



Цифровізація інноваційної діяльності в будівництві

Пушкар Тетяна Андріївна

кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економіки та маркетингу,
Харківський національний університет міського господарства імені О. М.
Бекетова, Харків, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-2067-7484>

Прийнято: 12.07.2024 | Опубліковано: 29.07.2024

***Анотація.** Метою статті є визначення основних інноваційних трендів цифрової економіки в сфері будівництва та обґрунтування стратегій розвитку інноваційної діяльності будівельного підприємства із визначенням критеріїв та обмежень щодо їх реалізації. Мета дослідження реалізована через систему завдань, що вирішувалися і передбачали узагальнення трендів цифрової економіки в будівництві, обґрунтування стратегій розвитку інноваційної діяльності та визначення їх характеристик. При проведенні дослідження застосовано комплекс методів, основними серед яких є метод наукового узагальнення, аналізу та синтезу, порівняння. Визначено, що досягнення інноваційного розвитку на основі цифрових трендів відбувається за двома основними напрямками: інновації в сфері будівельного виробництва та будівельної продукції та інноваційні рішення в сфері розвитку співпраці в галузі науково-технічних розробок та інновацій. Обґрунтовано, що цифрові рішення в сфері будівництва та технології цифрової економіки визначають перспективи розвитку інновацій в будівництві, але базою розробки стратегії розвитку інноваційної діяльності є наявність певних техніко-технологічних, фінансових і кадрових ресурсів. На основі базових інноваційних трендів*



цифрової економіки в дослідженні обґрунтовано чотири основні стратегії розвитку інноваційної діяльності будівельного підприємства: стратегія технологічного оновлення, стратегія інноваційності будівельної продукції, стратегія інноваційної матеріально-технічної бази, стратегія співпраці в сфері інновацій. Співпраця в сфері інновацій передбачає реалізацію підходу до формування моделі відкритих інновацій та спільного використання ресурсів для розробки та впровадження інновацій в будівництві. Визначено, що на вибір, обґрунтування та розробку стратегії розвитку інноваційної діяльності в сфері інновацій в будівництві впливає низка факторів, зокрема наявність ресурсів, рівень розвитку матеріально-технічної бази, наявність висококваліфікованого персоналу, рівень впровадження цифрових інструментів та платформ та їх інтеграція в діяльність підприємства, які окреслюють систему обмежень та критеріїв вибору стратегії розвитку інновацій.

Ключові слова: *цифрова економіка, цифровізація, будівництво, будівельне підприємство, будівельна продукція, інноваційна активність, відкриті інновації.*

Digital tools for the development of innovation in construction

Pushkar Tetiana

PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economics and Marketing, O.M. Beketov Kharkiv National University of Urban Economy, Kharkiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-2067-7484>

Abstract. *The purpose of the article is to identify the main innovative trends in the digital economy in the construction sector and to substantiate the development strategies of innovative activities of a construction enterprise by defining the criteria and constraints for their implementation. The research goal is realized through a system of tasks that included summarizing the digital economy trends in*



construction, justifying the development strategies of innovative activities, and defining their characteristics. A comprehensive methodology was applied in the study, including methods of scientific generalization, analysis and synthesis, and comparison. It was determined that the achievement of innovative development based on digital trends occurs in two main directions: innovations in construction production and construction products, and innovative solutions in the field of cooperation in scientific and technical developments and innovations. It was substantiated that digital solutions in construction and digital economy technologies determine the prospects for the development of innovations in construction, but the basis for developing an innovation activity strategy is the availability of certain technical-technological, financial, and human resources. Based on the fundamental innovative trends of the digital economy, the study substantiated four main development strategies for the innovative activities of a construction enterprise: the strategy of technological renewal, the strategy of innovation in construction products, the strategy of innovative material and technical base, and the strategy of cooperation in the field of innovation. Cooperation in the field of innovation involves implementing an open innovation model and sharing resources for the development and implementation of innovations in construction. It was determined that the choice, justification, and development of a strategy for innovation activity in the field of construction are influenced by several factors, including the availability of resources, the level of development of the material and technical base, the availability of highly qualified personnel, the level of implementation of digital tools and platforms, and their integration into the enterprise's activities, which outline the system of constraints and criteria for choosing an innovation development strategy.

