

УДК 69.003

Д.В. Дубінін,

канд. техн. наук, старш. наук. співр.

ORCID: 0000-0002-2044-0631

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ПРОБЛЕМИ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЦИФРОВОГО РОЗВИТКУ УЧАСНИКІВ БУДІВНИЦТВА В МУЛЬТИПРОЕКТНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Будівельна галузь разом із усією системою функціонування економіки країни із початком війни переживає значні трансформації, спричинені воєнними діями, структурними змінами, цифровими технологіями. Оцінка рівня цифрового розвитку учасників будівництва в багатопроєктному середовищі представляє багатоаспектну і складну задачу, частина якої вирішується у статті. У цьому дослідженні розглядаються складності, проблеми та методи, пов'язані з оцінкою цифрової зрілості проєктувальників, девелоперів і підрядників, які працюють у цифровому середовищі одного або кількох проєктів.

Основна проблема мультипроєктного середовища полягає в різноманітності будівельних проєктів, кожен зі своїми зацікавленими сторонами, вимогами та цифровими екосистемами. Ця різноманітність часто призводить до розбіжностей у цифровому розвитку серед учасників, що перешкоджає співпраці, ефективності та результатам проєкту. Розуміння та вирішення цих проблем є важливими для сприяння узгодженню, інтеграції та цифровим інноваціям у всій будівельній екосистемі.

Проблеми в оцінці цифрового розвитку включають проблеми сумісності, культурний опір змінам і відсутність стандартизованих показників оцінювання. Проблеми взаємодії виникають через використання різних програмних платформ і форматів даних, що перешкоджає безперебійній співпраці та обміну даними між учасниками будівництва. Культурний опір змінам, поширений у традиційній будівельній практиці, створює перешкоди для впровадження цифрових технологій і впровадження нових робочих процесів. Крім того, відсутність стандартизованих показників і систем оцінювання ускладнює порівняння цифрової зрілості проєктів і організацій.

Вирішуючи ці проблеми та використовуючи відповідні методології, учасники будівництва можуть орієнтуватися в складноцях цифрового розвитку в багатопроєктному середовищі, заохочуючи ефективність, інновації та співпрацю в будівельній екосистемі. Цифровізація має важливе значення для задоволення зростаючих вимог сучасних

будівельних проектів і досягнення стабільного успіху в епоху цифрових технологій.

Ключові слова: *будівництво, учасники будівництва, мультипроектне середовище, стейкхолдери, організація будівництва, цифрова взаємодія, цифрове середовище, цифрова зрілість, цифровий розвиток, методи оцінювання цифрового розвитку.*

Вступ. У сучасному цифровому середовищі, що швидко розвивається, впровадження та інтеграція цифрових технологій є обов'язковими для зростання, ефективності та конкурентоспроможності будівельних підприємств. Оцінка рівня цифрового розвитку на цих підприємствах потребує комплексних критеріїв, які відображають глибину зусиль з цифровізації, враховуючи такі ключові аспекти, як впровадження технологій, оптимізація процесів, використання даних та організаційна культура. Важливою проблемою також є виявлення невідповідностей рівнів цифрового розвитку окремих учасників будівництва та об'єднання різних за компетенціями, рівнем технологій та розміром підприємств в єдиному цифровому середовищі.

Цифровізація організаційно-технологічних процесів будівництва змінила те, як учасники проектів співпрацюють, передають і отримують інформацію та виконують договорні зобов'язання в рамках проекту. Проектувальники, девелопери та підрядники відіграють ключову роль у формуванні цифрового середовища, і їхній рівень цифрового розвитку суттєво впливає на результати проекту та цифровий розвиток інших стейкхолдерів. Проте існують проблеми, з якими стикаються ці зацікавлені сторони під час впровадження цифрових технологій у межах організаційно-технологічних процесів.

Оскільки будівельні підприємства використовують цифрові технології для підвищення якості продукції, продуктивності, ефективності, накопичення інформації про історію будівництва та інновацій, виникає необхідність оцінити та кількісно визначити рівень цифрового розвитку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання цифрової трансформації будівництва досліджували Марченко О.І. [13], Литвинюк Є.І. [14], Баранов О.А. [20], Шумак Л. В. [16], Клочко А.. [18], Чіков І.А. [21], Тугай О.А. [3, 8], Зельцер Р. [4, 6], Чуприна Х.М. [3, 17], Беленкова О. [5, 9-10], Цифра Т.Ю. [11], Шилова З. [1], Гойко А., Сорокіна Л. [7], Боліла Н.В. [12], Фісуненко Н.О. [19].

