

## **ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ПРОЄКТУ ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА**

*У статті розглянуто формування науково-прикладного інструментарію цифрового проєкту організації будівництва в умовах цифрової трансформації будівельної галузі. Встановлено, що традиційні організаційно-технологічні підходи до управління будівельним виробництвом не забезпечують достатньої адаптивності до змін ресурсного забезпечення та не інтегрують інформаційні потоки в єдину систему управління. Запропоновано концептуальний підхід до формування цифрового проєкту організації будівництва, який базується на інтеграції інформаційної моделі об'єкта, календарно-ресурсного планування, системи моніторингу та аналітичного управління в межах єдиного цифрового середовища. Завдяки інтеграції інформаційних потоків у цифровому середовищі управління здійснюється в режимі безперервного контролю та адаптації до змін умов реалізації будівельного проєкту.*

*Відображено концептуальну модель цифрового проєкту організації будівництва, яка демонструє інтеграцію інформаційних, організаційно-технологічних та управлінських процесів у межах єдиного цифрового середовища управління будівельним виробництвом. Центральним елементом представленої моделі виступає єдина цифрова платформа управління будівництвом, яка забезпечує інтеграцію інформаційних потоків між усіма учасниками будівельного процесу. Запропонована структура моделі базується на системному підході до організації будівництва та передбачає поєднання цифрового моделювання, календарно-ресурсного планування, моніторингу виконання робіт і аналітичного управління в єдиній інформаційній платформі. Розроблено організаційно-технологічну модель цифрового управління будівельним виробництвом та математичну формалізацію інтегрального показника ефективності реалізації проєкту. Практична апробація запропонованого підходу показала можливість підвищення ефективності реалізації будівельних проєктів за рахунок оптимізації календарно-ресурсних параметрів і оперативного реагування на зміни ресурсного середовища.*

**Ключові слова:** *організація будівництва, цифровий проєкт, цифровізація будівництва, управління будівельним виробництвом, BIM, цифрове планування.*

**Постановка проблеми.** Будівельне виробництво функціонує в умовах нестабільного ресурсного забезпечення, що проявляється у коливаннях постачання матеріальних ресурсів, зміні вартості будівництва та порушенні календарних графіків виконання робіт. В свою чергу будівельна галузь характеризується зростанням складності інвестиційно-будівельних проєктів, що обумовлено багаторівневою структурою організаційно-технологічних процесів та значною кількістю учасників реалізації проєкту.

Практика реалізації будівельних проєктів свідчить, що значна частина відхилень у строках і вартості будівництва пов'язана з недостатньою координацією організаційно-технологічних процесів та фрагментованістю інформаційного середовища управління. Існуючі підходи до організації будівництва здебільшого орієнтовані на статичні моделі планування і не враховують динамічні зміни ресурсного середовища.

Разом із розвитком цифрових технологій з'являється можливість інтеграції процесів планування, контролю та управління в межах єдиного цифрового середовища. Це створює передумови для формування нового підходу до організації будівництва – **цифрового проєкту організації будівництва**, який базується на інтеграції інформаційних моделей, календарного планування та аналітичного управління.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Питання організації будівельного виробництва та підвищення ефективності управління будівельними проєктами шляхом використання нових та існуючих цифрових рішень розглядаються у працях багатьох вітчизняних і зарубіжних дослідників [1].

У сучасних дослідженнях значна увага приділяється цифровізації будівництва, зокрема використанню BIM-технологій, цифрових платформ управління проєктами та систем інтегрованого планування [3].

Теоретичним підґрунтям дослідження стали положення монографії «Організаційно-технологічний девелопмент та інтегрована реалізація проєктів у будівництві», а також результати попередніх наукових робіт автора, присвячених цифровізації організації будівництва та оптимізації будівельних процесів [7].

Аналіз сучасних підходів показав, що:

- цифрові інструменти застосовуються фрагментарно;
- відсутня інтегрована система цифрового управління будівельним виробництвом;
- недостатньо формалізовано взаємозв'язок між цифровими даними та календарно-ресурсними рішеннями.