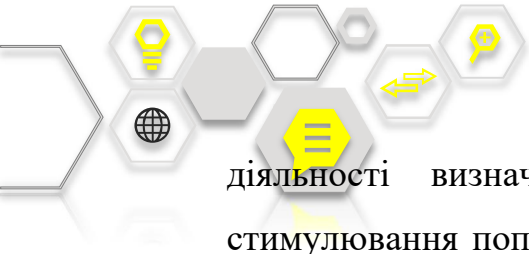
Keywords: digital economy, digitalization, construction, construction company, construction products, innovation activity, open innovation.

Постановка проблеми. Трансформація економічної діяльності зумовлюється активним розвитком цифровізації. Становлення цифрової економіки висуває низку новітніх викликів щодо адаптації діяльності в сфері

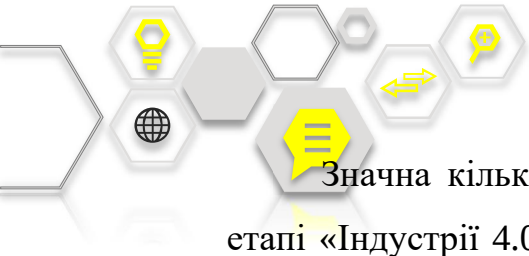


будівництва до новітніх умов, в яких цифрова трансформація є невід'ємною частиною інноваційної діяльності. Будівництво як системоформуюча галузь національної економіки, забезпечуючи формування матеріальної бази, створює передумови інноваційного розвитку в країні. Технологічність, екологічність, інклюзивність як основні тренди цифрової економіки в сфері будівництва знаходять свій прояв не тільки в техніко-технологічних та організаційних рішеннях, але і в тих інструментах, які будівельні підприємства та організації застосовуються для вирішення питань інноваційного розвитку та пошуку ідей для інновацій. Наявні інструменти, які надає цифровізація економіки, розширюють варіанти співробітництва в сфері інновацій, але в будівництві мають певні обмеження, що визначаються особливостями будівельного виробництва та будівельної продукції. Отже, обґрунтоване застосування цифрових інструментів розвитку інноваційної діяльності передбачає врахування основних напрямів інноваційної діяльності в будівництві в реаліях цифровізації та можливостей, які надає становлення цифрового середовища здійснення економічної діяльності, що зумовлює актуальність теми дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Будівництво, виступаючи певним індикатором стану національної економіки, розкриває основні тренди та проблемні питання розвитку інноваційної діяльності. Формування дієвих механізмів підтримки, мотивування та стимулювання інноваційної діяльності в сфері будівництва, зокрема на етапі повоєнного відновлення, виступає передумовою впровадження довгострокових стратегій інноваційної діяльності як в галузі будівництва, так і окремого будівельного підприємства. Визначаючи особливості інноваційної діяльності в будівництві, Т. А. Заєць підкреслює, що, порівняно з іншими галузями, будівельна галузь за показниками інноваційної активності значно відстає, що зумовлюється специфікою будівельної продукції, особливостями будівельного виробництва та багатоаспектністю нормативно-правового регулювання будівництва [1, С. 23]. В розрізі цифрової економіки та трансформації моделей інноваційної



діяльності визначається, що завданням державного регулювання є стимулювання попиту на інноваційну продукцію, послуги в будівництві. Це дозволяє запуснути «ланцюг «зростання прибутку від комерціалізації інновацій – трансфер технологій у виробництво – просування інноваційної продукції на внутрішній та зовнішній ринок – зростання обсягів випуску інноваційної продукції – зростання прибутку та підвищення рівня конкурентоспроможності» [1, С. 25]. Такий ланцюг відображає певні сучасні підходи до інноваційної діяльності, але, акцентуючи увагу на заходах державного регулювання, автор не розкриває, особливості його здійснення при активній цифровій трансформації економіки України. Одним із напрямів сприяння інноваційній діяльності в будівництві, що дозволяє кооперувати зусилля та спільно вирішувати технологічні виклики, що постають перед будівельними підприємствами, є забезпечення розвитку інноваційного інституційного середовища, яке, на думку Л. О. Згала-Лозинської, формується шляхом створення високотехнологічних інноваційних кластерів, технопарків та технополісів, інноваційних бізнес-інкубаторів, центрів трансферу технологій, венчурних компаній як складників регіональних та національних інноваційних систем [2, С. 55]. Обмін ідеями, активний трансфер технологій, спільні розробки та фінансування інновацій, які зазначає автор [2] відображає основні підходи до організації моделей інноваційної діяльності в цифровій економіці. На етапі повоєнного відновлення впровадження інновацій в будівництві визначається як об'єктивна умова становлення новітньої будівельної галузі, яка трансформується під впливом інноваційних технологічних трендів. Романова Л., Грігерман Є. серед таких трендів виділяють розвиток екологічного будівництва, дотримання світових стандартів енергоефективності, реалізація вектору на діджиталізацію, зокрема концепції «розумного» будинка, використання нових «розумних» матеріалів та інноваційних технологій будівництва, серед яких є 3D-технології будівництва, розвиток новітніх підходів до проєктування тощо [3, С. 99].



