

DOI: 10.32347/2076-815x.2026.91.447-459

УДК: 004.9:69.003:658.012.2

к.т.н., доцент **Малихін М.О.**,

malykhin.mo@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-9721-2733,

Київський національний університет будівництва і архітектури

ЦИФРОВО-ОРІЄНТОВАНА РЕКОНФІГУРАЦІЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ПІДХОДІВ У СИСТЕМІ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ПІДГОТОВКОЮ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

Цифрова трансформація будівельної галузі зумовлює необхідність глибокого перегляду наукових і прикладних підходів до організації та управління підготовкою будівельних проєктів. Підготовча фаза дедалі більше набуває ознак складної керованої системи, у межах якої поєднуються організаційні, технологічні, ресурсні, часові та інформаційні підсистеми. За таких умов традиційні дослідницькі підходи, орієнтовані переважно на нормативно-описовий аналіз та експертні судження, виявляються недостатніми для забезпечення узгодженості управлінських рішень і прогнозування наслідків альтернативних сценаріїв підготовки будівництва.

Цифрово-орієнтована реконфігурація дослідницьких підходів передбачає перехід від лінійної та фрагментарної логіки аналізу до інтегрованої, ітеративної та процесно-орієнтованої. У такій системі дослідження виконують не допоміжну, а центральну функцію, формуючи аналітичну основу для прийняття управлінських рішень у режимі, наближеному до реального часу. Підготовка будівельного проєкту розглядається як динамічний процес, стан якого може бути описаний упорядкованим вектором параметрів, що змінюються під впливом управлінських дій і зовнішніх чинників.

Ключові слова: цифрова трансформація; підготовка будівельних проєктів; організація будівництва; цифрово-орієнтоване управління; дослідницькі підходи; система KPI; інтегральний показник; інформаційні потоки.

Постановка проблеми: Сучасні умови реалізації будівельних проєктів характеризуються зростанням складності підготовчої фази, підвищенням вимог до узгодженості рішень і скороченням допустимих строків прийняття управлінських дій. Водночас традиційні підходи до організації та управління підготовкою будівництва залишаються переважно фрагментарними, орієнтованими на послідовне виконання окремих процедур і нормативно-описовий аналіз. Така логіка не відповідає умовам цифрової трансформації, у

межах якої управлінські рішення мають формуватися на основі інтегрованих даних, сценарного аналізу та формалізованих моделей.

Відсутність системної цифрово-орієнтованої реконфігурації дослідницьких підходів призводить до розриву між інформаційними можливостями цифрових платформ і фактичними механізмами прийняття рішень. Це ускладнює кількісну оцінку ефективності підготовчої фази, підвищує ризик неузгодженості організаційних і ресурсних рішень та знижує адаптивність системи управління. У зв'язку з цим актуальною є проблема формування такого науково-методичного підходу, який забезпечує інтеграцію цифрових даних, формалізованих моделей і багатокритеріального оцінювання у єдиний управлінський контур підготовки будівельних проєктів.

Метою статті є обґрунтування та розвиток цифрово-орієнтованого підходу до реконфігурації дослідницьких інструментів у системі організації та управління підготовкою будівельних проєктів. Досягнення поставленої мети передбачає формування концептуальної та формалізованої моделі підготовчої фази будівництва як інтегрованої динамічної системи, у якій управлінські рішення базуються на аналізі даних, сценарному моделюванні та кількісному оцінюванні ефективності. Особливу увагу зосереджено на розробленні системи КРІ та інтегрального показника, що забезпечують порівняння альтернатив організації підготовки проєкту та підтримують управлінські рішення в цифровому середовищі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: Аналіз наукових публікацій, присвячених організації та управлінню підготовкою будівельних проєктів, свідчить про зростання інтересу до цифрових технологій як інструменту підвищення керованості та прозорості процесів. Значна частина досліджень зосереджена на впровадженні ВІМ, цифрових платформ та інформаційних систем управління проєктами, які розглядаються як технічна основа цифровізації будівельної діяльності. Водночас у багатьох роботах цифрові інструменти аналізуються ізольовано від методології дослідження та прийняття управлінських рішень. Окремий напрям наукових досліджень присвячено процесному та системному підходам до організації будівництва, де підготовча фаза розглядається як сукупність взаємопов'язаних процесів. Проте ці підходи здебільшого мають описовий характер і не забезпечують формалізованого кількісного аналізу альтернативних сценаріїв підготовки проєкту.

