

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.11.303-311

УДК 69:658.5

Войтович В.А.,

voitovych\_va@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-0015-9786,  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ПЛАНУВАННЯ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ З АКЦЕНТОМ НА УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ

*Розглядається значення удосконалення процесів у будівельній галузі що стрімко розвивається під впливом інноваційних технологій та відкривають нові можливості для удосконалення процесів планування і виконання будівельних робіт. Зростання складності проєктів, необхідність зменшення витрат і термінів будівництва, а також забезпечення високого рівня безпеки й екологічної відповідальності створюють потребу в застосуванні сучасних підходів. Використання дронів для моніторингу майданчиків, впровадження робототехніки для автоматизації будівельних процесів, застосування штучного інтелекту для оптимізації управління ресурсами та 3D-друк будівельних елементів є ключовими напрямками інновацій у галузі. Ця стаття аналізує переваги й виклики інтеграції зазначених технологій у будівельну сферу, визначає їхній вплив на ефективність, якість і економічність проєктів, окреслює перспективи подальшого розвитку галузі в умовах цифрової трансформації.*

*Ключові слова: інновації в будівництві; планування будівництва; дрони; робототехніка; штучний інтелект; 3D-друк; оптимізація процесів; будівельна галузь; цифрові технології; ефективність будівництва.*

**Постановка проблеми.** Будівельна галузь стикається з численними викликами, серед яких: висока складність планування проєктів, недосконала логістика, перевищення кошторисів, затримки у виконанні робіт та підвищені ризики для працівників. Традиційні методи управління будівництвом часто не забезпечують належного рівня ефективності та безпеки. В умовах зростання конкуренції та потреби в екологічно чистих і економічно вигідних рішеннях виникає необхідність впровадження інноваційних підходів до планування та організації будівельних процесів. Це дозволяє не лише оптимізувати використання ресурсів, але й забезпечити високу якість і безпеку будівельних об'єктів.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Загалом, аналіз літератури та сучасних наукових досліджень і публікацій свідчить про активне впровадження

інноваційних технологій у будівельну галузь. Використання дронів для моніторингу будівельних майданчиків отримало широке визнання, які підкреслюють їхню ефективність у підвищенні безпеки та точності контролю за будівництвом. Робототехніка в будівництві активно досліджується як засіб автоматизації рутинних і небезпечних процесів. Аналіз літератури описує технологічні зрушення в галузі завдяки впровадженню будівельних роботів, які дозволяють зменшити витрати часу та підвищити якість робіт. Штучний інтелект набуває все більшого значення в оптимізації процесів планування та управління будівництвом. Дослідження демонструють, що ШІ допомагає прогнозувати ризики, оптимізувати використання ресурсів та покращувати логістику. 3D-друк будівельних елементів є однією з найперспективніших технологій у сучасному будівництві. Зазначається, що адитивне виробництво дозволяє скоротити витрати матеріалів, зменшити час будівництва та створювати складні архітектурні форми з високою точністю..

**Метою публікації** є дослідження сучасних інноваційних підходів до планування в будівельній галузі, а також аналіз їх впливу на вдосконалення процесів будівництва. Особливу увагу приділено використанню дронів, робототехніки, штучного інтелекту та технології 3D-друку, які сприяють підвищенню ефективності, безпеки та економічності будівельних проєктів.

**Основна частина.** Сучасна будівельна індустрія переживає період масштабних змін, зумовлених стрімким прогресом технологій, що докорінно трансформують традиційні методи планування, проєктування та реалізації будівельних проєктів. Інноваційні стратегії в організації будівельних процесів стають вирішальним фактором у підвищенні ефективності, зменшенні витрат і поліпшенні якості виконання робіт, що робить їх ключовим елементом сучасного будівництва. Серед таких технологічних рішень особливої уваги заслуговують дрони, робототехніка, штучний інтелект (ШІ) та 3D-друк конструктивних елементів (див. схема 1). Використання дронів дозволяє значно спростити збір даних і здійснювати моніторинг будівельних майданчиків, забезпечуючи оперативну топографічну зйомку, інспекцію об'єктів та контроль за ходом будівництва в реальному часі. Роботизовані системи, автоматизуючи процеси укладання матеріалів, зварювання та демонтажу, суттєво підвищують точність виконання завдань, підвищують безпеку робіт та збільшують продуктивність. Штучний інтелект, обробляючи великі обсяги даних, сприяє ефективнішому управлінню ресурсами, прогнозуванню можливих ризиків та вдосконаленню процесів керування проєктами, забезпечуючи прозорість і оптимізацію на всіх етапах будівництва. Водночас 3D-друк будівельних елементів відкриває нові перспективи для створення складних архітектурних форм, пришвидшує зведення споруд і сприяє зменшенню будівельних відходів,