Важливим завданням економіки будівництва є виявлення та усунення існуючих бар'єрів та перешкод для процесу цифровізації. Це завдання розв'язували у своїх роботах [1, 20-21].

Дослідження літературних джерел дозволило виявити, що існує потреба у дослідженні перешкод цифровізації та розробки інструментарію для оцінювання рівня цифрового розвитку учасників будівництва.

Постановка задачі. Дослідження має на меті виявити перешкоди процесу цифрової трансформації будівництва та запропонувати інструментарій дослідження рівня цифрового розвитку учасників будівництва.

Результати дослідження. Для оцінювання рівня цифрового розвитку спочатку оцінить, наскільки будівельне підприємство або інший учасник проекту впровадило цифрові інструменти та технології в різних аспектах своєї діяльності, включаючи управління проектами, проектування, та закупівлі, використання програмного забезпечення інформаційного моделювання будівель (BIM), платформ управління будівництвом та інструментів для спільної роботи над проектом (рис.1).

Наступним кроком є оцінювання інтеграції цифрових систем і програмних рішень у робочий процес і процеси підприємства, сумісність різних програмних платформ, можливості обміну даними та повну інтеграцію з додатками та службами сторонніх розробників.

Третій крок – проаналізувати, наскільки окремих учасник будівництва автоматизував ручні процеси та робочі процеси за допомогою цифрових технологій, наявність інструментів автоматизації для планування, розподілу ресурсів, управління документами та контролю якості з метою оптимізації операцій і підвищення ефективності.

Четвертий крок – оцінювання впровадження принципів і методів ощадливого будівництва, які дають змогу використовувати цифрові технології, наприклад використання методів Lean Construction Management (LCM), систем доставки Just-In-Time (JIT) і методологій планування, щоб оптимізувати графіки проектів, мінімізувати відходи та підвищити продуктивність у цифровому середовищі.

П'ятий крок – оцінка можливості будівельного підприємства щодо збору, зберігання та керування даними, створеними протягом життєвого циклу проекту, розглянувши можливість використання хмарних рішень для зберігання даних, централізованих сховищ даних і систем управління даними, щоб забезпечити цілісність, безпеку та доступність даних, використання інструментів і методів аналітики даних, спроможність підприємства щодо прогнозуної аналітики, моніторингу ефективності, аналізу ризиків і підтримки прийняття рішень, використовувати підходи на основі даних для оптимізації результатів проекту та зменшення ризиків.

Шостий крок – дослідити роль лідерства в розвитку культури цифрових інновацій і трансформації на будівельному підприємстві, оцінити відданість вищого керівництва цифровим ініціативам, розподіл ресурсів для цифрових проектів і просування середовища, орієнтованого на співпрацю та навчання.

Сьомий крок – оцінити ефективність практик управління змінами в сприяттві переходу на цифрові технології та організаційній трансформації, стратегії навчання співробітників, залучення зацікавлених сторін і

спілкування, щоб пом'якшити опір змінам і забезпечити успішне впровадження цифрових ініціатив.



Рис. 1. Схема алгоритму оцінювання рівня цифрового розвитку учасників будівництва
(розроблено автором, фрагмент)

Числові параметри забезпечують об'єктивні показники для оцінки різних аспектів цифровізації будівельних підприємств. Числові параметри, які можна використовувати для оцінки рівня цифрового розвитку будівельних підприємств, охоплюючи такі ключові параметри, як впровадження технологій, оптимізація процесів, використання даних та організаційна культура є важливою складовою системи ліцензування.

Такими показниками можуть бути чинники, що описують рівень впровадження технологій:

1. Рівень впровадження цифрових інструментів, наприклад відсоток чи частка будівельних проєктів або підрозділів підприємства, які запровадили цифрові інструменти та технології, такі як програмне забезпечення для інформаційного моделювання будівель (BIM), платформи управління проєктами та мобільні програми.

2. Коефіцієнт інвестицій у технології, наприклад відношення інвестицій у технології до загального доходу, активів або бюджету проєкту, що вказує на прихильність підприємства інвестувати в цифрові рішення та інновації.

3. Рівень або відсоток використання програмного забезпечення, цифрових програмних рішень серед співробітників, частота використання програмного забезпечення, активні користувачі та впровадження функцій.

