

Приходько О.О.

аспірант кафедри менеджменту в будівництві,

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

ORCID ID: 0000-0002-3092-6782

**АДАПТАЦІЯ ІНТЕГРОВАНОГО ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ ВПРОВАДЖЕННЯ
ДЕВЕЛОПЕРСЬКИХ ПРОЕКТІВ НА ГРУНТІ КОМБІНОВАНОГО ПІДХОДУ**

***Анотація.** Технологічний підхід до вирішення проблем, відомий як цифровізація, є основою цифрової трансформації в будівництві. Вона передбачає впровадження цифрових процесів у всі аспекти будівельного процесу, починаючи від проектування і закінчуючи експлуатаційною підтримкою після завершення будівництва. Запропоновано ряд кроків для розробки стратегій цифровізації для учасників інвестиційно-будівельного процесу та зацікавлених сторін у будівництві, а також методичку оцінки рівня цифровізації на різних рівнях у рамках будівельних проектів. Було виявлено, що цифровізація вимагає адаптації учасників будівельного процесу до нових вимог, оцінки власного рівня цифрового розвитку та розробки стратегій цифровізації, які мають бути гнучкими для відповіді на різноманітні проекти. Удосконалення механізму цифрової трансформації включає створення системи індикаторів для оцінки та моніторингу процесу цифровізації та адаптації до проектних вимог, а також розробку заходів для розвитку цифровізації та визначення показників розвитку будівництва на основі цифрових технологій. Основу формування стратегії цифровізації складають індикатори цифрового розвитку з різними параметрами оцінки. Підприємства повинні самооцінювати свій рівень цифрової трансформації, що є необхідною складовою формування конкурентної стратегії. Пропонується оцінювати заходи з виявлення стану цифровізації учасників будівництва та встановлення цільових показників за допомогою експертних оцінок. Майбутні дослідження спрямовані на створення комплексного інструментарію для визначення рівня цифрового розвитку учасників будівництва в процесі цифрової трансформації та застосування новітніх технологій сучасного девелопменту.*

***Ключові слова:** будівництво, будівельна компанія, будівельний проект, організаційно-технологічне та цифрове адміністрування проектами, надійність забудовника, цифрові технології, цифровізація.*

Постановка проблеми. Будівельна сфера - одна з ключових галузей економіки, де використовуються різноманітні технології та процеси. Але за останні роки цей сектор стикається з проблемами, такими як низька ефективність, високі витрати та нестача робочої сили. Для вирішення цих проблем та підвищення продуктивності все більше компаній у будівельній галузі переходять до використання цифрових технологій. Цифровізація будівельної сфери стає все більш актуальною темою в сучасному світі, оскільки ці технології можуть поліпшити ефективність та якість будівництва, а також знизити витрати. Цифровізація цього сектора означає використання цифрових інструментів для вдосконалення процесів проектування, будівництва та експлуатації будівель і споруд. Це може вклю-

чати в себе використання програмного забезпечення для моделювання будівель (BIM), датчиків Інтернету речей (IoT), штучного інтелекту (AI), автоматизації та інших технологій. Цифровізація будівельної сфери може принести багато переваг, таких як підвищення продуктивності, контролю якості, зниження витрат, мінімізація помилок та підвищення безпеки. Крім того, цифровізація може зробити будівництво більш екологічно стійким, що є важливим аспектом у сучасному світі.

Впровадження цифрових технологій у будівельній галузі стикається з численними викликами та перешкодами, які ускладнюють успішне впровадження та використання нових інноваційних рішень. Ось деякі з цих викликів, з якими зіштовхуються компанії при впровадженні цифрових технологій:

Потреба в інвестуванні: впровадження цифрових технологій у будівельну галузь потребує значних інвестицій у придбання обладнання, програмного забезпечення та навчання персоналу.

Недостатня кваліфікація та знання: впровадження нових технологій потребує наявності кваліфікованих фахівців, яких може бракувати в компаніях, особливо в Україні, де галузь не так широко розвинена, як в інших країнах.

Проблеми сумісності: різні цифрові технології можуть використовувати різні формати даних, що ускладнює їх сумісність на різних етапах проекту.

