



Цифрова економіка

УДК 330.3:004:69

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.19435416>

**Цифрова трансформація будівництва у контексті галузевої
диференціації диджиталізації економіки**

Ларіонова К. А.,

доктор філософії з публічного управління, Український державний
університет науки і технологій, Україна,
<https://orcid.org/0000-0002-2402-5945>

Дьомін І. В.,

PhD-здобувач, Український державний університет науки і технологій,
Україна, <https://orcid.org/0009-0009-2134-9176>

Прийнято: 19.03.2026 | Опубліковано: 31.03.2026

***Анотація.** У статті досліджено проблему галузевої нерівномірності цифрової трансформації економіки, що проявляється у відмінностях темпів і глибини впровадження цифрових технологій у різних секторах. Обґрунтовано, що така диференціація зумовлена не лише рівнем технологічного розвитку, а й особливостями організації виробництва, роллю інформації у створенні вартості та характером взаємодії економічних акторів. Особливу увагу приділено будівельному сектору, який, попри значний потенціал підвищення продуктивності, демонструє відставання у цифровому розвитку.*

Метою статті є розроблення пояснювальної моделі галузевої диференціації цифрової трансформації економіки на основі інтеграції



підходів інформаційної інтенсивності, цифрової інтенсивності та організаційних характеристик виробництва, а також її застосування на прикладі будівельного сектору.

Методичну основу дослідження становлять методи теоретичного узагальнення, порівняльного аналізу, типологізації та структурно-логічного моделювання. У процесі дослідження систематизовано ключові теоретичні підходи до пояснення галузевих відмінностей цифровізації, зокрема теорію інформаційної інтенсивності, підхід цифрової інтенсивності секторів та концепцію складних продуктів і систем.

У результаті запропоновано інтегровану модель, що пояснює швидкість і глибину цифрової трансформації через поєднання трьох чинників: інформаційної насиченості продукту та ланцюгів створення вартості, рівня цифрової інтенсивності та організаційної моделі виробництва. На цій основі сформовано типологію секторів за структурною складністю цифрової трансформації.

Ілюстрація моделі на прикладі будівництва показала, що його цифрова трансформація має специфічну логіку, пов'язану з проєктним характером виробництва та високою складністю координації. Запропоновано розглядати її як ієрархічний процес, що охоплює адміністративний, процесний та виробничий рівні. Аргументовано, що цифрова зрілість галузі визначається ступенем інтеграції цифрових технологій у ці взаємопов'язані рівні.

Ключові слова: *цифрова трансформація, цифровізація, галузева диференціація, будівельний сектор, цифрова зрілість, цифрова інтенсивність, інформаційна інтенсивність, складні продукти і системи (CoPS).*



Digital transformation of the construction industry in the context of sectoral differentiation of economic digitalization

Kateryna Larionova,

Ukrainian State University of Science and Technologies,

<https://orcid.org/0000-0002-2402-5945>

Ihor Domin,

Ukrainian State University of Science and Technologies,

<https://orcid.org/0009-0009-2134-9176>

***Abstract.** The article examines the problem of uneven digital transformation across economic sectors, manifested in differences in both the pace and depth of digital technology adoption. It is argued that such differentiation is determined not only by the level of technological development, but also by the organization of production, the role of information in value creation, and the structure of interactions among economic actors. Special attention is given to the construction sector, which remains among the least digitally intensive despite its significant productivity potential.*

The aim of the study is to develop an explanatory model of sectoral differentiation in digital transformation by integrating the approaches of information intensity, digital intensity, and organizational characteristics of production, and to test this model using the construction sector as a case study.

The methodological framework includes theoretical generalization, comparative analysis, typologization, and structural-logical modeling. The study systematizes key theoretical approaches explaining sectoral differences in digitalization, including information intensity theory, the OECD approach to digital intensity, and the concept of Complex Products and Systems (CoPS).



The results present an integrated model explaining the speed and depth of digital transformation through the combination of three factors: the information intensity of products and value chains, the level of digital intensity, and the organizational model of production. Based on this model, a typology of sectors according to the structural complexity of digital transformation is developed.

The application of the model to the construction sector demonstrates that its digital transformation follows a specific trajectory shaped by its project-based and coordination-intensive nature. It is proposed to conceptualize this process as a hierarchical structure encompassing administrative, process, and production levels. It is shown that the digital maturity of a sector depends on the degree of integration of digital technologies across these interrelated levels.

Keywords: *digital transformation, digitalization, sectoral differentiation, construction sector, digital maturity, digital intensity, information intensity, complex products and systems (CoPS).*

Постановка проблеми. Сучасний етап цифрового розвитку економіки характеризується суттєвою нерівномірністю поширення цифрових технологій між окремими секторами. Поряд із галузями, у яких цифрові інструменти стали основою економічної діяльності, існують сфери, де їх впровадження має фрагментарний і поступовий характер. Причому така диференціація виявляється не лише у темпах цифровізації, а й у глибині змін: в одних секторах цифрові технології трансформують бізнес-моделі, структуру взаємодії економічних акторів і ланцюги створення вартості, тоді як в інших їх застосування обмежується окремими функціональними процесами. У результаті формується стійкий галузевий дисбаланс цифрового розвитку, який безпосередньо впливає на продуктивність, ефективність координації та конкурентоспроможність економічних систем.