Рівень цифрового розвитку можна оцінити за допомогою показників оптимізації організаційно-технологічних процесів:

1. Скорочення часу циклу будівельного процесу, досягнутого завдяки цифровій оптимізації процесів, таким як автоматизація робочого процесу, алгоритми планування завдань і платформи для співпраці в реальному часі.
2. Зменшення частоти помилок і повторних робіт в результаті використання цифрових інструментів і заходів контролю якості, застосованих у процесі будівництва.
3. Індекс або відсоток підвищення продуктивності шляхом порівняння рівнів продуктивності до та після оцифрування, враховуючи такі фактори, як робочі години на одиницю продукції, час завершення проєкту та ефективність використання ресурсів.
4. Рентабельність інвестицій (ROI) дозволить кількісно оцінити цінність, згенеровану на основі інформації, отриманої з даних про будівництво, наприклад економію коштів, зростання доходу та пом'якшення ризиків.

Часто вплив перших трьох зазначених вище показників важко розмежувати. Наприклад контроль обсягів робіт за допомогою дронів, дозволяє скоротити час на обчислення, зменшити кількість помилок і подвійного урахування одних і тих самих обсягів, а також оптимізувати працю інженерів технагляду та підвищити її продуктивність.

Існує ще ряд показників, які спрямовані на оцінювання рівня розвитку інформаційних технологій та які потрібні не стільки для оцінки організаційно-технологічних параметрів, а більше для відділів інформаційного забезпечення:

1. Ємність збору та зберігання даних, включаючи такі показники, як ємність зберігання даних, швидкість обробки даних і надмірність даних.

2. Показники якості даних, отриманих і збережених підприємством, вимірювання таких параметрів, як точність, повнота, послідовність і своєчасність даних.

Для оцінювання рівня цифрового розвитку учасників будівництва також важливо оцінити ступінь адаптивності учасників, їх готовність до змін та швидкість трансформацій:

1. Індекс сприйняття та ставлення до процесу оцифрування співробітників на підприємстві, цифрова готовність, задоволення від навчання та інноваційне мислення.

2. Коефіцієнт сприйняття змін, рівень впровадження цифрових ініціатив і технологій серед співробітників, схвалення користувачами, рівень залученості та відгуки.

3. Оцінка рівня лідерства, узгодженість бачення лідерства та стратегії з цілями цифрової трансформації, спонсорство керівників, розподіл ресурсів та ефективність комунікації.

Викликами і загрозами для учасників будівництва у теперішній час є:

1. Забезпечення повної інтеграції та сумісності між різними цифровими інструментами та платформами, що використовуються проєктувальниками, девелоперами та підрядниками, залишається проблемою. Стандартизація форматів даних, протоколів сумісності та стандартів ВІМ є важливою для полегшення обміну інформацією та співпраці.

2. Захист конфіденційних даних проєкту, інтелектуальної власності та інформації клієнтів від кіберзагроз і витоку даних має першочергове значення. Учасники будівництва повинні запровадити надійні заходи кібербезпеки, протоколи шифрування даних і контроль доступу, щоб захистити цифрові активи та зменшити ризики.

3. Подолання культурного спротиву цифровій трансформації становить серйозну проблему для учасників будівництва. Заохочення культури інновацій, сприяння відкритому спілкуванню та вирішення проблем щодо переміщення робочих місць і впровадження технологій є ключовими для подолання опору та просування ініціатив цифровізації.

Головними перешкодами до упровадження цифрових технологій у діяльність підприємств є [1]:

- висока вартість;
- недосконале законодавство;
- необхідність забезпечення сумісності із існуючим у фірмі програмним забезпеченням;
- обізнаність корпоративна культура;
- необхідність переформатування бізнес-процесів;
- необхідність зміни процесів адміністрування і управління;
- масштаб підприємства і проєктів;
- технології;

- відсутність навичок у персоналу для упровадження цифрових технологій;
- необхідність навчання персоналу;
- відсутність контрактів і стандартів, що враховують цифровізацію.

