

УДК 005.8:004.9:69

DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.218.146-156>**Супруненко С.А.**

кандидат економічних наук

ВСП «Інститут інноваційної освіти

Київського національного університету будівництва і архітектури»

Suprunenko Svitlana

PhD in Economic Sc.

Separate Structural Subdivision «Institute of Innovative Education

of Kyiv National University of Construction and Architecture»

<https://orcid.org/0000-0002-4585-3440>

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ УПРАВЛІННЯ ДЕВЕЛОПЕРСЬКИМИ ПРОЄКТАМИ

Стаття присвячена теоретичному обґрунтуванню цифрової трансформації управління девелоперськими проєктами як системної зміни архітектури управління. Визначено обмеження фрагментарного застосування BIM, цифрових двійників, інформаційних систем та штучного інтелекту без їх інтеграції з процесами прийняття рішень. Запропоновано авторську модель IDPM-Dev, що поєднує цифровий контур, проєктний менеджмент, контролінг, врядування та персональну відповідальність. Розроблено структурований об'єкт управлінського рішення SMDO, матрицю цифрової зрілості DPMMI-Dev і систему показників MDQI. Обґрунтовано людиноцентричний цикл перетворення даних у діагностику, прогноз, сценарій, рішення, дію та організаційне навчання, орієнтований на створення цінності девелоперського проєкту та підвищення якості управлінських рішень.

Ключові слова: цифрова трансформація, девелоперський проєкт, управління проєктами, цифрове управління, цифровий двійник (DT), штучний інтелект (AI), IDPM-Dev, управлінське рішення, цифрова зрілість, створення цінності.

DIGITAL TRANSFORMATION OF REAL ESTATE DEVELOPMENT PROJECT MANAGEMENT

The article addresses the need to move from fragmented digitalization of development projects to an integrated management architecture in which digital data are converted into accountable managerial actions and verified project value. The purpose of the study is to substantiate the conceptual foundations and develop an integrated digital model of real estate development project management that combines data integration, project management, controlling, governance and human responsibility. The methodological basis combines systematic analysis and synthesis of scientific approaches, comparative analysis of digital project management concepts, structural and logical modelling, and conceptual generalization. The study identifies the limitations of technology-oriented approaches in which Building Information Modeling, Common Data Environments, Digital Twins, project management information systems and Artificial Intelligence improve information availability but do not by themselves guarantee better managerial decisions or realized benefits. The Integrated Digital Project Management for Development model (IDPM-Dev) is proposed as a six-contour architecture linking strategic and investment management, project management and controlling, commercial and market management, the information and digital environment, analytical decision support, and governance, responsibility and organizational learning. A Structured Management Decision Object (SMDO) is introduced to provide traceability from a trigger and evidence base through diagnosis, forecast, alternatives and recommendation to an authorized decision, action, actual result and management lesson. The Development Project Management Maturity Index (DPMMI-Dev) is conceptualized across seven dimensions and five maturity levels, while Management Decision Quality Indicators (MDQI) are proposed to evaluate the evidence, timeliness, forecast accuracy, implementation and value contribution of decisions. The scientific novelty lies in treating the accountable management decision, rather than a digital technology or data set, as the central object of digital transformation. The practical value of the approach consists in its potential use for assessing digital maturity, designing transformation roadmaps, formalizing decision rights and responsibilities, integrating project information systems, and evaluating the relationship between digital investments,

ISSN друкованої версії: 2224-6282

ISSN електронної версії: 2224-6290

© Супруненко С.А., 2026

decision quality, realized benefits and project value. The proposed constructs require further expert validation and empirical testing using data from development organizations and projects.

Keywords: digital transformation, development project, project management, digital project management, Common Data Environment (CDE), Digital Twin (DT), Artificial Intelligence (AI), IDPM-Dev, management decision, digital maturity, decision quality, value creation.

JEL Classification: M10, M15, O32, O33, L74.

Постановка проблеми. Цифрова трансформація будівельної галузі та девелопменту змінює не лише технології реалізації проєктів, а й саму логіку управління ними. Сучасний девелоперський проєкт характеризується значною кількістю учасників, високою інтенсивністю інформаційних потоків, взаємозалежністю строків, вартості, ресурсів і ризиків, а також необхідністю оперативного реагування на зміни зовнішнього та внутрішнього середовища. За таких умов традиційні управлінські підходи, засновані на фрагментарному використанні даних і періодичному контролі, не забезпечують необхідної швидкості, прозорості та обґрунтованості прийняття управлінських рішень.

Застосування інформаційного моделювання будівель (Building Information Modeling - BIM), спільного середовища даних (Common Data Environment - CDE), цифрових двійників (Digital Twin), хмарних платформ, прогнозової аналітики та технологій штучного інтелекту створює передумови для переходу від фіксації фактичного стану проєкту до безперервного моніторингу, ранньої діагностики відхилень, прогнозування ризиків і сценарного моделювання. Водночас практичне використання цифрових інструментів залишається переважно фрагментарним: окремі системи забезпечують планування, проєктування, бюджетування, документообіг або контроль, проте не формують цілісного цифрового контуру управління протягом життєвого циклу девелоперського проєкту.

Ключова проблема полягає у відсутності їх системної інтеграції з процесами проєктного менеджменту, контролінгу та управлінської відповідальності.

Отже, наукова проблема визначається суперечністю між зростаючими можливостями цифрових технологій щодо інтеграції, аналізу та прогнозного опрацювання даних і недостатньою сформованістю цілісної моделі їх включення в систему управління девелоперським проєктом. Це зумовлює необхідність обґрунтування інтегрованої цифрової моделі проєктного менеджменту, яка поєднуватиме управління змістом, строками, вартістю, якістю, ресурсами та ризиками з цифровим моніторингом, прогнозовою аналітикою, підтримкою прийняття управлінських рішень і людським контролем, забезпечуючи чіткий розподіл управлінських повноважень і відповідальності.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблематика цифрової трансформації будівництва та управління проєктами активно розвивається у зарубіжному науковому дискурсі, однак підходи дослідників суттєво відрізняються за розумінням її змісту: від упровадження окремих цифрових технологій до формування інтегрованого інформаційно-управлінського середовища проєкту.

Системний характер цифрової трансформації

будівельної галузі досліджували А. О. Оланіпекун та М. Сутрісна (Ayokunle O. Olanipekun, Monty Sutrisna, 2021) [1]. На основі систематичного огляду наукових праць автори встановили, що цифрова трансформація не повинна ототожнюватися лише з технологічним оновленням: її результативність залежить від стратегічних, організаційних та управлінських передумов. Водночас дослідники констатують недостатню визначеність власне трансформаційного ефекту цифрових технологій для будівельних організацій. Це принципово важливо, оскільки вказує на суперечність між технологічною доступністю цифрових рішень та недостатньою зрілістю механізмів їх інтеграції в систему управління [1].

Значний масив досліджень присвячений інформаційному моделюванню будівель (Building Information Modeling - BIM). [2, с. 109–127; 3, с. 3078–3103] обґрунтували можливості BIM для інформаційного супроводу об'єктів протягом їх життєвого циклу, водночас визначивши проблеми актуалізації моделей, автоматизованого формування даних та роботи з їх невизначеністю. Встановлено, що одним із ключових невирішених питань залишається інтеграція BIM з іншими цифровими технологіями, стабільність інформаційної взаємодії та поширення BIM на різні процеси й компоненти управління проєктом [3, с. 3078–3103].

Отже, BIM формує потужну інформаційну основу цифрового управління, проте сам по собі не створює завершеного механізму формування та реалізації управлінських рішень.

Інший підхід розвивають Ю. Пань та Л. Чжан (Yue Pan, Limao Zhang, 2021) [4], які запропонували замкнену модель цифрового двійника для управління будівельним проєктом, що інтегрує інформаційне моделювання будівель, Інтернет речей (Internet of Things - IoT) та інтелектуальний аналіз даних. Практична цінність запропонованого підходу полягає у можливості передавання фактичних даних до цифрової моделі, виявлення прихованих закономірностей, визначення проблемних процесів та прогнозування динаміки продуктивності [4]. Проте запропонований авторами замкнений цифровий контур переважно орієнтований на технологічне спостереження та аналітичне опрацювання виробничих процесів. Питання трансформації результатів такого аналізу в систему альтернативних управлінських сценаріїв, розподілу повноважень та відповідальності за остаточне рішення потребує подальшого розвитку.

Потенціал цифрового двійника (Digital Twin - DT) у будівельній галузі комплексно досліджено Д.-Г. Дж. Опоку, С. Перерою, Р. Осей-К'еем та М. Рашиді (De-Graft Joe Opoku, Srinath Perera, Robert Osei-Kyei, Maria Rashidi, 2021) [5]. Авторами систематизовано напрями

застосування цифрових двійників у межах життєвого циклу будівельного проєкту та доведено їх потенціал для моніторингу, логістики, управління об'єктами, контролю стану конструкцій і моделювання. Водночас результати дослідження засвідчили, що використання цифрових двійників здебільшого зосереджене на окремих фазах життєвого циклу, а єдине трактування самого поняття цифрового двійника в науковій літературі відсутнє [5]. Це обмежує можливість його використання як наскрізної управлінської платформи девелоперського проєкту.

Важливий напрям становлять дослідження можливостей штучного інтелекту [6] систематизували застосування штучного інтелекту в будівництві, зокрема для моніторингу діяльності, управління ризиками, оптимізації ресурсів, планування та прогнозування. Дослідники доводять значний потенціал машинного навчання, комп'ютерного зору, роботизації та оптимізаційних моделей, але одночасно наголошують на повільному практичному впровадженні сучасних інтелектуальних технологій у будівельній галузі [6]. Таким чином, можливість алгоритмічного формування прогнозів уже достатньо обґрунтована, тоді як питання меж алгоритмічної автономності та місця відповідальної особи в управлінському циклі залишається відкритим.

Взаємозв'язок BIM та цифрового двійника детальніше дослідили Т. Д. Нгуєн та С. Адхікарі (Tran Duong Nguyen, Sanjeev Adhikari, 2023) [7]. Автори визначають BIM як важливу інформаційну основу формування цифрового двійника, проте наголошують на принциповій відмінності між ними: BIM переважно забезпечує створення, управління та обмін інформацією про об'єкт, тоді як цифровий двійник передбачає динамічний зв'язок цифрової моделі з фізичним об'єктом і використання актуальних даних для аналізу його стану [7]. Це підтверджує необхідність переходу від цифрового представлення об'єкта до цифрової підтримки процесів управління ним.

Отже, результати аналізу наукових публікацій свідчать про певну методологічну суперечність. З одного боку, дослідниками достатньо ґрунтовно розроблено технологічні складові цифровізації: BIM як інформаційну основу проєкту [2, с. 109–127; 3, с. 3078–3103], цифровий двійник як механізм взаємодії фізичного і цифрового середовища [4; 5; 7], Інтернет речей як джерело оперативних даних [4], штучний інтелект та машинне навчання як інструменти їх аналітичного опрацювання і прогнозування [6]. З іншого боку, ці складові переважно досліджуються як окремі технологічні або функціональні рішення, тоді як недостатньо визначеним залишається механізм їх інтеграції безпосередньо в контур управління девелоперським проєктом – від отримання даних до прийняття, реалізації та подальшого оцінювання управлінського рішення.

Сучасні дослідження посилюють аргументацію щодо необхідності переходу від окремих цифрових інструментів до інтегрованої архітектури управління [16–20].

Крім того, в існуючих дослідженнях недостатньо

формалізовано співвідношення між автоматизованою аналітикою та людським управлінським контролем. Якщо цифрові системи здатні виявляти відхилення, прогнозувати розвиток ситуації та формувати альтернативні сценарії, то потребує чіткого визначення межа, на якій алгоритмічна рекомендація переходить у сферу управлінської відповідальності: хто і на підставі яких критеріїв має схвалити або відхилити запропоноване рішення, передати його на вищий рівень управління чи ініціювати перегляд базового плану проєкту.

Метою статті є теоретичне обґрунтування та розроблення концептуальної інтегрованої моделі цифрового управління девелоперськими проєктами, що поєднує цифровий контур збору, інтеграції й аналітичного опрацювання даних із контуром проєктного менеджменту та управлінської відповідальності.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети застосовано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів дослідження. Системний підхід використано для розгляду цифрової трансформації управління девелоперськими проєктами як цілісної системи взаємопов'язаних управлінських, інформаційно-цифрових та аналітичних процесів; порівняльно-аналітичний метод – для зіставлення сучасних підходів до використання BIM, цифрових двійників, інформаційних систем управління проєктами та штучного інтелекту в проєктному менеджменті; структурно-функціональний аналіз – для визначення функціональних взаємозв'язків між контурами інтегрованої моделі цифрового управління девелоперськими проєктами IDPM-Dev; методи узагальнення, систематизації та абстрагування застосовано для формування концептуальних положень щодо трансформації цифрових даних у діагностику, прогноз, сценарії, управлінські рішення та створену цінність; метод концептуального моделювання – для побудови інтегрованої моделі IDPM-Dev, структурованого об'єкта управлінського рішення SMDO, моделі цифрово-управлінської зрілості DPMMI-Dev та системи показників якості управлінських рішень MDQI; графічний і табличний методи – для систематизації результатів дослідження та наочного представлення запропонованих моделей і взаємозв'язків між їх складовими.

Виклад основних результатів дослідження. Результати аналізу сучасних досліджень засвідчують, що цифрова трансформація будівництва поступово виходить за межі автоматизації окремих операцій [4–5].

Це дозволяє виокремити принципову дослідницьку проблему: цифрова інтеграція інформації ще не означає інтегрованого цифрового управління. Інформація набуває управлінської цінності лише тоді, коли вона використовується для виявлення проблеми, прогнозування наслідків, формування альтернатив, прийняття рішення, реалізації відповідної дії та оцінювання її фактичного результату.

З огляду на це запропоновано інтегровану модель цифрового управління девелоперськими проєктами (Integrated Digital Project Management for Development – IDPM-Dev), у якій центральним об'єктом є не цифрова модель будівлі, програмний продукт або масив даних,

а управлінське рішення, спрямоване на створення та реалізацію цінності девелоперського проєкту. Відмінності запропонованого підходу від суміжних цифрових

та управлінських концепцій систематизовано в табл. 1.

Таблиця 1

Порівняльне позиціонування підходів до цифрового управління девелоперськими проєктами

Критерій	Інформаційне моделювання будівель (BIM)	Інформаційна система управління проєктами (ІСУП)	Цифровий двійник (DT)	Штучний інтелект (AI)	IDPM-Dev
Центральний об'єкт	інформаційна модель активу	проєктні процеси та показники	цифрове представлення фізичного об'єкта/процесу	дані, закономірності, прогноз	управлінське рішення та цінність
Основна функція	формування, координація та управління інформацією	планування, контроль і звітність	моніторинг, синхронізація, моделювання стану	аналіз, прогнозування, оптимізація	інтеграція даних, аналітики, врядування, рішень і цінності
Основний фокус	інформація про актив	виконання проєкту	фактичний і прогнозований стан	алгоритмічна підтримка	результативність управлінського рішення
Життєвий цикл	високий потенціал наскрізного інформаційного супроводу	переважно проєктна реалізація	залежить від реалізації; часто окремі фази	залежить від поставленого завдання	інвестиційна ідея → проєкт → актив → комерціалізація/експлуатація → вигоди
Стратегія та інвестиційне обґрунтування	не є центральною функцією	частково	не є центральною функцією	аналітична підтримка	інтегрований компонент
Проєктний контрольінг	інформаційне забезпечення	одна з основних функцій	оперативні дані для контролю	прогнозна підтримка	інтегрований компонент
Комерційний контрольінг	обмежено	залежить від системи	обмежено	можливий аналітично	інтегрований компонент
Управління вигодами	не є основним призначенням	частково	не є основним призначенням	може прогнозувати	наскрізний компонент
Хто приймає остаточне рішення	поза функцією BIM	менеджер/орган управління	поза базовою функцією DT	залежить від рівня автоматизації	визначена відповідальна особа
Організаційне навчання	накопичення інформації	архів проєктної історії	накопичення станів	навчання моделей	навчання на зв'язку «рішення → дія → результат»
Кінцевий орієнтир	якість та доступність інформації	виконання плану	достовірність цифрового представлення	якість прогнозу/рекомендації	створена та підтверджена цінність Джерело: розроблено автором на основі [2, с. 109–127; 3, с. 3078–3103; 4–7; 9–15].

Джерело: розроблено автором на основі [2, с. 109–127; 3, с. 3078–3103; 4–7; 9–15].

Табл. 1 демонструє, що IDPM-Dev не розглядається як конкурент інформаційному моделюванню будівель, цифровому двійнику, штучному інтелекту чи інформаційній системі управління проєктами. Запропонована модель має інші функціональні призначення - інтегрувати окреслені можливості в єдиний управлінський контур девелоперського проєкту.

Таке позиціонування відповідає змісту міжнародного стандарту ISO 19650-1:2018, відповідно до якого інформаційне моделювання будівель розглядається передусім у контексті управління інформацією, її обміну,

запису, версійності та організації протягом життєвого циклу активу [9]. Натомість ISO 21502:2020 охоплює ширший контекст управління проєктом [14]. Отже, інформаційне управління і проєктне управління є взаємопов'язаними, але функціонально не тотожними сферами.

На основі проведених досліджень запропоновано багатоконтурну архітектуру IDPM-Dev - структура формується відповідно до логіки створення цінності девелоперського проєкту (рис. 1.):

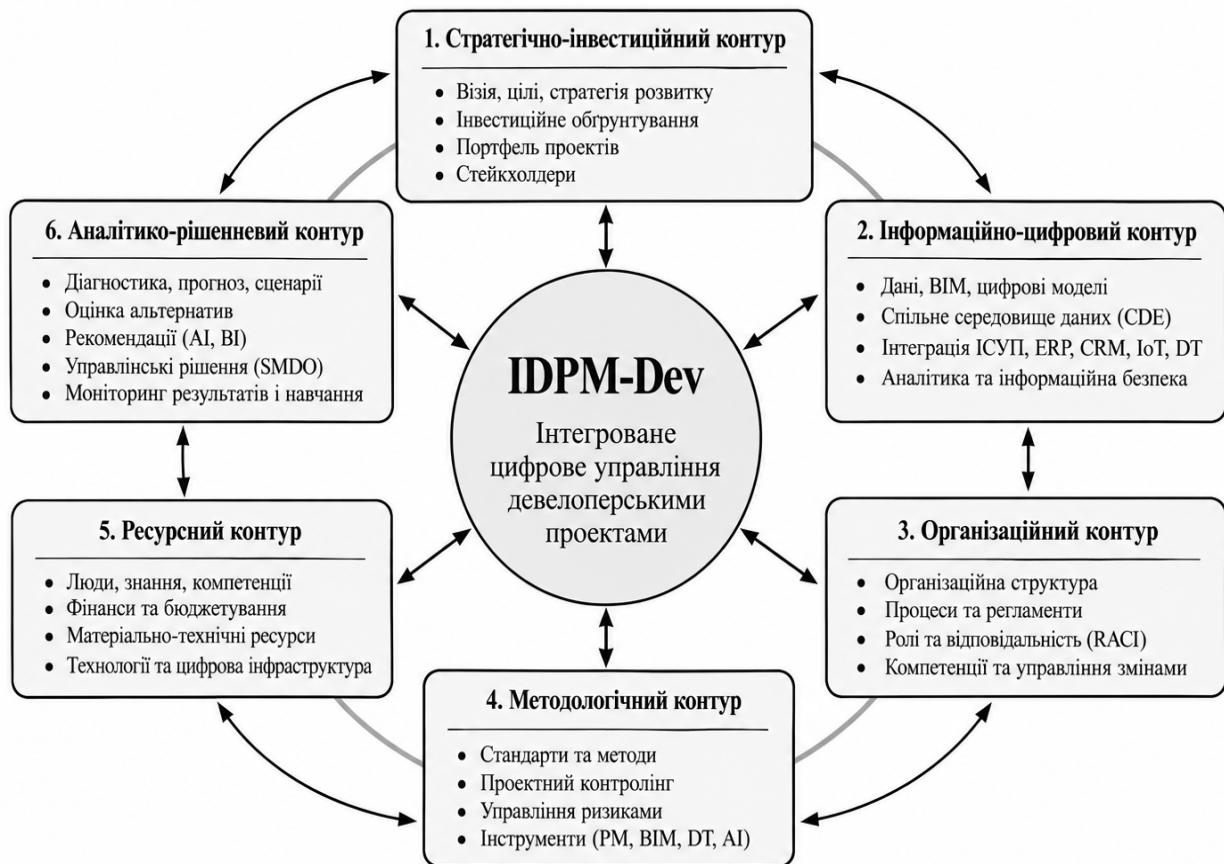


Рис. 1. Шестиконтурна архітектура інтегрованої моделі цифрового управління девелоперськими проектами IDPM-Dev
Джерело: розроблено автором.

У наведеній архітектурі (рис. 1.) інформаційне моделювання будівель (Building Information Modeling - BIM), спільне середовище даних (Common Data Environment - CDE), інформаційна система управління проектами (ІСУП), система планування ресурсів підприємства (Enterprise Resource Planning - ERP), система управління взаємовідносинами з клієнтами (Customer Relationship Management - CRM) та цифровий двійник (Digital Twin - DT) не утворюють обов'язково єдиної фізичної інформаційної системи. Їх інтеграція має забезпечуватися на семантичному, процесному та управлінському рівнях. Ю. Пань та Л. Чжан (Yue Pan, Limao Zhang, 2021) довели можливість формування замкненого цифрового контуру на основі інтеграції BIM, Інтернету речей (Internet of Things - IoT) та інтелектуального аналізу даних [4]. Проте IDPM-Dev розширює цю логіку: замкненням має бути не лише інформаційно-технологічний, а насамперед управлінський цикл, завершенням якого є перевірка фактичного ефекту прийнятого рішення.

Наступним результатом дослідження є пропозиція формалізувати управлінське рішення як самостійний цифровий об'єкт - введено поняття структурованого

об'єкта управлінського рішення (Structured Management Decision Object - SMDO). Під SMDO пропонується розуміти структурований цифровий запис, який забезпечує наскрізну фіксацію причинно-наслідкового зв'язку між управлінським тригером, використаними даними, аналітичними висновками, альтернативними сценаріями, прийнятим рішенням, управлінською дією та фактичним результатом.

Структуру інформації, яку пропонується включати до SMDO, наведено в табл. 2.

Це принципово важливо для девелопменту. Запропонований SMDO дозволяє перейти від цифрового збереження інформації про проект до цифрового збереження логіки управління проектом. Саме це, на нашу думку, є одним із принципових напрямів подальшого розвитку цифрового девелопменту.

Дослідження С. О. Абіойе та співавторів (Sofiat O. Abioye et al., 2021) підтверджує значний потенціал штучного інтелекту (Artificial Intelligence - AI) для управління ризиками, ресурсами, моніторингу, оптимізації та прогнозування у будівництві, водночас виокремлюючи проблеми його практичного впровадження [6].

Таблиця 2

Структура цифрового об'єкта управлінського рішення SMDO

Блок SMDO	Зміст	Управлінське призначення
Ідентифікація	проект, актив, елемент структури робіт, дата, категорія рішення	однозначна ідентифікація
Тригер	відхилення, ризик, можливість, зміна, зовнішня подія	визначення причини запуску рішення
Доказова база	джерела, версії, дата актуальності, якість даних	перевірка достовірності
Діагностика	причина, масштаб, взаємозалежності	визначення сутності проблеми
Прогноз	наслідки без втручання	формування базового сценарію
Альтернативи	можливі варіанти реагування	забезпечення варіативності рішення
Багатокритеріальна оцінка	строки, вартість, якість, ризики, NPV, IRR, продаж/оренда, життєвий цикл, цінність	порівняння альтернатив
Рекомендація	пріоритетний сценарій та аргументація	аналітична підтримка
Власник рішення	відповідальна посадова особа/орган	персоніфікація відповідальності
Рішення	схвалити, відхилити, ескалувати, переглянути базовий план, додатково проаналізувати	фіксація управлінського волевиявлення
Дія	виконавець, строк, ресурс, контрольна точка	реалізація рішення
Результат	фактичні строки, витрати, ефект, відхилення	контроль результативності
Організаційний урок	причина успіху/невдачі, повторне використання знання	формування корпоративної пам'яті Джерело: розроблено автором на основі концептуального узагальнення [4–6; 14; 15].

Джерело: розроблено автором на основі концептуального узагальнення [4–6; 14; 15].

У IDPM-Dev штучний інтелект пропонується розглядати не як автономного суб'єкта управління, а як компонент системи підтримки прийняття рішень (Decision Support System - DSS).

Звідси випливає принцип: алгоритм може діагностувати → прогнозувати → моделювати → рекомендувати, але відповідальність за істотне управлінське

рішення повинна бути закріплена за визначеним суб'єктом управління.

Запропонований цикл (рис. 2) доповнює традиційне розуміння цифрового моніторингу двома принциповими елементами - контрольною точкою людського рішення та організаційним навчанням на результатах прийнятих рішень.



Рис. 2. Людноцентричний цикл аналітико-управлінського процесу IDPM-Dev

Джерело: авторська розробка з урахуванням концептуальних положень цифрової трансформації [1; 3, с. 3078–3103; 6–7; 8, с. 82–93].

Впровадження IDPM-Dev потребує визначення відповідного рівня цифрової та управлінської готовності девелоперської організації. З цією метою запропоновано індекс цифрової зрілості управління девелоперськими проектами (Development Project Management Maturity Index - DPMMI-Dev).

На відміну від технологічно орієнтованого

оцінювання, DPMMI-Dev має характеризувати здатність організації не лише застосовувати цифрові технології, а й перетворювати цифрові можливості на якісні управлінські рішення та реалізовану цінність. Принципово важливо є здатність організації встановити доказовий зв'язок між цифровими можливостями, управлінським рішенням та отриманою цінністю.

Запропоновано сім вимірів DPMMI-Dev та п'ять рівнів їх зрілості (табл. 3).

Саме тому організація з великою кількістю програмних систем теоретично може мати нижчий рівень

DPMMI-Dev, ніж організація з меншою кількістю технологій, але з кращою інтеграцією даних, чіткими правами прийняття рішень і систематичним контролем отриманих вигід.

Таблиця 3

Матриця цифрової зрілості управління девелоперськими проєктами DPMMI-Dev

Вимір	I. Фрагментарний	II. Керований	III. Інтегрований	IV. Прогнозний	V. Адаптивно-ціннісний
1. Стратегія та врядування	цифрові ініціативи локальні	визначено окремі відповідальні ролі	цифрова стратегія інтегрована зі стратегією девелопменту	рішення підтримуються прогноною аналітикою	врядування адаптується відповідно до створеної цінності
2. Процеси та життєвий цикл	процеси роз'єднані	основні процеси стандартизовані	наскрізні процеси інтегровані	процеси прогноуються та оптимізуються	безперервне адаптивне вдосконалення
3. Дані та сумісність	локальні файли, дублювання	визначено правила даних	єдині класифікатори та взаємодія систем	автоматизований контроль якості та прогнозне використання	дані функціонують як корпоративний стратегічний актив
4. Технологічна інфраструктура	окремі програми	стандартизований набір систем	BIM/CDE/ICYP/ERP/CRM інтегровані	цифровий двійник, IoT, прогнозні сервіси	адаптивна екосистема цифрових сервісів
5. Аналітика та підтримка рішень	описова звітність	діагностична аналітика	інтегровані інформаційні панелі	прогнозна і сценарна аналітика	замкнений цикл «прогноз → рішення → результат → навчання»
6. Людський капітал та управління змінами	залежність від окремих фахівців	базові цифрові компетентності	формалізовані ролі та відповідальність	розвинені аналітичні компетентності	культура даних, навчання та адаптації
7. Цінність і результативність	оцінюється впровадження технологій	оцінюється операційний ефект	цифрові показники пов'язані з показниками проєкту	прогноується вплив на вигоди	вимірюється фактично створена цінність

Джерело: авторська розробка з урахуванням концептуальних положень цифрової трансформації [1; 3; 6–8].

На цьому етапі DPMMI-Dev є концептуальною моделлю, що потребує подальшої експертної та емпіричної валідації. До проведення такої перевірки недоцільно встановлювати апіорні вагові коефіцієнти окремих вимірів.

Наступним етапом дослідження стало висування гіпотези медіаційного впливу якості управлінських рішень.

Зміст запропонованої залежності (рис. 3) полягає в тому, що цифрова зрілість не створює цінність безпосередньо. Її вплив реалізується через проміжний управлінський механізм.

Для забезпечення можливості подальшої емпіричної перевірки IDPM-Dev запропоновано виокремити самостійну групу показників якості управлінського рішення (Management Decision Quality Indicators - MDQI): 1) Decision Lead Time (DLT) - час від ідентифікації управлінського тригера до формалізованого рішення; 2) Data Currency Rate (DCR) - частка істотних рішень, прийнятих на основі даних, що відповідали встановленим вимогам актуальності; 3) Integrated Evidence Rate (IER) - частка рішень, для яких доказова

база сформована з декількох інтегрованих інформаційних контурів; 4) Forecast Accuracy Index (FAI) - ступінь відповідності прогнозованого та фактичного результату; 5) Decision Revision Rate (DRR) - частка істотних управлінських рішень, що потребували перегляду внаслідок неповноти або некоректності вихідної інформації; 6) Benefit Realization Rate (BRR) - ступінь фактичного досягнення вигід, закладених у рішенні; 7) Decision Learning Closure Rate (DLCR) - частка завершених управлінських рішень, за якими сформовано та включено до корпоративної бази знань формалізований управлінський урок.

Зазначені показники мають статус авторської концептуальної пропозиції і потребують емпіричного тестування, уточнення методики розрахунку та перевірки на валідність.

Їх запровадження створює можливість вимірювати те, що традиційно залишається «між» цифровою системою та фінансовим результатом, - якість самого управлінського процесу.

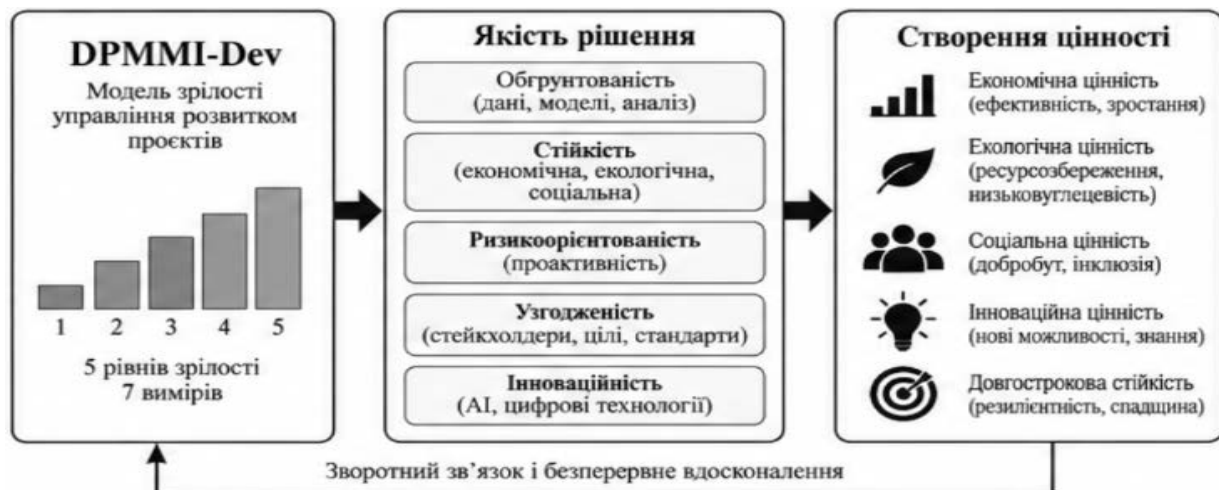


Рис. 3. Концептуальна модель трансформації цифрової зрілості у цінність девелоперського проекту
Модеруючі чинники: якість врядування; компетентність персоналу; якість вихідних даних; складність проекту; зовнішня невизначеність.
Джерело: розроблено автором на основі узагальнення [1; 4–8; 14; 15].

Таким чином, отримані результати дозволяють представити IDPM-Dev як взаємопов'язану систему чотирьох авторських конструкцій: IDPM-Dev - архітектура інтегрованого цифрового управління; SMDO - структурований об'єкт окремого управлінського рішення; DPMMI-Dev - модель оцінювання цифрово-управлінської зрілості організації; MDQI - система показників якості управлінських рішень.

Їх взаємозв'язок може бути формалізований так: *DPMMI-Dev* → *спроможність IDPM-Dev* → *якість SMDO/процесу рішення* → *MDQI* → *результати проекту* → *реалізація вигід* → *створена цінність* → *організаційне навчання* → *підвищення DPMMI-Dev*. У результаті виникає замкнений контур цифрово-управлінського розвитку девелоперської організації.

Це дозволяє уточнити наукову новизну яка полягає у розвитку концептуальних засад цифрової трансформації управління девелоперськими проектами шляхом зміщення центру цифрової архітектури з інформаційної моделі активу на структурований цикл прийняття управлінського рішення та створення цінності, що реалізується через взаємопов'язані конструкції IDPM-Dev, SMDO, DPMMI-Dev та MDQI.

При цьому інформаційне моделювання будівель, спільне середовище даних, цифровий двійник, інформаційні системи управління проектами, штучний інтелект та інші цифрові технології не заперечуються і не замінюються, а набувають функції інформаційно-аналітичного фундаменту інтегрованого управлінського контуру.

Висновки. Результати проведеного дослідження дають підстави стверджувати, що цифрова трансформація управління девелоперськими проектами є комплексним організаційно-управлінським процесом, результативність якого визначається не стільки рівнем упровадження окремих цифрових технологій, скільки здатністю інтегрувати інформаційні ресурси, управлінські процеси, механізми прийняття рішень і персональну відповідальність у єдину систему створення цінності. Такий підхід розширює традиційне розуміння цифровізації девелопменту та формує теоретичне

підґрунтя для переходу від технологічно орієнтованого до інтегрованого управління девелоперськими проектами.

Важливим науковим результатом є концептуалізація структурованого об'єкта управлінського рішення SMDO, який передбачає цифрову простежуваність взаємозв'язків між вихідними даними, аналітичними висновками, альтернативними сценаріями, прийнятими рішеннями, відповідальними особами та результатами їх реалізації. Такий підхід розширює можливості формування корпоративної пам'яті управлінських рішень, підвищення їх прозорості та створює методичні передумови для організаційного навчання на основі накопиченого проектного досвіду.

Практичне значення полягає в можливості використання запропонованих концептуальних положень девелоперськими організаціями для діагностики цифрової зрілості, удосконалення процедур прийняття управлінських рішень, підвищення прозорості відповідальності та формування внутрішніх механізмів оцінювання результативності цифрових змін. Водночас практичне застосування відповідних інструментів потребує їх подальшої методичної деталізації та емпіричної апробації.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з експертною валідацією структури IDPM-Dev, SMDO, DPMMI-Dev та MDQI, визначенням вимірюваних показників, шкал оцінювання і вагових коефіцієнтів, а також апробацією запропонованих підходів на фактичних даних девелоперських організацій. Окремим напрямом є емпірична перевірка гіпотези щодо опосередкованого впливу цифрової зрілості на створення цінності через підвищення якості управлінських рішень. Це дозволить визначити умови, за яких цифрова трансформація забезпечує не лише технологічне оновлення управлінських процесів, а й вимірювані організаційні та економічні результати.

Декларація щодо використання інструментів штучного інтелекту. В ході підготовки статті було використано інструменти генеративного штучного інтелекту (ChatGPT-4, 2023) для цілей пошуку та

узагальнення літератури та покращення логіки статті, генерування рисунків за заданими параметрами. Жоден текст, згенерований за допомогою штучного

інтелекту, не використовувався без критичного редагування. Автор несе повну відповідальність за науковість, точність та цілісність контенту.

Список використаних джерел:

1. Olanipekun A. O., Sutrisna M. Facilitating Digital Transformation in Construction – A Systematic Review of the Current State of the Art. *Frontiers in Built Environment*. 2021. Vol. 7. Art. 660758. DOI: <https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.660758>
2. Volk R., Stengel J., Schultmann F. Building Information Modeling (BIM) for Existing Buildings – Literature Review and Future Needs. *Automation in Construction*. 2014. Vol. 38. Pp. 109–127. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>
3. Ye Z., Antwi-Afari M. F., Tezel A., Manu P. Building Information Modeling (BIM) in Project Management: A Bibliometric and Science Mapping Review. *Engineering, Construction and Architectural Management*. 2025. Vol. 32, No. 5. Pp. 3078–3103. DOI: <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2023-0355>
4. Pan Y., Zhang L. A BIM-Data Mining Integrated Digital Twin Framework for Advanced Project Management. *Automation in Construction*. 2021. Vol. 124. Art. 103564. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103564>
5. Opoku D.-G. J., Perera S., Osei-Kyei R., Rashidi M. Digital Twin Application in the Construction Industry: A Literature Review. *Journal of Building Engineering*. 2021. Vol. 40. Art. 102726. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102726>
6. Abioye S. O., Oyedele L. O., Akanbi L., Ajayi A., Davila Delgado J. M., Bilal M., Akinade O. O., Ahmed A. Artificial Intelligence in the Construction Industry: A Review of Present Status, Opportunities and Future Challenges. *Journal of Building Engineering*. 2021. Vol. 44. Art. 103299. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103299>
7. Nguyen T. D., Adhikari S. The Role of BIM in Integrating Digital Twin in Building Construction: A Literature Review. *Sustainability*. 2023. Vol. 15, No. 13. Art. 10462. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151310462>
8. Lestari T. Y. Recent Advances in Construction Project Management: A Systematic Literature Review of Digital Transformation. *Journal of Advanced Engineering and Innovation*. 2024. Vol. 2, No. 2. Pp. 82–93. DOI: <https://doi.org/10.54518/jaei.2.2.2024.1298>
9. ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles. Geneva: International Organization for Standardization, 2018. URL: <https://www.scribd.com/document/498228104/ISO-19650-1-2018-FR-EN-pdf> (дата звернення: 16.06.2026).
10. ISO 19650-2:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 2: Delivery phase of the assets. Geneva: International Organization for Standardization, 2018. URL: <https://www.scribd.com/document/604704182/ISO-19650-2-2018-EN-FR-pdf> (дата звернення: 16.06.2026).
11. ISO 19650-3:2020. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 3: Operational phase of the assets. Geneva: International Organization for Standardization, 2020. URL: <https://www.scribd.com/document/1016032247/ISO-19650-3-2020> (дата звернення: 16.06.2026).
12. ISO 19650-4:2022. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 4: Information exchange. Geneva: International Organization for Standardization, 2022. URL: <https://www.scribd.com/document/891930818/SR-en-ISO-19650-4-2022-Engleza-pdf> (дата звернення: 21.06.2026).
13. ISO 19650-5:2020. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) – Information management using building information modelling – Part 5: Security-minded approach to information management. Geneva: International Organization for Standardization, 2020. URL: <https://www.scribd.com/document/1016032249/EN-ISO-19650-5-2020> (дата звернення: 16.06.2026).
14. ISO 21502:2020. Project, programme and portfolio management – Guidance on project management. Geneva: International Organization for Standardization, 2020. 52 p. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:21502:ed-1:v1:en> (дата звернення: 21.06.2026).
15. Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) and The Standard for Project Management. 7th ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2021. URL: <https://tegnum.edu.pe/wp-content/uploads/2023/09/Project-Management-Institute-A-Guide-to-the-Project-Management-Body-of-Knowledge-PMBOK-R-Guide-PMBOK%C2%AE%E8%8F-Guide-Project-Management-Institute-2021.pdf> (дата звернення: 21.06.2026).
16. Jiang Y., Su S., Zhao S., Zhong R. Y., Qiu W., Skibniewski M. J., Brilakis I., Huang G. Q. Digital twin-enabled synchronized construction management: A roadmap from Construction 4.0 towards future prospect. *Developments in the Built Environment*. 2024. Vol. 19. Art. 100512. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2024.100512>

17. Han Y., Du H. Development of a digital transformation maturity model for the construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*. 2025. Vol. 32, No. 7. Pp. 4384–4412. DOI: <https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2023-1009>
18. Фесун А., Кучеренко О., Федоров В., Крупник Д., Костенко Д. Цифрова зрілість будівельних компаній: економіко-управлінська проблематика, аналітичні індикатори та сценарії адаптації. Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. 2024. Вип. 53(3). С. 235–247. DOI: [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.53\(3\).235-247](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.53(3).235-247)
19. Штиль А. Аналіз впливу цифрових платформ на ефективність управлінських рішень у процесі реалізації будівельних проєктів. Містобудування та територіальне планування. 2026. № 91. С. 548–560. DOI: <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2026.91.548-560>
20. Nozari H., Bakhshi Movahed A., Szmelter-Jarosz A. Review of the Effects of Digital Transformation on the Construction Industry. *Journal of the Knowledge Economy*. 2026. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13132-026-03365-0>

References:

1. Olanipekun, A. O., & Sutrisna, M. (2021). Facilitating digital transformation in construction- A systematic review of the current state of the art. *Frontiers in Built Environment*, (7), Art. 660758. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.660758>
2. Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings- Literature review and future needs. *Automation in Construction*, (38), 109–127. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>
3. Ye, Z., Antwi-Afari, M. F., Tezel, A., & Manu, P. (2025). Building Information Modeling (BIM) in project management: A bibliometric and science mapping review. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 32(5), 3078–3103. <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2023-0355>
4. Pan, Y., & Zhang, L. (2021). A BIM-data mining integrated digital twin framework for advanced project management. *Automation in Construction*, (124), Art. 103564. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103564>
5. Opoku, D.-G. J., Perera, S., Osei-Kyei, R., & Rashidi, M. (2021). Digital twin application in the construction industry: A literature review. *Journal of Building Engineering*, (40), 102726. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102726>
6. Abioye, S. O., Oyedele, L. O., Akanbi, L., Ajayi, A., Davila Delgado, J. M., Bilal, M., Akinade, O. O., & Ahmed, A. (2021). Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges. *Journal of Building Engineering*, (44), Art. 103299. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103299>
7. Nguyen, T. D., & Adhikari, S. (2023). The role of BIM in integrating digital twin in building construction: A literature review. *Sustainability*, 15(13), 10462. <https://doi.org/10.3390/su151310462>
8. Lestari, T. Y. (2024). Recent advances in construction project management: A systematic literature review of digital transformation. *Journal of Advanced Engineering and Innovation*, 2(2), 82–93. <https://doi.org/10.54518/jaei.2.2.2024.1298>
9. International Organization for Standardization. (2018). ISO 19650-1:2018: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)- Information management using building information modelling- Part 1: Concepts and principles. <https://www.scribd.com/document/498228104/ISO-19650-1-2018-FR-EN-pdf>
10. International Organization for Standardization. (2018). ISO 19650-2:2018: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)- Information management using building information modelling- Part 2: Delivery phase of the assets. <https://www.scribd.com/document/604704182/ISO-19650-2-2018-EN-FR-pdf>
11. International Organization for Standardization. (2020). ISO 19650-3:2020: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)- Information management using building information modelling- Part 3: Operational phase of the assets. <https://www.scribd.com/document/1016032247/ISO-19650-3-2020>
12. International Organization for Standardization. (2022). ISO 19650-4:2022: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)- Information management using building information modelling- Part 4: Information exchange. <https://www.scribd.com/document/891930818/SR-en-ISO-19650-4-2022-Engleza-pdf>
13. International Organization for Standardization. (2020). ISO 19650-5:2020: Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)- Information management using building information modelling- Part 5: Security-minded approach to information management. <https://www.scribd.com/document/1016032249/EN-ISO-19650-5-2020>
14. International Organization for Standardization. (2020). ISO 21502:2020: Project, programme and portfolio management- Guidance on project management. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:21502:ed-1:v1:en>
15. Project Management Institute. (2021). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK®

guide) and the standard for project management (7th ed.). Project Management Institute.

16. Jiang, Y., Su, S., Zhao, S., Zhong, R. Y., Qiu, W., Skibniewski, M. J., Brilakis, I., & Huang, G. Q. (2024). Digital twin-enabled synchronized construction management: A roadmap from Construction 4.0 towards future prospect. *Developments in the Built Environment*, (19), Art. 100512. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2024.100512>

17. Han, Y., & Du, H. (2025). Development of a digital transformation maturity model for the construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 32(7), 4384–4412. <https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2023-1009>

18. Fesun, A., Kucherenko, O., Fedorov, V., Krupnyk, D., & Kostenko, D. (2024). Digital maturity of construction companies: Economic and managerial issues, analytical indicators, and adaptation scenarios. *Ways to Improve Construction Efficiency*, 3(53), 235–247. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.53\(3\).235-247](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2024.53(3).235-247)

19. Shtyl, A. (2026). Analysis of the impact of digital platforms on the effectiveness of management decisions in the process of implementing construction projects. *Urban Development and Spatial Planning*, (91), 548–560. <https://doi.org/10.32347/2076-815x.2026.91.548-560>

20. Nozari, H., Bakhshi Movahed, A., & Szmelter-Jarosz, A. (2026). Review of the effects of digital transformation on the construction industry. *Journal of the Knowledge Economy*. <https://doi.org/10.1007/s13132-026-03365-0>

Дата надходження статті: 02.09.2026 р.

Дата прийняття статті до друку: 14.10.2026 р.

Дата публікації (оприлюднення) статті: 26.10.2026 р.

Стаття поширюється на умовах ліцензії Creative Commons Attribution License International CC-BY.