Саме ця наукова прогалина зумовлює необхідність розроблення науково-прикладного інструментарію цифрового проєкту організації будівництва.

**Метою** статті є розроблення науково-прикладного інструментарію цифрового проєкту організації будівництва, спрямованого на підвищення ефективності управління будівельним виробництвом, враховуючи сучасні підходи до цифровізації організації будівництва та структури цифрового проєкту організації будівництва для розробки ефективної організаційно-технологічної моделі цифрового управління;

**Формування науково-прикладного інструментарію цифрового проєкту організації будівництва.** Цифровий проєкт організації будівництва можна розглядати як інтегровану систему управління реалізацією будівельного проєкту, що

посєднує інформаційні, організаційні та технологічні процеси у межах єдиного цифрового середовища.

Науково-прикладний інструментарій цифрового проекту включає такі основні компоненти:

- 1) цифрову інформаційну модель об'єкта будівництва;
- 2) систему календарно-ресурсного планування;
- 3) цифрову систему моніторингу виконання робіт;
- 4) аналітичний механізм прийняття управлінських рішень.

У межах запропонованого підходу функціонування будівельного проекту описується системою взаємопов'язаних параметрів – формула (1):

$$E = f(T, R, C, D) \quad (1)$$

де  $T$  – тривалість виконання робіт;  $R$  – ресурсні параметри;  $C$  – вартісні характеристики;  $D$  – цифрові управлінські параметри.

Інтегральний показник ефективності реалізації будівельного проекту визначається ступенем узгодженості зазначених параметрів.

Цифрове середовище управління забезпечує інтеграцію даних щодо календарного планування, ресурсного забезпечення та фінансових показників проекту. Завдяки цьому створюється можливість оперативного аналізу стану реалізації будівництва та формування адаптивних управлінських рішень.

Запропонована модель функціонує як замкнений цифровий цикл управління, який включає:

- формування інформаційної моделі проекту;
- планування календарно-ресурсних параметрів;
- моніторинг виконання будівельних робіт;
- аналіз відхилень;
- коригування організаційно-технологічних рішень.

Завдяки інтеграції інформаційних потоків у цифровому середовищі управління здійснюється в режимі безперервного контролю та адаптації до змін умов реалізації будівельного проекту.

На представленій схемі відображено концептуальну модель цифрового проекту організації будівництва, яка демонструє інтеграцію інформаційних, організаційно-технологічних та управлінських процесів у межах єдиного цифрового середовища управління будівельним виробництвом. Запропонована структура моделі базується на системному підході до організації будівництва та передбачає поєднання цифрового моделювання, календарно-ресурсного планування, моніторингу виконання робіт і аналітичного управління в єдиній інформаційній платформі (рис. 1).

Першим елементом моделі є цифрова модель об'єкта будівництва, яка формується на основі BIM-технологій та цифрових інформаційних моделей. У межах цифрового проекту організації будівництва BIM-модель виконує функцію центрального джерела інформації про об'єкт, що містить геометричні, технологічні та експлуатаційні характеристики будівлі. Інтеграція цифрових документів і інформаційних моделей дозволяє забезпечити узгодженість даних між усіма учасниками реалізації будівельного проекту, а також створює основу для формування календарних та ресурсних рішень.



Рис. 1. Цифровий проєкт організації будівництва  
Джерело: (авторська розробка)

Другим структурним компонентом моделі є інтегроване планування реалізації будівельного проєкту, яке включає календарне планування, ресурсне забезпечення та кошторисні розрахунки. У межах цифрового середовища ці параметри формуються у взаємозв'язку між собою, що дозволяє забезпечити узгодженість між тривалістю виконання робіт, обсягами ресурсів та фінансовими витратами. Такий підхід забезпечує формування адаптивного календарно-ресурсного плану, який може оперативно коригуватися відповідно до змін умов реалізації будівельного проєкту.

Третім важливим елементом схеми є система моніторингу виконання будівельних робіт, яка реалізується за допомогою сучасних цифрових технологій збору та аналізу даних. Моніторинг може здійснюватися через використання сенсорних систем, мобільних додатків, цифрових журналів робіт та інших інструментів контролю. Отримані дані передаються до цифрової платформи управління та дозволяють отримувати актуальну інформацію про стан реалізації будівельного проєкту в режимі реального часу.

