

Світлана Петрівна Лоза,

канд. екон. наук, доцент,

ORCID 0000-0002-2566-5020

e-mail: loza_sveta@ukr.net

*Національний університет «Запорізька
політехніка», м. Запоріжжя*

ОПЕРАЦІЙНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ВИРОБНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ: МУЛЬТИМЕТРИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ

Вступ. Четверта промислова революція позиціонує діджиталізацію як ключовий драйвер забезпечення конкурентних переваг промислових компаній. Імплементация технологічного інструментарію Індустрії 4.0 кардинально трансформує механізми побудови виробничих процесів, систему контролю якості та формати комунікації зі споживачами. Проте статистика свідчить: попри масштабні капіталовкладення у діджитал-проекти, приблизно 70 % ініціатив не приносять очікуваної віддачі. Така ситуація загострює необхідність створення методологічно обґрунтованого інструментарію для вимірювання результативності цифрових перетворень у сфері управління виробництвом.

Традиційні фінансові показники ROI, ROA, ROE не завжди повною мірою розкривають реальні результати діджиталізації. Віддача від цифрових інвестицій може реалізуватися через покращення бізнес-процесів, підвищення гнучкості виробничих систем чи зростання інноваційного потенціалу компанії. Звідси випливає необхідність створення комплексного підходу до вимірювання результативності, що поєднує фінансові, операційні та стратегічні виміри цифрових перетворень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковці різних країн активно досліджують питання вимірювання результативності діджиталізації. Систематичний огляд Kidschun F. et al. [4] охопив 12 емпіричних досліджень, що аналізували вплив цифрових трансформацій на фінансові показники виробничих і міжсекторальних компаній, зокрема ROI, ROA, ROE та прибутковість. Valaskova K. et al. [10] емпірично довели, що стратегічна узгодженість цифрових



© Видавець Інститут економіки промисловості НАН України, 2025

© Видавець Академія економічних наук України, 2025

ініціатив у цифрову епоху суттєво покращує фінансову результативність підприємств. Moolkham M. [7] з'ясував, що екологічні ризики модифікують вплив цифрової трансформації на фінансові результати та ринкову вартість компанії.

Цікавою є робота Yavuz M. et al. [11], де автори вводять метрику ROD (Return on Digitalization) для вимірювання фінансового ефекту цифрової трансформації. Zhang K. [13] сформував концептуальний фреймворк ROI для діджиталізації бізнесу, виокремивши ключові показники результативності. Slassi-Sennou S. та Es-salmani M. [8] дослідили зв'язок між цифровою трансформацією та фінансовими ризиками у площині підвищення фінансової результативності. Martha S. [6] піддав критичному аналізу традиційні метрики діджитал-трансформації, акцентуючи потребу розширення інструментарію за межі класичного ROI.

Вітчизняні науковці активно досліджують питання вимірювання рівня діджиталізації промислового сектору. Хімич С. [18] розробив методологічний інструментарій для визначення ступеня цифрового розвитку виробничих організацій. Островська Г. і Островський О. [17] здійснили аналіз актуального стану та стратегічних пріоритетів цифрового розвитку української промисловості, акцентувавши увагу на тому, що переважна частина вітчизняних виробничих компаній знаходиться на ранніх стадіях цифрової зрілості («початковий» чи «керований»), що створює потребу в адаптації глобальних методик вимірювання до особливостей національної економіки.

Концептуальну базу для осмислення процесів генерування економічної вартості за умов діджиталізації формують дослідження Кришталь Г. et al. [5], котрі ідентифікували наслідки впровадження технологій Індустрії 4.0 для українських виробничих організацій, сформулювавши вісім механізмів створення доданої вартості. Воронкова В. та Метеленко Н. [14] у монографічному виданні здійснили систематизацію концептуальних засад та емпіричного досвіду діджитал-трансформації в управлінні промисловим виробництвом.