Зазначена нерівномірність цифрового розвитку галузей набуває особливої виразності на прикладі будівельного сектору, який демонструє суттєве відставання від більш цифрово інтенсивних галузей: за оцінками McKinsey Global Institute, будівництво належить до найменш цифровізованих сфер сучасної економіки [1, р. 56]. Тобто наявна істотна проблема: попри очевидні економічні переваги цифрових технологій – підвищення продуктивності, оптимізацію витрат, зростання прозорості управління та розширення можливостей координації між учасниками економічної діяльності – їх реальне впровадження у будівництво відбувається уповільнено. При цьому накопичений емпіричний досвід свідчить, що в інших секторах цифрові інновації порівняно швидко інтегруються у виробничі та управлінські процеси. Це зумовлює необхідність більш глибокого аналізу причин такої секторальної нерівномірності та виявлення специфічних факторів, що визначають особливості цифровізації будівельної діяльності.

Аналіз досліджень і публікацій. Аналіз сучасних систематичних оглядів, присвячених впливу Індустрії 4.0 на будівельну галузь, свідчить про домінування технологічно-орієнтованої оптики досліджень. Зокрема, основна увага приділяється ідентифікації та класифікації технологічних трендів, таких як BIM, віртуальні середовища та адитивні технології, а також оцінці їхнього впливу на окремі фази життєвого циклу будівництва [2; 3; 4]. У межах таких підходів цифрова трансформація розглядається переважно як процес впровадження інноваційних інструментів, що сприяють підвищенню продуктивності, ефективності управління та конкурентоспроможності галузі. Водночас характерною рисою цих досліджень є обмежена увага до системних змін у логіці функціонування галузі, зокрема трансформації ланцюгів створення вартості та організаційних моделей взаємодії.

Подальший аналіз оглядових праць у цій сфері дозволяє виявити глибші концептуальні обмеження сучасного наукового дискурсу. По-перше, як



зазначають шведські дослідники О. Самюельсон і Л. Стен, простежується проблема термінологічної та змістовної невизначеності: поняття цифрової трансформації використовується широко, однак без усталеного теоретичного наповнення, що ускладнює формування узагальнювальних аналітичних рамок [5, р. 400]. По-друге, Т. Остеррайх і Ф. Тойтеберг діагностують недостатність економічної раціоналізації: практично відсутні розвинені підходи до оцінювання витрат і вигод від впровадження цифрових технологій, що обмежує можливості їх практичного застосування та пояснює стриманість компаній у їхньому впровадженні [6, р. 135]. По-третє, на основі узагальнення сучасних досліджень можна помітити, що вони характеризуються багаторівневою оптикою (індивідуальний, організаційний, проєктний та галузевий рівні), проте ці рівні, як правило, аналізуються ізольовано, без їх системної інтеграції. У сукупності це свідчить про фрагментарний характер сучасних підходів і відсутність цілісної теоретичної моделі, здатної пояснити галузеву специфіку цифрової трансформації.

Зазначені обмеження актуалізують необхідність звернення до ширших теоретичних підходів до осмислення цифрової трансформації економіки та її галузевої диференціації. Так, проблематика цифрової трансформації економіки та оцінки її розвитку активно досліджується у сучасній науковій літературі. Значного поширення набули підходи Г. Віаля, Дж. Вестермана, Д. Бонне та Е. Макафі, зосереджені на аналізі цифрових технологій як факторів підвищення ефективності економічної діяльності через дослідження трансформації бізнес-процесів і моделей створення вартості під їх впливом [7; 8].

Водночас у наукових дослідженнях простежується спроба пояснити галузеві відмінності цифровізації через специфіку економічної діяльності. Зокрема, у роботах М. Портера та В. Міллара обґрунтовано роль інформаційної інтенсивності продукту та ланцюгів створення вартості у



формуванні сприйнятливості галузей до цифрових технологій [9, р. 7]. Подальший розвиток ці ідеї отримали у дослідженнях Ф. Кальвіно, Л. Марколіна та ін., де запропоновано підхід до оцінювання цифрової інтенсивності секторів на основі сукупності технологічних та кадрових показників [10, р. 10–27]. Важливе значення мають також дослідження складних продуктів і систем М. Хобдея, у яких розкрито особливості інноваційних процесів у галузях, що функціонують у логіці проєктного виробництва [11, р. 690].

