

УДК 338.45:658:004

Микола ФЕДОРЧЕНКО

асп. кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної
математики,

ORCID: 0009-0003-9356-4197

Олександр КАТІН

асп. кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної
математики,

ORCID: 0009-0003-9356-4197

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ЕКОНОМІКИ ЯК ДОМІНАНТА ТРАНСФОРМАЦІЇ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Цифровізація економіки стала визначальним чинником сучасних трансформацій у всіх секторах господарської діяльності, зокрема у сфері будівництва, де управлінські процеси потребують нових підходів для забезпечення стійкості та конкурентоспроможності підприємств. Перехід до цифрових моделей функціонування не обмежується лише автоматизацією операцій чи впровадженням інформаційних технологій, а означає глибинну зміну парадигми управління, що охоплює організаційні структури, бізнес-процеси, моделі комунікації та способи створення цінності. У сфері будівельного підприємництва цифровізація виступає каталізатором змін, адже галузь характеризується високою капіталомісткістю, значними термінами реалізації проєктів і потребою у координації великої кількості учасників.

Цифрова економіка забезпечує формування нових управлінських моделей, які ґрунтуються на застосуванні хмарних технологій, великих даних, штучного інтелекту, блокчейн-платформ і систем візуального моделювання (зокрема, BIM). У поєднанні з інтегрованими ERP-рішеннями та системами бізнес-аналітики вони створюють умови для більшої прозорості, прогнозованості та ефективності управління будівельними проєктами. Ці інструменти дозволяють здійснювати моніторинг у реальному часі, оптимізувати використання ресурсів і формувати адаптивні сценарії розвитку з урахуванням ризиків.

Значення цифровізації полягає також у зміні логіки управління. Якщо традиційна модель ґрунтувалась на постфактум-аналізі результатів, то сучасні цифрові підходи роблять акцент на превентивному управлінні та використанні прогнозної аналітики. Це зменшує ймовірність відхилень від плану та дозволяє оперативно реагувати на зовнішні виклики. У сфері будівництва це означає підвищення точності прогнозів вартості й

термінів, зниження кількості помилок під час реалізації проєктів і підвищення рівня безпеки.

Ключові слова: *цифровізація, економіка, будівельні підприємства, управління, трансформація, інновації, бізнес-процеси, конкурентоспроможність.*

Вступ. Упродовж останнього десятиліття цифровізація економіки перетворилася з тенденції на обов'язкову умову сталого розвитку підприємств. Сфера будівництва, яка є однією з найбільш ресурсомістких і складних, відчуває особливо потужний вплив цифрових технологій. Традиційні методи управління виявляються недостатніми для забезпечення ефективності та стійкості в умовах швидкоплинних змін зовнішнього середовища, що зумовлює необхідність формування нових підходів.

Цифрова економіка ґрунтується на інтенсивному використанні інформаційних ресурсів і технологій, які забезпечують швидке перетворення даних на управлінські рішення. Для будівельних підприємств це означає можливість переходу від класичної ієрархічної моделі управління до гнучких систем, де ключова роль належить інтеграції цифрових платформ. Такі інструменти, як BIM, ERP, CRM, хмарні сервіси та системи штучного інтелекту, стають основою для побудови нових управлінських парадигм, що забезпечують комплексність і прозорість.

Значним викликом для будівельних підприємств є необхідність одночасного контролю фінансових потоків, строків реалізації та якості виконання проєктів. Використання цифрових технологій дозволяє інтегрувати ці завдання у єдину інформаційну систему, що знижує рівень ризиків і підвищує керованість. Крім того, цифровізація сприяє формуванню єдиних стандартів роботи та створенню платформи для взаємодії з усіма стейкхолдерами.

Отже, цифровізація економіки стає визначальним фактором трансформації систем управління будівельними підприємствами. Вона не лише оптимізує поточні процеси, а й створює передумови для формування нових бізнес-моделей, орієнтованих на інновації та довгострокову конкурентоспроможність.

Актуальність. Будівельна галузь є базовою для розвитку економіки, але її ефективність значною мірою залежить від здатності підприємств адаптуватися до викликів цифрової епохи. Сучасні умови характеризуються високим рівнем невизначеності, швидкістю змін і необхідністю зниження витрат при одночасному підвищенні якості. У цьому контексті цифровізація стає не просто трендом, а стратегічним імперативом.

Застосування цифрових технологій у системах управління дозволяє будівельним підприємствам отримати конкурентні переваги. Йдеться про автоматизацію планування, моніторинг у режимі реального часу, оптимізацію логістики, інтеграцію фінансових і технічних показників. Це

відкриває можливість для зменшення ймовірності помилок, швидшого прийняття рішень і ефективнішого використання ресурсів.

Актуальність теми також підтверджується глобальними тенденціями, коли провідні компанії активно впроваджують цифрові платформи для управління проєктами. Для України цей процес має додаткове значення, адже інтеграція до європейського ринку вимагає дотримання високих стандартів прозорості, ефективності й інноваційності.

Постановка проблеми. Попри очевидні переваги цифровізації, у практиці будівельних підприємств існують бар'єри її впровадження. Серед них — недостатня готовність організаційної структури, низький рівень цифрової культури персоналу, обмежені фінансові ресурси та відсутність єдиних стандартів інтеграції цифрових платформ. Це створює розрив між потенційними можливостями цифрових інструментів і їх фактичним використанням у системах управління.