Відсутність стандартизації: відсутність єдиної системи стандартизації для використання цифрових технологій у будівельній галузі може ускладнювати сумісність та обмін інформацією між різними учасниками проекту.

Мета статті полягає в дослідженні та описі процесу адаптації інтегрованого програмного продукту для впровадження девелоперських проектів у цифровому середовищі на основі комбінованого підходу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ра результатами аналізу джерел науково-технічної літератури та результатів досліджень, які наведено у ряді праць, а саме [1-5] можливо зазначити, що праці більшості авторів присвячені вивченню технологічних інновацій, які можуть бути використані для підтримки цифрової трансформації у будівництві, таких як Building Information Modeling (BIM), інтернет речей (IoT) та штучний інтелект (AI).

Теоретичні та методологічні підходи до розробки стратегій учасників будівництва в умовах цифрової трансформації, а також конкретні завдання щодо забезпечення цифровізації будівництва, висвітлені у працях [6-9; 11; 12] та інших, серед них із застосуванням методів fuzzy logic [13-19]

Незважаючи на значну увагу вчених до розвитку будівництва, питання цифровізації потребують детальної розробки механізмів інтеграції цифрових технологій у реалізації окремих інвестиційно-будівельних проектів, розробки стратегій учасників інвестиційно-будівельного процесу за головними напрямками впровадження цифрових технологій. Необхідна також розробка етапів реалізації стратегій цифровізації учасників будівництва в контексті потреб та завдань окремого проекту та

рівня цифровізації кожного учасника: розгляд впливу цифрової трансформації на ефективність управління девелоперськими проектами, зокрема щодо зменшення часу виконання, оптимізації витрат і підвищення якості будівництва; висвітлення практичних випадків успішної адаптації інтегрованих програмних продуктів в цифровому середовищі на основі комбінованого підходу в будівництві.

Виклад основного матеріалу. У наш час цифрові технології вже давно є необхідною частиною успішної діяльності підприємств у будь-якій галузі, включаючи будівельну сферу. Цифрова трансформація будівельних компаній в Україні має величезний потенціал для підвищення продуктивності, ефективності та конкурентоспроможності. Цифрова трансформація будівельних компаній передбачає використання інструментів та процесів для оптимізації витрат, уникнення помилок та досягнення кращих результатів. Ключовим є навчання персоналу та впровадження нових систем, таких як Microsoft Project, Power BI та бізнес-централ, для ефективного управління проектами та ресурсами. Для досягнення своїх цілей компанії повинні мати збудовані прозорі, зрозумілі та впроваджені процеси, культуру та команду. Якщо всі ці фактори працюють в балансі та гармонійно розвинуті, то компанія успішно рухатиметься вперед.

Цифрова трансформація означає вирішення проблем через технології. В будівництві це означає інтеграцію цифрових процесів у всі аспекти вартості будівництва, від проектування до закупівель та обслуговування, а саме:

Digitalization – вдосконалення процесів за допомогою цифрових рішень, оцифрування, переведення аналогової інформації в «цифру». Коли всі рішення починають прийматись на основі даних, які є в компанії.

Digital transformation – підхід вирішення проблем через технології. Цифрова трансформація в будівництві передбачає інтеграцію оцифрованих процесів у всьому ланцюжку вартості будівництва, від дизайну та проектування до закупівель, будівництва та обслуговування. За результатами дослідження можна побачити, що діджиталізація компаній призводить до величезних переваг:

- процес діджиталізації має свою найголовнішу місію: уникнути помилок, допомагає оперативно реагувати на всі процеси;
- це дозволяє зменшити потребу в людських ресурсах та знизити витрати на персонал;

- автоматизація процесів дозволяє ефективно планувати та виконувати роботу;
- діджиталізація процесів у будівництві дозволяє точно розраховувати вартість матеріалів та прогнозувати результативність проекту.

Відзначені результати дослідження показують, що діджиталізація компаній призводить до підвищення якості оцінювання витрат на 96%. Автоматизація процесів дозволяє ефективно планувати та виконувати роботу, зменшуючи витрати на персонал та точно розраховуючи вартість матеріалів та прогножуючи результативність проекту.