Разом із тим кожен із зазначених підходів має суттєві обмеження, що унеможливають їх використання як самодостатніх пояснювальних моделей галузевої диференціації цифрової трансформації. Зокрема, концепція інформаційної інтенсивності акцентує увагу на ролі інформації у продукті та ланцюгах створення вартості, проте має статичний характер і не враховує динамічних змін, пов'язаних із впровадженням цифрових технологій, а також організаційних трансформацій, що їх супроводжують. Підхід до оцінювання цифрової інтенсивності, своєю чергою, дозволяє кількісно зафіксувати рівень цифровізації секторів, однак має переважно дескриптивний характер і не розкриває причин виявлених відмінностей, залишаючи поза увагою структурні та інституційні особливості галузей. Концепція CoPS забезпечує глибоке розуміння організаційної логіки проєктно-орієнтованих галузей, зокрема будівництва, проте не інтегрує технологічний вимір цифрової трансформації достатньою мірою та не враховує роль цифрових інструментів у зміні ланцюгів створення вартості. Таким чином, кожен із підходів пояснює окремий аспект цифрової трансформації, але їх ізольоване застосування не дозволяє сформувати цілісне уявлення про механізми галузевої нерівномірності. Саме це й зумовлює необхідність їх інтеграції в межах єдиної аналітичної рамки.



Метою нашої статті є розроблення пояснювальної моделі галузевої диференціації цифрової трансформації економіки на основі інтеграції підходів інформаційної та цифрової інтенсивності, а також організаційних особливостей виробництва, та її застосування на прикладі будівельного сектору.

Методичну основу дослідження становлять загальнонаукові та спеціальні методи пізнання, зокрема методи теоретичного узагальнення, порівняльного аналізу, типологізації та структурно-логічного моделювання. Метод теоретичного узагальнення використано для систематизації наукових підходів до пояснення галузевої диференціації цифрової трансформації; порівняльний аналіз – для зіставлення особливостей цифрового розвитку різних секторів економіки; типологізацію – для виокремлення секторів за складністю цифрової трансформації; структурно-логічне моделювання – для побудови пояснювальної моделі та її ілюстрації на прикладі будівельного сектору.

Виклад основного матеріалу. У дослідженнях цифрової трансформації економіки нерівномірність темпів цифровізації галузей часто пояснюється різною інформаційною інтенсивністю економічної діяльності. Ще у класичній роботі М. Портера та В. Міллара було показано, що галузі істотно відрізняються за роллю інформації у створенні вартості – як у самому продукті, так і в організації ланцюгів створення вартості [9, р. 7]. Оскільки цифрові технології передусім трансформують процеси створення, обробки та передачі інформації, галузі з високою інформаційною інтенсивністю демонструють швидші темпи цифрової трансформації. Натомість у галузях, де ключову роль відіграють складні матеріально-технологічні процеси, цифровізація поширюється поступово, проходячи послідовні етапи від цифровізації інформаційних потоків до трансформації виробничих систем.



З огляду на це доцільно конкретизувати критерії, які дозволяють порівнювати галузі за потенціалом та швидкістю цифрової трансформації. У межах концепції інформаційної інтенсивності М. Портер і В. Міллар пропонують розглядати два ключові виміри: інформаційну інтенсивність продукту та інформаційну інтенсивність ланцюга створення вартості. Перший із них характеризує частку інформаційної складової у самому продукті або послугі, тоді як другий відображає роль інформації у координації та управлінні процесами виробництва, постачання та взаємодії економічних акторів [9, р. 5].

Відповідно, галузі, у яких продукт має значну інформаційну складову, а ланцюги створення вартості базуються на обробці та передачі даних, зазвичай демонструють вищу сприйнятливості до цифрових технологій. Натомість у галузях із матеріально інтенсивним виробництвом і складними фізичними технологічними процесами цифровізація відбувається поступовіше, оскільки інтеграція цифрових інструментів потребує глибших змін у виробничих системах.

Подальший розвиток ідеї галузевої диференціації цифровізації отримав у дослідженнях цифрової економіки OECD, зокрема в роботах Ф. Кальвіно, К. Крисцуоло, Л. Марколіна та ін., де запропоновано підхід до класифікації секторів економіки за рівнем цифрової інтенсивності (digital intensity) [10]. У межах цього підходу цифрова інтенсивність галузей визначається на основі комплексу показників, серед яких:

- інвестиції підприємств у ІКТ та програмне забезпечення;
- використання промислових роботів;
- частка ІКТ-фахівців у зайнятості;
- використання хмарних сервісів і цифрових платформ;
- поширення електронної комерції та цифрових каналів взаємодії з клієнтами [10, р. 10–27].



Застосування цієї методики показало значні відмінності між секторами економіки. До найбільш цифрово інтенсивних належать інформаційно-комунікаційні технології, фінансові послуги та медіа. Натомість такі галузі, як будівництво, сільське господарство та видобувна промисловість, стабільно належать до секторів із низьким рівнем цифрової інтенсивності [10, р. 31]. Таким чином, емпіричні дослідження OECD підтверджують припущення теорії інформаційної інтенсивності: галузі, в яких роль інформації у створенні вартості є меншою, демонструють повільніші темпи цифрової трансформації.