що робить процес більш екологічно відповідальним. Застосування цих технологій не лише вдосконалює традиційні підходи, а й розширює горизонти інновацій, дозволяючи реалізовувати унікальні архітектурні концепції та створювати екологічно стійкі будівлі, що відповідають вимогам сучасного світу. Інтеграція новітніх рішень у будівельну сферу формує фундамент для майбутнього, де процес зведення об'єктів стає швидшим, ефективнішим, екологічно чистішим і здатним адаптуватися до динамічних змін технологій і суспільних потреб.



Схема 1. Технологічні інновації в будівництві

Безпілотні літальні апарати сьогодні стали важливим елементом будівельної індустрії завдяки своїй багатофункціональності, високій точності збору даних та здатності здійснювати оперативний контроль за будівельними майданчиками. Використання дронів значно спрощує процеси планування й управління будівельними проектами, дозволяючи скоротити витрати часу, зменшити використання ресурсів і мінімізувати ризики для працівників. Одна з ключових переваг дронів полягає у здатності швидко охоплювати великі території для створення детальних карт і точних тривимірних моделей (3D-моделей), що є важливим кроком у підготовці до будівельних робіт. Такі моделі допомагають інженерам ефективніше планувати розташування інфраструктурних об'єктів, враховуючи рельєф місцевості, стан ґрунтів та існуючі комунікації. Це забезпечує раціональне використання земельних ділянок і покращує якість планувальних рішень. Ще одним важливим напрямом використання дронів є інспекція будівельних об'єктів. Завдяки здатності

підніматися на значну висоту та проникати у важкодоступні місця, безпілотники дозволяють проводити детальні огляди дахів, фасадів, мостів, промислових установок та інших складних конструкцій без потреби залучення спецтехніки, як-от кранів чи підйомників. Це не лише зменшує фінансові витрати, а й підвищує безпеку робітників, оскільки зменшується необхідність виконання небезпечних завдань на висоті чи в умовах підвищеного ризику. Сучасні дрони оснащені високоточними камерами, тепловізорами та спеціальними сенсорами, що дає змогу виявляти дефекти конструкцій, тріщини, ознаки корозії та зони тепловтрат. Такі можливості є критично важливими для своєчасного ремонту будівель і забезпечення їхньої довговічності. Крім того, дрони активно застосовуються для постійного моніторингу ходу будівельних робіт. Регулярні обльоти будівельних майданчиків дозволяють створювати фото й відео звіти, відслідковувати зміни на об'єкті та зіставляти фактичний стан робіт із запланованим графіком. Це забезпечує прозорість виконання проєктів, дозволяє швидко виявляти відхилення, затримки чи помилки та своєчасно вживати необхідних коригувальних заходів.

Впровадження роботизованих технологій у будівництво стало визначальним фактором для зростання продуктивності, підвищення точності виконання робіт та забезпечення високого рівня безпеки. Використання робототехніки відкрило нові шляхи для оптимізації будівельних процесів, сприяючи зменшенню витрат і зниженню залежності від людського фактора. Роботи здатні працювати без зупинок, вихідних чи втомі, що дозволяє підтримувати стабільний темп будівництва, водночас знижуючи витрати ресурсів. Одним із показових прикладів застосування автоматизованих рішень є роботи для кладки цегли. Так, система *Nadrian X* демонструє інноваційний підхід до автоматизації мулярських робіт. Завдяки точному програмному забезпеченню та інтегрованим навігаційним модулям, цей робот може укласти до тисячі цеглин на годину з рівнем точності, який важко досягти людині. Це не лише значно прискорює процес будівництва, але й зменшує потребу в залученні великої кількості мулярів, що своєю чергою знижує витрати на оплату праці. Автоматизація укладання дозволяє мінімізувати помилки у вирівнюванні елементів, що сприяє підвищенню якості конструкцій та зменшує витрати на коригування дефектів. Ще одним напрямом застосування робототехніки у будівництві є автоматизовані системи для зварювання. Роботи-зварювальники забезпечують бездоганну якість з'єднань, що критично важливо для споруд із підвищеними вимогами до міцності — зокрема, мостів, каркасів висотних будівель чи промислових об'єктів. Завдяки здатності виконувати повторювані дії з мікронною точністю, ці машини знижують ризик утворення дефектів, підвищуючи загальну довговічність споруд. Окрім того, вони можуть