У сфері операційного менеджменту та цифровізації виробничих процесів особливу увагу привертають дослідження, що поєднують оцінку ефективності з управлінням процесами. Smith N. et al. [9] провели порівняльний аналіз Digital Performance Management (DPM) та традиційної системи Overall Equipment Effectiveness (OEE) у контексті Індустрії 4.0, використовуючи Festo Cyber-Physical Lab. Результати показали, що за триденний період було оброблено 7051 деталь, досягнуто зростання виробництва на 36.6 %,

якість склала 99.53 %, а час циклу скоротився до 55 %. DPM забезпечив більш детальну та оперативну аналітику порівняно з ОЕЕ, оскільки базується на часових вимірюваннях замість зведених відсоткових показників.

Зростаючу роль управління цифровізацією як медіатора між технологіями та результативністю підтверджує дослідження Zaman S. et al. [12] на вибірці 506 литовських виробничих підприємств. Використовуючи PLS-SEM, дослідники встановили, що самі по собі цифрові технології не впливають безпосередньо на результативність цифровізації. Натомість ключову роль відіграє управління цифровізацією: коефіцієнт шляху $\beta = 0.701$ від технологій до управління, $\beta = 0.314$ від управління до результативності, $\beta = 0.220$ непрямий ефект через управління. Метрики результативності включали пряме та непряме зростання доходів, а також економію витрат.

Hwang G. et al. [3] створили інтегровану модель оцінювання результативності виробничої діяльності, застосувавши гібридну методологію АНР/АНР для багатокритеріального вибору альтернатив. Науковці виокремили 74 метрики оцінювання за шістьма напрямками: виробничі процеси, контроль якості, операційна гнучкість, управління втратами, розвиток персоналу та безперервні покращення. Практична апробація моделі на корейському металургійному заводі (персонал 120 осіб, з них 70 у виробництві) підтвердила спроможність інструментарію діагностувати невідповідності між управлінськими рівнями та забезпечувати постійну оптимізацію.

Cosa M. та Torelli R. [2] здійснили систематичний аналіз 47 наукових праць за 2000–2023 роки, що розглядають трансформацію систем вимірювання результативності під впливом діджиталізації. Спираючись на фреймворк Hengі (2006), дослідники виокремили чотири базові функції таких систем: моніторинг, концентрацію управлінської уваги, стратегічні рішення та легітимацію. Результати показують, що діджиталізація робить системи вимірювання більш динамічними та гнучкими, при цьому зростає значення метрик у режимі реального часу, сталого розвитку та людського капіталу.

Ait Brik A. et al. [1] представили інтегровану концепцію нарощування операційної результативності через діджиталізацію та технології Індустрії 4.0, адаптовану для малого та середнього бізнесу. Концептуальну архітектуру моделі формують 7 компонентів: зворотний зв'язок, ітеративна оптимізація, залучення персоналу, синхронізація метрик результативності, data-driven підхід до прийняття рішень, інноваційна активність, перманентний розвиток компетен-

цій. Система вимірювання охоплює 11 індикаторів у трьох категоріях: параметри якості (обсяг кондиційної продукції, відповідність ваговим нормативам, рівень дефектності, PPM), виробнича ефективність (MTBF, MTTF, коефіцієнт доступності, тривалість переналагодження) та продуктивність персоналу (темп роботи обладнання на одного оператора, час обслуговування на техніка, PPM в розрахунку на працівника). Практична реалізація моделі на підприємстві полімерної промисловості забезпечила стабільне зростання показника OEE через підвищення достовірності інформаційних потоків.

Особливої ваги набувають вітчизняні наукові розробки, що враховують специфіку національної економіки. Олексів Т. [16] запропонував комплексну систему вимірювання результативності процесного управління в IT-секторі за умов діджиталізації. Дослідник проаналізував провідні методологічні фреймворки (Balanced Scorecard, Lean Six Sigma, система метрик результативності, PESTLE, Business Process Reengineering, Agile, Value Chain) та сформував п'ятивимірну модель оцінювання: BPM Governance (процесне управління), Data Governance (управління інформацією), Leadership & Culture (лідерство і корпоративна культура), Digital Enablement (цифрові можливості), Sustainability & Compliance (екологічна відповідальність та нормативна узгодженість). Кожна складова містить індикатори фінансового, інноваційного та екологічного характеру.