Важливе доповнення до пояснення галузевої диференціації цифровізації пропонує напрям досліджень, присвячений так званим складним продуктам і системам (Complex Products and Systems – CoPS). Цю концепцію було розроблено у працях М. Хобдея, де показано, що значна частина сучасної індустрії пов'язана зі створенням високовартісних, технологічно складних та індивідуалізованих продуктів і систем. До цієї категорії належать, зокрема, енергетичні системи, авіаційні двигуни, телекомунікаційні мережі, системи управління інфраструктурою, а також великі будівельні та інженерні об'єкти. Для таких продуктів характерні висока складність архітектури, інтеграція численних підсистем і необхідність координації великої кількості учасників у межах одного проекту [11, р. 690].

На відміну від галузей масового виробництва, де інновації здебільшого поширюються через стандартизовані компоненти та масштабовані виробничі процеси, індустрії CoPS функціонують у логіці унікальних проектів або малих серій. Виробництво в таких секторах значною мірою зосереджене на проектуванні, системній інтеграції, управлінні проектами та координації між організаціями. Саме ці особливості визначають специфічну динаміку інновацій у галузях CoPS.

Узагальнення підходів до аналізу галузевої диференціації цифровізації, зокрема теорії інформаційної інтенсивності галузей, концепції цифрової



інтенсивності секторів, а також досліджень CoPS, дозволяє зробити висновок, що швидкість цифрової трансформації галузей визначається поєднанням трьох ключових чинників:

- інформаційної інтенсивності продукту та ланцюгів створення вартості;
- рівня цифрової інтенсивності (технологічної бази) сектору;
- організаційної моделі виробництва, зокрема проектною або серійною.

Поєднання цих характеристик дозволяє сформувавши типологію секторів за складністю цифрової трансформації, яка наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Типологія секторів за структурною складністю цифрової трансформації

Тип сектору	Основні характеристики	Приклади галузей	Швидкість цифровізації
Інформаційні сектори	Продукт має цифрову або інформаційну природу; процеси легко стандартизуються; висока інформаційна інтенсивність	фінанси, ІТ, медіа	дуже висока
Процесно-індустріальні сектори	Серійне виробництво; стандартизовані технології; високий рівень автоматизації	автомобілебудування, електроніка	висока
Сервісні сектори	Значна роль людської взаємодії; часткова стандартизація процесів	освіта, медицина, торгівля	середня
Проектні сектори	Унікальні продукти; складні ланцюги взаємодії; тимчасові коаліції учасників	будівництво, інфраструктурні проекти	низька

Джерело: розроблено автором за [9; 10; 11].

Представлена типологія показує, що одні й ті самі цифрові інструменти дають різний трансформаційний ефект залежно від інформаційної насиченості продукту, технологічної структури виробництва та способу координації економічних акторів. У галузях із високим рівнем стандартизації процесів цифрові технології відносно швидко інтегруються у виробничі системи,



формує основу для комплексної технологічної модернізації. Натомість у секторах, де економічна діяльність організована навколо реалізації унікальних проєктів і передбачає складну міжорганізаційну координацію, цифрова трансформація набуває більш поступового характеру, поширюючись від цифровізації інформаційно-адміністративних потоків до модернізації операційних і виробничих процесів.

Водночас постає питання про можливість порівняльної оцінки виявлених відмінностей між секторами. Зазначені підходи дозволяють пояснити причини галузевої диференціації цифрової трансформації, однак не дають універсального інструменту для вимірювання її результатів. У цьому контексті доцільно звернутися до поняття цифрової зрілості, яке відображає ступінь інтеграції цифрових технологій у ключові елементи функціонування галузі – технологічну базу, організацію процесів та механізми створення вартості [12, р. 1577]. За такого підходу цифрова трансформація постає як процес формування цифрової зрілості.

У сучасній науковій літературі зустрічаються спроби розроблення спеціалізованих моделей цифрової зрілості; при цьому більшість існуючих моделей призначена для окремих організацій та секторів, насамперед інтернет-індустрії та виробництва, тоді як будівельна галузь залишається недостатньо представленою. Це зумовлює потребу у формуванні спеціалізованих підходів до оцінювання цифрової зрілості будівництва.

Зокрема, Я. Хан, Х. Ду, Ц. Чжао створили галузево-адаптовану модель, у межах якої цифрова трансформація будівництва розглядається через систему взаємопов'язаних вимірів, зокрема галузевого середовища, стратегії та організації, цифрової інфраструктури, цифровізації бізнес-процесів і управління, а також цифрової результативності [13]. Запропонований підхід є важливим кроком до врахування специфіки будівельної галузі в межах моделей цифрової зрілості.



Водночас значного поширення у будівельному секторі набули підходи, пов'язані з оцінюванням зрілості впровадження інформаційного моделювання будівель (BIM), зокрема BIM Maturity Model та подальші розробки, орієнтовані на вимірювання рівня інтеграції BIM-практик у проєктні та управлінські процеси [14]. Такі моделі забезпечують детальний інструментарій для аналізу технологічної складової цифровізації, однак мають виразно технологічно-специфічний характер і не охоплюють цифрову трансформацію галузі в цілому. Зокрема, вони обмежено враховують вплив цифрових технологій на трансформацію бізнес-моделей, міжорганізаційну координацію та зміну логіки створення вартості в галузях типу CoPS.