Крім того, проблема полягає у відсутності комплексного підходу до оцінки ефективності цифровізації. Більшість підприємств зосереджується на впровадженні окремих інструментів, тоді як стратегічне завдання полягає у створенні цілісної екосистеми, яка забезпечить стійкість і гнучкість управління. Саме ці аспекти потребують глибшого наукового дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, виділення невирішених частин проблеми. У науковій літературі активно досліджуються питання цифровізації економіки та її впливу на управління. Праці Д. Тапскотта [3], К. Шваба [5], М. Портера [4] підкреслюють роль цифрових технологій у трансформації бізнес-моделей. Вітчизняні науковці (С. Бушуєв [1], Н. Гражевська [2], В. Кузьмін [6]) аналізують перспективи впровадження цифрових інструментів у будівельній сфері. Однак невирішеними залишаються питання практичної інтеграції різних цифрових платформ у єдину систему управління підприємством. Недостатньо досліджені аспекти оцінювання ефективності цифрових трансформацій, а також вплив цифрової культури на результативність управлінських процесів. Це визначає необхідність подальших наукових розвідок.

Метою даного дослідження є вивчення впливу економічної цифровізації на трансформацію систем управління будівельних компаній та визначити переваги, виклики та можливості, які вона несе будівельній галузі. Дослідження допоможе зрозуміти, як цифрові технології можуть змінити парадигму управління будівельною галуззю та визначити ключові елементи для успішного впровадження цих технологій. Результати цього дослідження можуть стати важливим джерелом інформації для управлінських команд будівельних компаній для розробки стратегій цифрової трансформації.

Цифровізація економіки суттєво впливає на будівельну галузь, відкриваючи перед нею безліч нових можливостей і викликів. Впровадження цифрових технологій у системи управління будівельними

компаніями може принести значні переваги, такі як підвищена ефективність, зниження витрат, покращення якості та точність проектування і будівництва, а також збільшення інноваційності і конкурентоспроможності. Однак цифрова трансформація також стикається зі своїми викликами, серед яких можна виділити потребу у значних інвестиціях, зміни в організаційній культурі, складнощі інтеграції нових технологій у вже існуючі процеси та необхідність постійного навчання персоналу.

Виклад основної інформації: Цифровий переворот, який охопив світову економіку, вражає своєю масштабністю та стрімкістю. Використання нових технологій у виробництві та сфері послуг для задоволення потреб людства прискорюється з кожним роком. Цифрова хвиля поширюється на нові географічні регіони і має все більш відчутний вплив на економіку. Вдані часи ми являємося спостерігачами безпрецедентних і швидких змін виробничому секторі. Очевидно, що цифровізована економіка трансформує традиційні бізнес-процеси, відомі за кордоном як цифровізація економіки (або цифровізація виробничої організації в промисловості), тоді як в Україні частіше використовується англійський термін "діджиталізація" або "нова цифровізація" чи трансформація. Сучасна цифрова економіка докорінно змінює всі сфери ділового світу. Компанії, які не адаптуються до нової реальності та не переосмислюють свої бізнес-процеси, ризикують втратити свої конкурентні переваги та позиції на ринку. [1].

Цифрова трансформація також може допомогти компаніям стати більш гнучкими та швидко реагувати на зміни на ринку. Завдяки цифровим технологіям компанії можуть швидше реагувати на зміни споживчого попиту та конкурентного середовища. Наприклад, вони можуть використовувати аналітику в режимі реального часу, щоб швидко оцінювати та реагувати на зміни споживчих тенденцій і попиту.

Цифрові технології також відкривають можливості для створення нових продуктів і послуг, які раніше були неможливі. Наприклад, штучний інтелект та аналітика даних можуть використовуватися для розробки інноваційних продуктів, які точно відповідають потребам клієнтів. Такі інноваційні рішення можуть стати важливою конкурентною перевагою для компаній у цифровому світі.

Не варто забувати і про те, що цифрова трансформація матиме значний вплив на персонал. Вона створює нові можливості для навчання та розвитку співробітників, але водночас може призвести до необхідності перенавчання за деякими спеціальностями [2]. Тому компаніям важливо розробити стратегію управління персоналом, щоб підтримати своїх співробітників у процесі цифрової трансформації.

Таким чином, цифрова трансформація не лише змінює спосіб ведення бізнесу, а й створює унікальну можливість для підвищення продуктивності,

конкурентоспроможності та стійкості компаній у глобальному ринковому середовищі.

Цифрові технології впливають на будівельну галузь, відкриваючи нові можливості для підвищення продуктивності, оптимізації процесів та покращення управління будівельними компаніями. Одним із головних аспектів цифрової трансформації є використання BIM-технологій. Дана методологія дає можливість цифрові структури будівель і інфраструктури, що полегшує координацію між різними учасниками проекту, візуалізацію проектів, а також планування та управління будівництвом. Впровадження BIM дозволяє підвищити точність планування, зменшити ризики помилок та збільшити ефективність виконання проектів.

IoT звичайно теж відіграє вагомє значення у цифровій трансформації будівельної галузі. За допомогою датчиків, розташованих на об'єктах будівництва, можна збирати великі обсяги даних про стан ресурсів, умови робочих процесів та експлуатації. Це дозволяє виробникам управляти обладнанням більш ефективно, підтримувати його в робочому стані та запобігати виникненню непередбачених проблем.