працювати в умовах високих температур, токсичного середовища чи на значній висоті, зменшуючи ризики для людей. Роботизація активно впроваджується й у сферу земляних і демонтажних робіт. Використання автономних екскаваторів, бульдозерів та демонтажних машин дозволяє ефективно виконувати складні завдання навіть у важкодоступних або небезпечних місцях. Такі роботи забезпечують точність при копанні котлованів чи демонтажі конструкцій, мінімізуючи ризик пошкодження сусідніх об'єктів. Під час знесення аварійних споруд або промислових об'єктів дистанційне управління роботизованими машинами знижує загрозу для робітників. Сучасні будівельні майданчики також активно впроваджують автономний транспорт. Безпілотні вантажівки, бетономішалки та інші спеціалізовані машини самостійно доставляють будівельні матеріали до потрібних точок, оптимізуючи логістику та скорочуючи час простоїв.

Штучний інтелект (ШІ) поступово стає незамінним інструментом у будівельній галузі, значно впливаючи на способи обробки даних, вдосконалення робочих процесів та ухвалення стратегічних рішень. Його інтеграція змінює традиційні підходи до планування, організації та управління будівельними проєктами, сприяючи підвищенню ефективності, зниженню витрат та мінімізації ризиків. Завдяки можливостям ШІ компанії здатні гнучко реагувати на змінні умови, швидко вирішувати нестандартні ситуації та покращувати процеси на кожному етапі будівництва від створення проєктної документації до завершення об'єкта. Одним із ключових напрямків використання ШІ є система прогнозування ризиків, яка особливо корисна для складних і масштабних будівельних проєктів. ШІ здатен обробляти великі обсяги даних з минулих проєктів, аналізуючи фактори, такі як терміни виконання, витрати, аварійні випадки, погодні умови та перебої в постачанні матеріалів. На основі цієї інформації алгоритми визначають можливі загрози для поточного проєкту, що дозволяє заздалегідь розробити стратегії їх усунення. Наприклад, якщо система прогнозує ризик затримок у доставці матеріалів через сезонні фактори або логістичні труднощі, керівники можуть вчасно переглянути графік робіт або знайти альтернативні джерела постачання. Також, ШІ аналізує метеорологічні умови та прогнозує їхній вплив на будівництво, що є важливим для проєктів, які ведуться на відкритих майданчиках або в кліматично нестабільних регіонах. Значну роль штучний інтелект відіграє й у підвищенні ефективності використання ресурсів. Його алгоритми здатні аналізувати дані щодо потреб у матеріалах, техніці та робочій силі, враховуючи графіки постачання та завантаженість працівників. Завдяки цьому система оптимізує процеси розподілу ресурсів, запобігаючи простоям і перевитратам. ШІ також допомагає правильно планувати послідовність

виконання робіт, забезпечуючи безперервність процесу та рівномірне навантаження на персонал і техніку, що дозволяє скоротити витрати часу та коштів. У сфері управління проектами штучний інтелект стає важливим аналітичним інструментом, що автоматизує планування, моніторинг і створення звітів. Інтегровані ШІ-системи формують динамічні графіки виконання робіт, коригуючи їх у реальному часі відповідно до змінних факторів, таких як затримки постачання, погодні умови чи інші непередбачені обставини. Це забезпечує прозорість на всіх етапах будівництва, дозволяючи всім учасникам проекту від інженерів до керівників отримувати актуальну інформацію про стан виконання робіт, витрати та прогрес. Візуалізація даних у зручних інтерфейсах допомагає швидше приймати обґрунтовані рішення, мінімізуючи вплив людського фактора. Штучний інтелект також покращує комунікацію між учасниками проекту, створюючи єдине інформаційне середовище, де об'єднано дані з різних джерел від креслень до інформації з сенсорів на майданчику. Це сприяє кращій координації дій, знижує ризик виникнення конфліктів між підрядниками й замовниками та полегшує відстеження ходу проекту. Окремо варто виділити застосування ШІ у сфері безпеки будівельних майданчиків та контролю якості. Системи комп'ютерного зору, інтегровані з камерами спостереження, здатні виявляти потенційно небезпечні ситуації наприклад, порушення правил техніки безпеки чи появу сторонніх осіб на об'єкті. Алгоритми також аналізують відповідність фактичних параметрів конструкцій проектним стандартам, своєчасно виявляючи дефекти та допомагаючи уникнути дорогих виправлень у майбутньому.