У сучасних публікаціях простежується тенденція до використання КРІ та інтегральних показників для оцінювання ефективності управління проєктами. Разом із тим такі показники часто застосовуються на етапі реалізації будівництва, тоді як підготовча фаза залишається недостатньо формалізованою з позицій кількісного аналізу.

Виклад основної інформації: Початковим методологічним кроком дослідження є з'ясування того, яким чином цифрова трансформація змінює логіку формування дослідницьких підходів до організації підготовки будівельних проєктів. У сучасних умовах підготовка будівництва перестає розглядатися як сукупність ізольованих попередніх процедур і дедалі більше набуває рис цілісної, керованої системи, в якій рішення формуються на основі даних, сценарного аналізу та формалізованих моделей.

Цифровізація управлінських процесів зумовлює перехід від лінійної логіки підготовки будівельного проєкту до ітеративної та інтегрованої, де ключову роль відіграють інформаційні потоки, зворотні зв'язки та можливість оперативного коригування рішень. У цьому контексті дослідницькі підходи трансформуються з постфактум-аналізу у проактивний інструмент підтримки управління, орієнтований на прогнозування наслідків альтернативних організаційно-технологічних рішень ще на допроєктній та підготовчій стадіях.

Логіка цифрово-орієнтованого підходу передбачає, що підготовка будівельного проєкту розглядається як система взаємопов'язаних підсистем: організаційної, технологічної, ресурсної, часової та інформаційної. Їх взаємодія формує єдиний управлінський контур, у межах якого дослідницькі інструменти виконують функцію не лише аналізу, а й синтезу управлінських рішень. На концептуальному рівні ця трансформація може бути представлена у вигляді структурної моделі, що відображає еволюцію дослідницьких підходів від фрагментарних до інтегрованих цифрових [1]. Саме таку логіку відображає рисунок 1, де показано місце дослідницького блоку в системі організації та управління підготовкою будівельного проєкту.



Рис. 1. Модель трансформації дослідницьких підходів у системі організації та управління підготовкою будівельного проєкту в умовах цифровізації (розроблено автором на основі [1])

Важливим наслідком цифрової трансформації є зростання ролі кількісних методів у дослідженні підготовчої фази. Якщо у традиційних підходах ключовим інструментом була експертна оцінка, то в цифровому середовищі вона доповнюється аналітикою даних, багатокритеріальними моделями та інтегральними показниками. Це вимагає формування нового наукового апарату, у якому якісні характеристики процесів поєднуються з кількісними індикаторами. Узагальнено така трансформація може бути описана через

перехід від множини окремих показників x_i до впорядкованого вектора параметрів, що характеризує стан підготовки будівельного проєкту:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}, \quad (1)$$

де кожен параметр відповідає окремому аспекту організації або управління підготовкою будівництва.

В основі цифрово-орієнтованої архітектури лежить процесна декомпозиція підготовки будівництва, за якої весь комплекс робіт структурується за логікою створення управлінської цінності, а не лише за хронологією виконання. Підготовча фаза охоплює блоки передпроектного аналізу, організаційного проєктування, ресурсного забезпечення, календарного планування та ризик-менеджменту, які в цифровому середовищі функціонують не послідовно, а паралельно, перебуваючи у стані постійної інформаційної взаємодії. Це зумовлює формування єдиного інформаційного простору, в якому всі рішення мають спільну дану основу та є взаємоузгодженими.

Систематизоване зіставлення традиційної та цифрово-орієнтованої моделей організації підготовки будівництва доцільно подати у таблиці 1, у якій відображено відмінності за ключовими ознаками: структурою управління, характером інформаційних потоків, рівнем формалізації рішень та можливостями аналітичної підтримки [2].

Особливу увагу в архітектурі цифрово-орієнтованої організації підготовки будівництва слід приділити інформаційним потокам. У традиційній системі вони мають фрагментарний і часто асинхронний характер, що ускладнює комплексний аналіз та підвищує ризик прийняття неузгоджених рішень.