Процес впровадження девелоперських проектів в цифровому просторі *на ґрунті комбінованого підходу* - це сукупність кроків та стратегій, спрямованих на використання цифрових технологій у всіх аспектах розробки, будівництва та управління нерухомістю. Цей процес поєднує в собі як традиційні методи та практики девелопменту, так і сучасні цифрові інструменти та підходи, такі як використання програмного забезпечення для моделювання будівельних процесів (BIM), використання даних з датчиків Інтернету речей (IoT), аналіз даних за допомогою штучного інтелекту (AI) та інші інноваційні методи. Комбінований підхід передбачає використання різних стратегій та методів в залежності від конкретної ситуації та потреб проекту.

Для моделювання рівня цифровізації будівельного проекту, організаційно-технологічні параметри та структура проекту, з урахуванням життєвого циклу об'єкту можуть бути представлені у вигляді системи, яка включає вхідні елементи (чинники, параметри), елементи і процедури нечіткого моделювання та вихідні елементи.

Для побудови системи необхідно визначити перелік вхідних параметрів $X = \{x_i\}$ організаційно-технологічних, адміністративних та інших чинників, які впливають на рівень цифровізації учасників будівельного проекту, а також перелік вихідних (результуючих)

параметрів $Y = \{y_j\}$, які можуть у повній мірі характеризувати рівень цифровізації проекту, які обрано за результатом аналізу джерел науково-технічної літератури та результатів досліджень, які наведено у ряді праць, а саме [1-9].

Аналіз літературних джерел [10-12] дозволи виявити вхідні параметри для оцінювання рівня цифровізації (табл.1). Такими параметрами стали фактори, обрані на основі чотирьох компонентної системи оцінювання загального рівня ефективності ЄС для впровадження BIM, розробленої Робочою групою EU BIM, за підтримки Європейської Комісії для підприємств державного сектору. Модель має мінімальний набір параметрів, який може бути доповнений у разі оцінювання окремих BIM у рамках проектів, які мають галузеві або інші особливості.

Відповідно до запропонованої моделі, досягнення високого рівня цифровізації в будівельному проекті вимагає уваги до кількох ключових факторів, а саме процесів, людей, адміністрування та технічної підтримки. Кожен із цих факторів відіграє вирішальну роль у забезпеченні успішного впровадження та використання цифрових технологій у будівельних проектах.

Оптимізація будівельних процесів за допомогою оцифрування передбачає реінжиніринг робочих процесів та інтеграцію цифрових інструментів і технологій на кожному етапі життєвого циклу проекту, від планування та проектування до будівництва та експлуатації. Оптимізація процесів за допомогою цифрових середовищ, таких як інформаційне моделювання будівель (BIM), CALS, OLAP, програмного забезпечення для управління проектами та інших інструментів для співпраці у рамках будівельного проекту, підвищує ефективність, продуктивність і спілкування між учасниками проекту [4-8]. Стандартизація процесів і впровадження найкращих практик за допомогою оцифрування допомагає мінімізувати помилки, скоротити кількість повторних робіт і покращити загальні результати проекту.

Таблиця 1. Параметри оцінювання рівня цифровізації будівельного проекту [розроблено автором]

Напрямок оцінювання	Позначка	Назва лінгвістичної змінної	Опис терм-множини
Процеси	X1	Обмін даними	T3 – «невідповідність (НВ) – часткова відповідність (ЧВ) – повна відповідність (ПВ)»
	X2	Спільна робота і координація	T3 – «невідповідність (НВ) – часткова відповідність (ЧВ) – повна відповідність (ПВ)»
	X3	Управління інформацією	T2 – «недостатній (НД) – достатній рівень (Д)»

Таким чином, процеси є невід’ємними компонентами досягнення високого рівня цифровізації будівельних проектів. Оптимізуючи процеси, розширюючи можливості людей, впроваджуючи ефективні практики адміністрування та надаючи надійну технічну підтримку, зацікавлені сторони будівництва можуть використовувати весь потенціал цифрових технологій для стимулювання інновацій, покращення результатів проектів і досягнення стійкого успіху в епоху цифрових технологій.