3D-друк поступово стає однією з ключових інновацій у сфері будівництва, кардинально змінюючи традиційні методи проектування, виготовлення та спорудження будівельних об'єктів. Застосування спеціалізованих 3D-принтерів, які наносять матеріал шар за шаром, відкриває нові горизонти для архітекторів, інженерів і будівельних компаній. Ця технологія не лише спрощує процес будівництва, а й надає можливість створювати унікальні архітектурні форми, що були складними або недосяжними для реалізації за допомогою класичних методів. Однією з найвагоміших переваг 3D-друку є суттєве скорочення термінів будівництва. Сучасні принтери для будівництва здатні виготовляти окремі конструктивні елементи або повноцінні будівлі за лічені години чи дні — залежно від масштабу об'єкта. Наприклад, створення невеликого житлового будинку за допомогою цієї технології може зайняти лише кілька днів, тоді як звичайне будівництво тривало б місяцями. Це особливо корисно для оперативного спорудження тимчасового житла після стихійних лих чи при надзвичайних

ситуаціях. Ще одна суттєва перевага це раціональне використання матеріалів і мінімізація відходів. Традиційне будівництво часто супроводжується значними втратами сировини через процеси обробки, тоді як 3D-друк забезпечує точне дозування матеріалу, витрачаючи лише необхідну кількість для створення кожного шару. Це допомагає зменшити витрати та знизити негативний вплив на довкілля. До того ж все частіше використовуються екологічно чисті матеріали: перероблений бетон, біокомпозити, суміші на основі глини чи геополімерів. Гнучкість дизайну — ще один важливий аспект. 3D-друк дозволяє створювати складні геометричні форми без необхідності дорогих опалубок чи спеціальних конструкційних рішень. Завдяки цьому архітектори можуть експериментувати з нестандартними контурами, вигнутими стінами чи декоративними фасадами, відкриваючи нові можливості в ландшафтному дизайні та містобудуванні. З економічної точки зору, використання 3D-друку у будівництві дозволяє суттєво знизити загальні витрати на проєкт. Економія часу, раціональне використання матеріалів і зменшення потреби у великій кількості робітників зменшують витрати. Крім того, автоматизація процесів мінімізує людський фактор, знижуючи ймовірність помилок. Екологічний аспект також заслуговує на увагу. Зменшення відходів та енерговитрат робить 3D-друк привабливим для екологічно орієнтованих проєктів. Використання вторинної сировини або біорозкладних матеріалів додає технології ще більше екологічності. Крім того, 3D-друк відкриває можливості для масового індивідуалізованого будівництва, коли кожен об'єкт може мати унікальний дизайн без значного збільшення вартості. Це особливо важливо для житлового сектору, де є попит на індивідуальні архітектурні рішення.

**Висновки.** Інноваційні підходи до планування в будівельній галузі, такі як використання дронів, робототехніки, штучного інтелекту (ШІ) та 3D-друку, вже сьогодні демонструють значний потенціал для трансформації традиційних будівельних процесів. Дрони забезпечують швидкий та точний збір даних, дозволяючи оптимізувати планування, проводити інспекцію об'єктів та моніторинг будівельних майданчиків у реальному часі. Робототехніка підвищує продуктивність та точність виконання робіт, автоматизуючи такі процеси, як кладіння цегли, зварювання та демонтаж, що значно зменшує витрати часу та ресурсів. Штучний інтелект, аналізуючи великі обсяги даних, допомагає прогнозувати ризики, оптимізувати розподіл ресурсів та автоматизувати управління проєктами, роблячи будівництво більш прозорим та ефективним. 3D-друк, у свою чергу, відкриває нові можливості для створення складних архітектурних форм, прискорює процес будівництва та робить його більш екологічно стійким за рахунок мінімізації відходів. У сукупності ці технології не лише підвищують ефективність будівельних процесів, але й сприяють

зниженню витрат, покращенню якості будівництва та забезпеченню безпеки на будівельних майданчиках. Впровадження таких підходів у будівельну галузь не лише відкриває нові горизонти для інновацій, але й формує основу для майбутнього, де будівництво стає більш швидким, ефективним та відповідальним перед суспільством та природою.