Значна кількість досліджень інноваційної діяльності в будівництві на етапі «Індустрії 4.0» та переходу до реалізації базових принципів «Індустрія 5.0» присвячена новітнім інструментам, які сприяють посиленню інноваційних потенціалів будівельних підприємств та підвищують їх інноваційну активність на основі цифровізації. В сфері будівництва активно проявляються основні принципи цифрової трансформації економіки, які поряд з технологічністю, передбачають інноваційне оновлення на засадах циркулярності [4, 5]. Серед основних технологічних трендів цифрової економіки, який знайшов активне відображення в підходах до розвитку інноваційної діяльності в будівництві, є адитивні технології (3D-друк) [6, 7]. Питання застосування адитивних технологій, технічних, технологічних та економічних особливостей реалізації 3D-друк, вплив їх на інноваційну діяльність в будівництві та інноваційність будівельної продукції присвячені наукові праці провідних українських та закордонних авторів, зокрема Романова Л., Грігерман Є. [3], Клочко А. [8], Комишев Д. Г., Белятинський А. О. [9], Садовяк М. Б., Мазник Ю. І., Секретар І. В., Старецький А. О., Волос М. В. [10], Craveiro, F., Duarte, J. P., Bartolo, P. J. [11], . Серед фундаментальних «проривних» технологій Четвертої промислової революції, які змінюють інноваційну діяльність в будівництві провідні закордонні та українські вчені виділяють BIM-технології, застосування штучного інтелекту, використання робототехніки на будівельних об'єктах [10; 12, С. 6-7; 13, 14]. Однак, поряд із обґрунтуванням впливу цифровізації економіки на будівництво, перспектив впровадження новітніх технологій цифрової економіки, зазначені публікації акцентують увагу на окремих питаннях розвитку сфери будівництва.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.

Враховуючи сучасні тренди цифровізації, їх вплив на будівництво та сприяння підвищенню інноваційності будівельного виробництва та будівельної продукції потребує визначення перспектив, які надає цифровізації щодо розвитку інноваційної діяльності. В розрізі загальних тенденцій цифровізації економіки питання обґрунтування стратегій розвитку інноваційної діяльності



в будівництві з врахуванням факторів впливу на інноваційні процеси будівельного підприємства залишаються недостатньо дослідженими, що і визначає доцільність їх вивчення.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою даної статті є визначення стратегій розвитку інноваційної діяльності в будівництві в умовах поглиблення цифрових трансформацій та активізації практичної реалізації новітніх трендів цифрової економіки.

Досягнення даної цілі передбачає вирішення наступних завдань:

- узагальнення основних тенденцій розвитку інноваційної діяльності в сфері будівництва;
- обґрунтування базових стратегії розвитку інноваційної діяльності будівельних підприємств та організацій із визначенням, на основі яких трендів інноваційного розвитку цифрової економіки вони можуть бути реалізовані та які результати очікуються від їх впровадження;
- визначення факторів, що впливають на вибір стратегії розвитку інноваційної діяльності будівельного підприємства в умовах цифровізації;
- узагальнення критеріїв та обмежень, що впливають на вибір стратегій розвитку інноваційної діяльності будівельного підприємства.