Щоб подолати ці проблеми, можна використовувати різні методи та підходи. До них належать стандартизовані системи цифрової оцінки (розробка стандартизованих інструментів оцінки для оцінки цифрової зрілості учасників будівництва на основі таких ключових параметрів, як впровадження технологій, оптимізація процесів, використання даних та організаційна культура), міждисциплінарна співпраця (сприяння співпраці та обміну знаннями між проектувальниками, девелоперами, підрядниками та постачальниками технологій для вирішення проблем сумісності, обміну та стимулювання цифрових інновацій), постійне навчання (інвестування в навчання та програми професійного розвитку для підвищення цифрової грамотності та кваліфікації учасників будівництва, гарантуючи, що вони мають необхідні навички для ефективного використання цифрових технологій), стратегічні партнерства (створення стратегічних альянсів, консорціумів або партнерств між зацікавленими сторонами будівництва, галузевими організаціями та постачальниками технологій для об'єднання ресурсів, обміну досвідом та стимулювання колективних ініціатив цифрової трансформації). На будівельному майданчику відмінності в рівнях цифрового розвитку серед учасників, включаючи проектувальників, девелоперів і підрядників, можуть призвести до неефективності, комунікаційних прогалин і затримок проєктів. Усунення цих відмінностей і сприяння узгодженню є важливими для сприяння співпраці, максимізації переваг цифровізації та покращення результатів проєкту.

Відкритий діалог та спілкування між учасниками будівництва сприяє розумінню, узгодженню та співпраці у рамках цифрового середовища проєкту. Чіткі канали для обміну інформацією про проєкт, оновленнями та цифровими ресурсами дозволять забезпечити поінформованість і залучення всіх зацікавлених сторін. Регулярні зустрічі, семінари та навчальні сесії сприятимуть обміну знаннями, передовим досвідом і узгодженню цифрових стратегій між проектувальниками, девелоперами та підрядниками, які створять можливості для міжфункціональної співпраці та вирішення проблем для усунення диспропорцій у цифровому розвитку.

Комплексні навчальні програми та семінари для підвищення цифрової грамотності та кваліфікації усіх учасників будівництва дозволять адаптувати навчальні ініціативи з урахуванням конкретних потреб і прогалин у навичках персоналу проєктних підприємств, девелоперів і підрядників, зосереджуючись на використанні цифрових інструментів,

програмних платформ і методів управління даними. Навчання протягом усього життя та постійний професійний розвиток у сфері цифрових технологій і методологій дозволить забезпечити вільний доступ до онлайн-курсів, сертифікатів і цифрових ресурсів, щоб дати можливість учасникам будівництва бути в курсі нових тенденцій, технологій і найкращих галузевих практик.

Важливим є сприяння міжфункціональній співпраці та партнерству між проєктувальниками, девелоперами та підрядниками для використання взаємодоповнюючих сильних сторін і розповсюдження успішного досвіду цифрової трансформації. Спільне планування проєктів, семінари з проєктування та інтегровані методи реалізації проєктів сприятимуть співпраці та спільній відповідальності за успіх проєкту.

Стратегічні альянси або галузеві партнерства необхідні для об'єднання ресурсів, обміну знаннями та реалізації колективних ініціатив цифрової трансформації. Співпраця з галузевими організаціями, постачальниками технологій і академічними установами дозволить отримати доступ до експертних центрів, фінансування та інноваційних центрів.

Важливим етапом діджиталізації та узгодження цифрового розвитку учасників проєктів є стандартизація цифрових практик для усіх стейкхолдерів будівництва, що приймають участь у будівництві об'єктів нерухомості. Спільні стандарти, протоколи та найкращі практики для цифрових процесів, робочих процесів дозволять оптимізувати керування даними для учасників будівництва. Стандартизація цифрових практик сприяє взаємодії, обміну даними та бездоганній інтеграції цифрових інструментів і платформ.

Галузеві стандарти та рамки, такі як стандарти інформаційного моделювання будівель (BIM), протоколи обміну даними та методології управління проєктами дозволять полегшити узгодження та співпрацю між учасниками будівництва. Відповідність галузевим стандартам забезпечує оперативну сумісність, зменшує складність і сприяє узгодженості зусиль у цифровому розвитку. Спільні цифрові платформи, інструменти управління проєктами та хмарні рішення полегшують спілкування в реальному часі, обмін документами та співпрацю між учасниками будівництва, наприклад платформи, які підтримують співпрацю BIM, віртуальні семінари з проєктування та управління цифровими проєктами.

Інноваційні ініціативи, такі як штучний інтелект, машинне навчання та Інтернет речей (IoT), сприятимуть вирішення конкретних проблем і можливостей у будівельній галузі.

