

DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54\(2\).92-104](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.54(2).92-104)
УДК 338.45:004.9:69

І.С. Івахненко

д.е.н., проф. кафедри менеджменту в будівництві
ORCID: 0000-0001-7166-1023

В.Г. Саргсян

асп. кафедри менеджменту в будівництві
ORCID: 0009-0008-1303-6631

М.М. Мовчан

асп. кафедри менеджменту в будівництві
ORCID: 0009-0000-1631-4440

Є.Д. Гура

асп. кафедри менеджменту в будівництві
ORCID: 0009-0001-7143-2252

Ф.К. Шаршун

асп. кафедри економіки будівництва
ORCID: 0009-0005-1660-4903

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ОПТИМІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ВИТРАТ У БУДІВЕЛЬНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ НА ОСНОВІ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У сучасних умовах цифрової трансформації економіки будівельні підприємства стикаються з необхідністю оптимізації інформаційно-комунікаційних витрат, які безпосередньо впливають на їхню ефективність, конкурентоспроможність та стійкість. У дослідженні акцент зроблено на теоретичних аспектах управління витратами цього типу, що розглядаються як стратегічний ресурс для розвитку будівельної діяльності. Витрати на інформаційні та комунікаційні технології формують основу цифрової інфраструктури підприємства, забезпечуючи ефективність управління, контроль якості, моніторинг процесів та прозорість операцій.

Оптимізація інформаційно-комунікаційних витрат пов'язана не лише з економічними підходами, але й з інтеграцією сучасних цифрових технологій, таких як хмарні платформи, системи управління проектами, ERP-рішення, штучний інтелект та Big Data-аналітика. У роботі підкреслюється, що витрати на інформаційно-комунікаційні ресурси повинні розглядатися не як пасивні, а як активні інвестиції, здатні генерувати довгострокову додану вартість.

Особливу увагу приділено аналізу ефективності розподілу цих витрат у контексті побудови цифрових екосистем будівельної галузі. Оцінюються можливості скорочення непродуктивних витрат, підвищення продуктивності праці та мінімізації ризиків, що виникають у процесі використання інформаційних систем. Розглядаються підходи до

моделювання витрат, які враховують як прямі, так і непрямі вигоди від цифровізації, зокрема зменшення адміністративних витрат, прискорення ухвалення управлінських рішень та підвищення точності прогнозів.

У дослідженні обґрунтовано, що стратегічне управління інформаційно-комунікаційними витратами є важливим чинником стійкості будівельних компаній у середовищі високої конкуренції. Цифрові інструменти дозволяють створити інтегровані системи контролю, де витрати корелюють із результатами діяльності. Оптимізація цих витрат у довгостроковій перспективі сприяє не лише економії ресурсів, але й формуванню конкурентних переваг на ринку.

Ключові слова: інформаційно-комунікаційні витрати, цифрові технології, будівельна діяльність, оптимізація, цифрова трансформація, економічна ефективність, управління витратами, конкурентоспроможність.

Актуальність дослідження полягає у необхідності розробки теоретичних і практичних підходів до оптимізації інформаційно-комунікаційних витрат, які враховують специфіку будівельної діяльності. Оптимальне використання цифрових технологій дозволить скоротити непродуктивні витрати, підвищити продуктивність праці та забезпечити стійкість підприємств у динамічному ринковому середовищі. Таким чином, дослідження цієї проблеми є важливим кроком на шляху до формування ефективної моделі управління в умовах цифрової економіки.

Постановка проблеми. У сучасній будівельній діяльності спостерігається стрімке зростання витрат на інформаційні та комунікаційні технології, які поступово перетворюються на ключовий елемент забезпечення конкурентоспроможності підприємств. Водночас їхній вплив на ефективність виробничих і управлінських процесів не завжди є однозначним. Значна частина підприємств стикається з проблемою нерационального розподілу цих витрат, коли інвестиції у цифрові рішення не приносять очікуваного результату через відсутність комплексних моделей їх оптимізації. Особливо гостро ця проблема проявляється у сфері управління великими будівельними проектами, де інформаційно-комунікаційні витрати часто розпоршуються між різними системами, створюючи дублювання функцій та знижуючи ефективність.