### Список джерел

1. Бушуєв С.Д., Дорош М.С., Шакур Н.В. Інноваційне мислення при формуванні нових методологій управління проектами. Управління розвитком складних систем. 2016. С. 49-57.
2. Коник В.В., Гавриляк А.С., Петрушка Т.О. Організація виробництва: підручник. Львів, 2020. 256 с.
3. Космаччук Л.Г. Організація і планування будівельного виробництва. Київ, 2008. 559 с.
4. Meredith, J.R., & Mantel, S.J.Jr. Project Management a Managerial Approach, (6th ed.) New York: John Wiley & Sons. 2005. 688 p.
5. Project Management Institute. The Standard for Project Management and a Guide to the Project Management Body of Knowledge – Seventh Edition. USA, 2021. P. 250;
6. Harold Kerzner. Project management best practices achieving global excellence second edition. New York: International Institute for Learning, Inc. 2010. 684 p.
7. IPMA. Individual Competence Baseline for project, programme & portfolio management. Version 4.0. IPMA Editorial Committee. 2015. 431 p.
8. Joslin R., Müller R. The impact of project methodologies on project success in different project environments. International Journal of Managing Projects in Business. 2016. 364 p.

PhD of Architecture **Vladyslav Voitovych**,  
Kyiv National University of Construction and Architecture

## INNOVATIVE APPROACHES TO PLANNING IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY WITH A FOCUS ON PROCESS IMPROVEMENT

This article examines the importance of process improvement in the rapidly evolving construction industry, driven by innovative technologies that open new opportunities for enhancing planning and execution processes in construction. The increasing complexity of projects, the need to reduce costs and construction timelines, as well as ensuring high levels of safety and environmental responsibility, create a demand for modern approaches. The use of drones for site monitoring, the

implementation of robotics for automating construction processes, the application of artificial intelligence for resource management optimization, and 3D printing of construction elements are key directions of innovation in the industry. This article analyzes the benefits and challenges of integrating these technologies into the construction sector, assesses their impact on the efficiency, quality, and cost-effectiveness of projects, and outlines prospects for further development of the industry in the context of digital transformation. The purpose of the publication is to explore modern innovative approaches to planning in the construction industry, as well as analyze their impact on improving construction processes. Particular attention is paid to the use of drones, robotics, artificial intelligence and 3D printing technology, which contribute to increasing the efficiency, safety and cost-effectiveness of construction projects.

Keywords: construction innovations; construction planning; drones; robotics; artificial intelligence; 3D printing; process optimization; construction industry; digital technologies; construction efficiency.

## REFERENCES

1. Bushuyev S.D., Dorosh M.S., Shakun N.V. Innovative Thinking in the Formation of New Project Management Methodologies. Management of Complex Systems Development. 2016. p. 49-57. {in Ukrainian}
2. Konyk V.V., Gavrilyak A.S., Petrushka T.O. Production Organization: Textbook. Lviv, 2020. 256 p. {in Ukrainian}
3. Kosmachchuk L.G. Organization and planning of construction production. Kyiv, 2008. 559 p. {in Ukrainian}
4. Meredith, J.R., & Mantel, S.J.Jr. Project Management a Managerial Approach, (6th ed.) New York: John Wiley & Sons. 2005. 688 p. {in English}
5. Project Management Institute. The Standard for Project Management and a Guide to the Project Management Body of Knowledge – Seventh Edition. USA, 2021. P. 250. {in English}
6. Harold Kerzner. Project management best practices achieving global excellence second edition. New York: International Institute for Learning, Inc. 2010. 684 p. {in English}
7. IPMA. Individual Competence Baseline for project, programme & portfolio management. Version 4.0. IPMA Editorial Committee. 2015. 431 p. {in English}
8. Joslin R., Müller R. The impact of project methodologies on project success in different project environments. International Journal of Managing Projects in Business. 2016. 364 p. {in English}