainian construction companies engaged in reconstruction, recovery, and the erection of new industrial and civil facilities. Emphasis is placed on the role of digitalization in coordinating stakeholder interactions, ensuring transparency in decision-making, and creating a unified information environment for managing data throughout the entire life cycle of a construction project.

The findings have both theoretical and practical significance. They contribute to the further development of methodological foundations for construction organization with the use of digital technologies, as well as the formation of innovative mechanisms for project parameter optimization, ensuring high levels of efficiency and sustainability in construction projects.

Keywords: construction, construction organization, organizational and technological processes, digital methodology, digital tools, improvement of project indicators.

Посилання на статтю:

АРА: Zhelezniak, V., Kononchuk R. (2024). Tsyfrova metodolohiia upravlinnia orhanizatsiino-tekhnologichnymy protsesamy budivnytstva ob'ektiv dlia optymizatsii proiektnykh parametriv. [Digital methodology for management of organizational and technological processes of facility construction for optimization of design parameters]. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 54(2), С. 325-333.

ДСТУ: Железняк В.Л., Конончук Р.В. Цифрова методологія управління організаційно-технологічними процесами будівництва об'єктів для оптимізації проєктних параметрів. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2024. № 54 (2). С. 325-333.