Алгоритм формування нечіткої моделі оцінювання відповідності рівнів організаційно-технологічного і цифрового адміністрування проектами є наступним [4; 5; 7; 10]:

Крок 1. Завдання системи лінгвістичних змінних, що формалізують чинники, які діють на персонал, процеси, адміністрування та технічне забезпечення цифровізації, створити структуру моделі, визначаючи фактори, актуальні для поставленого завдання

Крок 2. Фазифікація – обирають або задають функції належності для терм-множин вхідних та вихідних лінгвістичних змінних. Програмний комплекс Matlab дозволяє формувати наступні функції належності: трикутні, трапецієподібні, гаусові, Z-, S- подібні тощо.

Процес фазифікації в методі нечітких множин є вирішальним кроком у перетворенні чітких або точних вхідних даних у нечіткі множини, які представляють лінгвістичні терміни або ступені приналежності до системи нечіткої логіки. Фазифікація дозволяє обробляти неточну або невизначену інформацію, що часто зустрічається в реальному світі.

Процес фазифікації включає наступні етапи:

1. Спочатку система отримує чіткі вхідні дані, які складаються з точних числових значень або категоріальних змінних.

2. Лінгвістичні змінні визначаються для представлення якісних термінів або категорій, які описують вхідні дані. Ці лінгвістичні змінні часто визначаються за допомогою таких лінгвістичних термінів, як «низький», «середній» і «високий» для безперервних змінних.

3. Кожен лінгвістичний термін пов’язаний із функцією належності, яка відображає чіткі вхідні значення на ступінь належності до нечіткого набору лінгвістичного терміну. Функції належності описують ступінь приналежності вхідного значення до кожного лінгвістичного терміну. Ці функції можуть приймати різні форми, наприклад трикутну,

трапецієподібну або гаусову, залежно від природи змінної та знань про предметну область.

4. Під час процесу фазифікації чіткі вхідні значення оцінюються за функціями належності лінгвістичних змінних, щоб визначити ступінь їх належності до кожного нечіткого набору. Цей процес призначає значення належності від 0 до 1 кожному лінгвістичному терміну, вказуючи ступінь, до якого вхідне значення належить цьому терміну.

5. Результатом процесу фазифікації є набір нечітких значень, кожне з яких представляє ступінь належності до лінгвістичного терміну. Ці нечіткі значення фіксують невизначеність або неточність, властиву вхідним даним, і дозволяють гнучко реагувати та приймати рішення в системі нечіткої логіки.

Процес фазифікації перетворює чіткі вхідні дані в нечіткі значення, уможливаючи представлення та обробку неточної або невизначеної інформації в системах нечіткої логіки. Цей процес є основоположним для функціонування контролерів нечіткої логіки, експертних систем та інших застосувань нечіткої логіки в різних областях, включаючи системи керування, штучний інтелект і системи підтримки прийняття рішень.

Крок 3. Задання системи нечітких правил, які описують закономірності та залежності у системі організаційно-технічного і цифрового адміністрування проектами.

Крок 4. Дефазифікація, або перетворення нечіткої множини в чітке число. Існує кілька алгоритмів нечіткого висновку, серед яких найбільш розповсюдженими є алгоритми Мамдані, Сугено, Цукамото. У даному дослідженні реалізація нечіткого висновку здійснено за алгоритмом Сугено, який припускає отримання чіткого значення для змінних.

Для оцінювання рівня інтеграції цифрових технологій учасниками інвестиційно-будівельних проектів використано середовище Matlab, як таке, що часто використовується для вирішення подібного типу задач – коли вхідні і вихідні параметри не можна задати чітко і однозначно, а висновки і дані базуються на ряді суджень. Для створення нечіткої моделі використано розширення Fuzzy Logic Toolbox програмного середовища Matlab.

Моделях, дечинниками виходу першого рівня є «процеси», «персонал», «адміністрування», «технічне забезпечення», для кожного вхідного фактору створено функції належності різного типу. Так, для визначення збалансованості

і достатності організаційно-технологічного і цифрового розвитку процесів, задано три функції типу дзвоноподібна, які мають вигляд:

$$\mu(\text{процеси}1 - n) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - m}{k} \right|^{2l}} \quad (1)$$

де $\mu(\text{процеси}1 - n)$ – міра належності чинника до деякої нечіткої множини (від двох до чотирьох термів);

k коефіцієнт концентрації;

l – коефіцієнт крутизни функції $l > 0$;

m координата максимуму функції належності.

