

**Петров Кирило Вадимович**

*аспірант*

*Державного торговельно-економічного університету*

**Petrov Kyrylo**

*Postgraduate Student of the*

*State University of Trade and Economics*

ORCID: 0000-0003-1702-4255

DOI: 10.25313/2520-2294-2024-1-9558

## РОЛЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ПЛАТФОРМ В ІННОВАЦІЙНОМУ РОЗВИТКУ БУДІВНИЦТВА

## THE ROLE OF IMPLEMENTING INFORMATION AND COMMUNICATION PLATFORMS IN THE INNOVATIVE DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION

**Анотація.** Стаття розглядає перспективи та виклики використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у будівельному секторі. Наголошується на необхідності впровадження інформаційних рішень для підвищення ефективності та швидкості будівництва та скорочення витрат шляхом оптимізації всіх залучених інформаційних та матеріальних процесів, ефективного управління на різних етапах будівництва – від планування та бюджетування до подальшого введення об'єктів в експлуатацію, а також раннього виявлення та опрацювання потенційних недоліків.

Спираючись на теоретичні роботи експертів у цій галузі, автор аналізує переваги та ризики впровадження ІКТ у будівництво саме в Україні, в умовах повоєнної відбудови країни, як от, наприклад, прискорення будівництва та економія ресурсів серед переваг та висока вартість впровадження та нестача кваліфікованих кадрів серед слабких сторін. Надаючи детальний SWOT аналіз, автор доходить висновку, що розквіт ІКТ в будівництві можливий, але існує ризик інфраструктурної залежності, яка ускладнює зміну системи з часом. Автор наводить приклади, такі як лінійка 1С та АВК, що на його думку, свідчать про те, що перші рішення можуть визначити шлях розвитку, але не завжди є оптимальними на довгостроковий період.

Стаття є цінним джерелом для спеціалістів у будівельній галузі, особливо для керівників найвищої ланки, що займаються плануванням та розробляють стратегії розвитку для підприємств. Вона також може слугувати посібником для айти-спеціалістів, що планують розробляти інформаційно-комунікаційні платформи для будівництва, надаючи їм відомості про загальну специфіку галузі та функціональні вимоги до їх продукту з боку потенційних користувачів серед професіоналів-будівників. Вчені та дослідники що цікавляться теорією запровадження інноваційних рішень в ще неохоплені технологіями сфери також знайдуть цю статтю корисною.

**Ключові слова:** інформаційні технології, будівництво, ефективність, інновації.

**Summary.** The article explores the prospects and challenges of information and communication technologies (ICT) in the construction sector. It emphasizes the need for implementing information solutions to enhance the efficiency and speed of construction, reduce costs by optimizing all involved information and material processes, and ensure effective management at various stages of construction – from planning and budgeting to the subsequent commissioning of facilities, as well as the early detection and processing of potential shortcomings.

Drawing on the theoretical works of experts in this field, the author analyzes the advantages and risks of implementing ICT in construction specifically in Ukraine, considering the conditions of post-war country rebuilding, such as the acceleration of construction and resource savings among the advantages and the high cost of implementation and a shortage of qualified personnel among the weaknesses. Providing a detailed SWOT analysis, the author concludes that the thriving of ICT in construc-

tion is possible, but there is a risk of infrastructural dependence, complicating the future shifting away from the dated systems. The author cites examples such as the 1C and AVK product lines, suggesting that the earliest popular solutions are not always optimal in the long run.

The article serves as a valuable source for professionals in the construction industry, especially for top-level managers involved in planning and mapping development strategies for their enterprises. It can also serve as a guide for IT specialists aiming to develop information and communication platforms for construction, by providing them with information about the unique demands of the industry and the functional requirements for their product from potential users among building professionals. Scientists and researchers studying innovative solution implementation in the areas yet underserved by technologies will also find this article useful.

**Key words:** IT, construction, efficiency, innovation.

**Постановка проблеми.** Впровадження інформаційно-комунікаційних платформ (ІКП) в інноваційний розвиток будівництва є складним завданням, що вимагає комплексного підходу. Одним із ключових напрямів дослідження є ефективність використання ІКП у будівельному секторі. Аналіз порівняльної результативності різних ІКП-рішень та визначення факторів, що впливають на їх успішне впровадження, може допомогти розробити оптимальні стратегії використання цих технологій у будівництві.