Попри безперечну цінність цих підходів для оцінювання рівня цифрової трансформації в межах будівництва, в контексті нашого дослідження їх застосування має низку обмежень. Передусім зазначені моделі орієнтовані на вимірювання рівня досягнутого стану цифрової зрілості, тоді як їхній пояснювальний потенціал щодо причин галузевого дисбалансу цифрової трансформації залишається обмеженим. Крім того, підходи мають переважно нормативно-інструментальний характер і спрямовані на формування рекомендацій для підвищення рівня зрілості, а не на виявлення структурних чинників, що визначають траєкторії цифрового розвитку галузей. У зв'язку з цим у межах даного дослідження зроблено акцент не на конструюванні інструменту оцінювання, а на формуванні пояснювальної моделі, яка дозволяє інтегрувати технологічні, інформаційні та організаційні аспекти цифрової трансформації.

Запропонований інтегральний підхід, що поєднує інформаційну інтенсивність, цифрову інтенсивність та специфіку складних продуктів і систем (CoPS), дозволяє перейти від загального аналізу цифрової трансформації до її галузевої конкретизації з урахуванням змістових характеристик економічної діяльності. У цьому контексті цифрова зрілість



розглядається не як універсальна шкала оцінювання, а як похідна від конфігурації зазначених чинників у межах конкретної галузі. З огляду на це модель цифрової зрілості будівництва у межах даного дослідження постає як результат застосування інтегральної аналітичної рамки до сектору, який характеризується поєднанням відносно низької цифрової інтенсивності та складної проектно-орієнтованої організації виробництва.

У більшості індустрій цифрові зміни безпосередньо пов'язані з модернізацією виробничих процесів і технологій. Водночас у секторах, що функціонують у логіці складних продуктів і систем, ця послідовність має інший характер. Як показує М. Хобдей, інноваційні процеси у таких галузях відрізняються від тих, що характерні для масового виробництва стандартних товарів. Якщо у масових індустріях ключову роль відіграють ефекти масштабу та стандартизація компонентів, то у галузях складних продуктів і систем вирішальне значення має міжорганізаційна координація, узгодження технічних рішень і управління складними проектами. У результаті механізми інновацій і технологічного розвитку в таких секторах суттєво відрізняються від класичних моделей індустріальної модернізації [11, р. 881].

Це має безпосереднє значення для аналізу цифрової трансформації будівництва. Оскільки воно характеризується унікальністю продукту, складною архітектурою систем та необхідністю координації великої кількості учасників, цифровізація в ньому зазвичай розгортається з інструментів управління інформацією, проектною координації та системної інтеграції. Лише на наступних етапах цифрові технології починають трансформувати власне виробничі процеси.

Враховуючи це, цифрову трансформацію будівництва доцільно розглядати як ієрархічну структуру проникнення цифрових технологій у різні рівні організації економічної діяльності. На первинному рівні зміни стосуються передусім інформаційної інфраструктури (адміністративних



процедур), на наступному – організації бізнес-процесів і взаємодії економічних акторів, тоді як на найглибшому рівні цифрова трансформація охоплює безпосередньо виробничі системи та механізми створення вартості. Відповідно, цифрові перетворення будівельного сектору пропонуємо розглядати у трьох взаємопов'язаних вимірах: адміністративному, процесному та виробничому, що наочно відображено на рисунку 1.