Виклад основного матеріалу дослідження. Цифрові трансформації економіки створюють як новітні тренди розвитку інноваційної діяльності на основі технологій Четвертої промислової революції, так і розкривають новітні можливості співпраці в сфері інновацій. В розрізі цифрових технологічних трендів в будівництві інновації передбачають широкий спектр напрямів впровадження, а також використання комплексу інструментів цифровізації. Однак, в умовах обмеженості ресурсів, будівельні підприємства повинні чітко визначитися із варіантом стратегії розвитку інноваційної діяльності на основі засад цифрової економіки з подальшим обґрунтуванням комплексу заходів щодо її реалізації. Враховуючи напрями діяльності та особливості будівельного виробництва, стратегії розвитку інноваційної діяльності в умовах цифровізації можуть спрямовуватися на будівельну продукцію,

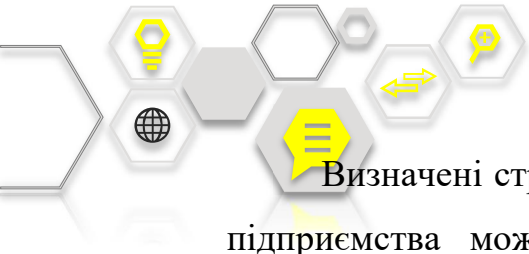
безпосередньо виробництво, технічне оновлення, новітні об'ємно-планувальні та проєктні рішення, розвиток співпраці (табл. 1).

Таблиця 1

Стратегії розвитку інноваційної діяльності будівельного підприємства в умовах цифровізації

Вид стратегії	Характеристика
Стратегія технологічного оновлення	Передбачає впровадження інноваційних технологій зведення будівельних об'єктів, виконання будівельних робіт, використання новітніх будівельних матеріалів. Результат – отримання будівельної продукції двох типів: - традиційної будівельної продукції, яка зведена із застосуванням новітніх технологій; - новітньої інноваційної будівельної продукції, яка вироблена із використанням новітніх технологій зведення будівництва та інноваційних матеріалів. Основні тренди цифрової економіки: 3D-друк (адитивні технології), нанобудівельні матеріали (наприклад, самовідновлювальні або такі, самі очищуються), робототехніка (будівельні коботи), безпілотні технології тощо.
Стратегія інноваційності будівельної продукції	Передбачає впровадження інноваційної будівельної продукції на основі новітніх об'ємно-планувальних та технологічних рішень. Результат – отримання новітньої будівельної продукції (наприклад, «розумні» будинки, системи опалення та охолодження на основі відновлювальної енергії, об'єкти з новітніми планувальними рішеннями). Основні тренди цифрової економіки: BIM технології, Інтернет речей, штучний інтелект, відновлювальна енергетика, «зелені» технології, тренди декарбонізації будівельної продукції.
Стратегія інноваційної матеріально-технічної бази	Передбачає інноваційне оновлення матеріально-технічної бази. Результат – новітня техніка будівельного виробництва, цифрові системи управління підприємством (постачанням, ресурсами, HR). Основні тренди цифрової економіки: Інтернет речей, штучний інтелект, робототехніка (будівельні коботи), безпілотні технології, 3D-друк, тренди декарбонізації будівельної продукції, інтегровані цифрові платформи управління підприємством (CRM, HRM, ERM).
Стратегія розвитку співпраці в сфері інновацій	Передбачає впровадження та використання новітніх інструментів співпраці та просування будівельної продукції та послуг. Результат – сформована система цифрових платформ та інструментів просування будівельної продукції та співпраці в сфері науково-технічних розробок та інновацій та спільного використання інноваційних ресурсів та рішень. Основні тренди цифрової економіки: цифрові платформи, зокрема інноваційні хаби, платформи відкритих інновацій, краудсорсингові та краудфандингові платформи, інструменти цифрового маркетингу.

Джерело: власна розробка автора



Визначені стратегії в залежності від пріоритетів розвитку будівельного підприємства можуть реалізовуватися як самостійно, так і формувати комплексну стратегію розвитку інноваційної діяльності. Враховуючи, що представлені стратегії окреслюють два основних напрями розвитку інновацій на основі цифровізації – інноваційне оновлення підприємства та його продукції і новітні моделі розвитку співпраці в сфері інновацій – то однією із складових комплексної стратегії повинна виступати стратегія розвитку співпраці в сфері інновацій, яка включає можливості, що надає реалізація моделі відкритих інновацій. Такий підхід дозволяє використовувати всі переваги відкритих інноваційних процесів, які базуються на тому, що в цифровій економіці будь-яка ідея для потенційних інновацій може бути отримана за межами підприємства або бути створена на основі спільних розробок, спільного використання науково-дослідницьких та інноваційних ресурсів, використання можливостей краудсорсингу або залучення будь-яких зовнішніх фахівців без офіційного прийняття їх на роботу на підприємстві.