Одночасно з ефективністю важливо розглянути питання безпеки та конфіденційності ІКП, оскільки вони є критичними для успішного функціонування інформаційних систем у будівельній галузі. Інші напрями дослідження можуть включати взаємодію між учасниками будівельного процесу, вплив ІКП на інновації в будівельному дизайні та інтеграцію з іншими сучасними технологічними тенденціями.

**Останні дослідження та публікації.** Принципи параметричного моделювання і створення інформаційної моделі будівельних об'єктів відображені в роботах сучасних вчених Ніколаса Нісбета [1], М. С. Барабаш [2], А. С. Городецького [3] та ін. Багато як зарубіжних, так і вітчизняних вчених приділяли увагу створенню автоматизованих середовищ для управління саме будівельними проектами, а саме Ю. М. Тесля [4], С. Д. Бушуєв [5], С. К. Сірс, Г. А. Сірс, Р. Г. Кло [6]. Практичним впровадженням ВІМ-технологій для рішення задач проектування займаються розробники сучасних САПР (наприклад, Autodesk, Bentley Systems, Oracle, Adobe, Graphisoft, ТЕКЛА, ЛИРА САПР та ін.) та ERP (SAP, Oracle, Microsoft, 1C).

**Мета роботи.** Метою роботи є огляд основних процесів будівництва та їх взаємодії, застосування для їх автоматизації апаратних та програмних засобів, виявлення основних проблем, пов'язаних із застосуванням ІКТ в управлінні проектами будівництва. Результати роботи слугуватимуть основою для подальшого дослідження щодо підвищення ефективності використання ІКТ в управлінні будівельними проектами (УБП), застосування більш досконалих та зручних засобів та методів інформаційних технологій.

**Матеріали і методи.** Матеріалами дослідження є праці вітчизняних авторів, які провадять науково-практичні дослідження у сфері основних процесів будівництва, досвід роботи будівельних компаній Києва та України.

В процесі здійснення дослідження було використано такі наукові методи, як теоретичного узагальнення та групування (для побудови схеми основного процесу в будівництві); аналізу та синтезу (для оцінки впровадження ІКТ в будівництві); логічного узагальнення результатів (при формулюванні висновків).

**Основний матеріал роботи.** Будівництво є однією з фундаментальних галузей промисловості, яка взаємопов'язана майже з усіма галузями економіки, оскільки з одного боку, є виробником і постачальником основних фондів для всіх галузей економіки, а з іншого — споживачем різноманітних товарів та послуг. Саме тому інноваційний розвиток та підвищення ефективності будівельних підприємств та будівництва як галузі може бути одним з ключових факторів повоєнної відбудови економіки України.

Після війни будівельна галузь вимагає інноваційних рішень, оскільки великі пошкодження, завдані війною, вимагають швидкого відновлення житлового фонду та інфраструктури. В умовах обмежених ресурсів та стислих термінів стане необхідно застосовувати нові технології та методи управління проектами, які базуються на новітніх інформаційних технологіях. Інформаційні технології (ІТ) — це сукупність технологій і обладнання, які використовуються для зберігання, пошуку, передачі та обробки даних. У сучасному світі ІТ все більше проникають в усі сфери діяльності, включаючи будівництво та управління проектами.

За дослідженням міжнародної консалтингової компанії McKinsey & Company будівельна галузь зазнала великого росту інвестицій — в період між 2020 та 2022 в будівництво було інвестовано 50 млрд. доларів США, що на 85% більше, ніж за попередні три роки. Незважаючи на це, будівництво залишається найменш цифровізованою та інноваційною галуззю промисловості [6]. Будівельна галузь України наразі має досить низький рівень цифровізації, а новітні технології у своїй діяльності застосовують лічені організації. [7] Але для того, щоб відповідати викликам сьогодення,

будівельна галузь як світу в цілому, так і України повинна змінюватись та йти шляхом інноваційного розвитку, перш за все адаптуючи новітні методи управління. Цифрова трансформація вимагає від архітектурно-будівельних компаній і фахівців нових навичок і знань та висуває наступні виклики:

- Зміна способу мислення та підходу до проектування та будівництва. Цифрові технології дозволяють створювати нові архітектурні та будівельні рішення, які неможливо було реалізувати в традиційному проектуванні та будівництві.
- Необхідність нових навичок і знань. Цифрові технології вимагають від архітектурно-будівельних фахівців нових навичок і знань у таких сферах, як інформаційні технології, програмування, моделювання, аналіз даних тощо.
- Нестача кваліфікованих кадрів. Цифрові технології створюють новий попит на кваліфіковані кадри в архітектурно-будівельній галузі. Однак, наразі існує нестача кваліфікованих кадрів, які мають необхідні навички і знання.[8]

Інженерні розрахунки будівельних проектів та прийняття рішень є складними завданнями, які потребують застосування сучасних комп'ютерних систем і технологій. Інформаційні та комунікаційні технології (ІКТ) — це сфера застосування ІТ, яка вимагає взаємодії та спілкування між основними акторами. Вона включає в себе такі області, як розробка програмного забезпечення, мобільні пристрої, хмарні обчислення, центри обробки даних, науково-дослідні мережі, підтримка тощо.