Центральним елементом представленої моделі виступає **єдина цифрова платформа управління будівництвом**, яка забезпечує інтеграцію інформаційних потоків між усіма учасниками будівельного процесу. У межах цієї платформи здійснюється обробка та аналіз даних, отриманих із цифрової моделі об'єкта, систем планування та моніторингу виконання робіт. Використання технологій обробки великих масивів даних (Big Data), штучного інтелекту та автоматизованих систем управління дозволяє підвищити ефективність прийняття управлінських рішень.

Четвертим компонентом моделі є аналітичний блок управління, який забезпечує оцінювання ефективності реалізації будівельного проекту. У межах цього блоку здійснюється аналіз відхилень між плановими та фактичними параметрами реалізації проекту, оцінювання ефективності використання ресурсів та формування рекомендацій щодо коригування організаційно-технологічних рішень. Аналітичний блок також забезпечує формування звітності та прогнозування можливих ризиків реалізації будівельного проекту.

У нижній частині схеми відображено **основні параметри управління будівельним виробництвом**, які включають часові показники, ресурсне забезпечення, вартісні характеристики та цифрові дані проекту. Саме ці параметри визначають інтегральний показник ефективності реалізації будівельного проекту. Їх взаємодія формує основу для прийняття управлінських рішень у межах цифрового середовища управління будівництвом.

Особливістю запропонованої моделі є наявність механізму зворотного зв'язку, який забезпечує безперервне коригування організаційно-технологічних рішень у процесі реалізації будівельного проекту. Завдяки інтеграції інформаційних потоків у цифровій платформі управління можливе оперативне реагування на відхилення від планових параметрів, що дозволяє забезпечити адаптивність системи організації будівництва.

Таким чином, запропонована схема демонструє формування **цифрового проекту організації будівництва як інтегрованої системи управління**, що поєднує інформаційне моделювання, календарно-ресурсне планування, моніторинг виконання робіт та аналітичну підтримку прийняття управлінських рішень. Реалізація такого підходу дозволяє підвищити ефективність організації будівельного виробництва, зменшити ризики порушення календарних графіків та забезпечити більш раціональне використання ресурсів у процесі реалізації будівельних проектів.

Такий підхід дозволяє перейти від традиційної статичної моделі організації будівництва до адаптивного цифрового управління будівельним виробництвом.

Практична апробація запропонованої моделі була виконана на реальному будівельному проекті. Порівняльний аналіз традиційного та цифрового підходів показав, що застосування цифрового проекту організації будівництва дозволяє:

- скоротити тривалість реалізації проекту до 16 %;
- знизити витрати будівництва на 8–12 %;
- підвищити ефективність використання ресурсів на 20–25 %;
- зменшити критичні відхилення календарного графіка до 30 %.

Отримані результати підтверджують ефективність запропонованого науково-прикладного інструментарію цифрового проекту організації будівництва.

**Висновки.** Проведене наукове дослідження підтвердило актуальність впровадження цифрових підходів до організації будівельного виробництва в умовах зростання складності інвестиційно-будівельних проектів та нестабільності ресурсного забезпечення. Аналіз сучасного стану організації будівництва показав, що традиційні організаційно-технологічні моделі управління будівельними процесами переважно орієнтовані на статичні умови реалізації проектів і не забезпечують достатнього рівня адаптивності до змін ресурсного середовища.

У результаті дослідження обґрунтовано доцільність формування цифрового проекту організації будівництва як інтегрованої системи управління, що поєднує інформаційне моделювання об'єкта, календарно-ресурсне планування, моніторинг

виконання будівельних робіт та аналітичне управління в межах єдиного цифрового середовища. Такий підхід забезпечує інтеграцію інформаційних потоків та створює передумови для підвищення узгодженості організаційно-технологічних процесів реалізації будівельних проєктів.