Таблиця 1.

Порівняльна характеристика традиційної та цифрово-орієнтованої моделей організації підготовки будівництва (розроблено автором на основі [2])

Ознака	Традиційна модель	Цифрово-орієнтована модель
Управлінська структура та логіка	Ієрархічна, реактивна	Інтегрована, превентивна
Інформаційні потоки та дані	Фрагментарні, роз'єднані	Єдиний цифровий простір
Формування рішень	Експертно-нормативне	Формалізоване (моделі, KPI)
Аналітика та моніторинг	Обмежені, епізодичні	Постійні, динамічні
Управління ризиками	Реакція постфактум	Рання ідентифікація
Роль досліджень	Допоміжна	Центральна

Передусім, логіка цифрово-орієнтованої архітектури ґрунтується на чіткому розмежуванні рівнів управління та рівнів обробки даних, які формують замкнений управлінський контур. Для ілюстрації такої побудови на рисунку 2 подано узагальнену процесно-ієрархічну модель організації підготовки будівництва в цифровому середовищі [3].

У межах цієї архітектури підготовка будівництва описується як система процесів $P=\{P_1, P_2, \dots, P_m\}$, які перебувають у стані постійної взаємодії. Ця взаємодія не є хаотичною, а формалізується через сукупність інформаційних потоків та управлінських впливів. Узагальнено динаміку функціонування системи підготовки будівництва можна подати у вигляді матричної моделі:

$$X(t+1)=AX(t)+BU(t)+\varepsilon(t), \quad (2)$$

де $X(t)$ — вектор стану підготовки будівельного проєкту у момент часу t , A — матриця внутрішніх взаємозв'язків між процесами, $U(t)$ — вектор управлінських рішень, B — матриця впливу управлінських дій, $\varepsilon(t)$ — збурення, що відображають невизначеність та зовнішні чинники.



Рис. 2. Процесно-ієрархічна модель організації підготовки будівництва в цифровому середовищі (розроблено автором на основі [3])

Подальша деталізація архітектури пов'язана з аналізом інформаційних потоків, які забезпечують зв'язок між процесами та рівнями управління. Для

цього на рисунку 3 наведено схему циркуляції даних у цифрово-орієнтованій системі підготовки будівельного проекту [4]. На схемі показано, як первинні дані з підсистем планування, ресурсного забезпечення та організаційного проектування трансформуються в аналітичні показники, що використовуються на тактичному та стратегічному рівнях управління.

Формалізовано цей механізм може бути описаний через оператор агрегування інформації:

$$z_i = \Phi_i(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}) \quad (3)$$

де x_{ij} — первинні параметри окремих процесів підготовки будівництва, z_i — агрегований показник для прийняття управлінських рішень, $\Phi_i(\cdot)$ — оператор цифрової обробки та узагальнення даних (нормування, зважування, фільтрація).



Рис. 3. Схема циркуляції інформаційних потоків у цифрово-орієнтованій системі підготовки будівельного проекту (розроблено автором на основі [3])

Саме на цьому етапі формується інформаційна база для порівняння альтернатив організації підготовки будівельного проекту. Різні сценарії управлінських рішень у цифровому середовищі відображаються як різні траєкторії зміни вектора стану $X(t)$, що дозволяє здійснювати сценарний аналіз ще до фактичної реалізації будівництва.

Для комплексного оцінювання узгодженості процесів підготовки будівництва в межах цифрово-орієнтованої архітектури доцільно

використовувати інтегральний показник структурної збалансованості, який може бути поданий у такому вигляді:

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} |z_i - z_j|, \quad (4)$$

де z_i, z_j — агреговані показники окремих підсистем, w_{ij} — коефіцієнти значущості взаємозв'язків між ними. Мінімізація показника S інтерпретується як підвищення узгодженості організаційних і управлінських рішень у підготовчій фазі.

Перехід до цифрово-орієнтованої організації підготовки будівельних проєктів закономірно вимагає кількісної системи оцінювання, яка одночасно (а) відображає результати підготовчої фази як управлінського процесу, (б) є сумісною з даними цифрової платформи, (в) підтримує сценарне порівняння альтернатив.