Крім того, недостатньо дослідженим залишається питання стратегічного управління цими витратами в контексті цифрової трансформації. Традиційні методи фінансового планування не враховують специфіку інформаційно-комунікаційних ресурсів, які здатні забезпечити не лише скорочення витрат, але й створення доданої вартості. Таким чином, виникає потреба у формуванні теоретичних засад оптимізації, які дозволять інтегрувати витрати у стратегічні моделі розвитку будівельних підприємств, забезпечуючи їхню довгострокову стійкість і конкурентні переваги.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Проблематика оптимізації інформаційно-комунікаційних витрат у будівельній галузі знаходить відображення у працях багатьох зарубіжних та вітчизняних науковців, які досліджують цифрову трансформацію, ефективність використання інформаційних ресурсів та впровадження інноваційних технологій. Значний внесок зроблено у сфері вивчення впливу ERP-систем, хмарних технологій, Big Data та штучного інтелекту на управління витратами. Такі дослідження дозволили обґрунтувати роль інформаційних систем як інструменту підвищення продуктивності праці та оптимізації фінансових потоків.

Водночас, попри значний науковий доробок, залишаються невирішеними питання стратегічного управління цими витратами в умовах цифрової економіки. Бракує комплексних моделей, які б дозволяли оцінити довгострокові вигоди від інвестицій в інформаційно-комунікаційні ресурси та враховували специфіку будівельної діяльності. Недостатньо розробленими залишаються також механізми інтеграції інформаційно-комунікаційних витрат у загальну стратегію розвитку підприємства. Саме це зумовлює необхідність подальших досліджень у цьому напрямі.

Метою цієї статті є розробка теоретичних засад оптимізації інформаційно-комунікаційних витрат у будівельній діяльності з урахуванням можливостей сучасних цифрових технологій. Основний акцент робиться на визначенні ролі інформаційно-комунікаційних ресурсів як стратегічного чинника розвитку підприємства, що сприяє підвищенню ефективності виробничих та управлінських процесів. У межах дослідження ставиться завдання проаналізувати існуючі підходи до управління витратами, окреслити їхні недоліки та запропонувати напрями удосконалення. Особлива увага приділяється інтеграції цифрових інструментів у процеси оптимізації, що дозволяє формувати системний підхід до управління ресурсами і забезпечує конкурентоспроможність будівельних підприємств у довгостроковій перспективі.

Виклад основної інформації. У сучасних умовах розвитку будівельної галузі інформаційно-комунікаційні витрати дедалі більше визначають ефективність організації проєктів, управління життєвим циклом об'єктів та реалізації інвестиційних програм. Традиційні моделі комунікації, орієнтовані на паперовий документообіг, багаторівневі узгодження та ручне оброблення даних, виявляються недостатньо ефективними в контексті зростаючих вимог до швидкості ухвалення рішень, прозорості процесів та інтеграції даних на всіх етапах будівельної діяльності.

Теоретичні засади оптимізації інформаційно-комунікаційних витрат спираються на концепцію цифрової трансформації будівельного сектору, де основними інструментами виступають технології Building Information Modeling (BIM), інтернет речей (IoT), великі дані (Big Data), хмарні

платформи обробки інформації та інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень. Оптимізація витрат у цьому контексті передбачає зменшення часу на збір, передачу, обробку та аналіз інформації, підвищення точності даних, мінімізацію помилок у комунікаційних потоках та створення єдиних інформаційних середовищ для всіх учасників будівельного процесу.