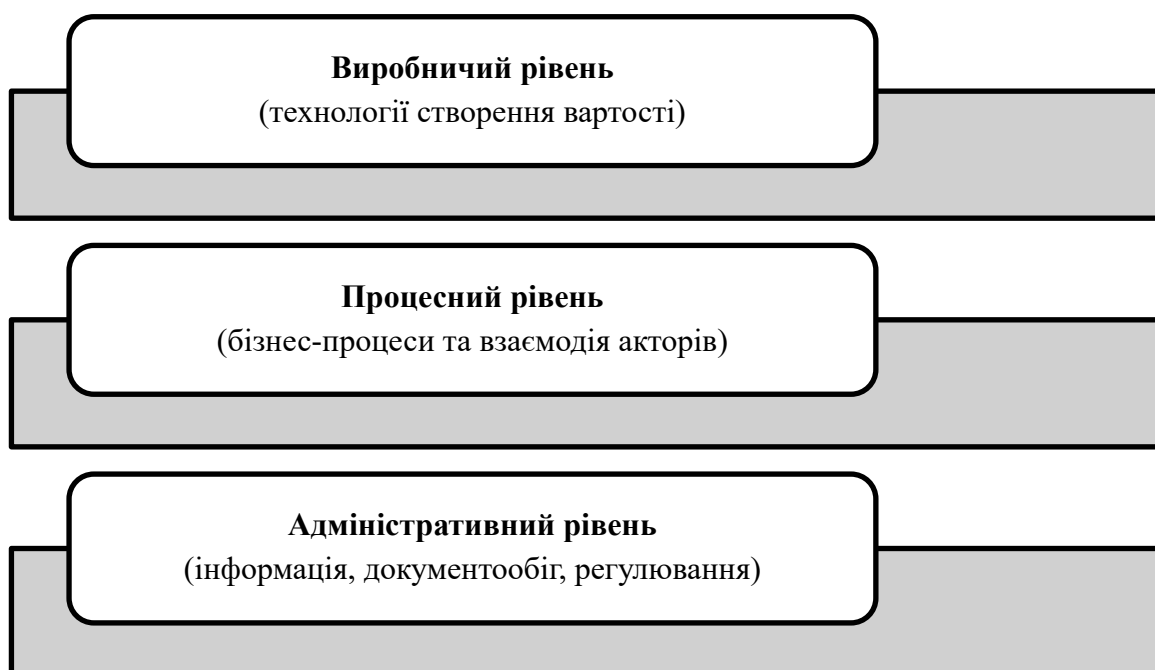


Рисунок 1. Рівні цифрової трансформації будівельного сектору.

Джерело: авторська розробка

Важливо підкреслити, що запропоновані рівні цифрової трансформації будівельного сектору відображають не окремі напрями змін, а логіку поступового поглиблення цифрових перетворень. Кожен наступний рівень спирається на попередній і водночас розширює сферу впливу цифрових технологій на економічну діяльність галузі.

Адміністративний рівень охоплює цифровізацію інформаційної інфраструктури та регуляторних процедур, зокрема документообігу, дозвільних процесів і взаємодії з державними інституціями. На цьому рівні



цифрові технології виконують функцію зниження трансакційних витрат і підвищення прозорості управління, однак їх вплив на виробничі процеси залишається опосередкованим.

Процесний рівень пов'язаний із цифровою трансформацією внутрішніх і міжорганізаційних бізнес-процесів, зокрема управління проектами, координації учасників будівництва, логістики та планування. Ключову роль на цьому рівні відіграють BIM-технології, які забезпечують інтеграцію даних, узгодження рішень і синхронізацію дій усіх учасників проекту. Це дозволяє підвищити прозорість процесів, скоротити часові витрати та зменшити кількість помилок у реалізації будівельних проектів.

Виробничий рівень передбачає інтеграцію цифрових технологій безпосередньо у технологічні процеси створення будівельної продукції, зокрема використання автоматизованих систем контролю, роботизованих рішень, цифрових сенсорів і технологій 3D-друку. На цьому рівні відбувається трансформація способів виконання будівельних робіт і механізмів створення вартості.

Така структуризація дозволяє розглядати цифрову зрілість будівельного сектору як результат послідовного накопичення змін, що охоплюють різні рівні організації економічної діяльності. Відповідно, рівень цифрової зрілості визначається не лише наявністю окремих технологічних рішень, а ступенем їх інтеграції у взаємопов'язані елементи галузевої системи. Деталізацію проявів цифрової зрілості запропоновано у таблиці 2.

Таблиця 2

Індикатори цифрової зрілості будівельного сектору за рівнями трансформації

Рівень цифрової зрілості	Зміст рівня	Індикатори діагностики
Адміністративний (регуляторно-інформаційний)	Цифровізація регуляторних процедур, документообігу та	1) системи e-permits; 2) електронні реєстри; 3) e-procurement;



ЗДОБУТКИ ЕКОНОМІКИ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ІННОВАЦІЇ

	взаємодії з державними й інституційними акторами	4) частка цифрових документів; 5) інтеграція ІТ-систем; 6) відкриті дані
Процесний (організаційно-управлінський)	Цифровізація управління проектами, координації учасників та бізнес-процесів	1) BIM (координація); 2) ERP/CRM; 3) PM-платформи; 4) інтеграція даних; 5) хмарні середовища; 6) 4D/5D BIM; 7) цифрова трансформація бізнес-процесів
Виробничий (технологічно-трансформаційний)	Інтеграція цифрових технологій у процес створення будівельного продукту	1) digital twin; 2) IoT; 3) автоматизація; 4) AR/VR; 5) цифровий контроль якості; 6) real-time data; 7) зміна створення вартості

Джерело: розроблено автором на підставі [13; 14; 15]

Запропонована система індикаторів дозволяє конкретизувати цифрову зрілість будівельного сектору як багаторівневу характеристику, що відображає ступінь інтеграції цифрових рішень у регуляторно-інформаційні, організаційно-управлінські та виробничі механізми функціонування галузі. Підкреслимо, що йдеться не про універсальну шкалу для будь-якого сектору, а про галузеву-специфічну конфігурацію цифрової зрілості будівництва, похідну від поєднання його інформаційної інтенсивності, цифрової інтенсивності та CoPS-специфіки. Саме тому в умовах будівельного сектору відносно швидше можуть розвиватися адміністративний і процесний рівні цифровізації, тоді як виробничий рівень, пов'язаний із безпосередньою трансформацією способів створення вартості, зазвичай формується повільніше і потребує глибших організаційних та технологічних змін.