Інформаційно-комунікаційні платформи (ІКП) відіграють все більш важливу роль у будівництві. Вони дозволяють автоматизувати та оптимізувати процеси проектування, будівництва та експлуатації будівель і споруд.

Оскільки будівництво є матеріаломістким виробництвом, актуальною є проблема оптимізації

витрат. Таким чином, ключові показники ефективності будівництва умовно поділяються на: пов'язані з термінами будівництва; пов'язані з якістю будівництва; пов'язані з вартістю будівництва. Впровадження у практику інтегрованих систем управління витратами, строками будівництва об'єктів, їх якісними показниками сприятиме поліпшенню економічного становища будівельних організацій. В умовах нестабільності ринку будівельних матеріалів та ринку праці актуальною є проблема синхронізації темпів виконання комплексів будівельних робіт з урахуванням їх організаційно-технологічної залежності та наявних ресурсів. Це дозволить забезпечити зростання продуктивності праці на об'єктах, а також оптимізує співвідношення показників якості, витрат та термінів будівництва.

Будівництво є складним і багатоетапним процесом, який включає в себе широкий спектр діяльності, таких як планування, проектування, закупівля матеріалів і обладнання, виконання будівельних робіт і введення в експлуатацію. Успішне виконання будівельного проекту вимагає координації зусиль багатьох учасників, таких як замовник, проектувальники, підрядники, постачальники матеріалів і обладнання. Процес будівництва можна абстрактно представити як взаємодію двох високоінтегрованих процесів: інформаційного та матеріального (Рис. 1)

Процесі будівництва та ключові документи, які народжуються під час зазначеного процесу схематично відображені на рис. 2. Ми свідомо не відображаємо підготовчі процеси та процеси, пов'язані з документальним оформленням будівництва, щоб не перевантажувати схему.

Планування та бюджетування — процес, в ході якого остаточно визначається концепція майбутнього об'єкту, збираються основні дані для подальшого проектування, готується попередній

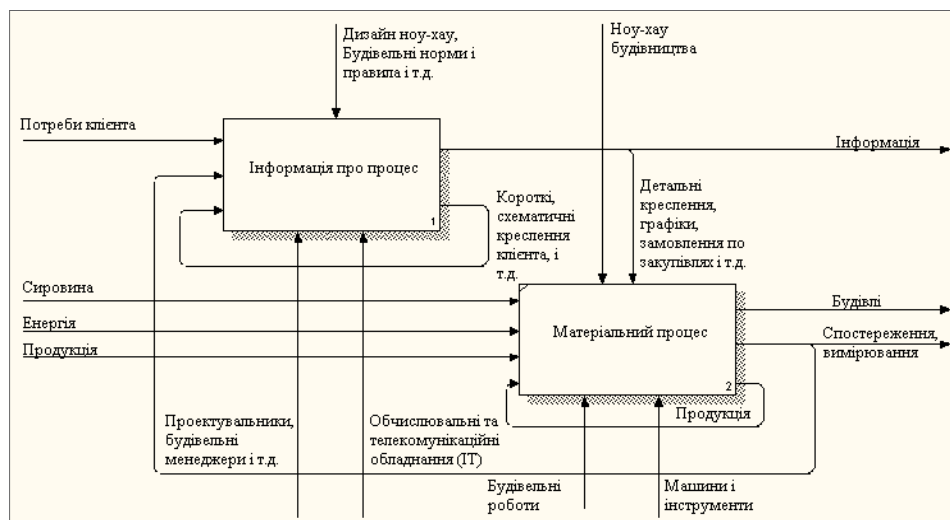


Рис. 1. Інформаційні та матеріальні підпроцеси інформаційно-комунікаційних технологій будівельного проекту

Джерело: [9]

бюджет проекту та графік реалізації проекту (директивний графік будівництва).