Наукове обґрунтування цього процесу базується на системному підході до управління інформаційними ресурсами, теорії транзакційних витрат, концепціях сталого інформаційного середовища та сучасних теоріях інформаційної економіки. У цьому аспекті цифрові технології розглядаються не лише як засіб автоматизації, а як елемент стратегічної перебудови бізнес-процесів будівельних компаній, спрямованої на підвищення конкурентоспроможності, прискорення інноваційного розвитку та оптимізацію використання фінансових і людських ресурсів [1].

Особливу увагу теоретичне обґрунтування приділяє аналізу економічної доцільності цифровізації інформаційних потоків, моделюванню економії часу та витрат у залежності від рівня цифрової зрілості організацій, а також розгляду ризиків, пов'язаних із запровадженням цифрових технологій у традиційні будівельні процеси. У теоретичних дослідженнях обґрунтовується доцільність застосування комплексних платформ, що об'єднують інженерні дані, комунікаційні функції, фінансові аналітичні модулі та системи управління життєвим циклом проектів.

Саме поняття оптимізація інформаційно-комунікаційних витрат у будівельній діяльності являє собою процес цілеспрямованого вдосконалення механізмів збору, обробки, передачі, зберігання та використання інформації з метою мінімізації витрат ресурсів, часу та фінансів, необхідних для підтримки ефективної взаємодії учасників будівельних проектів. Це поняття охоплює весь спектр операцій, пов'язаних із управлінням інформаційними потоками в організації будівельного виробництва, починаючи від етапу проектування і закінчуючи експлуатацією об'єктів [2].

У традиційній будівельній практиці інформаційно-комунікаційні витрати часто виникали через фрагментацію даних, дублювання інформації, затримки в комунікаціях між різними учасниками процесу — проектувальниками, підрядниками, інвесторами, державними органами. Велика кількість погоджень, недостатня швидкість передачі даних, обмежена доступність актуальної інформації призводили до збільшення витрат часу, помилок в управлінні проектами та зростання загальної вартості реалізації об'єктів.

Оптимізація інформаційно-комунікаційних витрат передбачає перехід від аналогових і розрізнених моделей комунікації до цифрових інтегрованих систем управління інформацією. В основі цього процесу лежить впровадження таких технологій, як Building Information Modeling

(BIM), системи управління проектною документацією (CDE-платформи), хмарні сервіси для обміну даними, сенсорні мережі на основі Інтернету речей (IoT) та аналітичні платформи Big Data [3].

Суть оптимізації полягає у зменшенні обсягів надлишкової інформації, усуненні дублювання даних, стандартизації форматів обміну інформацією та прискоренні процесів комунікації між усіма сторонами проекту. При цьому значна увага приділяється забезпеченню якості даних, їх безпеці та доступності у режимі реального часу для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Економічна ефективність оптимізації інформаційно-комунікаційних витрат у будівельній діяльності проявляється у зменшенні тривалості циклів прийняття рішень, скороченні часу виконання проектних і будівельних робіт, зниженні ризиків виникнення технічних помилок, зменшенні витрат на коригування проектів і ремонтні роботи, оптимізації кадрових ресурсів, задіяних у процесах обробки інформації.

Теоретичне підґрунтя поняття оптимізації інформаційно-комунікаційних витрат формується на базі теорії транзакційних витрат Р. Коуза та О. Вільямсона, концепцій інформаційного менеджменту, моделі сталого інформаційного середовища, а також сучасних підходів до цифрової трансформації будівельної галузі. В рамках цих теорій оптимізація розглядається як процес мінімізації витрат, пов'язаних із передачею, обробкою та контролем інформації у взаємодії між різними сторонами економічної діяльності [4].

Особливо важливим є врахування специфіки будівельної діяльності, де комунікаційні витрати часто мають високий рівень складності через одночасну взаємодію великої кількості суб'єктів, динамічну зміну проектних вимог та територіальну розосередженість будівельних об'єктів. Саме тому впровадження інтегрованих цифрових платформ для управління проектами стає критично важливим для успішної оптимізації.