Функції належності для термів вхідних змінних «спільна робота і координація» та «управління інформацією» для вихідного параметра «процеси» наведено у табл. 2.

Таблиця 2. Функції належності для термів вхідних змінних «спільна робота і координація» та «управління інформацією» для вихідного параметру «процеси»
[розроблено автором]

Індикатор	Функція належності
Спільна робота і координація	$\mu_{\text{необх}}(\text{спільн роб}) = \begin{cases} \frac{1}{1 + \left \frac{x - 0,8624}{3,6819} \right ^4} \\ 1, \text{ якщо } x_1 \geq 4,751 \end{cases}$
Управління інформацією	$\mu_{\text{необх}}(\text{інф достаттій}) = \begin{cases} \frac{1}{1 + \left \frac{x + 0,09046}{1,405} \right ^4} \\ 1, \text{ якщо } x \geq 2,363 \end{cases}$

Взаємозалежність між факторами і результатом задано у вигляді бази нечітких правил, які базуються на множині залежностей типу «якщо.., то...», оскільки зв'язок між множиною факторів і результируючих параметрів можна представити у вигляді нечіткого співвідношення відповідних факторів множини. Для подальшого оцінювання рівня цифровізації проекту та управління процесом цифрової трансформації використовується система нечітких правил. У результаті отримано систему правил (рис. 1), за допомогою яких на етапі «логічний висновок» встановлюється міра істинності кожного із логічних правил. Міра істинності визначається на підставі вихідних змінних, за шкалою 0-1, встановлюється міра істинності кожного правила. У результаті рівень збалансованості цифрового та організаційно-технологічного розвитку будівництва у частині цифровізації процесів будівництва визначається за тим правилом або правилами, міра істинності яких є наближеною до одиниці. Якщо міра істинності правила дорівнює нулю, то вхідна величина не може належати до даної терм-множини.

Рівень організації процесів будівництва при різних способах адміністрування договірних відносин учасників будівництва, закупівель та вибору учасників проекту прямо впливає на ефективність організації і цифровізації процесів будівництва. При цьому жорстко регламентоване адміністрування, так само як і гнучкий спосіб організації адміністративних

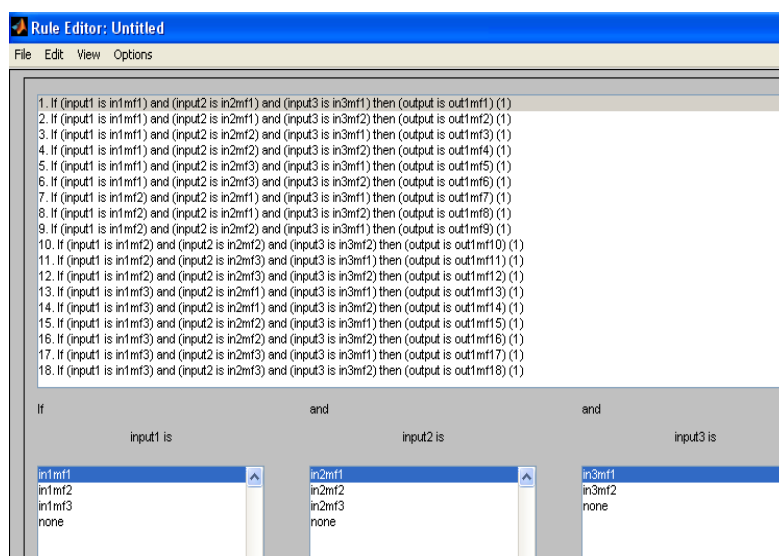


Рис. 1. Система правил нечіткого логічного висновку для визначення рівня збалансованості цифрового та організаційно-технологічного розвитку будівництва за чинником «процеси».

процесів будівництва є більш ефективними, ніж коли існує невизначеність і частина процесів адміністрування має низький рівень регламентації. У такому випадку навіть високий рівень організації не дозволить створити ефективно діючу систему цифрової взаємодії та взаємо узгодити процеси організації будівництва та цифрової трансформації.