Висновки. Проведене дослідження дозволило встановити, що нерівномірність цифрової трансформації галузей економіки має системний характер і зумовлюється не лише рівнем доступу до цифрових технологій, а передусім специфікою економічної діяльності, структурою виробництва та організацією взаємодії економічних акторів. Узагальнення підходів інформаційної інтенсивності, цифрової інтенсивності та концепції складних продуктів і систем дозволило виявити, що швидкість і глибина цифрових змін визначаються поєднанням трьох ключових чинників: роллю інформації у створенні вартості, технологічною базою галузі та моделлю координації виробничих процесів.

На основі інтеграції зазначених підходів сформовано типологію секторів за структурною складністю цифрової трансформації, яка демонструє, що однакові цифрові інструменти забезпечують різний трансформаційний ефект залежно від характеристик галузі. Зокрема, у секторах із високою інформаційною інтенсивністю цифровізація швидко охоплює як процеси, так і механізми створення вартості, тоді як у галузях проєктного типу цифрові зміни мають поступовий характер і розгортаються від інформаційно-координаційних функцій до трансформації виробничих систем.

Встановлено, що існуючі теоретичні підходи, пояснюючи причини галузевої диференціації цифровізації, не забезпечують інструменту для її порівняльної оцінки. У зв'язку з цим обґрунтовано доцільність використання поняття цифрової зрілості як узагальнюючої характеристики, що відображає ступінь інтеграції цифрових технологій у ключові елементи функціонування галузі. Це дозволяє інтерпретувати цифрову трансформацію не як набір окремих змін, а як процес системного накопичення трансформаційних зрушень.

Аналіз будівельного сектору крізь призму запропонованого підходу демонструє, що його цифрова трансформація має специфічну логіку, відмінну



від індустрій масового виробництва. У силу належності до секторів типу CoPS цифрові зміни у будівництві насамперед пов'язані з трансформацією механізмів координації, управління проектами та інформаційних потоків, і лише згодом охоплюють виробничі процеси. Це дозволило обґрунтувати трирівневу структуру цифрової трансформації будівельного сектору, що включає адміністративний, процесний та виробничий рівні, які відображають ієрархію проникнення цифрових технологій у різні аспекти економічної діяльності.

Отримані результати дають підстави розглядати цифрову трансформацію галузей економіки як неуніфікований процес набуття цифрової зрілості, що реалізується через різні траєкторії, зумовлені структурними характеристиками секторів. У цьому контексті цифрова зрілість може розглядатися не лише як інструмент вимірювання, а і як аналітична рамка для інтерпретації цих траєкторій, що відкриває можливості для точнішого обґрунтування галузево диференційованих стратегій цифрового розвитку.

Список використаної літератури:

1. Barbosa F., Woetzel J., Mischke J. et al. Reinventing construction: A route to higher productivity : Report / McKinsey Global Institute. February 2017. 168 p. URL: <https://www.alexanderjarvis.com/wp-content/uploads/2021/12/Reinventing-Construction-Route-to-Higher-Productivity.pdf>
2. Stojanovska-Georgievska L., Sandeva I., Krleski A. et al. BIM in the Center of Digital Transformation of the Construction Sector – The Status of BIM Adoption in North Macedonia. *Buildings*. 2022. № 12 (2). 218. <https://doi.org/10.3390/buildings12020218>



3. Deng M., Menassa C. C., Kamat V. R. From BIM to Digital Twins: a systematic review of the evolution of intelligent building representations in the AEC-FM industry. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*. 2021. Special issue: «Next Generation ICT – How distant is ubiquitous computing?». Vol. 26. P. 58–83. DOI: 10.36680/j.itcon.2021.005
4. Lee G., Borrmann A. BIM policy and management. *Construction Management and Economics*. 2020. 38:5. P. 413–419. DOI: 10.1080/01446193.2020.1726979
5. Samuelson O., Stehn L. Digital transformation in construction – a review. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*. 2023. Vol. 28. P. 385–404. DOI: 10.36680/j.itcon.2023.020
6. Oesterreich T., Teuteberg F. Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in Industry*. 2016. № 83. P. 121–139. DOI: 10.1016/j.compind.2016.09.006.
7. Vial G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*. 2019. Volume 28, Issue 2. P. 118-144. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
8. Westerman G., Bonnet D., McAfee A. Leading digital : turning technology into business transformation. Harvard Business Review Press, 2014. 303 p. URL: [https://repo.darmajaya.ac.id/4452/1/Leading%20Digital_%20Turning%20Technology%20into%20Business%20Transformation%20\(%20PDFDrive%20\).pdf](https://repo.darmajaya.ac.id/4452/1/Leading%20Digital_%20Turning%20Technology%20into%20Business%20Transformation%20(%20PDFDrive%20).pdf)
9. Porter M., Millar V. How Information Gives You Competitive Advantage. *Harvard Business Review*. 1985. July–August. Reprint 85415. URL: <https://palfreymanventures.net/porter-and-millar-1985.pdf>



10. Calvino F., Criscuolo C., Marcolin L., Squicciarini M., Verlhac R. A Taxonomy of Digital Intensive Sectors. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2018. 48 p. DOI: <https://dx.doi.org/10.1787/f404736a-en>
11. Hobday M. Product complexity, innovation and industrial organisation. *Research Policy*. 1998. Vol. 26, Issue 6. P. 689–710. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(97\)00044-9](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(97)00044-9).
12. Li C.H., Lau H.K. A critical review of maturity models in information technology and human landscapes on industry 4.0. *Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Technology*, Melbourne, VIC, Australia, 13–15 February 2019. Pp. 1575–1579. DOI: 10.1109/ICIT.2019.8755158
13. Han Y., Du H., Zhao C. Development of a digital transformation maturity model for the construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*. 2024. Vol. 32, Issue 7. P. 4384–4412. DOI: <https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2023-1009>.
14. Alankarage S., Chileshe N., Samaraweera Ap. et al. Organisational BIM maturity models and their applications: a systematic literature review. *Architectural Engineering and Design Management*. 2022. P. 1–19. DOI: 10.1080/17452007.2022.2068496.
15. Teichert R. Digital Transformation Maturity: A Systematic Review of Literature. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2019. № 67. P. 1673–1687. DOI: 10.11118/actaun201967061673.

References:

1. Barbosa, F., Woetzel, J., Mischke, J., Ribeirinho, M. J., Sridhar, M., Parsons, M., Bertram, N., & Brown, S. (2017) Reinventing construction: A route to higher productivity. McKinsey Global Institute. <https://www.alexanderjarvis.com/wp-content/uploads/2021/12/Reinventing-Construction-Route-to-Higher-Productivity.pdf>



2. Stojanovska-Georgievska, L., Sandeva, I., Krleski, A., Spasevska, H., Ginovska, M., Panchevski, I., Ivanov, R., Perez Arnal, I., Cerovsek, T., & Funtik, T. (2022) BIM in the Center of Digital Transformation of the Construction Sector—The Status of BIM Adoption in North Macedonia, *Buildings*, 12(2), 218. <https://doi.org/10.3390/buildings12020218>
3. Deng, M., Menassa, C. C., Kamat, V. R. (2021) From BIM to Digital Twins: a systematic review of the evolution of intelligent building representations in the AEC-FM industry. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, Special issue: «Next Generation ICT – How distant is ubiquitous computing?», 26, pp. 58–83. DOI: 10.36680/j.itcon.2021.005
4. Lee, G. & Borrmann, A. (2020) BIM policy and management, *Construction Management and Economics*, 38:5, 413-419, DOI: 10.1080/01446193.2020.1726979
5. Samuelson, O., & Stehn, L. (2023) Digital transformation in construction – a review. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, Vol. 28, pp. 385–404. DOI: 10.36680/j.itcon.2023.020
6. Oesterreich, T. & Teuteberg, F. (2016) Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry, *Computers in Industry*, 83, pp. 121–139. DOI: 10.1016/j.compind.2016.09.006.
7. Vial, G. (2019) Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118–144. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
8. Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014) *Leading digital: Turning technology into business transformation*. Harvard Business Review Press. [https://repo.darmajaya.ac.id/4452/1/Leading%20Digital_%20Turning%20Technology%20into%20Business%20Transformation%20\(%20PDFDrive%20\).pdf](https://repo.darmajaya.ac.id/4452/1/Leading%20Digital_%20Turning%20Technology%20into%20Business%20Transformation%20(%20PDFDrive%20).pdf)



9. Porter, M. E., & Millar, V. E. (1985) How information gives you competitive advantage. Harvard Business Review. <https://palfreymanventures.net/porter-and-millar-1985.pdf>
10. Calvino, F., Criscuolo, C., Marcolin, L., Squicciarini, M., & Verlhac, R. (2018) A taxonomy of digital intensive sectors (OECD Science, Technology and Industry Working Papers). OECD Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1787/f404736a-en>
11. Hobday, M. (1998) Product complexity, innovation and industrial organisation. *Research Policy*, 26(6), 689–710. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(97\)00044-9](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(97)00044-9)
12. Li, C. H., & Lau, H. K. (2019) A critical review of maturity models in information technology and human landscapes on Industry 4.0. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Technology* (pp. 1575–1579). DOI: [10.1109/ICIT.2019.8755158](https://doi.org/10.1109/ICIT.2019.8755158)
13. Han, Y., Du, H., Zhao, C. (2024) Development of a digital transformation maturity model for the construction industry, *Engineering, Construction and Architectural Management*, Volume 32, Issue 7, pp. 4384–4412. DOI: <https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2023-1009>.
14. Alankarage, S., Chileshe, N., Samaraweera, Ap., Rameezdeen, R. & Edwards, D. (2022) Organisational BIM maturity models and their applications: a systematic literature review, *Architectural Engineering and Design Management*, 1-19. DOI: [10.1080/17452007.2022.2068496](https://doi.org/10.1080/17452007.2022.2068496).
15. Teichert, R. (2019) Digital Transformation Maturity: A Systematic Review of Literature, *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, № 67, pp. 1673–1687. DOI: [10.11118/actaun201967061673](https://doi.org/10.11118/actaun201967061673).