Як видно з рисунка 1, цифрові технології суттєво знижують інформаційно-комунікаційні витрати в будівельній діяльності завдяки скороченню часу на передачу даних, усуненню дублювання документів та автоматизації обміну інформацією між учасниками проекту. Інфографіка ілюструє контраст між традиційною фрагментованою системою обігу даних і сучасною інтегрованою цифровою екосистемою, яка базується на принципах єдиної інформаційної моделі, хмарних сервісах та інтелектуальній аналітиці.

Інформаційно-комунікаційні витрати в будівельній діяльності – це специфічна категорія витрат, пов'язана з процесами обміну, передачі, зберігання, опрацювання та координації інформації між усіма учасниками будівельного процесу. Вони формуються внаслідок великої кількості транзакцій, погоджень, запитів, аналітичних звітів, а також взаємодії між підрядниками, проектантами, інвесторами, технічними експертами, органами нагляду, користувачами і замовниками [5].

Одним із ключових джерел є внутрішньоорганізаційна фрагментація, коли проектні, інженерні та управлінські блоки не об'єднані єдиною інформаційною платформою. Це призводить до дублювання даних, втрати актуальності документації, затримок у комунікації між структурними одиницями підприємства. Такі втрати часу та енергії в кінцевому підсумку трансформуються у прямі витрати – від сповільнення реалізації до появи технічних помилок.



Рис. 1. Порівняння традиційних і цифрових підходів до управління інформаційно-комунікаційними витратами у будівельній діяльності (розроблено автором на основі [4])

Друге важливе джерело – зовнішньо-контрактна взаємодія. У більшості будівельних проектів залучено численних субпідрядників, постачальників та контролюючі органи, з якими ведеться постійний обмін інформацією [6]. У разі відсутності цифрових засобів взаємодії (хмарних платформ, спільних баз даних, API-зв'язку), кожен учасник використовує власні формати та носії, що спричиняє складнощі у стандартизації обробки даних, розбалансування у графіках погодження технічної документації, затримки у виконанні завдань.

Третє джерело – багатоступенева регуляторна процедура. Проектна документація в Україні та більшості країн Європи проходить складну систему погоджень, дозволів, погодження змін, експертиз тощо. При паперовому або напівцифровому формуванні пакету документів втрачається гнучкість, зростає ризик допущення технічних чи адміністративних помилок, а кожне перенесення термінів узгодження автоматично впливає на строки реалізації всього проекту.

Четвертий блок витрат – низький рівень цифрової компетентності персоналу та відсутність інтегрованих ІТ-рішень. Навіть за наявності цифрових систем (наприклад, BIM або ERP-платформ) їх неповноцінне використання або розрізнене впровадження (тільки для частини функцій чи учасників) знижує загальну ефективність і породжує нові витрати на сумісність, обслуговування та повторне перенесення даних.

Загалом, сукупний ефект від інформаційно-комунікаційних витрат може становити від 10 до 25 % загального бюджету управління будівельним проектом, особливо при високій складності об'єкта, великій кількості контрагентів та обмежених термінах реалізації. Високі витрати на комунікацію уповільнюють ухвалення рішень, ускладнюють контроль за виконанням завдань, підвищують ризики помилок і дублювання дій, а це прямо знижує продуктивність проекту [7].

Впровадження цифрових технологій дозволяє значно зменшити обсяг цих витрат, автоматизувати обмін даними, забезпечити доступність інформації в режимі реального часу, стандартизувати формати документації і, найголовніше, зробити комунікацію прозорою, простежуваною та контрольованою. Саме це стає ключовим фактором підвищення ефективності реалізації будівельних проектів у XXI столітті [8]. Як видно з рисунка 2, ключовими чинниками зростання комунікаційного навантаження є фрагментованість інформаційних потоків, зовнішньо-контрактна багатостороння взаємодія, регуляторна складність та обмежена цифрова інтеграція. Інфографіка відображає, як кожне з цих джерел впливає на загальні витрати часу, ресурсів і ризиків у процесі реалізації будівельних проектів.