Висновки. Цифрова трансформація в будівництві вимагає інтеграції сучасних технологій з традиційними методами управління проектами. Комбінований підхід дає можливість використання різноманітних інструментів і стратегій в залежності від конкретних вимог і умов проекту. Успішна цифрова трансформація девелоперських проектів потребує

глибокого розуміння як технологічних можливостей, так і специфіки будівельного галузі. Важливо розробляти інтегровані стратегії, які охоплюють усі етапи життєвого циклу проекту, від його концепції до експлуатації. Крім того, необхідно активно впроваджувати передові цифрові технології, такі як BIM, IoT, AI та інші, з метою оптимізації процесів та підвищення ефективності будівельних проектів. Перспективи подальшого дослідження полягатимуть у площині інтеграції цифрових технологій у взаємодію з учасниками будівельного процесу, розробку стандартизованих підходів до впровадження цифрових інструментів та вивчення їх впливу на якість, безпеку та ефективність будівництва.

Література

1. Хоменко О. М., Петренко Г. С., Рижакова Г. М., Петруха Н. М., Чуприна Ю. А., Малихіна О. М., Кушнір О. К. Сучасні інструменти та програмні продукти адміністрування будівельними організаціями в умовах трансформації операційних систем менеджменту. *Управління розвитком складних систем*. 2022. № 52. С. 113 – 125, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2022.52.113-125.
2. Рижакова Г. М., Кішак Н. Г., Хоменко О. М., Ротов О. О., Николаєва М. Ю., Веремеєва Т. І. Сучасний вектор оновлення будівельного девелопменту в контексті стратегем Integrated Project Delivery. *Управління розвитком складних систем*. Київ. 2022. № 49. С. 113 – 123, dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2022.49.113-123.
3. Chernyshev D., Ryzhakov D., Homenko O. & Horbach M. Digital technologies as innovative trends of structural and transformational shifts in the management system of construction stakeholders. *Management of Development of Complex Systems*, 2021. 46, pp. 118–130.
4. Kulikov P., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Ryzhakov, D., Malykhina, O. OLAP-Tools for the Formation of Connected and Diversified Production and Project Management Systems. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*. 2020. 8(10), 7337-7343, <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/1108102020> 16.
5. System configuration of construction management: modernization of methodical and analytical tools: col. Monograph. Edited by G. M. Ryzhakova. Kyiv: Publishing House of DNDI of Informatization and Economics, 2020. 428 p.
6. Belenkova, O. Yu. Digital transformation of construction and development of territories as an imperative for the formation of strategies of participants in the construction process. *Urban planning and territorial planning*. 2022. 81, 13–22.
7. Bielienskova O., Novak O. Matsapura O. Improving the Organization and Financing of Construction Project by Means of Digitalization, *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2022, 8, pp. 108-115, DOI: 10.46338/ijetae0822_14
8. Tytok V., Bolila N., Ryzhakov D., Pokolenko V., Fedun I. CALS–technology as a basis of creating modules for assessment of construction products quality, regulation of organizational, technological and business processes of stakeholders of construction industry under the conditions of cyclical and seasonal variations. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*. 2021. No1. 271-276.
9. Bielienskova O., Stetsenko S., Sorokina L., Molodid O., Bolila N. System of preventive action of construction enterprises on the basis of identification of anticrisis potential. *Scientific Journal of Astana IT University*. 2020. No3. 15-27.
10. Посібник з впровадження інформаційного моделювання в будівництві, створений Європейським державним сектором EUBIM https://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2020/12/2017_EU-BIM-Handbook_ua.pdf
11. Pokolenko, V.O. Mathematical formalization of the model of implementation of the portfolio of investment construction projects and its adaptation to the needs of the investor. Collection of scientific works “Ways to increase the efficiency of construction in terms of market relations”. 2017. Vip. 35. Economic. KNUBA, 80-90.
12. Chernyshev D., Ryzhakova G., Honcharenko T., Petrenko H., Chupryna I., Reznik N. Digital Administration of the Project Based on the Concept of Smart Construction. In: Alareeni, B., Hamdan, A. (eds) *Explore Business, Technology Opportunities and Challenges. After the Covid-19 Pandemic. ICBT 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham. 2023. № 495. DOI: 10.1007/978-3-031-08954-1_114.
13. Sorokina, L.V.: Capital cost management at banking institutions based on neuro-fuzzy modelling. *Actual Problemy Ekonomiky*. 2014. 154(4), 506–515
14. Sorokina L.V.: Improving the procedure of forecasting changes in financial condition in construction works by means of two-stage model of fuzzy inference. *Actual Problemy Ekonomiky*. 2011. 120(6), 285–293.
15. Shpakov A., Stetsenko S., Shpakova H., Sorokina L., Akselrod R.: Assessment of the influence of adaptability factors on the effectiveness of managing changes in enterprises by fuzzy logic. *Science Horizons*, 2021. 24(10), 72–82.
16. Беленкова О.Ю. Стратегія та механізми забезпечення конкурентоспроможності будівельних підприємств на основі моделі сталого розвитку: монографія. Київ: Ліра-К, 2020. 512 с.