На практиці система КРІ має бути достатньо компактною, щоб не “розмивати” управлінський фокус, але водночас достатньо повною, щоб охоплювати ключові контури підготовки [4]. У цифровому середовищі доцільно використовувати змішані показники: частина є прямо вимірюваними (наприклад, відхилення бюджету), частина - індексними (рівень зрілості даних), частина - стохастично-стійкісними (варіативність тривалостей) (табл. 2).

Таблиця 2.

Система КРІ для оцінювання ефективності підготовки будівельного проєкту у цифровому середовищі (розроблено автором на основі [4])

Код	КРІ (зміст)	Напрямок	Одиниці	Межі нормування (X_{min} ; X_{max})	Вага w_i
T ₁	Індекс готовності календарного плану (повнота/узгодженість)	↑	частка	(0.60; 0.95)	0.15
T ₂	Індекс надійності строків (буфер/критичність)	↑	частка	(0.50; 0.90)	0.15
C ₁	Відхилення бюджету підготовки	↓	%	(0.0; 10.0)	0.15
C ₂	Індекс повноти ресурсного забезпечення	↑	частка	(0.65; 0.95)	0.15
Q ₁	Частка переробок у підготовчій документації	↓	%	(0.0; 8.0)	0.10
D ₁	Рівень зрілості даних/інтеграції (completeness)	↑	частка	(0.40; 0.90)	0.10
S ₁	Індекс ризику ОП/безпеки в підготовчій фазі	↓	індекс	(0.15; 0.40)	0.10
V ₁	Варіативність процесів (CV тривалостей підготовки)	↓	%	(5.0; 20.0)	0.10

Для переходу від різнорідних показників до порівняльної оцінки застосовується нормування. У цифрово-орієнтованій моделі доцільно використовувати нормування відносно референсних меж (прийнятний мінімум/максимум), щоб уникнути ситуації, коли “кращий із трьох сценаріїв” автоматично стає 1.0, навіть якщо фактично він лише задовільний [10]. Нормоване значення z_i будується з урахуванням того, чи є показник стимулятором (чим більше — тим краще) або де стимулятором (навпаки):

$$z_i(x_i) = \begin{cases} \text{clip} \left(\frac{x_i - x_i^{\min}}{x_i^{\max} - x_i^{\min}}, 0, 1 \right), & \text{якщо } i \in \text{стимулятори,} \\ \text{clip} \left(\frac{x_i^{\max} - x_i}{x_i^{\max} - x_i^{\min}}, 0, 1 \right), & \text{якщо } i \in \text{дестимулятори,} \end{cases} \quad (5)$$

Після нормування вводиться вагова структура. У рамках підготовки будівництва ваги доцільно задавати на основі управлінських пріоритетів (строки та витрати — як домінуючі контури), із подальшим уточненням за експертною процедурою. Узагальнено вагова згортка реалізується як інтегральний індекс ефективності:

$$I = \sum_{i=1}^n w_i z_i, \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1, \quad 0 \leq z_i \leq 1, \quad (6)$$

Щоб показати, як це працює в сценарному аналізі на стадії підготовки, нижче наведено демонстраційний розрахунок для трьох організаційно-управлінських сценаріїв: А — традиційний, В — часткова цифровізація, С — інтегрована платформа [5]. В таблиці 3 подано саме нормовані значення z_i , що вже дозволяють коректне порівняння та згортку.

Таблиця 3.

Нормовані КРІ (z_i) та інтегральний індекс I для сценаріїв підготовки будівництва (розроблено автором на основі [5])

КРІ	A: z_i	B: z_i	C: z_i
T1	0.286	0.629	0.857
T2	0.125	0.500	0.825
C1	0.200	0.550	0.750
C2	0.233	0.600	0.900
Q1	0.188	0.500	0.725
D1	0.200	0.560	0.840
S1	0.200	0.480	0.760
V1	0.133	0.533	0.800
$I = \sum w_i z_i$	0.199	0.549	0.812

Отримані значення індексу III формують кількісну основу для управлінського висновку: інтегрована цифрова платформа (сценарій С) забезпечує суттєво вищу системну ефективність підготовки за рахунок одночасного покращення строків, ресурсно-вартісних, якісно-даних та стійкісних параметрів. Водночас сценарій В демонструє проміжний ефект — цифровізація без повної інтеграції дає помітне зростання, але залишає “вузькі місця” у надійності строків і узгодженості потоків даних [9].