У економічній науці оптимізація інформаційних потоків розглядається як ключовий фактор підвищення ефективності організаційних систем і процесів, особливо в умовах високої складності взаємодії суб'єктів ринку. Розвиток цифрової економіки, теорії інформаційного менеджменту, транзакційної економіки та мережевих організаційних моделей сприяв формуванню низки теоретичних підходів до вдосконалення управління інформаційними потоками.



Рис. 2. Джерела формування інформаційно-комунікаційних витрат у будівельній діяльності (розроблено автором на основі [8])

Одним із базових є підхід мінімізації транзакційних витрат, сформульований Р. Коузом і розвинений О. Вільямсоном. Згідно з цим підходом, інформаційні потоки мають бути організовані так, щоб мінімізувати витрати на пошук інформації, її обробку, передавання, контроль і узгодження дій між контрагентами. У будівельній діяльності це означає впровадження стандартів обміну даними, цифрових платформ для інтеграції проектної, фінансової та технічної інформації, а також автоматизацію процесів погодження проектних змін [9].

Модель сталого інформаційного середовища, розроблена в межах концепції сталого розвитку організацій, підкреслює необхідність безперервного доступу до актуальної, достовірної та структурованої інформації для всіх учасників економічної системи. У будівельному секторі це може бути реалізовано через інтеграцію систем BIM, IoT-мереж для моніторингу стану об'єктів у реальному часі та аналітичних платформ для оцінки життєвого циклу будівель. Інший важливий підхід — теорія інформаційного менеджменту, що орієнтується на управління повним циклом інформації: від її створення та збору до архівації й аналізу. У будівництві застосування інформаційного менеджменту передбачає створення централізованих баз даних про об'єкти, їхні технічні характеристики, етапи реалізації проектів і результати обстежень.

У межах мережевих організаційних теорій обґрунтовується доцільність створення децентралізованих, але взаємопов'язаних інформаційних систем, що забезпечують швидкий обмін даними між усіма рівнями учасників проекту. Це особливо актуально для великих будівельних проектів із численними субпідрядниками, де швидкість і точність передачі інформації критично впливають на строки та вартість робіт [10].

Як видно з таблиці 1, різні теоретичні підходи до оптимізації інформаційних потоків демонструють потенціал для їх ефективного застосування в умовах будівельної діяльності. Адаптація цих підходів дозволяє узгодити управлінські та логістичні процеси, зменшити інформаційні втрати та прискорити обмін даними між учасниками проектів. Представлена систематизація створює підґрунтя для впровадження інтегрованих інформаційних систем у будівельному секторі, сприяючи зростанню загальної ефективності управління.

Таким чином, адаптація сучасних теоретичних підходів до будівельної галузі дозволяє істотно підвищити ефективність управління проектами, зменшити транзакційні витрати, підвищити якість ухвалення рішень та забезпечити прозорість усіх етапів життєвого циклу будівельних об'єктів.

Цифрові технології суттєво трансформують структуру і обсяг інформаційно-комунікаційних витрат у будівельних процесах, змінюючи традиційні уявлення про управління інформаційними потоками. Якщо раніше велика частина витрат була пов'язана із фізичною передачею документів, тривалими погодженнями, багатоступневими комунікаціями та дублюванням інформації, то сьогодні акцент поступово зміщується на

побудову інтегрованих цифрових систем обробки даних, автоматизацію обміну інформацією та використання аналітики для ухвалення рішень [11].