Висновки. Оцінка рівня цифрового розвитку будівельних підприємств вимагає багатогранного підходу, який враховує різні аспекти, включаючи впровадження технологій, оптимізацію процесів, використання даних та організаційну культуру. Оцінюючи ці критерії, будівельні підприємства можуть отримати уявлення про свою цифрову зрілість, визначити сфери

для вдосконалення та розробити стратегічні дорожні карти для просування своїх зусиль з цифрової трансформації. Зрештою, застосування цифрових технологій дозволяє будівельним підприємствам підвищити продуктивність, ефективність та інновації, забезпечуючи їм довгостроковий успіх у все більш оцифрованій промисловості.

Числові параметри служать цінними інструментами для кількісного визначення й оцінки рівня цифрового розвитку будівельних підприємств у різних вимірах. Відстежуючи показники впровадження технологій, показники оптимізації процесів, показники використання даних і заходи організаційної культури, будівельні підприємства можуть оцінити свою цифрову зрілість, визначити сфери для вдосконалення та здійснювати постійну цифрову трансформацію. Зрештою, використання числових параметрів дозволяє будівельним підприємствам приймати рішення на основі даних, оптимізувати розподіл ресурсів і реалізувати весь потенціал цифровізації для підвищення продуктивності, інновацій і конкурентоспроможності в галузі.

Рівень цифрового розвитку серед учасників будівництва, включаючи проектувальників, розробників і підрядників, взаємопов'язаний і взаємовпливовий. Співпраця, спілкування та координація є важливими для використання переваг цифровізації та подолання викликів, з якими стикаються зацікавлені сторони. Застосовуючи цифрові технології, вирішуючи проблеми сумісності та розвиваючи культуру інновацій, учасники будівництва можуть підвищити продуктивність, ефективність і результати проекту в динамічному ландшафті будівельної галузі, що розвивається. Усунення диспропорцій у рівні цифрового розвитку серед учасників будівництва вимагає багатогранного підходу, який охоплює спілкування, навчання, співпрацю, стандартизацію та інновації. Сприяючи узгодженню та співпраці між дизайнерами, розробниками та підрядниками, зацікавлені сторони будівництва можуть використовувати колективний потенціал цифровізації для підвищення ефективності, продуктивності та інновацій у галузі. Прийняття культури співпраці, безперервного навчання та цифрових інновацій має важливе значення для подолання складнощів цифрової трансформації та досягнення стійкого успіху в динамічному мультипроектному середовищі.

Список літератури:

1. Sriyolja Z. et al (2021). Barriers to Implement Building Information Modeling (BIM) in Construction Industry: A Critical Review. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 738 012021 <http://surl.li/kcqbr>
2. Чуприна Х.М. Трансформація операційних систем управління будівельними підприємствами в умовах цифровізації економіки: теорія, методологія, практика: Монографія. К.:ІПК ДСЗУ, 2020.- 347 с.

3. Tugai, O.A. et al. Organizational and technological, economic quality control aspects in the construction industry: collective monograph – Lviv-Toruń: Liha-Pres. 2019. 133 p.
4. Zeltser, R. et al (2019). Digital Transformation of Resource Logistics and Organizational and Structural Support of Construction. *Nauka i innovatsii*, vol. 15(5), 39-51
5. Беленкова О.Ю. Цифрова трансформація будівництва: механізм взаємодії бізнесу, науки, держави. *Будівельне виробництво*. 2019. № 66. С. 30–36.
6. Зельцер Р.Я. Інноваційні моделі і методи організації, управління і економічної оцінки технологічних процесів будівельного виробництва: монографія. Київ: «МП Леся», 2018. 208 с.
7. Економетричний інструментарій управління фінансовою безпекою будівельного підприємства: монографія / за наук. ред. проф. Л.В. Сорокіної, проф. А.Ф. Гойка. Київ: Київський національний університет будівництва і архітектури, 2017. 404 с.
8. Tugay, O.A. et al Organization of Supervision over Construction Works Using Uavs and Special Software. *Nauka i innovatsii*, vol. 2019. 15(4), 23-32
9. Bieliienkova, O. et al. Improving the Organization and Financing of Construction Project by Means of Digitalization. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. 2022. Pp. 108-115
10. 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.
11. Tsyfra T.Yu. BIM as a tool for reforming the pricing system (on the example of road construction enterprises in Kazakhstan). *Ways to increase the efficiency of construction in the conditions of the formation of market relations*. 2021. No. 47 (2). P. 168-180.
12. Боліла Н.В. Функціонально-операційна трансформація систем управління будівельним підприємством на основі CALS-технологій. *Управління розвитком складних систем*, 2019. 40 , 156-159.
13. Марченко О. І., Коляденко Р. С. Цифрова трансформація будівельного бізнесу: тенденції та перспективи. *Цифрова економіка та економічна безпека*. 2023. №. 4 (04). С. 20-26.
14. Литвинюк Є.І. Цифрова трансформація архітектурно-будівельного контролю. *Актуальні питання у сучасній науці*. 2023. № 10(16). С. 240-256.
15. Прозоре будівництво: відзначили три роки цифрової трансформації та роботи е-системи будівництва. Прозорість та підзвітність у державному управлінні та послугах. ТАПАС. URL: <http://tapas.org.ua> (дата звернення: 20.03.2023).
16. Шумак Л. В. Інновації та цифрова трансформація проектних підприємств в будівництві у VUCA-світі. *Збірник матеріалів міжнародної*