Для візуального зіставлення профілів КРІ у сценаріях доцільно застосувати радар-діаграму. Перед рисунком 5 зауважимо, що у радарі коректно відображати саме нормовані z_i , а не “сирі” x_i , інакше втрачається порівнюваність осей.

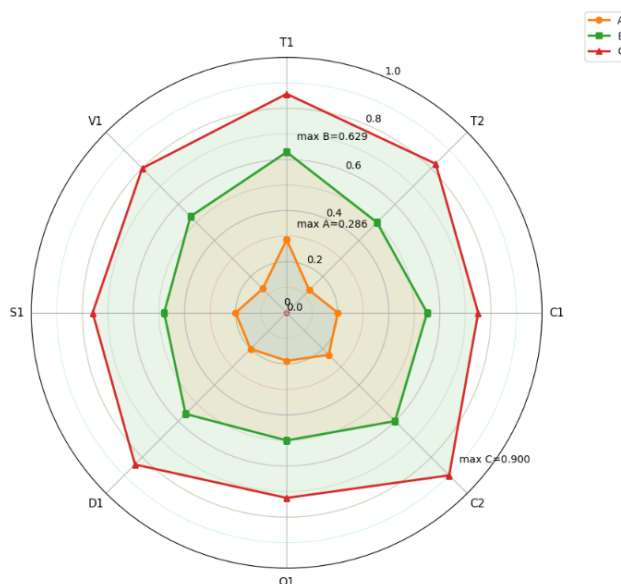


Рис. 5. Радар-профіль нормованих КРІ (z_i) для сценаріїв А–С
(розроблено автором на основі [6])

Оскільки підготовка будівництва є динамічним процесом, інтегральну оцінку доцільно розглядати не лише “на зрізі”, а й у часі. Для цього вводиться часовий індекс, а інтегральний показник трактується як функція моменту контролю t : $I(t)$ [6]. Якщо КРІ переглядаються дискретно, тоді:

$$I(t_k) = \sum_{i=1}^n w_i z_i(t_k), \quad (7)$$

Для аналітичної стійкості висновків доречно додати чутливісну інтерпретацію: внесок КРІ у зміну індексу між двома контрольними моментами t_a і t_b оцінюється як:

$$\Delta I_{a \rightarrow b} = I(t_b) - I(t_a) = \sum_{i=1}^n w_i [z_i(t_b) - z_i(t_a)], \quad (8)$$

Це дозволяє не просто констатувати “індекс виріс”, а й показати, за рахунок яких КРІ (і яких управлінських дій) він змінився.

Щоб продемонструвати графічний аналіз динаміки, нижче наведено приклад еволюції $I(t)$ протягом чотирьох контрольних моментів підготовчої фази (умовно: М1–М4). Перед таблиці 4 уточнимо, що такий ряд формується автоматично в цифровому середовищі, коли КРІ оновлюються за даними платформи та розрахункових модулів [7].

Таблиця 4.

Динаміка інтегрального індексу $I(t)$ у підготовчій фазі
(розроблено автором на основі [7])

Період	A: $I(t)$	B: $I(t)$	C: $I(t)$
М1	0.160	0.420	0.620
М2	0.180	0.480	0.710
М3	0.190	0.520	0.780
М4	0.199	0.549	0.812

Перед рисунку 6 зауважимо, що графік динаміки індексу потрібен для двох управлінських задач: (1) перевірки керованості підготовки (чи є стійкий тренд зростання), (2) раннього виявлення плато/провалів, які сигналізують про структурні проблеми (дані, узгодженість, ресурси, ризики).