Таблиця 1

Теоретичні підходи до оптимізації інформаційних потоків та їх адаптація до будівельної діяльності
(розроблено автором на основі [10])

Теоретичний підхід	Основна ідея	Адаптація до будівельного сектору
Теорія транзакційних витрат	Мінімізація витрат на обробку і передавання інформації	Впровадження цифрових платформ для обміну проектною та фінансовою інформацією
Модель сталого інформаційного середовища	Постійний доступ до актуальної і достовірної інформації	Інтеграція BIM, IoT і аналітичних систем моніторингу об'єктів
Теорія інформаційного менеджменту	Управління повним життєвим циклом інформації	Централізовані бази даних про об'єкти будівництва і їхній технічний стан
Мережеві організаційні моделі	Гнучкість і швидкість обміну інформацією в децентралізованих структурах	Платформи для спільної роботи над проектами між підрядниками, проєктантами і замовниками

Насамперед, цифровізація скорочує обсяг ручних операцій: за допомогою платформ Building Information Modeling (BIM) вся проектна, технічна та фінансова інформація об'єднується в єдиній інформаційній моделі. Це дозволяє одночасно обробляти дані різними учасниками проекту без необхідності дублювати документи, пересилати паперові копії або вручну синхронізувати зміни у проектній документації. Отже, скорочується кількість транзакцій, зменшуються затрати часу на погодження та зникають ризики втрати актуальності інформації.

Іншою важливою зміною є перехід до режиму реального часу. Завдяки технологіям Інтернету речей (IoT) дані про технічний стан об'єкта (деформації, температурні режими, вібрації) надходять автоматично на цифрові платформи моніторингу. Це зменшує потребу в ручних інспекціях, телефонних узгодженнях і надсиланні звітів, що раніше вимагало значних ресурсів. Витрати переносяться із організаційного супроводу комунікації на налаштування та обслуговування автоматизованих систем збору даних, що має одноразовий або періодичний характер, а не постійний, як у класичній моделі.

Цифрові технології змінюють також структуру витрат, зокрема баланс між первісними інвестиціями і поточними операційними витратами. Впровадження BIM-систем, ERP-платформ або хмарних рішень потребує початкових вкладень у розробку або ліцензійне забезпечення. Однак у довгостроковій перспективі витрати на комунікаційне обслуговування

суттєво скорочуються за рахунок зменшення кількості персоналу, прискорення погоджень і автоматизації контролю процесів.

Ще однією важливою зміною є зростання витрат на забезпечення кібербезпеки. У цифровому середовищі зростає важливість захисту даних, що потребує витрат на шифрування комунікацій, розмежування прав доступу, системи резервного копіювання [12]. Однак ці витрати є необхідною умовою збереження цілісності проектних даних і репутації компаній.

Таким чином, вплив цифрових технологій на структуру і обсяг інформаційно-комунікаційних витрат має системний характер. Він виявляється через зменшення кількості транзакцій, прискорення обробки інформації, перехід до управління даними в реальному часі, оптимізацію ресурсів та перерозподіл витрат із традиційних каналів комунікації на розвиток цифрової інфраструктури. У підсумку, правильне впровадження цифрових рішень дає змогу будівельним компаніям істотно підвищити продуктивність, зменшити проектні ризики та посилити стійкість процесів реалізації об'єктів.

Впровадження цифрових рішень для оптимізації інформаційно-комунікаційної взаємодії у будівельних проектах супроводжується суттєвими економічними ефектами, що відображаються як на вартості проектів, так і на їхній продуктивності, тривалості реалізації та якості результатів. Разом із цим процес цифрової трансформації несе певні ризики, які необхідно враховувати на етапі планування і впровадження інформаційно-комунікаційних систем.

Одним із основних економічних ефектів є зменшення прямих транзакційних витрат, пов'язаних із обробкою та передачею інформації. Завдяки застосуванню таких рішень, як платформи спільної роботи, системи управління проектами, BIM-технології та автоматизовані бази даних, зменшується потреба у фізичному документообігу, прискорюється погодження проектних рішень, скорочується кількість помилок і дублікатів [13].