науковопрактичної Інтернет-конференції «Стратегія організації VS реалії VUCAсвіту». К.: КНЕУ, 2021. С. 213-215.

17. Чуприна Х.М. Цифрова трансформація будівельних організацій на засадах інформаційного моделювання (BIM). *Ways to Improve Construction Efficiency*. 2018. №. 38. С. 178-189.

18. Ключко А. Цифрові технології в галузі архітектури і будівництва. *Управління розвитком складних систем*. 2021. №. 48. С. 61-68.

19. Фісуненко Н. О. Теоретичні аспекти розвитку цифрових трансформацій управління бізнесом компаній. *Економіка, бізнес та управління* 2023. Випуск 3 (40) С. 81-85.

20. Баранов О. А. Соціальна та цифрова трансформації: джерело правових проблем. *Інформація і право*, 2021, 3 (38): 59-73.

21. Чіков І. А. Цифрова трансформація економіки: сутність, проблеми, особливості. *Підприємництво та інновації*, 2022, 25: 97-102.

References:

1. Sriyolja, Z. et al (2021). Barriers to Implement Building Information Modeling (BIM) in Construction Industry: A Critical Review. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 738 012021 <http://surl.li/kcqbrr>

2. Chupryna, Kh.M. (2020) Transformatsiia operatsiinykh system upravlinnia budivelnymy pidpriemstvamy v umovakh tsyfrovizatsii ekonomiky: teoriia, metodolohiia, praktyka: Monohrafiia. K.: IPK DSZU.

3. Tugai, O.A. et al (2019). Organizational and technological, economic quality control aspects in the construction industry: collective monograph – Lviv-Torun: Liha-Pres.

4. Zeltser, R. et al (2019). Digital Transformation of Resource Logistics and Organizational and Structural Support of Construction. *Nauka i innovatsii*, vol. 15(5), 39-51

5. Bieliukova, O.Iu. (2019). Tsyfrova transformatsiia budivnytstva: mekhanizm vzaiemodii biznesu, nauky, derzhavy. *Budivne vyrobnytstvo*. № 66. S. 30–36.

6. Zeltser, R. et al (2018). Innovative models and methods of organization, management and economic evaluation of technological processes of construction production: monograph. Kyiv: "MP Lesya".

7. Econometric toolkit for financial security management of construction enterprises (2017). [L.V. Sorokin and others]; for science. ed. prof. Sorokina L.V., Goika A.F. Kiev: Kiev. nat. University of Architecture and Engineering.

8. Tugay, O.A. et al (2019). Organization of Supervision over Construction Works Using Uavs and Special Software. *Nauka i innovatsii*, vol. 15(4), 23-32

9. Bieliukova, O., Novak, Y., Matsapura, O., Zapiachna, Y., Kalashnikov, D., Dubinin, D. (2022). Improving the Organization and Financing of Construction Project by Means of Digitalization. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. Pp. 108-115

10. Belenkova, O. Yu. (2022). 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*, 81, 13–22.

11. Tsyfra, T.Yu.(2021). BIM as a tool for reforming the pricing system (on the example of road construction enterprises in Kazakhstan). *Ways to increase the efficiency of construction in the conditions of the formation of market relations*. No. 47 (2). P. 168-180.