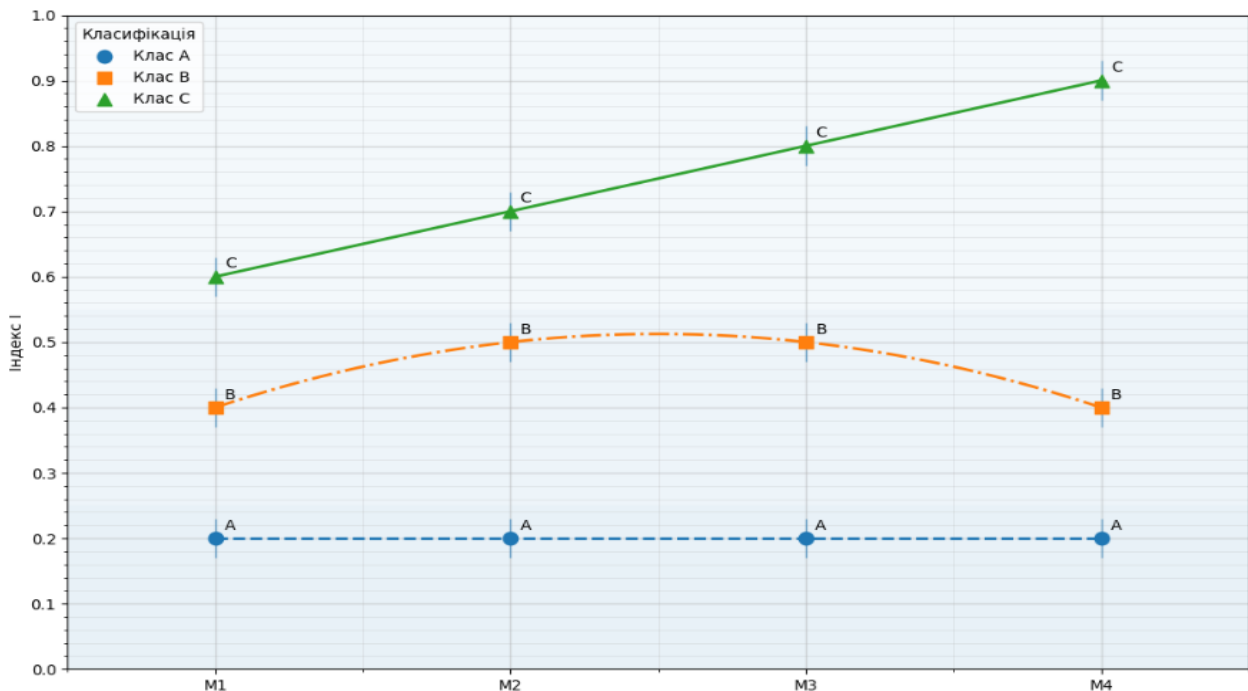


Рис. 6. Динаміка інтегрального індексу ефективності $I(t)$ для сценаріїв А–С
(розроблено автором на основі [7])

Висновок

Проведене дослідження підтверджує, що цифрово-орієнтована реконфігурація дослідницьких підходів є необхідною умовою підвищення ефективності організації та управління підготовкою будівельних проєктів у сучасних умовах. Розгляд підготовчої фази як інтегрованої динамічної системи дозволяє подолати фрагментарність традиційних підходів і забезпечити узгодженість організаційних, ресурсних, часових та інформаційних рішень. Запропонована концептуальна логіка цифрово-орієнтованого підходу створює аналітичну основу для переходу від описового аналізу до формалізованого кількісного оцінювання підготовчих процесів.

Система КРІ у цифровому середовищі є не переліком “показників заради показників”, а формалізованим інструментом, який з’єднує дані платформи з управлінським рішенням через нормування, ваги та згортку в інтегральний індекс. Отримана модель забезпечує одночасно (а) порівняння сценаріїв організації підготовки будівництва, (б) діагностику проблемних зон через профіль КРІ (рис. 5), (в) моніторинг керованості в часі через $I(t)$, що створює готову методичну основу для фінального питання статті — інтерпретації ефектів, управлінських висновків і практичних рекомендацій за результатами оцінювання [8].