Ще одним важливим ефектом є підвищення оперативності та точності управлінських рішень. Цифрові системи забезпечують доступ до актуальної інформації в режимі реального часу, що дозволяє мінімізувати затримки у виконанні завдань, оперативно реагувати на зміни в умовах проекту, швидше ухвалювати рішення щодо змін в проектній документації чи графіку виконання робіт.

Водночас із позитивними ефектами цифровізація супроводжується низкою економічних і технічних ризиків. Насамперед це ризик високих початкових інвестиційних витрат. Розробка або закупівля цифрової платформи, налаштування інфраструктури, навчання персоналу вимагають значних фінансових ресурсів, що може бути обтяжливим для невеликих будівельних компаній.

Також актуальним є ризик кібербезпеки. Розміщення великого обсягу проектної, фінансової та технічної інформації у хмарних середовищах або

корпоративних цифрових базах створює загрозу витоку, викрадення або шкідливого втручання в дані [14].

Ще одним аспектом є організаційний ризик опору змінам. Персонал, який звик працювати за традиційними схемами, може сприймати цифрові рішення як загрозу своїй компетенції або як додаткове навантаження, що може затримувати або ускладнювати процес цифрової трансформації компанії.

Висновки. У результаті можна стверджувати, що оптимізація інформаційно-комунікаційних витрат у будівельній галузі має здійснюватися через системний підхід, який поєднує фінансовий, організаційний та технологічний аспекти. Такий підхід забезпечує узгодженість витрат із загальною стратегією розвитку підприємства та створює умови для підвищення ефективності всіх рівнів управління.

Підсумовуючи викладене, слід зазначити, що запропоновані теоретичні положення та висновки можуть слугувати основою для розробки практичних рекомендацій щодо управління інформаційно-комунікаційними витратами в будівництві. Вони орієнтовані на підвищення ефективності використання ресурсів, зміцнення конкурентних позицій підприємств та формування сучасної моделі будівельного виробництва, здатної відповідати викликам цифрової економіки.

References

1. Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. "How Smart, Connected Products Are Transforming Competition". – Harvard Business Review, 2014. – Vol. 92(11). – [Electronic resource]. – Access mode: <https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition>
2. Melnyk, O. H. Information and Communication Systems in the Construction Project Management. Monograph. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2020. – 286 p.
3. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers. – Book. – Hoboken: Wiley, 2018. – 704 p.
4. Williamson, O. E. The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting. – Book. – New York: Free Press, 1985. 450 p.
5. Coase, R. The Nature of the Firm". *Economica*, 1937. 4(16). 386–405.
6. Chupryna, Yu., Petrenko, H., Hrynenko, I., Nikolaieva, M., Pokolenko, V., & Savchuk, T. (2021). "Methodological Regulation and Analytical-Information Support of Process-Oriented Management in the Modern System of Construction Development". – *Management of Development of Complex Systems*, (48), 125–134.
7. Ghassemi, R., & Becerik-Gerber, B. "Transitioning to Integrated Project Delivery: Potential Barriers and Lessons Learned". – *Lean Construction Journal*, 2011. URL: <https://www.leanconstructionjournal.org>