Проектування — процес розробки документації для будівництва. Одним з важливих етапів є отримання графіку проектування — документу, в якому зазначені терміни видачі документації.

Закупівля — це процес, який компанія використовує для планування, пошуку постачальника, підписання контракту, придбання, оплати товарів і послуг та доставки товарів.

Організація будівництва — процес виконання робіт власними силами та організації роботи підрядників на будмайданчику.

Приймання робіт, підписання актів виконаних робіт — процес перевірки якості та обсягів виконаних робіт, отримання необхідної документації, підписання актів.

Введення в експлуатацію — завершення проекту, отримання всіх необхідних документів для введення в експлуатацію.

Управління будівельним проектом з одного боку повинно охоплювати усі основні процеси бу-

дівництва, а з іншого, як і управління будь-яким проектом взагалі, має на увазі управління чотирма ключовими напрямками.

- Управління термінами будівництва — це процес планування, контролю та регулювання термінів виконання будівельних робіт. Його мета — забезпечити своєчасне завершення проекту з урахуванням всіх необхідних ресурсів і умов;
- Управління якістю будівництва — це процес планування, контролю та забезпечення якості будівельних робіт. Його мета — забезпечити, щоб будівля відповідала усім необхідним вимогам щодо якості, безпеки та довговічності;
- Управління вартістю будівництва — це процес планування, контролю та регулювання витрат на будівництво. Його мета — забезпечити, щоб проект був завершено в межах бюджету;
- Управління іншими ризиками будівництва — це процес ідентифікації, оцінки, мінімізації та контролю ризиків, які можуть вплинути на успішне виконання будівельного проекту.

До інших ризиків будівництва можна віднести:

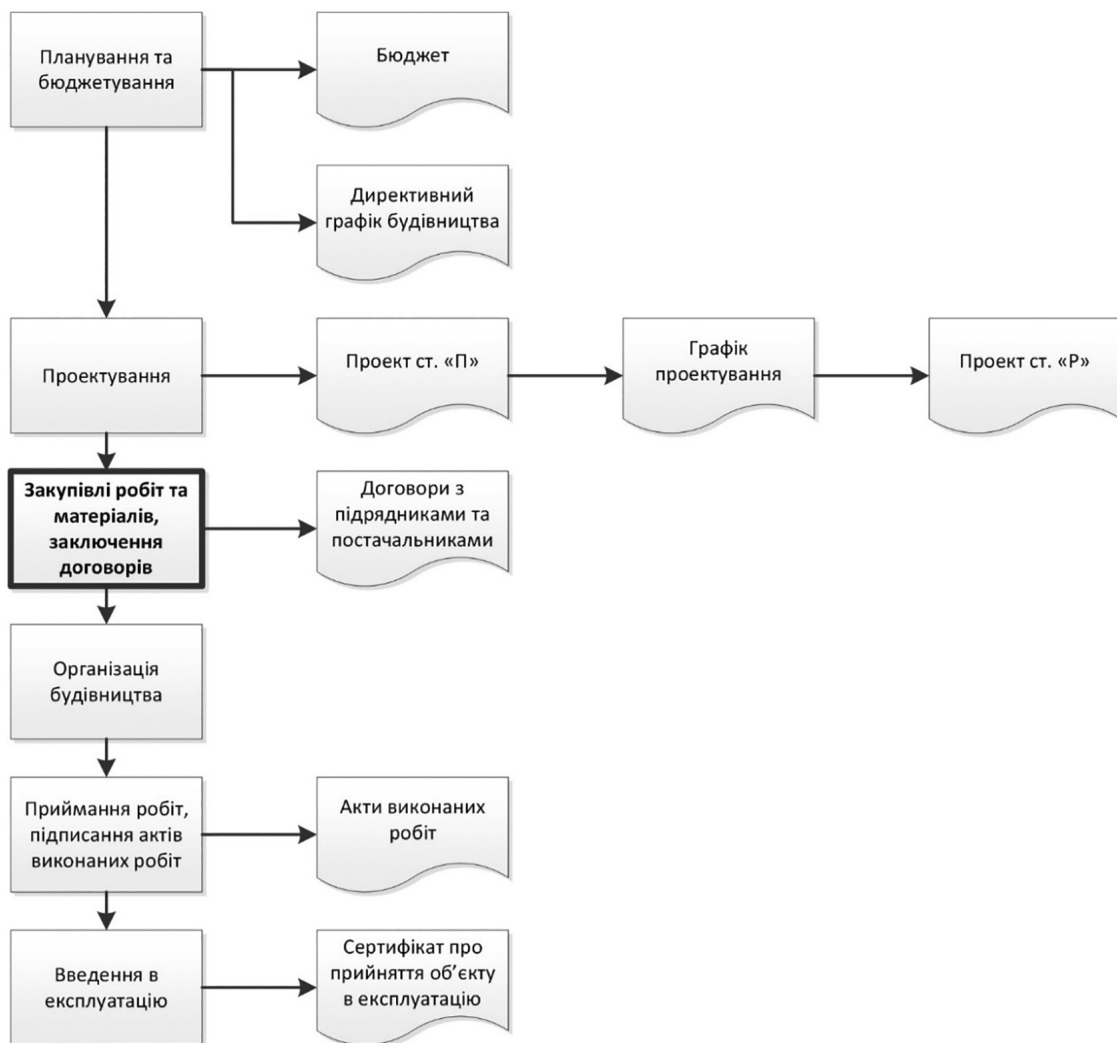


Рис. 2. Структура процесу будівництва  
Джерело: [10]

- Ризики, пов'язані з людським фактором: помилки працівників, порушення техніки безпеки, конфлікти між учасниками проекту.
- Ризики, пов'язані з природними факторами: погода, стихійні лиха, зміни рівня ґрунтових вод.
- Ризики, пов'язані з правовими факторами: зміни в законодавстві, невідповідність проекту вимогам законодавства.
- Ризики, пов'язані з економічними факторами: зміни в цінах, інфляція, фінансові кризи.

Завдання, які виконує кожен напрямок відображені в табл. 1.

Якісне виконання вищенаведених завдань потребує високого рівня взаємодії між всіма учасниками проекту, та можливо за умови високого рівня організації процесів будівельного виробництва, та високої підготовки всіх учасників команди. Оскільки останнім часом рівень підготовки як рядового, так і керівного складу на лінії все більше не відповідає вимогам ДБН, реалізація складних будівельних проектів можлива лише за умови застосування сучасних ІКП. Сучасні ІКП — це комплексні системи, спеціально розроблені для забезпечення ефективного обміну, зберігання та обробки інформації між різними учасниками будівельного процесу. Сутність цих платформ полягає в створенні інтегрованого електронного середовища, яке об'єднує різні інструменти та модулі для сприяння спільній роботі, управління проектами, аналізу даних та забезпечення звітності на кожному етапі будівництва.

Ці платформи об'єднують у себе такі функції, як системи управління будівельними проектами (PMIS), будівельні інформаційні моделі (BIM), електронні системи документообігу, системи моніторингу та контролю, щоб забезпечити злагоджену та ефективну роботу між архітекторами, інженера-

ми, замовниками та іншими учасниками будівельного процесу. Використання таких платформ підвищує продуктивність, робить процес управління проектами більш прозорим та сприяє уникненню помилок через оптимізований обмін

ІКП у будівництві можна розділити на чотири основних види:

- **Системи автоматизації проектування (САПР)** дозволяють створювати тривимірні моделі будівель і споруд, проводити розрахунки інженерних систем, створювати кошториси та графіки виконання робіт. САПР дозволяють значно скоротити час і витрати на проектування. Вони дозволяють створювати більш точні і реалістичні моделі, ніж при проектуванні іншими методами. Як підвид таких систем можна визначити системи віртуальної реальності (VR) та розширеної реальності (AR). Використання VR та AR в будівництві дозволяє учасникам проекту переглядати будівельний об'єкт в реальному часі, вирішувати архітектурні питання та виявляти можливі конструктивні виправлення ще до фактичного будівництва.
- **Системи управління будівництвом (СУБ)** дозволяють контролювати виконання робіт на будівельному майданчику, вести облік матеріалів і обладнання, забезпечувати безпеку праці, контролювати витрати. Ці системи інтегрують в себе також системи електронного документообігу (СЕД), які спрощують обмін документами між учасниками будівельного процесу. Це може включати в себе ведення договорів, рахунків-фактур, специфікацій та інших документів.
- **Системи управління ресурсами (СУР)** дозволяють вести бюджетування, фінансування, бухоблік та облік матеріалів, управління договірними відносинами.