Сучасні тренди інноваційної діяльності, які базуються на концепції прискорених інновацій та скорочення життєвого циклу інновацій, в галузях з тривалим виробничим циклом, капіталомісткою продукцією, яка має значні терміни корисної експлуатації, менше за інші підпадають під вплив прискорення інноваційної діяльності. Саме тому будівництво є однією з галузей, де фіксується низька інноваційна активність підприємств. Однак, цифровізація розкриває новітні напрями прискорення інновацій в будівництві. І, якщо стосовно самої будівельної продукції та будівельного виробництва реалізація сучасних інноваційних трендів може викликати певні ускладнення, зокрема через потребу залучення значних обсягів інвестицій, то застосування інноваційних цифрових форм співпраці в сфері інновацій, просування будівельної продукції на ринках, взаємодії із постачальниками та споживачами мають вагомі перспективи в будівельній діяльності, підвищуючи ефективність їх інноваційної діяльності та інноваційну активність.



На вибір стратегії розвитку інноваційної діяльності будівельного підприємства в цифровій економіці впливає ряд факторів, які зумовлюють можливості впровадження та відповідність загальній стратегії розвитку підприємства, як-то:

- цілі та завдання, а також очікувані результати, які визначені в загальній стратегії розвитку підприємства;
- сфера будівельної діяльності та вид будівельної продукції;
- стан та склад існуючої матеріально-технічної бази;
- наявність фінансових ресурсів, фінансовий стан підприємства;
- наявність можливостей залучення ресурсів в інновації з-зовні;
- наявність кваліфікованого виробничого та інженерно-технічного персоналу;
- рівень розвиненості та використання існуючого інноваційного потенціалу;
- наявність та рівень використання цифрових інструментів та платформ.

Обґрунтування напрямів інноваційного розвитку на початковому етапі передбачає визначення мети на основі мети та завдань, які обґрунтовано в загальній стратегії будівельного підприємства. Мета обумовлює стратегію розвитку інноваційної діяльності, на основі якої визначається комплекс заходів по її досягненні, що визначає тактику інноваційної діяльності. Конкретизація заходів відбувається на основі оцінювання наявності ресурсів та можливості їх залучення і врахування тих факторів, які впливають на інноваційну діяльність.

Врахування факторів впливу на розвиток інноваційної діяльності будівельного підприємства окреслює набір критеріїв вибору стратегії, встановлюючи певні обмеження і визначаючи коло нагальних завдань щодо інноваційного розвитку підприємства (табл. 2).

Вплив факторів на вибір стратегії розвитку інноваційної діяльності
будівельного підприємства в умовах цифровізації

Фактори	Характеристика	Критерії та обмеження, що визначають
1	2	3
Мета та завдання стратегії розвитку підприємства	Визначає основні напрями і сфери інноваційної діяльності будівельного підприємства.	Встановлюють пріоритети впровадження інновацій, сфери їх реалізації.
Сфера будівельної діяльності	Визначає можливості застосування інноваційних технологій, інноваційних архітектурно-планувальних рішень, застосування новітніх будівельних технологій.	Встановлюють певні технологічні обмеження щодо впровадження інноваційних технологій та рішень, зокрема щодо вимог ДБН, державних та національних стандартів будівництва, стандартизації та сертифікації в будівництві.
Вид будівельної продукції	Визначає вид та варіанти застосування інноваційних рішень в будівництві як на етапі проєктування, так і на етапі виконання будівельних робіт та зведення об'єкту будівництва.	Встановлюють певні обмеження на застосування новітніх матеріалів (наприклад, для житлового будівництва), варіанти новітніх планувальних рішень, ефективності впровадження інноваційних трендів цифрової економіки.
Наявність фінансових ресурсів	Визначає можливості фінансування розробки інноваційних рішень, впровадження інноваційних технологій та новітньої техніки, інноваційного оновлення матеріально-технічної бази за рахунок власних джерел.	Встановлює фінансові обмеження щодо впровадження інновацій, зокрема в сфері виконання будівельних робіт та будівельної техніки, а також пріоритетність фінансування в залежності від завдань, що вирішуються.
Наявність можливостей залучення інвестиційних ресурсів в інновації з-зовні	Визначає можливість доступу та отримання ресурсів для розробки інноваційних рішень, впровадження інноваційних технологій та новітньої техніки, інноваційного оновлення матеріально-технічної бази за рахунок залучення зовнішніх джерел фінансування.	Встановлює фінансові обмеження щодо впровадження інновацій, можливість та пріоритетність їх реалізації, які визначаються наявністю інвестиційних ресурсів на ринку інвестицій, рівнем інвестиційної привабливості будівельного підприємства, його фінансовою стійкістю та незалежністю.