Література

1. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. — Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2018. — 688 p. — ISBN 978-1-119-28753-7.
2. Чуприна Ю.А., Петренко Г.С., Гриненко І.М., Поколенко В.О. Методологічна регламентація та аналітико-інформаційне забезпечення процесно-орієнтованого менеджменту в сучасній системі будівельного девелопменту // Управління розвитком складних систем. — 2021. — № 48. — с. 125-134
3. PMI. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). — 7th ed. — Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2021.
4. Koskela L., Tezel A., Patel V. Theory of digital lean construction: Lean theory and digital technologies // Automation in Construction. — 2019. — Vol. 103. — Pp. 33–41.
5. Keeney R.L., Raiffa H. Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. — Cambridge: Cambridge University Press, 1993. — 569 p.

6. Saaty T.L. The Analytic Hierarchy Process. — New York: McGraw-Hill, 1980. — 287 p.
7. Saltelli A., Ratto M., Andres T., Campolongo F., Cariboni J., Gatelli D., Saisana M., Tarantola S. Global Sensitivity Analysis: The Primer. — Chichester: John Wiley & Sons, 2008. — 304 p.
8. Sterman J.D. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. — Boston: McGraw-Hill, 2000. — 982 p.
9. Чуприна Ю.А. Стратегії реконфігурації бізнес-процесів будівельних підприємств /Х.М. Чуприна, М.В. Бородавко, Д.О. Гавріков// Управління розвитком складних систем. – 2020. – № 41. – С. 169 – 174.
10. ISO 21500:2021. Guidance on Project Management. — Geneva: International Organization for Standardization, 2021.

Associate Professor **Mykhailo Malykhin**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

DIGITAL-ORIENTED RECONFIGURATION OF RESEARCH APPROACHES IN THE SYSTEM OF ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF THE PREPARATION OF CONSTRUCTION PROJECTS

The digital transformation of the construction industry necessitates a deep review of scientific and applied approaches to the organization and management of the preparation of construction projects. The preparatory phase increasingly acquires the characteristics of a complex managed system, within which organizational, technological, resource, time and information subsystems are combined. Under such conditions, traditional research approaches, focused mainly on regulatory and descriptive analysis and expert judgments, are insufficient to ensure the consistency of management decisions and predict the consequences of alternative scenarios of construction preparation.

The digital-oriented reconfiguration of research approaches involves a transition from a linear and fragmentary logic of analysis to an integrated, iterative and process-oriented one. In such a system, research does not perform an auxiliary, but a central function, forming an analytical basis for making management decisions in a mode close to real time. Construction project preparation is considered as a dynamic process, the state of which can be described by an ordered vector of parameters that change under the influence of management actions and external factors.

Keywords: digital transformation; construction project preparation; construction organization; digital-oriented management; research approaches; KPI system; integral indicator; information flows.

REFERENCES

1. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2018, 688 p. ISBN 978-1-119-28753-7. {in English}
2. Chupryna, Yu.A., Petrenko, H.S., Hrynenko, I.M., & Pokolenko, V.O. Methodological Regulation and Analytical and Information Support of Process-Oriented Management in the Modern System of Construction Development. Management of Development of Complex Systems, 2021, No. 48, pp. 125–134. {in Ukrainian}
3. Project Management Institute (PMI). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). 7th ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2021. {in English}
4. Koskela, L., Tezel, A., & Patel, V. Theory of Digital Lean Construction: Lean Theory and Digital Technologies. Automation in Construction, 2019, Vol. 103, pp. 33–41. {in English}
5. Keeney, R.L., & Raiffa, H. Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs. Cambridge: Cambridge University Press, 1993, 569 p. {in English}
6. Saaty, T.L. The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw-Hill, 1980, 287 p. {in English}
7. Saltelli, A., Ratto, M., Andres, T., Campolongo, F., Cariboni, J., Gatelli, D., Saisana, M., & Tarantola, S. Global Sensitivity Analysis: The Primer. Chichester: John Wiley & Sons, 2008, 304 p. {in English}
8. Sterman, J.D. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: McGraw-Hill, 2000, 982 p. {in English}
9. Chupryna, Yu.A., Borodavko, M.V., & Havrikov, D.O. Strategies for Business Process Reconfiguration of Construction Enterprises. Management of Development of Complex Systems, 2020, No. 41, pp. 169–174. {in Ukrainian}
10. International Organization for Standardization (ISO). ISO 21500:2021. Guidance on Project Management. Geneva: International Organization for Standardization, 2021. {in English}