Таблиця 1

Завдання напрямків управління будівельним проектом

	Планування	Контроль	Регулювання
<b>Терміни</b>	розробка графіку виконання робіт, який визначає послідовність і терміни виконання кожної задачі	моніторинг виконання робіт та виявлення відхилень від плану	внесення змін до графіку виконання робіт для усунення відхилень
<b>Якість</b>	розробка системи якості, яка визначає вимоги до якості, процеси управління якістю та ресурси, необхідні для їх забезпечення, якщо така інформація відсутня в ДБН	моніторинг виконання робіт та виявлення відхилень від вимог	внесення змін до системи якості для підвищення якості робіт
<b>Вартість</b>	розробка кошторису, бюджету та графіка фінансування, який визначає витрати на всі елементи проекту	моніторинг витрат на проект та виявлення відхилень від бюджету та графіку фінансування	внесення змін до кошторису, бюджету, та графіку фінансування для усунення відхилень
<b>Інші ризики</b>	виявлення всіх можливих ризиків, які можуть вплинути на проект, оцінка ймовірності і наслідків виникнення кожного ризику	моніторинг ризиків і внесення змін у заходи щодо їх мінімізації	розробка заходів для зниження ймовірності або наслідків виникнення ризиків

Джерело: розробка автора

- **Системи технічного обслуговування і ремонту (ТОІР)** дозволяють вести облік обладнання, проводити технічні огляди і ремонти. Вони дозволяють поліпшити ефективність експлуатації будівель і споруд, підвищити їх надійність і безпеку.

Найбільш популярні ІКС для будівництва приведені в табл. 2.

Для оцінки застосування ІКП в будівництві було зроблено SWOT-аналіз (табл. 3.)

**Висновки.** ІКП мають великий потенціал для підвищення ефективності і якості будівництва. Однак існує ряд проблем, які необхідно вирішити, щоб ІКП стали більш доступними і ефективними. Серед них не тільки вартість впровадження та відсутність уніфікованих рішень, які супроводжували будівельний процес з початку і до кінця, але й недостатньо кваліфіковані кадри, які треба навчати.

Таблиця 2

Найбільш популярні ІКП для будівництва

Напрявлення	САПР	СУБ	СУР	ТОІР
Назва платформи	Autodesk AutoCAD Autodesk Revit Bentley MicroStation ArchiCAD Tekla Structures ЛИРА САПР	Oracle Primavera P6 Microsoft Project Spider Project SAP Project Systems Bentley ProjectWise Autodesk Navisworks	SAP ERP 1C: УПП 1C: Инталеб BAF/BAS Грандмета АВК	SAP Asset Manager IBM Maximo Oracle ITSM ServiceNow Microsoft Dynamics

Джерело: розробка автора

Таблиця 3

SWOT-аналіз застосування ІКП в будівництві

<p><b>Сильні сторони:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ефективність управління:</b> ІКП можуть полегшити управління будівельними проектами, дозволяючи в реальному часі моніторити прогрес, розподіляти ресурси і спрощувати процеси прийняття рішень</li> <li>• <b>Спільна робота:</b> ІКП дозволяють різним сторонам, таким як архітектори, інженери, підрядники і замовники, співпрацювати в одній цифровій екосистемі, що підвищує комунікацію та обмін даними.</li> <li>• <b>Автоматизація і оптимізація:</b> ІКП можуть автоматизувати рутинні завдання, що дозволяє покращити ефективність і зменшити витрати.</li> <li>• <b>Покращення якості:</b> ІКП можуть допомогти підвищити якість будівництва за рахунок забезпечення дотримання вимог, виявлення дефектів на ранніх етапах і підвищення безпеки.</li> </ul>	<p><b>Слабкі сторони:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Вартість впровадження:</b> Впровадження ІКП може бути високими витратами на початковому етапі, включаючи навчання персоналу і придбання потрібного обладнання.</li> <li>• <b>Залежність від технологій:</b> ІКП можуть бути вразливими до відмови технічних систем або кібератак.</li> <li>• <b>Нестача кваліфікованих кадрів:</b> Для ефективного використання ІКП необхідні кваліфіковані кадри. Однак в даний час існує дефіцит таких кадрів на ринку праці.</li> <li>• <b>Нестабільність технологій:</b> ІКП є відносно новими технологіями, які постійно розвиваються. Це може призвести до проблем з їх сумісністю та надійністю.</li> <li>• <b>Відсутність єдиного стандарту:</b> різні організації, які приймають участь в одному проекті можуть мати різні не сумісні між собою ІКП. Навіть в рамках однієї організації, платформи, які обслуговують різні процеси, можуть бути несумісні між собою, або сумісні частково</li> </ul>
<p><b>Можливості:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Покращена продуктивність:</b> ІКП можуть покращити продуктивність робітників та зменшити час виконання проектів завдяки автоматизації та оптимізації.</li> <li>• <b>Інновації:</b> Використання ІКП може сприяти впровадженню нових технологій, таких як віртуальна та доповнена реальність, що можуть поліпшити дизайн та виробництво будівель.</li> <li>• <b>Розвиток технологій:</b> Продовження розвитку ІКП може призвести до подальшого підвищення їх ефективності, якості та доступності.</li> <li>• <b>Зростання попиту:</b> Зростання попиту на ІКТ-рішення в будівництві може призвести до збільшення їх використання в цій галузі.</li> <li>• <b>Поліпшення нормативно-правової бази:</b> Поліпшення нормативно-правової бази та стандартизація рішень для ІКТ-рішень в будівництві може сприяти їх більш широкому поширенню.</li> </ul>	<p><b>Загрози:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Кібербезпека:</b> ІКП можуть бути вразливими перед кібератаками, що може призвести до витоку конфіденційних даних або заважати нормальному функціонуванню.</li> <li>• <b>Необхідність навчання персоналу:</b> Впровадження ІКП вимагає навчання персоналу, і не всі співробітники можуть швидко адаптуватися до нових технологій.</li> <li>• <b>Конкуренція:</b> Зростання конкуренції на ринку ІКТ-рішень в будівництві може призвести до зниження цін і погіршення якості.</li> <li>• <b>Небажання змінювати звичні методи роботи:</b> Деякі учасники будівельного процесу можуть бути не готові до змін, які вимагають ІКП.</li> </ul>