Продовження таблиці 2

1	2	3
Наявність кваліфікованого виробничого та інженерно-технічного персоналу	Визначає можливість впровадження новітніх технологій з мінімальними витратами на підготовку та перепідготовку персоналу.	Встановлює обмеження щодо можливості впровадження технічних та технологічних інноваційних рішень, а також рівень прийнятних витрат на підготовку та перепідготовку персоналу.
Стан матеріально-технічної бази підприємства	Визначає можливості впровадження новітніх технологічних та технічних рішень з мінімальними витратами на інтеграцію в існуючу матеріально-технічну базу (МТБ).	Встановлює обмеження щодо впровадження технічних та технологічних інновацій на базі існуючої МТБ, а також рівень прийнятних витрат на їх інтеграцію в існуючу МТБ; пріоритетність їх впровадження, виходячи із завдань оновлення МТБ.
Наявність та використання нематеріальних активів	Визначає можливості використання власних та залучення з-зовні нематеріальних активів, проведення власних розробок та досліджень, їх ефективного використання на засадах відкритих інновацій.	Встановлює обмеження щодо впровадження новітніх рішень, рівень витрат на придбання інтелектуальної власності, створення бази власних нематеріальних активів.
Наявність та рівень використання цифрових інструментів та платформ	Визначає рівень залученості до процесів цифровізації, можливості участі в спільних науково-технічних розробках та створенні інновацій на спеціалізованих цифрових платформах і використанням відкритих ресурсів.	Визначає обмеження щодо участі в спільних розробках та інноваційних проєктах, залучення умовного «натовпу» до розробки власних інновацій, підключення та інтеграція платформ відкритих інновацій, участі в цифрових інноваційних хабах тощо.

Джерело: власна розробка автора

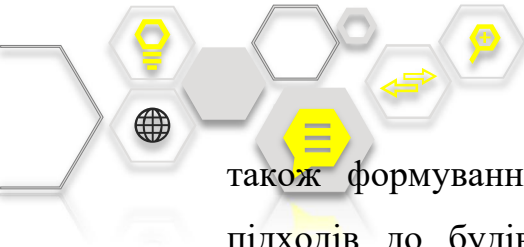
Оцінювання цих факторів дозволяє визначити найбільш доцільні стратегії розвитку інноваційної діяльності в умовах цифрових трансформацій, а також обґрунтувати можливість застосування комплексної стратегії, яка поєднує декілька із представлених. При виборі та обґрунтуванні стратегій важливим елементом виступає макроекономічне середовище діяльності, яке окреслює загальний рівень технологічного розвитку національної економіки, її інноваційну орієнтованість, наявність державних програм підтримки галузі будівництва та інноваційної діяльності, кон'юнктуру будівельних ринків.



Однак, акцентуємо увагу, що при врахуванні зовнішніх факторів, саме внутрішні передумови є визначальними для вибору і можливості реалізації конкретної стратегії розвитку інноваційної діяльності.

Висновки. Отже, загальні тенденції розвитку цифрової економіки окреслюють основні сфери впровадження інновацій, які знаходять свій прояв в будівельній діяльності, серед яких визначальними для будівництва є адитивні технології, будівельні матеріали на основі нанотехнологій, «зелені» технології та проектування будівельних об'єктів на засадах екологічності, циркулярності та автономності, робототехніка та застосування роботів, безпілотні технології, технології BIM, технології «цифрових» двійників, Інтернету речей, інтеграція в діяльність будівельного підприємства цифрових платформ та реалізація на їх основі моделі відкритих інновацій.