17. Ryzhakova, G.M. Economic management tool for financial safety and security [monograph]. Sciences. ed. prof. Sorokina L.V., Goiko A.F. Kyiv: KNUCA, 2017. 404 p.
18. Росинський, А. (2023). Використання алгоритмів нечіткого логічного висновку в системі управління розвитком економічного потенціалу девелоперської компанії. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, 2(50), 180–202. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.50\(2\).180-202](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.50(2).180-202)
19. Сорокіна Л.В. Моделі і технології управління ринковою вартістю будівельних підприємств: монографія. К., 2011. 541 с.

References

1. Homenko, O., Petrenko H, Ryzhakova, G, Chupryna, Y., Malykhina, O., Petrukha, N., Kushnir, O. Suchasni instrumenty ta prohramni produkty administruvannya budivelnymy orhanizatsiiamy v umovakh transformatsii operatsiinykh system menedzhmentu [Modern tools and software products for the administration of construction organizations in the conditions of transformation of operational management systems]. *Management of Development of Complex Systems*, 2022. 52, 113–125, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2022.52.113-125](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2022.52.113-125).
2. Ryzhakova, G, Kishchak, N., Khomenko, O., Rotov, O., Nikolaeva, M., Veremeeva, T. Suchasnyi vektor onovlennia budivelnogo developmentu v konteksti stratahem Integrated Project Delivery [Modern vector of construction development renovation in the context of Integrated Project Delivery Stratagems]. *Management of Development of Complex Systems*, 2022. 49, 113–123. [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2022.49.113-123](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2022.49.113-123).
3. Chernyshev, D., Ryzhakov, D., Homenko, O., Horbach, M.. [Digital technologies as innovative trends of structural and transformational shifts in the management system of construction stakeholders]. *Management of Development of Complex Systems*, 2021, 46, pp. 118–130.
4. Kulikov P., Ryzhakova, G., Honcharenko, T., Ryzhakov, D., Malykhina, O. OLAP-Tools for the Formation of Connected and Diversified Production and Project Management Systems. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 2020, 8(10), 7337-7343, <https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/1108102020> 16.
5. System configuration of construction management: modernization of methodical and analytical tools: col. Monograph. Edited by G. M. Ryzhakova. Kyiv: Publishing House of DNDI of Informatization and Economics, 2020. 428 p.
6. Belenkova, O. Yu. Digital transformation of construction and development of territories as an imperative for the formation of strategies of participants in the construction process. *Urban planning and territorial planning*, 2022, 81, 13–22.
7. Bielienskova O., Novak O. Matsapura O. Improving the Organization and Financing of Construction Project by Means of Digitalization, *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2022, 8, pp. 108-115, DOI: 10.46338/ijetae0822_14
8. Tytok V., Bolila N., Ryzhakov D., Pokolenko V., Fedun I. CALS–technology as a basis of creating modules for assessment of construction products quality, regulation of organizational, technological and business processes of stakeholders of construction industry under the conditions of cyclical and seasonal variations. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*. 2021. No1. 271-276.
9. Bielienskova O., Stetsenko S., Sorokina L., Molodid O., Bolila N. System of preventive action of construction enterprises on the basis of identification of anticrisis potential. *Scientific Journal of Astana IT University*. 2020. No3. 15-27.
10. Posibnyk z vprovadzhennia informatsiinoho modeliuvannya v budivnytstvi, stvorenyi Yevropeiskym derzhavnym sektorom EUBIM [Handbook on the implementation of information modeling in construction, created by the European public sector EUBIM] https://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2020/12/2017_EU-BIM-Handbook_ua.pdf
11. Pokolenko, V.O. Mathematical formalization of the model of implementation of the portfolio of investment construction projects and its adaptation to the needs of the investor. Collection of scientific works “Ways to increase the efficiency of construction in terms of market relations”. 2017ю 35, 80-90.
12. Chernyshev D., Ryzhakova G., Honcharenko T., Petrenko H., Chupryna I., Reznik N. Digital Administration of the Project Based on the Concept of Smart Construction. In: Alareeni, B., Hamdan, A. (eds) *Explore Business, Technology Opportunities and Challenges. After the Covid-19 Pandemic. ICBT 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham. 2023. № 495. DOI: 10.1007/978-3-031-08954-1_114.
13. Sorokina, L.V.: Capital cost management at banking institutions based on neuro-fuzzy modelling. *Actual Problemy Ekonomiky*. 2014. 154(4), 506–515
14. Sorokina L.V.: Improving the procedure of forecasting changes in financial condition in construction works by means of two-stage model of fuzzy inference. *Actual Problemy Ekonomiky*. 2011. 120(6), 285–293.
15. Shpakov A., Stetsenko S., Shpakova H., Sorokina L., Akselrod R.: Assessment of the influence of adaptability factors on the effectiveness of managing changes in enterprises by fuzzy logic. *Science Horizons*, 2021. 24(10), 72–82.
16. Bielienskova O.Iu. Stratehiia ta mekhanizmy zabezpechennia konkurentospromozhnosti budivelnnykh pidpriemstv na osnovi modeli staloho rozvytku [Strategy and mechanisms for ensuring the competitiveness of construction enterprises based on the model of sustainable development]: monohrafiia. Kyiv: Lira-K, 2020. 512 s..
17. Ryzhakova, G.M. (2017). Economic management tool for financial safety and security [Text]: [monograph]. Sciences. ed. prof. Sorokina L.V., Goiko A.F. Kyiv: KNUCA, 404 p.
18. Rosynskiy, A. Vykorystannia alhorytmiv nechitkoho lohichnoho vysnovku v systemi upravlinnia rozvytkom ekonomichnoho potentsialu devloperskoi kompanii. [The use of algorithms of fuzzy logical conclusion in the management system of the development of the economic potential of the development company] *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannya rynkovykh vidnosyn*, 2023. 2(50), 180–202. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.50\(2\).180-202](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2022.50(2).180-202)
19. Sorokina L.V. Modeli i tekhnologii upravlinnia rynkovoio vartistiu budivelnnykh pidpriemstv [Models and technologies for managing the market value of construction enterprises] monohrafiia. K., 2011. 541 s.