Джерело: розробка автора

Якщо розглядати проблему застосування ІКП з точки зору теорії інноваційного розвитку, а саме з позицій ідеї «життєвого циклу» технологій, яку запропонував Нельсон [11], то цей цикл починається з конкуруючих дизайнів, але потім, коли певний дизайн набуває популярності та ринок зростає, часто за рахунок витіснення поточної технології, може поступово відбуватися інституційна зміна, коли інституційний режим адаптується до потреб нової технології. Припускаючи, що поєднання поліпшеної технологічної спроможності разом з адаптованою інституційною структурою є переконливим, то нова технологія розповсюджуватиметься, доки не досягне статусу «домінуючого дизайну» — конкретного набору технічних характеристик, які стали стандартом для галузі [12]. Таким чином, в найближчі роки ми зможемо побачити розквіт ІКП в будівництві.

Але з іншого боку, ідея залежності від шляху розвитку, яка наполягає на тому, що домінуючий дизайн чи конфігурація можуть закріпитися на ринку, навіть якщо спочатку існувало кілька альтернативних варіантів, тому що ранні розробки мають більший вплив на формування шляху розвитку, ніж подальші. Поява мережі або інфраструктури, адаптованої до домінуючого дизайну, може призвести до інфраструктурної залежності, що робить зміну системи з часом складною та витратною а домінуючий дизайн не обов'язково є найкращим. Це ми бачимо на прикладах лінійки 1С, яка свого часу зупинила розвиток українських СУР систем, та АВК, яка практично стала стандартом, але не має потенціалу для подальшого розвитку.