Аналітика даних в будівництві стає все більш важливою в контексті цифрової трансформації. Шляхом обробки великого обсягу даних, зібраних від датчиків, BIM-моделей та інших джерел, компанії можуть отримувати цінні інсайти для оптимізації проектів, планування ресурсів та прийняття управлінських рішень. Аналітика даних допомагає компаніям оптимізувати витрати, покращувати ефективність роботи та оперативно адаптуватися до нових реалій.

Вважається, цифрова економіка є найважливішим рушієм інновацій, конкурентоспроможності та економічного розвитку. Отже, виходячи з цього визначення, можна виділити основні складові цифрової економіки: 1) інфраструктура (обладнання, програмне забезпечення, телекомунікації та мережі); 2) електронний бізнес (будь-які транзакції, що здійснюються організаціями через комп'ютерні мережі); 3) електронна комерція (доставка товарів онлайн).

Чимало дослідників наголошують, що цифрова економіка є невід'ємним елементом економіки, побудованої на знаннях і нематеріальному виробництві, а також відіграє важливу роль у формуванні суспільства знань.

Проблеми та тенденції розвитку цифрової економіки досліджували як зарубіжні, так і українські науковці, серед яких В. Ряшенко, І. Тушканов, Т. Юдіна, К. Шваб та інші. У їхніх роботах також розглядаються питання стратегічного управління розвитком корпорацій у контексті глобалізації економіки та цифрової трансформації [3].

Тема цифрової трансформації підприємств розглядалася багатьма науковцями. Варто віддати належне багатьом зарубіжним економістам у галузі теорії та методології цифрової трансформації підприємств. Також слід зазначити, що проблема цифровізації підприємств в Україні досі не

було знайдено остаточного рішення, що підкреслює важливість обраної теми дослідження.

На сьогодні не існує єдиного тлумачення поняття цифрової економіки, проте існує багато його інтерпретацій, деякі приклади яких наведені в таблиці 1. Крім того, цифровізація української економіки розширює бізнес-можливості для компаній будь-якого розміру, що працюють у реальному секторі економіки [4].

Таблиця 1

Еволюція термінів і понять у сфері цифрової економіки
(розроблено авторами на основі [4])

Матеріал	Поняття	Основні моменти
1	2	3
Тапскотт	Використовує концепцію "епохи мережевого інтелекту" ("Age of Networked Intelligence"). Суть концепції полягає у тому, що це не просто застосування мережевих технологій, але взаємодії між людьми за допомогою цих технологій, спрямовані на поєднання інтелекту, знань і творчості для створення суспільного капіталу і збільшення добробуту.	Застосовується термін "цифрова економіка". описує взаємозв'язок між сучасними економічними структурами, інноваційними бізнес-моделями та передовими технологіями і показує, як один елемент призводить до появи іншого.
Колін Н.	Означає - комп'ютерні та комунікаційні технології зливаються в Інтернеті, створюючи оборот даних та технологічних знань, що сприяють розвитку мережевої торгівлі і призводять до значних змін у організаційній структурі.	Автор акцентує увагу на інтернет-продажах та впливу цифровізації на питання приватності, інновацій, стандартів і цифрового розриву.
Рейтинг цифрової економіки 2010	Не надає чіткого визначення цифрової економіки, але виділяє чотири ключові фактори, що сприяють її зростанню. Це: експоненціальне зростання Інтернету, електронна комерція між підприємствами, цифрові канали доставки товарів і послуг, а також розвиток електронної роздрібно торгівлі.	Вперше чітко сформулювали елементи цифрової економіки. Увага більше зосереджена на окремих компонентах цифрової економіки, ніж на поняття.
Бриньольфссон	Трансформація всіх галузей економіки за допомогою цифрової трансформації та використання комп'ютерних технологій ще не завершена.	Розгляду цифрової економіки з різних перспектив, включаючи макроекономіку, конкуренцію, ринок праці і зміни в організаційній структурі.

Закінчення табл.1

Мезенбург	Зазначають, що поняття "цифрова економіка" складається з трьох елементів: 1) "інфраструктура електронного бізнесу: частина загальної економічної інфраструктури, що використовується для електронних транзакцій та електронної комерції"; 2) "електронний бізнес: будь-яка транзакція, що здійснюється компаніями з використанням комп'ютерних мереж"; 3) "електронна комерція: обсяг товарів і послуг, що продаються через комп'ютерні мережі".	Дослідники зосередили свою увагу на методах оцінювання феномену інтернет-бізнесу та електронної комерції.
Горелова Г.В.	Цифрова економіка - це економічна роботоздатність, в якій надані матеріали являються основним фактором виробництва, оброблення масивів інформації та застосування результатів їх аналізу дозволяють значно покращити продуктивність різноманітних процесів у виробництві, технологіях, обладнанні, зберіганні, реалізації та логістиці, перевершуючи традиційні методи керування.	Перше роз'яснення що таке кладові цифрової економіки. Основна увага приділяється компонентам цифрової економіки, а не концепції цифрової економіки.
Кейн Г.К.	Платформа являє собою складену багаторівневу структуру, що складається з численних взаємопов'язаних вузлів. Завдяки її інтеграції та здатності взаємодіяти з користувачами через різні канали, виключити окремих учасників, зокрема конкурентів, зі взаємодії стає надзвичайно складно.	Основна увага приділяється конкуренції та регулюванню в цифровій економіці.
Тар'янські вежі	Цифрова економіка охоплює частину сукупного обсягу виробництва, сформованого завдяки використанню цифрових ресурсів. До них належать знання, технологічне обладнання (апаратне, програмне забезпечення, комунікаційні засоби) та опосередковані товари й сервіси, що інтегруються у виробничі процеси. Такий підхід підкреслює сутність цифрової економіки, відображаючи її залежність від сучасних технологій і ресурсів.	Автор аналізує заходи для сприяння мікро- та макроекономічному зростанню шляхом найкращого використання ключових елементів цифрової економіки.

Термінологія "цифрова економіка" була запропонована ще у 1955 році американським вченим-комп'ютерником. Однак такі терміни, як "нова

економіка", "неоекономіка", "мережева економіка" та "інтернет-економіка" мають схожі тлумачення. Цифрова економіка розвивається протягом останніх 25 років і стрімко змінюється з кожним роком. Багато в чому вона поєднує в собі розвиток цифрових технологій, прискорення науково-технічного прогресу та подолання комунікаційних бар'єрів. Децентралізація виробництва, потреба в постійних інноваціях та перехід до горизонтальних відносин всередині компаній призвели до однієї з найбільших бізнес-революцій останніх років. Згідно з останніми статистичними даними, цифрова економіка набуває все більшого значення у всьому світі: У 2010-2018 роках на цифрову економіку припадало 5,5% ВВП у розвинених країнах (зростання на 1,2%) та 4,9% ВВП у країнах, що розвиваються (зростання на 1,3%), також помітне зростання на 2,8% ВВП в Україні.

Проблематика створення нових економічних моделей, зокрема цифрової економіки, є предметом активного обговорення в наукових колах. Дослідники аналізують основні понятійні категорії та методологічні підходи до визначення ключових складових сучасної моделі покращення, а також розглядають шляхи інтеграції інструментів цифрової економіки в економічне середовище.

У одному з таких досліджень цифрову економіку встановлено "комплексом діяльності, що ґрунтується на цифрових технологіях, та інфраструктурним елементом, який забезпечує їх функціонування". Під цифровими технологіями в цьому випадку слід розуміти технології, пов'язані зі створенням, збиранням, обробкою, зберіганням і передачею інформації на основі цифрових систем. Саме це чудово відображає рисунок 1.



Рис. 1. Підходи до визначення поняття «Цифрова економіка»
(розроблено авторами на основі [5])

Однак зазначається, що бізнес-моделі та моделі створення цінності зазнають трансформації в цих економічних умовах, а індивідуальні підходи до розробки продуктів стають все більш важливими. Цифрова трансформація підприємств - це глобальна мережа економічної діяльності, бізнес-транзакцій та професійних обмінів, що забезпечується інформаційно-комунікаційними технологіями (ІКТ). Цифрова трансформація компанії вимагає змін у її структурі, системах управління та культурі. У цьому контексті перед менеджерами постають нові виклики, змінюються їхні ролі та принципи корпоративного управління. У цій статті зазначається, що така ситуація вимагає від керівництва інтеграції бізнесу та ІТ у сфері управління даними. Основні технологічні тенденції, що характеризують цифрову економіку (гіперзв'язок, суперкомп'ютеризація, хмарні обчислення, кібербезпека та інтелектуальні продукти), створили світ, в якому більше не існує традиційних кордонів між продуктами та послугами [5]. Люди, бізнес і суспільство пов'язані в режимі реального часу, створюючи більш дружній, розумний і чуйний світ. За останнє десятиліття ми стали свідками глибоких змін у тому, як люди та бізнес об'єднуються для створення багатства.

Варто зазначити, що термін "цифрова економіка" часто використовується в контексті цифрової трансформації. Ідея полягає в тому, що сукупність підприємств, які проходять цифрову трансформацію, повинна складати основу цифрової економіки. Існує багато визначень "цифрової трансформації", кожне з яких є суперечливим [6].

Ось кілька визначень, які допоможуть прояснити суть цифрової трансформації:

- Цифрова трансформація - це не лише усвідомлення та внесення нових технологічних знань. Цифрова трансформація стимулює інновації в бізнес-моделях, продуктах, сервісах та внутрішніх процесах, створюючи виклики, які можуть поставити під загрозу існування організації. Вона потребує не лише впровадження нових технологій, але й зміни способів мислення та підходів до ведення бізнесу. Це включає формування нових ролей і навичок, перебудову організаційних структур, впровадження сучасних операційних моделей та пристосування до стрімкого темпу змін;

- Цифрова трансформація - це посилення організаційних змін та підвищення ефективності за рахунок використання інформаційних технологій та бізнес-моделей;

- Метою трансформації є створення гнучкої компанії, яка постійно розвивається і може адаптуватися до мінливих умов за допомогою процесів прийняття рішень з використанням правильних технологій, організаційного навчання та якісних даних, які можна отримати за короткий час.

Слід також зазначити, що концепція цифрової трансформації передбачає три основні переваги, які стосуються всіх видів бізнес-процесів. Це: посилення впливу існуючих технологій, поява поліпшених бізнес-

моделей, а також приріст вигоди або зменшення затрат в існуючих бізнес-моделей. Інформаційне перетворення впливає не лише на IT-сектор, а й на весь ланцюжок створення вартості.

Важливо також розуміти, що цифрова трансформація - це не лише перехід до використання нових технологій, а й трансформація бізнес-процесів, культури та стратегії компанії відповідно до сучасних викликів та можливостей цифрової економіки.

У контексті будівельних компаній цифрова трансформація включає використання інноваційних методів у процесі будівництва, застосування цифрових інструментів в управлінні проектами та взаємодії з клієнтами, а також використання інформаційних моделей будівель (BIM) для оптимізації проектування, будівництва та експлуатації об'єктів [7]. Підвищення ефективності завдяки цифровій трансформації можна досягти за рахунок автоматизації рутинних процесів, використання аналітики даних для прийняття управлінських рішень та покращення комунікації між учасниками будівельного процесу.

Загалом цифрова трансформація в будівельній галузі призводить до підвищення продуктивності, зниження витрат, поліпшення якості будівельних робіт і задоволеності клієнтів. Вона також може створити нові можливості для розробки інноваційних продуктів і послуг, що відповідають сучасним вимогам ринку.

У контексті терміна "цифрова трансформація" найсерйознішим викликом для традиційних компаній стане "перетворення", тобто послідовна й усвідомлена реорганізація. Компанії, які не зможуть на це відреагувати, будуть безнадійно відставати. Сьогодні цифрова трансформація з різною швидкістю проникає в усі галузі економіки. Слід зазначити, що в різних галузях вплив цифрової трансформації проявляється по-різному.

Наприклад, у банківському секторі цифрова трансформація охоплює впровадження мобільних застосунків для банківських операцій, розроблення онлайн-платформ для обслуговування клієнтів і використання технології блокчейн для забезпечення безпеки та надійності фінансових операцій.

У виробничому секторі цифрова трансформація передбачає впровадження Індустрії 4.0 і охоплює автоматизацію виробничих процесів за допомогою Інтернету речей (IoT), використання розумних роботів і аналітики великих даних для оптимізації виробництва й управління ланцюжками поставок.

У сфері роздрібної торгівлі цифрова трансформація охоплює розвиток електронної комерції, використання аналітики даних для персоналізованого маркетингу і розвиток бездротових технологій для спрощення платежів і взаємодії з клієнтами [8].

Успішна цифрова трансформація, незалежно від галузі, вимагає не тільки впровадження технологій, а й зміни корпоративної культури та

стратегії, що дають змогу гнучко адаптуватися до постійних змін у цифровому середовищі.

Очевидно, що високотехнологічні сектори найлегше піддаються цифровій трансформації. Але немає сумнівів, Цифрова трансформація не тільки зачіпає всі сектори економіки, а й змінює і трансформує бізнес-моделі, підходи до виробництва і споживання і навіть способи взаємодії компаній і споживачів. Це сприятиме інноваціям, підвищенню продуктивності та конкурентоспроможності, а також відкриє нові можливості для розвитку та зростання. Від "розумних" міст до цифрової охорони здоров'я, від фінансових послуг до освіти - вплив цифрової трансформації поширюється на всі сфери сучасного життя [9].

Ступінь розвитку цифрової економіки вимірюється п'ятьма факторами: 1) зв'язок (розширення, швидкість і доступність інфраструктури фіксованого та мобільного ширококутного зв'язку); 2) людський капітал; 3) застосування Інтернету для комунікації та комерції; 4) інтеграція цифрових технологій; і 5) електронні державні сервіси [10].

Також варто зазначити, що існують відповідні індекси, які розроблені для вимірювання цифрового економічного розвитку. Одним з таких індексів є DEDI:

$$D = \sum \frac{1}{4(v_1+v_2+v_3)}, \quad (1)$$

$$DEDI = \frac{1}{4C_1} + \frac{1}{4C_2} + \frac{1}{4C_3} + \frac{1}{4C_4}, \quad (2)$$

Як ми вже сказали, DEDI являє собою індекс цифрового економічного розвитку, а C_1 , C_2 , C_3 і C_4 представляють чотири виміри економічного, соціального, технологічного розвитку та промислової структури відповідно.

Також на основі традиційного методу ентропії вагові коефіцієнти цифрових економічних показників можуть бути визначені в декілька кроків. Спочатку варто стандартизувати дані, щоб виключити вплив різних вимірювань. Формула наведена нижче:

$$R_{er} = \frac{R_{er-\min\{R\}}}{\max\{R_r\}-\min\{R_r\}}, \quad (3)$$

Де, R_{er} - значення r -го індикатора в e -му році. $e = 1, 2, - \dots, n$, $r = 1, 2, - \dots, m$. n – чисельність років, m – обсяг індикаторів.

У свою чергу ми також можемо переходячи від індексу цифрової економіки розрахувати абсолютний показник цифрової економіки. Цей показник розраховуємо за формулою, що наведена нижче:

$$D(t) = \frac{\sum_{j=1}^m (L_{j,t} \times K_{j,t} \times Y_{j,t})}{100}, \quad (4)$$

де, $Y(j,t)$ - кількість індексних акцій компонента індексу j в торговий день;

$L(j,t)$ - ціна j -го компоненту індексу в день торгів;

$K(j,t)$ - обмінний курс для перерахунку ціни компоненту індексу j в торговий день t у валюту індексу.

Еволюція основних категорій трансформації управління бізнесом в контексті змісту операційної системи господарювання та подальшої імплементації процесів у сучасні форми розглядає цифрову економіку як структуру соціальних та економічних взаємовідносин. Це сучасна парадигма прискореного економічного розвитку, спрямована на підвищення ефективності та конкурентоспроможності, що виражає і відображає сучасний технологічний формат соціальної, економічної та виробничої структури, що стосується різних аспектів громадського життя, виробництва, комерції, науки та управління. Враховуючи понятійно-типологічний апарат формування концепції сучасного корпоративного управління, розвиток теорій управління та менеджменту в контексті взаємопов'язаності факторів цифрового врядування та розвитку бізнес-середовища на з урахуванням теорії інноваційної динаміки та визначення генотипів та управлінських технологій, необхідно визначити галузі корпоративного управління, які можуть виключити потенційні переходи на вищі рівні розвитку завдяки трансформаційним процесам в компанії. Такі процеси відображені нижче, на рисунку 2.

Однак, щоб ефективно використовувати цифрові дані, компаніям необхідно постійно впроваджувати та тестувати нові технології і використовувати результати для кращої адаптації та підготовки до майбутніх викликів. Хоча введення новітніх технологій є ризикованішим підходом, ніж застосування звичних систем і пристроїв, потенційні можливості та винагороди є значними.

Зокрема, є три сфери, де можна використовувати новітні цифрові технології:

- Залучення споживачів: компанії мають змогу використовувати електронні типи даних та соціальні мережі, для взаємодіяти з клієнтами у новий спосіб. До прикладу, вони можуть формувати цифрові групи користувачів та генерувати додаткову цінність.

- Бізнес-процеси: цифрові технології можуть досягти значних результатів у бізнес-діяльності на кожному етапах ланцюжка створення вартості.

- Моделі бізнесу: цифрове перевтілення уможливило розробку зовсім нових способів формування та реалізації цінності. Існує також Інтегрований індекс цифрової економіки та суспільства (DESI), який узагальнює конкретні показники цифрової діяльності в Європі та дозволяє відстежувати розвиток країн-членів ЄС [11].



Рис. 2 Базисні складові цифрової трансформації підприємства
(розроблено авторами на основі [10])

DESI охоплює п'ять ключових сфер: зв'язок, людський капітал, використання Інтернету, цифрову інтеграцію та цифрові державні послуги. Він охоплює п'ять ключових сфер: зв'язок, людський грошовий баланс, застосування Інтернету, цифрову інтеграцію та цифрові державні послуги. Індекс можна розрахувати за наступною формулою:

$$DESI = \sum_{j=1}^5 b_j v_j, \quad (5)$$

Де, b_j - значення j -го індикатора першого рівня, v_j - відповідний ваговий коефіцієнт.

Також для перевірки гіпотези щодо швидкості цифрового розвитку країни було сформовано наступну формулу:

$$desi_{it} = \lambda_0 + \lambda_1 desi_{it-1} + \beta_{it}, \quad (6)$$

Де, $desi_{it}$ - DESI у i -тій державі у період t ;

λ_0, λ_1 , - коефіцієнти;

β_{it} - залишки.

Сьогодні активно розробляються, впроваджуються та використовуються технології машинного навчання, блокчейн, хмарні технології, смарт-об'єкти, аналітика великих даних за допомогою смарт-додатків та багато інших технологій. Цифрова трансформація підприємств різного розміру та української економіки в цілому сприяє підвищенню віддачі від неvirобничих та virобничих активів. Наприклад, впроваджуючи Інтернет речей, організації можуть збільшити виробництво готової продукції, скоротити простой обладнання та оптимізувати використання виробничих потужностей.

Одним з ключових напрямків цифрової трансформації є використання технологій машинного навчання (Machine Learning, ML) та аналітики великих даних (Big Data Analytics). Машинне навчання дозволяє підприємствам автоматизувати процеси прийняття рішень, враховуючи великі обсяги даних і забезпечуючи точні прогнози та аналіз. Наприклад, вирішуючи задачі прогнозування попиту на товари або оптимізації логістичних процесів, ML допомагає підприємствам ефективно управляти запасами та ресурсами.

Блокчейн технологія відкриває нові можливості для забезпечення безпеки та надійності транзакцій і обміну даними між підприємствами. Її застосування може мати значущий вплив на різноманітні галузі, зокрема фінанси, логістику та управління ланцюгом постачання. Однією з ключових переваг блокчейн технології є її децентралізована природа, яка дозволяє створювати безпечні та надійні інфраструктури без посередників. Це допомагає уникнути ризику маніпуляцій чи зловживань з боку третіх осіб, оскільки кожна транзакція фіксується і підтверджується мережею.

У сфері фінансів, блокчейн технологія може використовуватись для забезпечення безпечності грошових транзакцій, швидкої передачі коштів та підтримки цифрових платіжних систем. Наприклад, за допомогою блокчейну можна створити безпечні міжнародні платежі з мінімальними комісійними та надійною перевіркою транзакцій.

У логістиці та управлінні ланцюгом постачання, блокчейн може використовуватись для відстеження маршруту та умов перевезень товарів, що забезпечує більшу прозорість і довіру власників відправлень. Кожна стадія логістичного ланцюга може бути записана у блокчейні, що дозволяє швидко виявляти проблемні моменти та оптимізувати робочі процеси .

Крім того, блокчейн технологія може стати ефективним інструментом для підтримки смарт-контрактів. Смарт-контракти — це програми, які автоматично виконують умови угоди, коли вони виконуються. Вони базуються на блокчейн технології і гарантують автоматизоване виконання умов без участі посередників. Наприклад, використання смарт-об'єктів у виробничих лініях дозволяє здійснювати моніторинг параметрів виробництва в режимі реального часу. За допомогою вбудованих датчиків та зв'язку з хмарними платформами, підприємства отримують детальні дані про ефективність устаткування, рівень використання ресурсів та

прогнозують потребу у технічному обслуговуванні. Окрім того, цифрова трансформація дозволяє підприємствам впроваджувати смарт-додатки для оптимізації різних бізнес-процесів. Наприклад, застосування мобільних додатків для управління складом або відстеження поставок дозволяє забезпечувати швидку реакцію на зміни в попиті та управляти ланцюгом постачання більш ефективно.

Українські підприємства активно адаптуються до цифрових технологій з метою підвищення конкурентоспроможності та розвитку інноваційного потенціалу. Одним із прикладів успішної цифрової трансформації в Україні є впровадження системи моніторингу виробництва на основі хмарних технологій у великих підприємствах. Ця система дозволяє в реальному часі відстежувати ефективність роботи обладнання, запобігати несправностям та зменшувати витрати на обслуговування.

Проте існують певні виклики, які супроводжують цифрову трансформацію. Один з них - це необхідність зміни організаційної культури та підготовка персоналу до нових технологій. Підприємства повинні інвестувати час і ресурси у навчання своїх працівників та переконавання їх у необхідності цифрової трансформації.

Смарт-об'єкти, які вбудовуються в інфраструктуру, пристрої та продукцію, забезпечують збір даних в реальному часі та автоматизацію процесів. У реальному бізнес-секторі економіки багато компаній почали впроваджувати передові оптимізаційні ІТ-системи. Наприклад, потік даних, що збирається системою з виробничого обладнання в режимі реального часу, може бути використаний не тільки для швидкої діагностики несправностей обладнання, але не менш важливі переваги можна отримати, створюючи системи профілактичного обслуговування на основі обробки тих же даних. Використання та аналіз таких систем може призвести до скорочення витрат на ремонт за рахунок переходу на обслуговування окремих одиниць обладнання в міру виникнення потреби.

Нинішнє економічне середовище заохочує інвестиції в цифрову трансформацію [12]. Доки ринки, що розвиваються, намагаються збільшити попит на технології для подальшого зростання, а ринки які розвиваються шукають нові можливості оптимізації витрат та введення новітніх змін. Це утворює "цикл обережності та розвитку". Новітні технології стимулюють попит споживачів, підвищення доходів, розвиток освіти та навчання, а також сприяють більш ефективному застосуванню капіталу і матеріалів, що сприяє зростанню економіки, в особливості на ринках, які прогресують в розвитку. Корпорації, які інвестують в новітні технології, можуть розраховувати на те, що країни, в яких вони працюють, підіймуться на рівень економічного піднесення та подальшого зростання завдяки використанню інноваційних технологій [13]. Для формулювання національних тактик економічного зростання важливо враховувати можливі зміни при визначенні пріоритетів для інвестицій на міжнародних

фінансових ринках. Схема, що зображена на рисунку 3 нижче відображає взаємодію даних потоків.

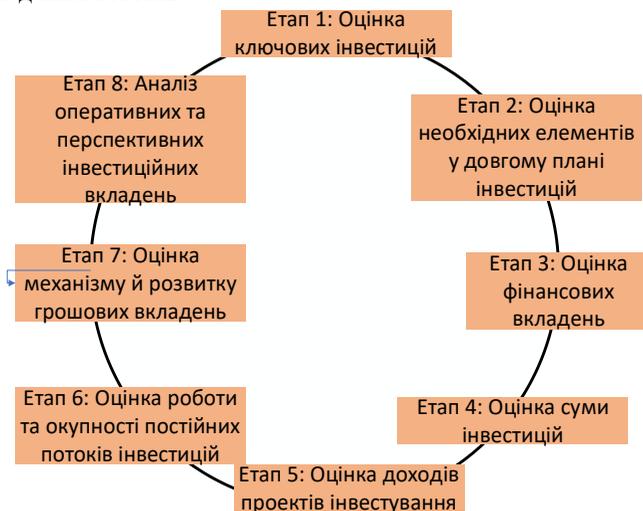


Рис. 3 Схема взаємодії інвестиційних потоків
(розроблено авторами на основі [16, 18])

Оцифрована економіка - це частина валового продукту, створена повністю або переважно за допомогою інформаційних технологій підприємствами, моделей бізнесу на яких базується цифрова продукція і послуги [14]. Це визначення є достатньо гнучким, щоб врахувати майбутній розвиток цифрових технологій та цифрового бізнесу. Узагальнене визначення наведено на рисунку 4.

Як видно з рис. 4, цифровізована економіка охоплює широкий спектр прикладів використання ІКТ в економіці та в основних видах діяльності, але не включає всі види діяльності в цифровій економіці, які так чи інакше пов'язані з ІКТ. Вона не включає всі види діяльності, які є власністю Цифровізована економіка, що розвивається на основі економіки знань, може бути визначена як продовження в новій якості безпрецедентних технологічних проривів, що стали результатом четвертої промислової революції, і характеризується нелінійними (експоненціальними) темпами оновлень, якістю і масштабами залучення інформаційних технологій, а також впливовістю інформаційних комплексів [15].

Це стосується не лише продуктивності, а й економічної поведінки, принципів організації та функціонування підприємств і господарського механізму в цілому. У сучасній економіці компанії, що використовують цифрові технології, є точками зростання, які забезпечують економіку цифровими ресурсами: На початку 20-го століття глобальну економіку

рухали великі компанії нафтової, металургійної, машинобудівної та гірничодобувної галузей, які сьогодні представляють сектори цифрової економіки.



Рис. 4. Три рівні розвитку цифровізованої економіки
(розроблено авторами на основі [17, 19, 20])

Головними блокаторами розвитку цифрової трансформації підприємств в Україні є:

1) відсутність державних (національних) інституцій та інфраструктури для підтримки, просування та зростання продвинутого бізнесу;

2) відсутність бачення, стратегії та ініціативи щодо цифровізації економічного, соціального та житлового просторів по всій країні.;

3) відсутність сталої системи розвитку інноваційного підприємництва в середній та вищій освіті, економічному секторі та суспільстві в цілому. Водночас можливості, які несе Україні цифрова трансформація підприємств, включають підвищення конкурентоспроможності економічних секторів, росту інноваційної економіки, трудового ринку тощо, появу нових галузей (крос-платформних з цифровими індустріями) та поширення інноваційного підприємництва.

Висновок Цифровізація економіки відіграє ключову роль у трансформації систем управління будівельними компаніями, надаючи нові можливості для підвищення ефективності, оптимізації виробничих процесів та покращення якості роботи. Дослідження показує, що використання інформаційних технологій, таких як BIM-технології, аналітика даних та штучного інтелекту (ШІ), має потенціал для зміни парадигми управління будівельною галуззю. Однак важливо враховувати виклики, які виникають із впровадженням цих технологій, такі як потреба у великих інвестиціях, зміни в організаційній культурі, а також нестабільність законодавчої та нормативної бази. Результати цього дослідження показують, що досягнення конкурентних переваг та сталого розвитку на ринку будівельних послуг вимагає стратегічного підходу до

цифрової трансформації, ретельного аналізу потреб та можливостей компанії, а також системного впровадження цифрових інструментів.

Розвиток конкурентоспроможного підприємства в умовах цифрової трансформації вимагає комплексного підходу. По-перше, необхідно ретельно аналізувати внутрішні та зовнішні фактори, які впливають на бізнес, для визначення найбільш перспективних напрямків цифрової трансформації. Важливо враховувати специфіку галузі будівництва, оскільки вона має свої унікальні вимоги і особливості.

Література

1. Бушуєв С. Д., Бушуєв Д. А. Emergent project management: concepts and models. – Київ: КНУБА, 2018.
2. Гражевська Н. І., Гудзинський О. Д. Innovative approaches to construction project management in conditions of digital transformation. – Київ: Національний транспортний університет, 2020.
3. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2018). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Engineers, Contractors and Designers (3rd ed.). Hoboken: Wiley.
4. Berman, S. J., & Bell, R. (2011). Digital transformation: Creating new business models where digital meets physical. IBM Institute for Business Value. Available at: <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/digital-transformation>
5. Kane, G. C. (2017). Digital transformation: What everyone needs to know. Oxford: Oxford University Press.
6. Tapscott, D. (2015). The digital economy: Rethinking promise and peril in the age of networked intelligence (20th Anniversary ed.). New York: McGraw-Hill.
7. Porter, M. E., Heppelmann, J. E. (2014). How smart, connected products are transforming competition. Harvard Business Review, 92(11), 64–88.
8. Горієлова Г. В. Цифрова економіка: теоретичні аспекти та перспективи розвитку в Україні. – Харків: ХНЕУ, 2019.
9. Кузьмін В. І. Економічні механізми впровадження інновацій на будівельних підприємствах. – Київ: КНУБА, 2016.
10. OECD. (2019). Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future. Paris: OECD Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264311992-en>
11. Timmers, P. (2018). Business models for digital platforms. European Journal of Innovation Management, 21(3), 463–475.
12. Berman, S. J., & Bell, R. (2011). Digital transformation of organizations: Evolution and innovation stages. Institute for Business Value.
13. World Bank. (2021). World Development Report 2021: Data for Better Lives. Washington, DC: World Bank. DOI: <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1600-0>

14. Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum.

15. Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). The balanced scorecard: Translating strategy into action. Boston: Harvard Business School Press.

16. Горбач Н. В. Цифровізація облікових та управлінських процесів на будівельних підприємствах. – Львів: ЛНУ, 2020.

M.A. Fedorchenko, O.A. Katin

Digitalization of the economy as a dominant factor in the transformation of management systems of construction enterprises

The digitalization of the economy has become a decisive factor in modern transformations across all sectors of economic activity, particularly in construction, where management processes require new approaches to ensure the sustainability and competitiveness of enterprises. The transition to digital models of functioning is not limited to automation of operations or the implementation of information technologies; it implies a profound change in the management paradigm that encompasses organizational structures, business processes, communication models, and methods of value creation. In the construction business, digitalization acts as a catalyst for change, as the industry is characterized by high capital intensity, long project implementation timelines, and the need for coordination among numerous stakeholders.

The digital economy enables the formation of new management models based on the use of cloud technologies, big data, artificial intelligence, blockchain platforms, and visual modeling systems (including BIM). Combined with integrated ERP solutions and business analytics systems, these tools create conditions for greater transparency, predictability, and efficiency in managing construction projects. They allow real-time monitoring, resource optimization, and the development of adaptive scenarios that account for risks.

The significance of digitalization also lies in transforming management logic. Whereas the traditional model relied on post-factum analysis of results, modern digital approaches emphasize preventive management and the use of predictive analytics. This reduces the likelihood of deviations from plans and enables timely responses to external challenges. In construction, this translates into more accurate cost and schedule forecasts, fewer errors during project implementation, and enhanced safety.

Moreover, digitalization reshapes stakeholder interaction by creating unified communication environments that allow clients, designers, contractors, and investors to collaborate based on shared data and digital models. This increases trust among participants, reduces transaction costs, and ensures greater consistency in decision-making.

Keywords: digitalization, economy, construction enterprises, management, transformation, innovation, business processes, competitiveness.