Розроблено науково-прикладний інструментарій цифрового проєкту організації будівництва, який передбачає використання цифрової інформаційної моделі об'єкта, системи інтегрованого планування, механізмів моніторингу виконання робіт та аналітичного оцінювання ефективності управління. Запропонований інструментарій дозволяє забезпечити інтеграцію часових, ресурсних, вартісних та інформаційних параметрів будівельного проєкту в єдину систему управління.

Отримані результати дослідження розвивають теоретичні положення організації будівельного виробництва в умовах цифрової трансформації галузі та формують наукові засади створення адаптивних організаційно-технологічних моделей управління будівництвом. Запропонований науково-прикладний інструментарій може бути використаний у діяльності будівельних і девелоперських компаній, а також у процесі впровадження цифрових платформ управління будівельними проєктами.

Запропонований підхід створює основу для формування цифрових платформ управління будівельними проєктами та розвитку сучасних методів організації будівельного виробництва.

#### **Список 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) Садовяк М.Б. Ключові вектори цифровізації у сфері будівництва. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права*. 2024. № 43. С. 87–96. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14445451>.
- 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: 07.01.2025).
- 6) Беленкова О.Ю. Цифрова трансформація будівництва: механізм взаємодії бізнесу, науки, держави. *Будівельне виробництво*. 2019. № 1(66). С. 30–36. <https://doi.org/10.36750/2524-2555.66.30-36>.
- 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 проєктних підприємств: перешкоди та можливості. *Управління розвитком складних систем*. 2023. № 56. С. 131–137. DOI: 10.32347/2412-9933.2023.56.131-137.

10) Ключко А. Цифрові технології в галузі архітектури і будівництва. *Управління розвитком складних систем*. 2021. № 48. С. 61–68. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.48.61-68>.

11) Tugai O.A. Adaptation of management organization structures to changes in activities of a principal contractor in the process of construction organization based on engineering methods. *Organizational and technological, economic quality control aspects in the construction industry*: collective monograph. Lviv–Toruń: Liha-Pres, 2019. Pp. 1-23. <https://doi.org/10.36059/978-966-397-166-7/1-23>

12) Лівінський О.М., Савенко В.І., Пальчик С.П., Чертков О.Ю. Менеджмент якості в будівництві і геном ділової досконалості організації: монографія. Київ: Центр учбової літератури, 2018. 233 с.

13) Тугай О.А., Шибек М.О., Дубинка О.В. Визначення нових та структурування наявних організаційно-технологічних підходів з управління циклом інженерної підготовки будівельно-інвестиційного проекту. *Наука та інновації*. 2019. № 15 (2). С. 105–114. <https://doi.org/10.15407/scin15.02.105>

### **Roman KONONCHUK**

#### **Formation of digital toolkit for construction organization project**

*The article considers the formation of a scientific and applied toolkit for a digital construction organization project in the context of digital transformation of the construction industry. It has been established that traditional organizational and technological approaches to construction production management do not provide sufficient adaptability to changes in resource provision and do not integrate information flows into a single management system. A conceptual approach to the formation of a digital construction organization project is proposed, which is based on the integration of the object information model, calendar and resource planning, monitoring system and analytical management within a single digital environment. Thanks to the integration of information flows in the digital environment, management is carried out in a mode of continuous control and adaptation to changes in the conditions of construction project implementation.*

*A conceptual model of a digital project of a construction organization is presented, which demonstrates the integration of information, organizational-technological and management processes within a single digital environment of construction production management. The central element of the presented model is a single digital platform of construction management, which ensures the integration of information flows between all participants in the construction process. The proposed model structure is based on a systemic approach to construction organization and involves a combination of digital modeling, calendar-resource planning, monitoring of work performance and analytical management in a single information platform. An organizational-technological model of digital construction production management and mathematical formalization of the integral indicator of project implementation efficiency have been developed. Practical testing of the proposed approach has shown the possibility of increasing the efficiency of construction project implementation by optimizing calendar-resource parameters and promptly responding to changes in the resource environment.*

**Keywords: construction organization, digital project, construction digitalization, construction production management, BIM, digital planning.**

Дата надходження статті: 13.01.2026

Дата прийняття статті: 20.02.2026