#### Література

1. Nisbet N., Zhang Z., Ma L., Chen W. Semantic correction, enrichment and enhancement of social and transport infrastructure BIM models. *Advanced Engineering Informatics*. 2024. № 59. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474034623004184> (дата звернення: 05.01.2024).
2. Барабаш М., Київська К. Використання методів інтеграції для створення узагальненої інформаційної моделі будівельного об'єкта. *Управління розвитком складних систем*. 2016. № 25. С. 114–120.
3. Городецкий А. С. Комплексные системы проектирования и управления строительством с использованием полнофункциональной информационной модели здания (BIM). Зарубежный и отечественный опыт, перспективы развития. *Проблемы развития городской среды: Научно-технический сборник*. 2014. Вип. 2 (12). С. 181–191.
4. Тесля Ю., Оберемок І., Тімінський О. Системна організація управлінських взаємодій як інструмент підвищення ефективності реалізації складних проектів. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2008. № 2. С. 100–105.
5. Бушуев С., Бойко О. Системна інтеграція підходів в управлінні будівельними проектами. *Управління розвитком складних систем*. 2016. № 26. С. 43–48.
6. Sears S. K., Sears G. A., Clough R. H. *Construction Project Management A Practical Guide to Field Construction Management*. 5th Edition. Hoboken, 2008. 400 p.
7. Blanco J. L., Rockhill D., Sanghvi A. From start-up to scale-up: Accelerating growth in construction technology. *McKinsey & Company*. 2023. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/private-equity-and-principal-investors/our-insights/from-start-up-to-scale-up-accelerating-growth-in-construction-technology#/> (дата звернення: 20.12.2023)
8. Мещерякова О. Виклики цифрової трансформації в архітектурно-будівельній галузі — BIM спеціалісти. *SWorldJournal*. 2022. № 13. С. 43–47.
9. Хусайн М., Новохацька Д. Роль використання інформаційних технологій в управлінні будівельними проектами. *Управління розвитком складних систем*. 2017. № 29. С. 103–109.
10. Петров К. Планування закупівель як один з найважливіших факторів інноваційного розвитку будівництва. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Серія: «Економічні науки»*. 2023. № 6 (74). С. 57–62.
11. Nelson R. The Co-evolution of Technology, Industrial Structure, and Supporting Institutions. *Industrial and Corporate Change*. 1994. Vol. 3, № 1. P. 47–63.
12. Utterback J. M., Abernathy W. J. A Dynamic Model of Process and Product Innovation. *Administrative Science Quarterly*. 1975. № 20 (4). P. 630–656.

#### References

1. Nisbet N., Zhang Z., Ma L., Chen W. Semantic correction, enrichment and enhancement of social and transport infrastructure BIM models. *Advanced Engineering Informatics*. 2024. № 59. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474034623004184>
2. Barabash M., Kyivska K. Vykorystannia metodiv intehratsii dlia stvorennia uzahalnenoї informatsiinoї modeli budivelnogo ob'ekta. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. 2016. № 25. S. 114–120. [in Ukrainian].

3. Horodetskyi A.S. Kompleksnye sistemy proektirovaniya i upravleniya stroitelstvom s ispolzovaniem polno-funktsionalnoy informatsionnoy modeli zdaniya (BIM). Zarubezhnyy i otechestvennyy opyt, perspektivy razvitiya. *Problemy razvitiya gorodskoy sredy: Nauchno-tekhnicheskyy sbornik*. 2014. Vyp. 2 (12). S. 181–191. [in Russian].
4. Teslia Yu., Oberemok I., Timinskiy O. Systemna orhanizatsiia upravlinskykh vzaiemodii yak instrument pidvyshchennia efektyvnosti realizatsii skladnykh proektiv. *Visnyk Cherkaskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu*. 2008. № 2. S. 100–105. [in Ukrainian].
5. Bushuiev S., Boiko O. Systemna intehratsiia pidkhodiv v upravlinni budivelnymy proektamy. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. 2016. № 26. S. 43–48. [in Ukrainian].
6. Sears S.K., Sears G.A., Clough R.H., Construction Project Management A Practical Guide to Field Construction Management. 5th Edition. Hoboken, 2008. 400 p.
7. Blanco J.L., Rockhill D., Sanghvi A. From start-up to scale-up: Accelerating growth in construction technology. *McKinsey & Company*. 2023. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/private-equity-and-principal-investors/our-insights/from-start-up-to-scale-up-accelerating-growth-in-construction-technology#/> (data zvernennia: 20.12.2023)
8. Meshcheriakova O. Vyklyky tsyfrovoi transformatsii v arkhitekturno-budivelni haluzi — BIM spetsialisty. *SWorldJournal*. 2022. № 13. S. 43–47. [in Ukrainian].
9. Khusain M., Novokhatska D. Rol vykorystannia informatsiinykh tekhnolohii v upravlinni budivelnymy proektamy. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. 2017. № 29. S. 103–109. [in Ukrainian].
10. Petrov K. Planuvannia zakupivel yak odyn z naivazhlyvishykh faktoriv innovatsiinoho rozvytku budivnytstva. *Mizhnarodnyi naukovi zhurnal “Internauka”. Seriya: “Ekonomichni nauky”*. 2023. № 6 (74). S. 57–62. [in Ukrainian].
11. Nelson R. The Co-evolution of Technology, Industrial Structure, and Supporting Institutions. *Industrial and Corporate Change*. 1994. Vol. 3, № 1. P. 47–63.
12. Utterback J.M., Abernathy W.J. A Dynamic Model of Process and Product Innovation. *Administrative Science Quarterly*. 1975. № 20 (4). P. 630–656.