12. Bolila, N.V. (2019). Funktsionalno-operatsiina transformatsiia system upravlinnia budivelnym pidpriemstvom na osnovi CALS-tekhnologii. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, 2019. 40 , 156-159.\

13. Marchenko, O.I., Koliadenko, R.S. (2023). Tsyfrova transformatsiia budivelnoho biznesu: tendentsii ta perspektyvy. *Tsyfrova ekonomika ta ekonomichna bezpeka*. №. 4 (04). Pp. 20-26.

14. Lytvyniuk, Ye.I. (2023). Tsyfrova transformatsiia arkhitekturno-budivelnoho kontroliu. *Aktualni pytannia u suchasii nautsi*. № 10(16). Pp. 240-256.

15. Prozore budivnytstvo: vidznachyly try roky tsyfrovoi transformatsii ta roboty e-systemy budivnytstva. Prozorist ta pidzvitnist u derzhavnomu upravlinni ta posluhakh. TAPAS. URL: <http://tapas.org.ua> (data zvernennia: 20.03.2023).

16. Shumak, L.V. (2021). Innovatsii ta tsyfrova transformatsiia proektnykh pidpriemstv v budivnytstvi u VUCA-sviti. *Zbirnyk materialiv mizhnarodnoi naukovopraktychnoi Internet-konferentsiia «Stratehiia orhanizatsii VS realii VUCAsvitu»*. K.: KNEU, 2021. S. 213-215.

17. Chupryna, K. (2018). Tsyfrova transformatsiia budivelnnykh orhanizatsii na zasadakh informatsiinoho modeliuvannia (BIM). *Ways to Improve Construction Efficiency*. №. 38. Pp. 178-189.

18. Klochko, A. (2021). Tsyfrovi tekhnologii v haluzi arkhitektury i budivnytstva. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*. №. 48. Pp. 61-68.

19. Fisunen, N.O. (2023). Teoretychni aspekty rozvytku tsyfrovykh transformatsii upravlinnia biznesom kompanii. *Ekonomika, biznes ta upravlinnia*, № 3 (40) Pp. 81-85.

20. Baranov, O. A. (2021). Sotsialna ta tsyfrova transformatsii: dzherelo pravovykh problem. *Informatsiia i pravo*, 2021, 3 (38): 59-73.

21. Chikov, I.A. (2022). Tsyfrova transformatsiia ekonomiky: sutnist, problemy, osoblyvosti. *Pidpriemnytstvo ta innovatsii*, 25: 97-102.

D.V. Dubinin

Problems and methods of assessing the level of digital development of construction participants in a multiproject environment

Since the beginning of the war, the construction industry, along with the entire system of functioning of the country's economy, is undergoing significant transformations caused by military actions, structural changes, and digital

technologies. Assessing the level of digital development of construction participants in a multi-project environment is a multifaceted and complex task, part of which is solved in the article. The main challenge of a multi-project environment is the diversity of construction projects, each with its own stakeholders, requirements and digital ecosystems. This diversity often leads to differences in digital development among participants, which hinders collaboration, efficiency, and project outcomes. Understanding and addressing these challenges is essential to foster alignment, integration and digital innovation across the construction ecosystem.

Challenges in assessing digital development include interoperability issues, cultural resistance to change, and the lack of standardized assessment metrics. Interoperability problems arise due to the use of different software platforms and data formats, which prevents seamless collaboration and data exchange between construction participants. Cultural resistance to change, common in traditional construction practices, creates obstacles to the adoption of digital technologies and the introduction of new work processes. In addition, the lack of standardized indicators and evaluation systems makes it difficult to compare the digital maturity of projects and organizations.

By addressing these challenges and using appropriate methodologies, construction stakeholders can navigate the complexities of digital development in a multi-project environment, encouraging efficiency, innovation and collaboration in the construction ecosystem. Digitization is essential to meet the growing demands of modern construction projects and achieve sustainable success in the digital age.

Keywords: *construction, construction participants, multi-project environment, stakeholders, construction organization, digital interaction, digital environment, digital maturity, digital development, digital development evaluation methods*

Посилання на статтю:

APA: Dubinin, D. (2023). Problems and methods of determining the level of digital development of construction participants in a multi-project environment. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 52 (2), 81-93.

ДСТУ: Дубінін Д.В. Проблеми та методи оцінювання рівня цифрового розвитку учасників будівництва в мультипроектному середовищі. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2023. № 52(2). С. 81-93.