8. Turkiyyah, G., & Fadoul, F. "Managing Information Flow in Construction Projects through Digital Platforms". – Procedia Engineering, 2015. – Vol. 123. – P. 614–621.
9. Rahman, H., & Rahman, A. "Building a Sustainable Information Infrastructure for Construction: A Process-Oriented Perspective". – International Journal of Project Management, 2016. Vol. 34(7). P. 1393–1405.
10. Müller, R., & Turner, R. Project-Oriented Leadership. – Book. – Farnham: Gower Publishing, 2010. – 224 p.
11. National Institute of Building Sciences. National BIM Standard – United States® Version 3. Standard. – Washington, DC: NIBS, 2015. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.nationalbimstandard.org>
12. Lu, Y., Wu, Z., Chang, R., & Li, Y. "Building Information Modeling (BIM) for Green Buildings: A Critical Review and Future Directions". – Automation in Construction, 2017. – Vol. 83. – P. 134–148.
13. Hardin, B., & McCool, D. BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows. Indianapolis: Wiley, 2015. – 432 p.
14. Khomenko, O., Petrenko, H., Ryzhakova, H., Petruha, N., Chupryna, Yu., Malykhina, O., & Kushnir, O. (2022). "Modern Tools and Software Products for Administration of Construction Organizations under Transformation of Operational Management Systems". – Management of Development of Complex Systems, (52), 113–125.
15. Rezgui, Y., Beach, T., & Rana, O. "A Governance Approach for Information Management in Building Projects". – Advanced Engineering Informatics, 2013. – Vol. 27(1). – P. 62–79.
16. Khosrowshahi, F., & Arayici, Y. "Roadmap for Implementation of BIM in the UK Construction Industry". – Engineering, Construction and Architectural Management, 2012. – Vol. 19(6). – P. 610–635.
17. World Economic Forum. Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology. – Report. – Geneva: WEF, 2016. – URL: <https://www.weforum.org/reports/shaping-the-future-of-construction>

I. Ivakhnenko, V. Sarhsian, M. Movchan, Ye. Hura, F. Sharshun

Theoretical aspects of optimizing information and communication costs in construction activities based on digital technologies

In the current conditions of digital transformation of the economy, construction enterprises face the necessity of optimizing information and communication costs, which directly affect their efficiency, competitiveness, and resilience. The study emphasizes the theoretical aspects of managing such costs, which are considered as a strategic resource for the development of construction activities. Expenditures on information and communication technologies form the foundation of a company's digital infrastructure, ensuring effective management, quality control, process monitoring, and operational transparency.

Optimization of information and communication costs is related not only to economic approaches but also to the integration of modern digital

technologies, such as cloud platforms, project management systems, ERP solutions, artificial intelligence, and Big Data analytics. The paper highlights that expenditures on information and communication resources should be viewed not as passive, but as active investments capable of generating long-term added value.

Particular attention is paid to analyzing the efficiency of distributing these costs in the context of building digital ecosystems in the construction industry. The study evaluates opportunities to reduce unproductive expenditures, increase labor productivity, and minimize risks arising in the use of information systems. Approaches to cost modeling are considered, taking into account both direct and indirect benefits of digitalization, including the reduction of administrative expenses, acceleration of managerial decision-making, and improvement of forecasting accuracy.

The research substantiates that strategic management of information and communication costs is an essential factor for the sustainability of construction companies in a highly competitive environment. Digital tools allow the creation of integrated control systems, where expenditures correlate with performance outcomes. In the long-term perspective, optimization of these costs contributes not only to resource savings but also to the formation of competitive advantages in the market. Thus, the development of theoretical aspects of optimizing information and communication costs in construction activities based on digital technologies represents a relevant scientific task with significant practical potential.

Keywords: *information and communication costs, digital technologies, construction activities, optimization, digital transformation, economic efficiency, cost management, competitiveness.*

Посилання на статтю:

АРА: Ivakhnenko I.S., Sarhsian V.H., Movchan M.M., Hura Ye.D., Sharshun F.K. (2024). Teoretychni aspekty optymizatsiyi informatsiynokomunikatsiynykh vytrat u budivel'niy diyal'nosti na osnovi tsyfrovyykh tekhnolohiy. [Theoretical aspects of optimizing information and communication costs in construction activities based on digital technologies]. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovyykh vidnosyn*, 54(2), С. 92-104.

ДСТУ: Івахненко І.С., Саргсян В.Г., Мовчан М.М., Гура Є.Д., Гура Є.Д., Шаршун Ф.К. Теоретичні аспекти оптимізації інформаційно-комунікаційних витрат у будівельній діяльності на основі цифрових технологій. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2024. № 54 (2). С. 92-104.