ADAPTATION OF AN INTEGRATED SOFTWARE PRODUCT FOR THE IMPLEMENTATION OF DEVELOPMENT PROJECTS BASED ON A COMBINED APPROACH

Abstract. *A technological approach to solving problems, known as digitalization, is the basis of digital transformation in construction. It involves the implementation of digital processes in all aspects of the construction process, from design to operational support after construction is completed. A number of steps for the development of digitalization strategies for participants in the investment and construction process and interested parties in construction are proposed, as well as a methodology for assessing the level of digitalization at various levels within the framework of construction projects. It was found that digitalization requires adaptation of construction process participants to new requirements, assessment of their own level of digital development and development of digitalization strategies that should be flexible to respond to various projects. Improving the mechanism of digital transformation includes the creation of a system of indicators for evaluating and monitoring the process of digitalization and adaptation to project requirements, as well as the development of measures for the development of digitalization and the determination of indicators of the development of construction based on digital technologies. Digital development indicators with various evaluation parameters form the basis of digitalization strategy formation. Enterprises should self-assess their level of digital transformation, which is a necessary component of forming a competitive strategy. It is proposed to evaluate measures to identify the state of digitization of construction participants and establish target indicators with the help of expert evaluations. Future studies are aimed at creating a comprehensive toolkit for determining the level of digital development of construction participants in the process of digital transformation and the application of the latest technologies of modern development.*

Key words: *construction, construction company, construction project, organizational-technological and digital administration of projects, reliability of the developer, digital technologies, digitalization.*

Prykhodko O.O.

Postgraduate Student at the Department of Construction Management,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv