



**KAPITEL 4 / CHAPTER 4<sup>4</sup>**  
**ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF DIGITAL TECHNOLOGY  
IMPLEMENTATION IN THE STRATEGIC MANAGEMENT OF  
CONSTRUCTION DEVELOPMENT COMPANIES: DEVELOPMENT AND  
VALIDATION OF NEW INDICATORS**

**DOI: 10.30890/2709-2313.2025-45-01-019**

## **Вступ**

Будівельна галузь, незважаючи на її величезний глобальний масштаб та значні економічні обсяги, що вимірюються трильйонами доларів щорічних витрат на товари та послуги, традиційно залишається однією з найменш цифровізованих сфер економіки. Ця ситуація створює значний потенціал для підвищення ефективності та створення цінності через впровадження цифрових технологій. У контексті національного розвитку, особливо для країн, що переживають відбудову, як, наприклад, Україна, цифровізація будівельної галузі є ключовим аспектом її подальшого прогресивного розвитку [1]. Це підкреслює не лише економічну, а й соціальну значущість ефективного управління цифровою трансформацією.

Будівельна галузь є одним із найбільших секторів у світі, що характеризується значними обсягами інвестицій та впливом на економіку. Однак, попри її масштаби, продуктивність у цьому секторі зростала в середньому лише на 1% на рік протягом останніх двох десятиліть, що значно нижче, ніж в інших галузях [2]. Ця історична недоцифровізація вказує на значний невикористаний потенціал для підвищення ефективності та створення цінності за допомогою цифрових технологій. Успішне впровадження цифровізації може призвести до значних економічних вигод, перетворюючи навіть незначні покращення у цифровій адаптації на суттєві результати.

На національному рівні, зокрема в Україні, цифровізація будівельної галузі розглядається як критично важливий елемент для її подальшого прогресивного розвитку та відбудови країни в цілому [1].

---

<sup>4</sup>*Authors: Romanenko Olesia Valeriivna*

*Author's sheets: 1,05*



#### **4.1 Інтеграція цифрових технологій у стратегічне управління будівельними девелоперськими компаніями**

Будівельна галузь активно інтегрує широкий спектр цифрових технологій, які трансформують кожен етап життєвого циклу проєкту – від початкового проєктування до експлуатації. Серед ключових технологій, що вже активно застосовуються, є інформаційне моделювання будівель (BIM), віртуальна та доповнена реальність (VR/AR), дрони, роботи, штучний інтелект (AI), включаючи машинне навчання (ML), Інтернет речей (IoT), Big Data, Data Science та Data Analytics, а також інтегровані системи управління, такі як CRM та ERP [1]. Ці інструменти дозволяють автоматизувати процеси, підвищити точність, оптимізувати робочі процеси та прокласти шлях до інтелектуальних будівельних практик.

Особливо помітною є роль штучного інтелекту, який перетворюється на всеосяжну категорію, що замінює попередні окремі тенденції, такі як прикладний ШІ, генеративний ШІ, індустріалізація машинного навчання та розробка програмного забезпечення нового покоління. З'являються нові напрямки, такі як агентний ШІ та спеціалізовані напівпровідники, що вказує на перехід до більш автономних та спеціалізованих застосувань ШІ. Автономні системи, включаючи фізичних роботів та цифрових агентів, переходять від пілотних проєктів до практичних застосувань, навчаючись, адаптуючись та співпрацюючи. Це дозволяє автоматизувати складні завдання, такі як створення планів ремонту, контроль якості та замовлення запчастин [3].

Швидка еволюція та конвергенція цифрових технологій, особливо зростання ШІ як всеосяжної категорії та поява автономних систем, свідчать про те, що цифрова трансформація є не статичною метою, а безперервним, динамічним процесом. Це вимагає розробки адаптивних та перспективних рамок оцінки, здатних оцінювати вплив нових технологій та їх синергетичні ефекти, а не обмежуватися фіксованим набором інструментів. Оскільки технології постійно змінюються, будь-яка система оцінки повинна бути гнучкою, щоб



інтегрувати нові та майбутні рішення.

Стратегічне управління є безперервним, ітеративним процесом, що має вирішальне значення для безперебійної діяльності та сталого зростання будівельних компаній. Цей процес включає кілька ключових етапів: встановлення чіткого бачення, всебічний аналіз поточного стану (включаючи SWOT-аналіз), визначення конкретних, вимірюваних, досяжних, релевантних та обмежених у часі (SMART) цілей, розробку надійних стратегій, ретельне планування впровадження та постійний перегляд та адаптацію [4].

Основні стратегічні цілі будівельних девелоперських компаній зазвичай включають: максимізацію прибутку, забезпечення стабільного та сталого розвитку, підтримку фінансової стійкості, досягнення високої операційної ефективності, безперервне підвищення якості, ефективне зниження витрат, сприяння інноваціям та забезпечення міцної, стійкої позиції на ринку [5]. Ці цілі формують основу для всіх бізнес-рішень та інвестицій.

Інтеграція цифрових технологій у стратегічне управління означає фундаментальний перехід від простого використання цифрових інструментів для тактичних покращень до докорінного переосмислення бізнес-моделей, ціннісних пропозицій та організаційних можливостей [6]. Цифрова трансформація, якщо нею стратегічно керувати, виходить за рамки простих вигод від підвищення ефективності, дозволяючи створювати абсолютно нові стратегічні можливості, такі як прийняття рішень на основі даних, підвищення організаційної гнучкості та розробка нових послуг. Це означає, що оцінка ефективності повинна враховувати не лише операційні покращення, а й стратегічні дивіденди, такі як диференціація на ринку, конкурентна перевага та довгострокова організаційна стійкість.

Незважаючи на значні глобальні інвестиції у цифрову трансформацію, які, за прогнозами, досягнуть майже 4 трильйонів доларів до 2027 року, значна частина організацій (70%) стикається з труднощами у реалізації відчутної цінності від цих інвестицій [7]. Цей факт вказує на критичний розрив між виділенням капіталу та досягненням вимірюваного, позитивного впливу.



Існуюча наукова література прямо визнає прогалину у знаннях щодо управління цифровою трансформацією з точки зору компаній, особливо стосовно практичної реалізації та отримання цінності [8]. Існує визнана потреба у створенні узгодженої та всеосяжної системи показників оцінки управлінських витрат та отриманих результатів. Більшість досліджень зосереджуються на технологічних досягненнях, а не на практиках управління компаніями та організаційних змінах, необхідних для ефективної трансформації. Крім того, відсутній цілісний, системний синтез трьох вимірів цифрової трансформації – технологічних інновацій, розвитку бізнесу та еволюції бізнес-екосистеми – з точки зору компаній [8]. Це свідчить про необхідність розробки нових показників, які б надавали комплексне уявлення про ефективність, виходячи за рамки традиційних метрик.

Цифрова трансформація у будівельній галузі є складним, багатогранним процесом, що визначається як потужними рушійними силами, так і значними бар'єрами (Таблиця 1). Розуміння цих аспектів є ключовим для розробки ефективних стратегій та показників оцінки.

**Таблиця 1 – Рушійні сили та бар'єри цифрової трансформації будівельного девелопмента**

Рушійні сили цифрової трансформації	Бар'єри та виклики цифровій трансформації
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Перехід до індустрії, орієнтованої на дані</li> <li>• Автоматизація рутинних завдань</li> <li>• Підвищення точності даних та розрахунків</li> <li>• Стандартизація, спільні інформаційні моделі та покращена співпраця</li> <li>• Підвищення продуктивності та ефективності</li> <li>• Покращення безпеки та управління ризиками</li> <li>• Зниження витрат</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Фрагментація галузі та зацікавлених сторін</li> <li>• Складність взаємодії даних та погане управління даними</li> <li>• Обмежений вплив одного учасника в екосистемі</li> <li>• Опір змінам та дефіцит навичок у персоналу</li> <li>• Високі витрати на впровадження та недостатнє фінансування</li> <li>• Недостатньо розгалужена ІТ-інфраструктура</li> <li>• Відсутність прямого діалогу з</li> </ul>



Рушійні сили цифрової трансформації	Бар'єри та виклики цифровій трансформації
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Покращення якості будівництва</li> <li>• Сприяння сталому розвитку</li> <li>• Покращення взаємодії з клієнтами</li> <li>• Гнучкість та адаптивність</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>кінцевими користувачами</li> <li>• Загрози кібербезпеці</li> <li>• Низький рівень цифрової грамотності населення</li> </ul>

*Джерело: авторська розробка*

## 4.2 Моделі цифрової зрілості компаній

Важливими інструментами для оцінки поточного стану цифрової трансформації підприємства та визначення напрямків для подальшого розвитку є моделі цифрової зрілості. Вони допомагають компаніям зрозуміти, наскільки добре вони можуть визначати, контролювати, прогнозувати та постійно покращувати свої процеси цифрової трансформації.

Існують різні моделі цифрової зрілості [11], такі як модель Deloitte, що оцінює організацію за п'ятьма ключовими напрямками: лідерство, культура, технології, клієнтоорієнтованість, інновації. Інші моделі, наприклад, розроблені для будівельних підприємств, включають шість основних та двадцять вторинних показників, що охоплюють цифрову стратегію, технології, дані, організацію та управління змінами. PwC також пропонує рамки оцінки цифрової зрілості, що включають стратегічне керівництво, результати бізнес-додатків, підтримку технічних можливостей, підтримку можливостей даних, підтримку організаційних можливостей та цифрову трансформацію.

Загальні виміри, які часто зустрічаються у моделях цифрової зрілості, включають [11-12]:

1. *Лідерство та стратегія.* Визначає рівень узгодженості цифрового стратегічного планування з довгостроковими цілями підприємства та рівень відданості керівництва впровадженню цифрової трансформації.

2. *Технології.* Зосереджується на оптимізації цифрової інфраструктури для ефективності, масштабованості та інновацій, забезпечуючи прийняття безпечних та надійних систем.



3. *Люди та культура.* Оцінює наявність кваліфікованої та адаптивної робочої сили, а також культуру, що сприяє інноваціям та співпраці.

4. *Процеси та операції.* Вдосконалення організаційних процесів через оптимізацію та автоматизацію, усунення надмірностей та узгодження робочих процесів зі стратегічними цілями.

5. *Дані та аналітика.* Оцінює здатність підприємства збирати, аналізувати та використовувати дані для прийняття стратегічних рішень та прогнозування тенденцій.

6. *Управління змінами та інновації.* Здатність організації адаптуватися до змін та постійно впроваджувати нові ідеї.

7. *Взаємозв'язок.* Стосується інтеграції систем та процесів як всередині компанії, так і з зовнішніми партнерами.

Цифрова зрілість дозволяє підприємствам перетворювати свої традиційні операції на потреби учасників у реальному часі та відображає їх через поточні операції, дії та процеси [13]. Вона є бажаним кінцевим станом, якого має досягти компанія в результаті стратегічних ініціатив з цифрової трансформації, а її показники демонструють, наскільки успішно реалізовано заплановані зміни.

Зв'язок між вимірами цифрової зрілості та стратегічними цілями будівельних компаній є непрямим, але глибоким. Хоча документ прямо не пов'язує виміри цифрової зрілості з такими стратегічними цілями, як безпека, продуктивність та сталий розвиток, він надає основу для оцінки цифрової зрілості будівельних підприємств. Метою цифрової трансформації є забезпечення якості, зниження витрат, підвищення ефективності та захист навколишнього середовища шляхом оптимізації та трансформації різних процесів [11]. Таким чином, зрілість у вимірах технологій, процесів, даних та організації безпосередньо сприяє досягненню цих стратегічних цілей. Наприклад, оптимізована цифрова інфраструктура (вимір технологій) підтримує масштабованість та гнучкість, підвищує ефективність та надійність операційних процесів, а також розширює можливості використання даних для стратегічного прийняття рішень, що безпосередньо впливає на продуктивність та зниження



витрат. Подібним чином, покращення процесів через оптимізацію та автоматизацію (вимір операцій) призводить до підвищення ефективності та продуктивності, зниження операційних витрат та покращення розподілу ресурсів.

### 4.3 Традиційні показники ефективності впровадження технологій

Оцінка ефективності впровадження технологій у будівельній галузі є складним завданням, що вимагає врахування як фінансових, так і нефінансових аспектів. Існуючі підходи варіюються від суто кількісних до якісних, кожен з яких має свої переваги та обмеження (Таблиця 2).

**Таблиця 2 – Традиційні показники ефективності впровадження технологій**

Показник	Формула розрахунку показника	Роль у стратегічному управлінні	Обмеження при оцінці
<b>ФІНАНСОВІ ПОКАЗНИКИ</b>			
Рентабельність інвестицій (ROI)	$ROI = \frac{\text{чистий прибуток}}{\text{вартість проекту}} 100\%$	допомагають у прийнятті фінансових рішень, розподілі ресурсів, оцінці ризиків та продуктивності	схильні не враховувати непрямі переваги, довгострокову стратегічну цінність та нефінансові наслідки впровадження цифрових технологій
Зниження вартості проекту (В)	$V = \frac{V_b - V_p}{V_b} 100\%$ V <sub>б</sub> – базова вартість проекту V <sub>п</sub> – поточна вартість проекту		
<b>ОПЕРАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ</b>			
Скорочення циклу проектування (Ц)	$C = \frac{T_b - T_p}{T_b} 100\%$ T <sub>б</sub> – час базовий T <sub>п</sub> – час поточний	посилюють цифрову культуру та мотивацію персоналу,	частіше орієнтовані на окремі проекти або технології, а не на стратегічні цілі компанії в цілому
Зменшення кількості дефектів	Кількість дефектів на 1000 м <sup>2</sup> при здачі об'єкта	допомагають при оцінці ефективності цифрової трансформації	
Збільшення продуктивності праці	Обсяг виконаних робіт (наприклад, в м <sup>3</sup> ) на одного робітника за одиницю часу		



Показник	Формула розрахунку показника	Роль у стратегічному управлінні	Обмеження при оцінці
Зниження коефіцієнту травматизму	$T = \frac{НВ}{П} 100\%$ НВ – кількість нещасних випадків П – кількість працівників		
<b>МАРКЕТИНГОВІ ПОКАЗНИКИ</b>			
Коефіцієнт конверсії VR-турів (K)	$K = \frac{У}{VR} 100\%$ У – кількість угод VR – кількість VR-туров	оцінюють вплив цифрових технологій на взаємовідносини з клієнтами та позиціонування компанії на ринку	часто фіксують лише миттєву реакцію ринку, тоді як цифрові технології (ВІМ-модельовання, ERP-системи) впливають на стратегічну ефективність
Індекс задоволеності клієнтів (CSAT)	Середня оцінка за шкалою від «1» до «5»		
Скорочення циклу продажу	Середній час від першого контакту з клієнтом до укладення угоди		
Вартість залучення клієнта (CAC)	$CAC = \frac{\text{витрати на залучення}}{\text{к – ть нових клієнтів}}$		
<b>ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ</b>			
Лінгвістичні шкали	«так» / «ні» «достатній рівень» / «недостатній рівень» «низький» / «середній» / «високий»	самооцінювання підприємством свого поточного рівня цифровізації та моніторинг його зміни оцінювання існуючого стану цифровізації та моніторинг його зміни	характеризуються високою суб'єктивністю, що ускладнює порівняння результатів між різними компаніями або за різні періоди часу
Експертні оцінки	Від «1» до «5» Від «1» до «10»		

Джерело: сформовано автором на основі [14]

#### 4.4 Розробка нових показників ефективності впровадження цифрових технологій у стратегічне управління

Виходячи з аналізу існуючих підходів та виявлених прогалин, пропонується розробити нові показники, які забезпечать більш цілісну, стратегічно





орієнтовану та вимірювану оцінку ефективності впровадження цифрових технологій у будівельних девелоперських компаніях. Ці показники мають на меті подолати обмеження традиційних метрик, враховуючи як фінансові, так і нефінансові аспекти, а також довгострокову стратегічну цінність.

Концептуальна основа для нових показників базується на ідентифікованих прогалинах у знаннях, які включають відсутність цілісного погляду на цифрову трансформацію, недостатню увагу до стратегічної відповідності та проблеми з ефективним отриманням цінності від технологічних інновацій. Для досягнення всебічної оцінки, нові показники повинні інтегрувати виміри цифрової зрілості (технології, люди, процеси, дані, стратегія, культура, управління) зі стратегічними цілями будівельних компаній (прибутковість, сталий розвиток, ефективність, інновації, ринкова позиція, безпека, задоволеність клієнтів).

Важливою особливістю цієї концепції є багаторівнева оцінка, що охоплює мікрорівень (проекти), мезорівень (компанія) та макрорівень (галузь/екосистема) [6]. Це дозволить не тільки оцінювати вплив цифрових технологій на конкретні проекти, але й розуміти їхній внесок у загальну стратегічну ефективність компанії та її позицію в ширшій галузевій екосистемі.

Нижче наведено шість запропонованих нових показників, кожен з яких спрямований на вирішення конкретних аспектів ефективності цифрової трансформації у стратегічному управлінні (Таблиця 3).

**Таблиця 3 – Нові показники ефективності впровадження цифрових технологій у стратегічне управління**

Показник	Формула розрахунку	Сутність показника
Індекс стратегічної відповідності (ICB)	$ICB = \sum_{i=1}^n n((W_i \times S_i))$ де $W_i$ – вага $i$ -ї стратегічної цілі, $S_i$ – оцінка відповідності цифрових ініціатив $i$ -й стратегічній цілі, $N$ – загальна кількість стратегічних цілей.	вимірює ступінь узгодженості цифрових інновацій зі стратегічними цілями
Коефіцієнт реалізації цифрової цінності (КРЦЦ)	$КРЦЦ = (PF + PN) / CD$ де	кількісно визначає фінансову та нефінансову цінність,



Показник	Формула розрахунку	Сутність показника
	$PF$ – фінансові вигоди, $PN$ – кількісно оцінені нефінансові переваги, $CD$ – витрати на цифрові інвестиції	отриману на одиницю цифрових інвестицій
Показник організаційної гнучкості та адаптивності (ПОГА)	$ПОГА = VP + ШР + ЦГ + ОГ$ де $VP$ – час виходу на ринок, $ШР$ – швидкість реінжинірингу, $ЦГ$ – рівень цифрової грамотності, $ОГ$ – сприйняття організаційної гнучкості (Показники нормалізуються до спільної шкали перед агрегацією – можуть бути експертні оцінки)	оцінює здатність компанії щодо швидко реагувати на зміни ринку та успішно впроваджувати нові технології
Зрілість прийняття рішень на основі даних (ЗПРД)	$ЗПРД = ІУД * ІПД * ІВА * ІВР$ де $ІУД$ – індекс управління даними, $ІПД$ – індекс інтеграції даних, $ІВА$ – індекс використання аналітики, $ІВР$ – індекс впливу рішень (Кожен індекс оцінюється за шкалою від 0 до 1).	оцінює ступінь приймання стратегічних та операційних рішень на основі всебічних, актуальних цифрових даних
Індекс інтеграції екосистеми (ІЕ)	$ІЕ = КСП + ЧОІ + СЛС$ де $КСП$ – кількість спільних платформ, $ЧОІ$ – частота обміну інформацією, $СЛС$ – сприйнята легкість співпраці (Показники нормалізуються до спільної шкали).	вимірює рівень цифрової співпраці та інтеперабельності з зовнішніми зацікавленими сторонами
Сталий цифровий вплив (СЦВ)	$СЦВ = (ЗВ + ЗЕ + З(CO_2)) * ІВ$ де $ЗВ$ – відсоток зменшення відходів, $ЗЕ$ – відсоток зниження енергоспоживання, $З(CO_2)$ – відсоток зниження викидів $CO_2$ , $ІВ$ – індекс відповідності "зеленим" стандартам (Показники нормалізуються до спільної шкали).	оцінює внесок цифрових технологій у досягнення цілей сталого розвитку

Джерело: авторська розробка

Індекс стратегічної відповідності (ІСВ) розроблений для вимірювання ступеня, до якого цифрові ініціативи безпосередньо підтримують та сприяють



досягненню основних стратегічних цілей компанії. Він враховує потребу у чіткому стратегічному баченні цифрової трансформації та узгодженні інновацій зі стратегічними цілями. ІСВ може бути розрахований як комбінований показник, що поєднує якісну оцінку з кількісним відображенням:

– *якісна складова*: проводиться експертна оцінка (наприклад, за методом Дельфі) та опитування керівництва та ключових співробітників щодо того, наскільки кожна цифрова ініціатива сприяє досягненню конкретних SMART-цілей компанії (наприклад, підвищення прибутку, розширення ринку, покращення якості).<sup>13</sup> Оцінка може здійснюватися за лінгвістичною шкалою (наприклад, від 1 до 5, де 1 – відсутня відповідність, 5 – повна відповідність).

– *кількісна складова*: визначається відсоток цифрових проєктів, які мають чітко визначені та вимірювані зв'язки зі стратегічними цілями компанії. Також може враховуватися вага, присвоєна кожній стратегічній цілі, та ступінь її досягнення за допомогою цифрових інструментів.

*Коефіцієнт реалізації цифрової цінності (КРЦЦ)* кількісно визначає відчутну та невідчутну цінність, отриману на одиницю цифрових інвестицій, виходячи за рамки простого ROI. Він безпосередньо відповідає на проблему, що 70% організацій не отримують очікуваної цінності від своїх цифрових інвестицій, та на необхідність ефективного отримання цінності. КРЦЦ розраховується як відношення сукупних вигод (фінансових та кількісно оцінених нефінансових) до загальних витрат на цифрові інвестиції. Фінансові вигоди включають пряме збільшення прибутку, зниження операційних витрат, економію часу (конвертовану у грошовий еквівалент), зменшення переробок та підвищення ефективності ресурсів. Кількісно оцінені нефінансові переваги:

– покращення безпеки: вимірюється через зниження рівня інцидентів та зменшення кількості втрачених днів, може бути конвертовано у грошовий еквівалент через зниження страхових премій, витрат на лікування та компенсації;

– покращена співпраця: оцінюється через зменшення часу на комунікацію та координацію, що призводить до прискорення виконання проєктів, може бути кількісно оцінено через економію робочого часу;



– покращення якості: вимірюється через зменшення кількості дефектів та необхідності переробок, може бути конвертовано у грошовий еквівалент через зниження витрат на виправлення помилок;

– задоволеність клієнтів: оцінюється через збільшення кількості кваліфікованих лідів, зростання показників утримання клієнтів або зменшення кількості скарг.

Витрати на цифрові інвестиції: Включають витрати на програмне забезпечення, обладнання, навчання персоналу, консалтинг та підтримку.

*Показник організаційної гнучкості та адаптивності (ПОГА)* оцінює здатність компанії швидко реагувати на зміни ринку та успішно впроваджувати нові технології, що є прямим наслідком ефективної цифрової трансформації. ПОГА є композитним показником, що включає кілька метрик:

– час виходу на ринок (Time-to-Market) для нових проєктів/послуг: середній час від ідеї до реалізації нового проєкту або впровадження нової послуги, що стала можливою завдяки цифровізації;

– швидкість реінжинірингу процесів: час, необхідний для адаптації або повного перепроєктування ключових бізнес-процесів у відповідь на зміни ринку або технологічні інновації;

– рівень цифрової грамотності співробітників: оцінюється через внутрішні тести, сертифікації або опитування; низький рівень цифрової грамотності є існуючим бар'єром;

– сприйняття організаційної гнучкості: оцінюється за допомогою регулярних опитувань співробітників щодо їхнього сприйняття здатності компанії адаптуватися до змін.

*Зрілість прийняття рішень на основі даних (ЗПРД)* оцінює ступінь, до якого стратегічні та операційні рішення приймаються на основі всебічних, актуальних цифрових даних. Він відображає перехід до індустрії, орієнтованої на дані, що є ключовим рушієм цифрової трансформації. ЗПРД може бути оцінений шляхом аналізу таких показників як:

– управління даними: наявність та ефективність політик і процедур збору,



зберігання, обробки та захисту даних;

– інтеграція джерел даних: кількість та якість інтеграції даних з різних цифрових систем (BIM, IoT, ERP, CRM, Big Data) [15-16];

– використання аналітичних інструментів: впровадження та використання інструментів Data Science та Data Analytics, включаючи AI/ML для прогнозової аналітики [17];

– частота та вплив рішень, заснованих на даних: оцінка кількості та успішності рішень, що були прийняті безпосередньо на основі аналізу даних; може включати аудит процесів прийняття рішень та оцінку результатів.

*Індекс інтеграції екосистеми (ІЕ)* вимірює рівень цифрової співпраці та інтероперабельності з зовнішніми зацікавленими сторонами, такими як клієнти, постачальники та партнери. Він спрямований на подолання фрагментації галузі та покращення співпраці [15]. ІЕ може бути розрахований на основі:

– впровадження спільних цифрових платформ: відсоток проєктів, що використовують спільні хмарні платформи (наприклад, Common Data Environments, інтегровані BIM-системи) для обміну інформацією з партнерами;

– частота цифрового обміну інформацією: кількість цифрових транзакцій або обмінів даними з ключовими партнерами за певний період;

– сприйнята легкість співпраці: оцінка партнерами та клієнтами легкості цифрової взаємодії з компанією (наприклад, через опитування).

*Сталий цифровий вплив (СЦВ)* показник оцінює внесок цифрових технологій у досягнення цілей сталого розвитку та відповідальних інновацій у будівельній галузі. Це відображає зростаючий тиск на будівельний сектор щодо зменшення викидів та сталого розвитку [18]. СЦВ є композитним показником, що включає:

– зменшення відходів: відсоток зменшення будівельних відходів, що пов'язано з оптимізованим проєктуванням (BIM), точним розрахунком матеріалів (МТО) та кращим управлінням ресурсами за допомогою цифрових інструментів;

– зниження енергоспоживання та викидів CO<sub>2</sub>: відсоток зменшення



енергоспоживання та викидів вуглекислого газу, досягнутий за рахунок використання цифрових технологій (наприклад, оптимізація енергоспоживання будівель, інтелектуальні системи управління HVAC, оптимізація логістики);

– впровадження "зелених" стандартів: кількість проєктів, що відповідають міжнародним "зеленим" будівельним нормам або отримують відповідні сертифікати, завдяки використанню цифрових рішень.

Всі ці нові показники, об'єднані у комплексну систему, дозволять будівельним девелоперським компаніям отримати більш глибоке та стратегічно значуще розуміння ефективності своїх цифрових інвестицій, виходячи за рамки оперативних покращень та враховуючи довгостроковий вплив на бізнес-модель та екосистему.

#### **4.5 Валідація нових показників оцінки ефективності цифрової трансформації**

Розробка нових показників є лише першим кроком; їхня ефективність та надійність повинні бути науково підтверджені. Валідація показників є критично важливим етапом для забезпечення їхньої точності, надійності та релевантності [19]. Далі розглянемо методологію валідації та рамки для впровадження запропонованих показників у практику будівельних девелоперських компаній. В Таблиці 4 наведено основні етапи процесу валідації.

**Таблиця 4 – Процес валідації нових показників оцінки ефективності цифрової трансформації у стратегічному управлінні**

Етапи валідації	Дії щодо валідації
1. Концептуалізація конструкту	Чітке визначення теоретичної основи кожного показника та його зв'язку з цифровою трансформацією й стратегічним управлінням. Деталізацію того, що саме має вимірювати кожен показник, і як він вписується у ширший контекст ефективності.



Етапи валідації	Дії щодо валідації
2. Операціоналізація	Перетворення концепцій на вимірювані змінні та конкретні методи збору даних. Розробка анкет, визначення джерел даних (наприклад, ERP-системи, дані ВІМ, сенсорні дані IoT, опитування співробітників та клієнтів), а також процедур їх збору та обробки.
3. Змістова валідність	Забезпечення того, що показники охоплюють усі важливі аспекти вимірюваного конструкту. Це може бути досягнуто шляхом проведення експертної оцінки, наприклад, за допомогою методу Дельфі, де панель досвідчених фахівців (керівників, науковців, консультантів) оцінює релевантність, повноту та ясність формулювань кожного показника.
4. Конструктивна валідність	Підтвердження того, що показники дійсно вимірюють ті конструкції, для яких вони були розроблені, і що вони відрізняються від інших, пов'язаних конструкцій. Це може вимагати емпіричного тестування, такого як факторний аналіз, для виявлення прихованих факторів та взаємозв'язків між показниками.
5. Критеріальна валідність	Демонстрація того, що нові показники корелюють з існуючими, перевіреними показниками ефективності (наприклад, прибутковість проєктів, терміни завершення, задоволеність клієнтів). Це дозволяє підтвердити прогностичну силу нових показників.
6. Надійність	Оцінка послідовності вимірювань з часом та в різних контекстах, повторні вимірювання або використання різних джерел даних для перевірки стабільності результатів.
7. Пілотне тестування	Застосування розроблених показників у невеликій вибірці будівельних девелоперських компаній. Це дозволить виявити практичні виклики, уточнити методологію збору даних та вимірювання, а також внести необхідні корективи до показників.
8. Документування	Формалізація визначень, методів вимірювання, джерел даних та рекомендацій щодо інтерпретації для кожного показника. Документація повинна бути чіткою та доступною, щоб забезпечити послідовне застосування показників.

*Джерело: сформовано автором на основі [19-21]*



Успішне впровадження запропонованих показників вимагає системного підходу та інтеграції їх в існуючі процеси стратегічного управління. Ключові елементи рамок впровадження включають [22]:

- 1) *лідерська відданість* – керівництво компанії повинно демонструвати чітку відданість цифровій трансформації та впровадженню нових показників, що передбачає виділення необхідних ресурсів, підтримку ініціатив та формування культури, орієнтованої на дані та інновації;
- 2) *міжфункціональні команди* – створення спеціалізованих міжфункціональних команд, що включають експертів з ІТ, операцій, фінансів, стратегії та аналітики. Ці команди відповідатимуть за збір даних, аналіз, звітність та інтеграцію показників у процеси прийняття рішень;
- 3) *технологічна інфраструктура* – забезпечення наявності надійних ІТ-систем для збору, зберігання, обробки та аналізу даних. Це включає впровадження або інтеграцію ERP, CRM, BІM-систем, ІоТ-платформ та інструментів аналітики даних;
- 4) *навчання та підвищення кваліфікації* – надання комплексного навчання для співробітників на всіх рівнях щодо використання нових цифрових інструментів та принципів прийняття рішень на основі даних. Це допоможе подолати опір змінам та дефіцит навичок;
- 5) *постійний моніторинг та адаптація* – впровадження механізмів постійного моніторингу прогресу, регулярного вимірювання результатів за допомогою нових показників та адаптації стратегій у відповідь на зміни ринку або внутрішні потреби. Це забезпечує гнучкість та актуальність системи оцінки;
- 6) *інтеграція зі стратегічним плануванням* – безпосереднє вбудовування нових показників у процеси стратегічного планування та управління ефективністю компанії. Це дозволить використовувати показники для встановлення SMART-цілей, відстеження прогресу та коригування стратегічних напрямків.

Описана методологія забезпечує наукову обґрунтованість запропонованих показників та створює практичні рамки для їх ефективного впровадження, що дозволить будівельним девелоперським компаніям не тільки вимірювати, а й





активно управляти своєю цифровою трансформацією.

Аналіз реальних кейсів впровадження цифрових технологій провідними будівельними компаніями демонструє значний потенціал цифровізації та підкреслює актуальність розробки комплексних показників ефективності (Таблиця 5).

**Таблиця 5 – Приклади ефективної цифрової трансформації в міжнародних будівельних компаніях**

Компанія	Впроваджені цифрові проекти	Результат / ефективність
Vinci Construction (Європа, Африка, Америка, Азія)	платформа OpenSpace для автоматизації документів та порівняння з BIM-моделями; Appaloosa для розгортання мобільних додатків	1) Заощадження близько 6000 годин щорічно на документуванні; 2) спрощення доступу до корпоративних додатків та покращення командної роботи
STRABAG (Європа)	1) штучний інтелект та генеративний дизайн, централізований Data Science Hub для збору, аналізу та обміну даними між проектами; 2) платформа DARIA для аналізу ризиків на основі ШІ; 3) 3D-друк бетоном, доповненого ШІ; 4) BIM 5D® робочі станції	1) генерація та оцінка сотень варіантів дизайну за короткий проміжок часу з оптимізацією енергоспоживання, викидів вуглецю та виробничих витрат; 2) досягнення 80% точності у прогнозуванні ризиків; 3) швидше, більш ефективно будівництво; 4) скорочення часу та ресурсів на етапі планування
Wesbuilt Construction (США)	3D-цифрові двійники Matterport + платформа управління проектами Procore	покращення співпраці, зниження кількості помилок та пропусків у документах на 61%, скорочення тривалості проектів на 22%, зменшення кількості претензій на 17%
Prime Build (Австралія)	платформа управління проектами Procore	скорочення часу реагування на запити інформації в 10 разів, що призвело до консолідації системи та оптимізації управління проектами
Camden Property Trust (США)	використання електронного підпису DocuSign	скорочення середнього часу на підписання та завершення документації у шість разів (з майже двох тижнів до двох днів), що заощадило понад 25 000 доларів щорічно на витратах на доставку
Chris Ledet Homes (США)	програмне забезпечення для забудовників Buildertrend	економія щонайменше 40 годин на тиждень, головним чином за рахунок прискорення комунікації
Turner	платформа DroneDeploy	скорочення часу перевірки на понад 95



Construction (США)	для робототехніки	відсотків за рахунок автономного мобільного роботизованого картографування
Andrade Gutierrez (Південна Америка)	Інструмент генеративного планування будівництва ALICE Optimize	скорочення загального терміну виконання проекту на 16%, збільшення коефіцієнта використання людських ресурсів з 84% до 91%, заощадження ~ 2,7% від загальної вартості проекту на накладних витратах

*Джерело: сформовано автором на основі [17; 23]*

Запропоновані нові показники (Таблиця 3) можуть забезпечити більш цілісну та стратегічну оцінку зусиль вищезазначених будівельних компаній у цифровій трансформації, виходячи за рамки лише оперативних метрик.

**Індекс стратегічної відповідності (ІСВ):** для Vinci та STRABAG, ІСВ дозволив би оцінити, наскільки впровадження OpenSpace, генеративного дизайну та платформ для аналізу ризиків безпосередньо узгоджується з їхніми довгостроковими цілями щодо підвищення ефективності, інновацій та сталого розвитку. Це дозволило б кількісно оцінити, чи є ці технології просто інструментами, чи вони є частиною більш широкої стратегічної трансформації.

**Коефіцієнт реалізації цифрової цінності (КРЦЦ)** дозволив би не тільки врахувати пряму економію часу та коштів, як у випадку Vinci (6000 годин на рік), а й кількісно оцінити нефінансові переваги, такі як покращення якості (зменшення дефектів завдяки Field Notes у Vinci), покращення безпеки (завдяки AI-аналізу ризиків у STRABAG) та підвищення задоволеності клієнтів (як у випадку Wesbuilt Construction). Це надало б повну картину цінності, отриманої від цифрових інвестицій.

**Показник організаційної гнучкості та адаптивності (ПОГА)** дозволив би оцінити, наскільки швидко Vinci змогла впровадити OpenSpace у всі проекти (швидше, ніж будь-яка інша технологія раніше). Для STRABAG, це відобразило б їхню здатність адаптуватися до нової, керованої даними культури, незважаючи на початковий опір.

**Зрілість прийняття рішень на основі даних (ЗПРД)** дозволив би оцінити ефективність Data Science Hub STRABAG у централізації даних та покращенні точності прогнозування ризиків до 80%. Це також відобразило б, наскільки



рішення у Vinci приймаються на основі даних, зібраних через OpenSpace.

**Індекс інтеграції екосистеми (ІЕ)** дозволив би оцінити, наскільки цифрові платформи Vinci та STRABAG сприяють безперебійній співпраці з підрядниками, постачальниками та іншими зацікавленими сторонами, зменшуючи фрагментацію галузі.

**Сталий цифровий вплив (СЦВ)** дозволив би кількісно оцінити внесок генеративного дизайну STRABAG (GD ENERGY, GD CO2 & COST) у досягнення цілей сталого розвитку, таких як оптимізація енергоспоживання та скорочення викидів вуглецю. Це також відобразило б, як цифрові технології Vinci сприяють зменшенню відходів та покращенню екологічних показників проекту.

Таким чином, застосування цих показників дозволить будівельним девелоперським компаніям не тільки вимірювати успіх цифрової трансформації, а й активно керувати нею, забезпечуючи сталий розвиток та конкурентну перевагу у швидкозмінному цифровому середовищі.

## **Висновки.**

Будівельна галузь, попри свій економічний масштаб, залишається однією з найменш цифровізованих, а існуючі методи оцінки технологічних інвестицій не здатні повною мірою охопити їхній стратегічний вплив. Ця прогалина призводить до того, що значна частина компаній не отримує очікуваної цінності від цифрової трансформації, оскільки традиційні показники ігнорують довгострокові нефінансові переваги. Розроблена комплексна система з шести нових показників дозволить будівельним девелоперським компаніям оцінити узгодженість інновацій зі стратегією, здатність організації до адаптації, рівень цифрової співпраці та внесок у сталий розвиток. Ключова перевага цих метрик полягає в їхній можливості кількісно визначати не лише пряму економію, а й непрямі стратегічні дивіденди, такі як ринкова диференціація та довгострокова стійкість. Аналіз кейсів провідних міжнародних компаній, таких як Vinci та



STRABAG, продемонстрував практичну застосовність запропонованих показників для глибокої оцінки успішності їхніх цифрових ініціатив. Таким чином, впровадження комплексної системи оцінки дозволить будівельним девелоперським компаніям перейти від простого вимірювання операційних покращень до активного стратегічного управління цифровою трансформацією. Це, у свою чергу, забезпечить більш обґрунтоване прийняття рішень, максимізацію цінності від інвестицій та створення стійкої конкурентної переваги в умовах динамічного цифрового середовища.