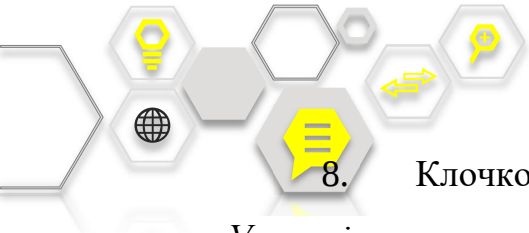
Цифровізація як визначальна характеристика Четвертої промислової революції окреслює два основних напрями активізації інноваційної діяльності, що визначаються технологічним оновленням виробництва та будівельної продукції і розвитком співпраці в сфері науково-технічних досліджень, проектування та розробки інновацій на основі цифрових технологій. В межах визначених напрямів базовими стратегіями розвитку інноваційної діяльності в сфері будівництва є стратегія технологічного оновлення, стратегія інноваційності будівельної продукції, стратегія інноваційної матеріально-технічної бази, стратегія співпраці в сфері інновацій. Початковим пунктом вибору стратегії інноваційної діяльності в цифровій економіці виступає загальна стратегія розвитку підприємства, яка окреслює контур впровадження інновацій. Подальше обґрунтування передбачає врахування низки зовнішніх та внутрішніх факторів, які не тільки здійснюють вплив на інновації, але і формують систему критеріїв та обмежень для стратегії розвитку інноваційної діяльності. Напрямами подальших досліджень в межах окреслених у дослідженні питань є розробка комплексу заходів за кожною із визначених стратегій розвитку інноваційної діяльності в будівництві, впливу цифровізації на ефективність будівництва, формування ринку інновацій в будівництві, а



також формування та визначення економічної доцільності інноваційних підходів до будівництва на етапі повоєнного відновлення національної економіки України.

Список використаних джерел

1. Заяць Т. А. Проблеми державного регулювання інноваційної діяльності в будівництві. *Економічний простір*. 2020. № 162. С. 23-29.
2. Згалат-Лозинська Л. О. Державне регулювання формування інтелектуально-інноваційного капіталу в будівництві. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2020. Вип. 4 (78). С. 51-57.
3. Романова Л., Грігерман Є. Передумови й чинники інноваційного розвитку будівельної галузі України в період війни та повоєнного відновлення. *Розвиток міста*. 2024. № 1. С. 95-103. DOI: <https://doi.org/10.32782/city-development.2024.1-13>
4. Banihashemi, S., Meskin, S., Sheikhhoshkar, M., Mohandes, S. R., Hajirasouli, A., LeNguyen, Kh. Circular economy in construction: The digital transformation perspective. *Cleaner Engineering and Technology*. 2014. Vol. 18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100715>
5. Hassan Ab. M., Negash Ye. T., Hanum Fa. An assessment of barriers to digital transformation in circular Construction: An application of stakeholder theory. *Ain Shams Engineering Journal*. 2024. Vol. 15, № 7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102787>
6. Mayouf M., Afsar F., Iqbal A., Javidroozi V., Mohandes S. R. Synergies between digital construction technologies in smart buildings and smart city development to meet building users' expectations. *Heliyon*. 2024. Vol. 10, № 8. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28585>
7. Brozovsky J., Labonnote N., Vigren, Ol. Digital technologies in architecture, engineering, and construction. *Automation in Construction*. 2024. Vol. 158. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105212>



8. Ключко А. Цифрові технології в галузі архітектури та будівництва. *Управління розвитком складних систем*. 2021. Вип. 48. С. 61-68. DOI: <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2021.48.61-68>
9. Комишев Д. Г., Белятинський А. О. Інноваційні технології в будівництві: 3D-друк будівель, мобільні програми та штучний інтелект. *Вісник НУВГП*. 2023. Вип 4 (104). С. 22-43. DOI: <https://doi.org/10.31713/vt420233>
10. Садов'як М. Б., Мазник Ю. І., Секретар І. В., Старецький А. О., Волос , М. В. Цифровізація як фактор інтенсивного розвитку виробничого потенціалу підприємств будівельної індустрії. *Академічні візії*. 2024. Вип. 28. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/911>
11. Craveiro F., Duarte J. P., Bartolo H., Bartolo P. J. Additive manufacturing as an enabling technology for digital construction: A perspective on Construction 4.0. *Automation in Construction*. 2019. Vol. 103. P. 251-267, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.011>.
12. Арутюнян І. А., Ажажа О. В., Кузнецов В. В., Арутюнян Є. Е. Розвиток інноваційних технологій в будівництві та цивільній інженерії в умовах цифровізації економіки України. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*. 2024. № 25. С. 5-12.
13. García-Alvarado R., Soza P., Moroni G., Pedreros F., Avendaño M., Banda P., Berríos Cr. From BIM model to 3D construction printing: A framework proposal. *Frontiers of Architectural Research*. 2024. Vol. 13, № 4. P. 912-927, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foar.2024.03.002>
14. Braun K., Kropp C. Building a better world? Competing promises, visions, and imaginaries-in-the-making of the digitalization of architecture and construction. *Futures*. 2023. Vol. 154. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2023.103262>.