Лисенко С. [15] запропонував комплексний підхід до оцінювання ефективності цифрової трансформації в управлінні бізнес-процесами агропромислових підприємств, інтегруючи модель зрілості управління бізнес-процесами (BPM Maturity Model) з системою ключових показників ефективності. Модель передбачає 5 рівнів зрілості (Initial → Managed → Defined → Measured → Optimized) та оцінювання за 5 доменами. Апробація на агропромислових підприємствах України продемонструвала суттєві покращення. Операційні показники: тривалість циклу Procure-to-Pay скоротилася з 14 до 9 днів (-35 %), частка електронних транзакцій зросла з 40 % до 86 % (+46 п.п.), рівень повторних операцій знизився з 7 % до 2.1 % (-4.9 п.п.), якість даних покращилася з 92 % до 98 % (+6 п.п.). Людський капітал: цифрова грамотність персоналу зросла з 45 % до 80 % (+35 п.п.). Екологічні показники: енергоефективність підвищилася з 68 % до 81 % (+13 п.п.), інтенсивність викидів CO₂ знизилася з 0.22 до 0.19 т/т продукції (-14 %). Інтегральний цифровий індекс зрілості (ІЦЗ) зріс з 2.7 до 3.5, що відповідає переходу від рівня «керований» до «визначений/вимірюваний».

Попри суттєвий масив наукових публікацій, у дослідницькому дискурсі залишається недостатньо розробленою проблема об'єднання фінансових та нефінансових індикаторів в єдину модель вимірювання результативності діджитал-трансформації управління виробництвом промислових організацій. Зокрема, спостерігається дефіцит праць, які б адаптували глобальні практики вимірювання до реалій національної економіки з урахуванням специфіки транзитивного періоду.

Мета статті полягає в розробці комплексної методології вимірювання результативності діджитал-трансформації управління виробництвом промислових організацій, що базується на багатовимірній системі показників.

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення таких дослідницьких завдань: обґрунтування концептуальних основ вимірювання результативності діджиталізації виробничого менеджменту та аргументація доцільності використання мультиметричної концепції; формування архітектури системи ключових індикаторів результативності управління виробництвом за умов діджиталізації; визначення специфічних умов застосування мультиметричної моделі для українських промислових організацій; створення практичних рекомендацій щодо покрокової реалізації запропонованої методології в діяльності виробничих компаній.

Результати дослідження. Діджитал-трансформація управління виробництвом промислових організацій означає всеохопне впровадження цифрових технологій в усі сфери операційної діяльності для підвищення результативності, покращення якості та забезпечення гнучкості виробничих систем. На відміну від точкової автоматизації окремих процесів, справжня трансформація передбачає глибокі зміни в корпоративній культурі, бізнес-моделях та управлінській практиці.

Діджитал-трансформація виробничого менеджменту має багатовимірний характер і охоплює такі ключові аспекти:

- технологічна складова: імплементація інтернету речей, машинного навчання, big data analytics, роботизованих систем та інших інструментів четвертої промислової революції;
- процесна складова: вдосконалення та автоматизація виробничих, логістичних і адміністративних потоків;
- організаційна складова: модифікація структури підприємства, корпоративної ідентичності та професійних навичок працівників;
- стратегічна складова: трансформація бізнес-моделей і розвиток нових конкурентних переваг.

Як показують дослідження Smith N. et al. [9], перехід від традиційних до цифрових систем управління операційною ефективністю забезпечує якісно новий рівень деталізації даних та оперативності прийняття рішень. Проте аналіз Zaman S. et al. [12] на литовських підприємствах переконливо доводить, що технології самі по собі не гарантують успіху – критичну роль відіграє якість управління процесами цифровізації.

Цифрова трансформація операційного менеджменту в Україні має свою специфіку. По-перше, вона зазвичай реалізується за обмеженого фінансування, тому інвестиційні рішення потребують особливо ретельного обґрунтування. По-друге, цифрова зрілість українських підприємств дуже різниться: від простої автоматизації окремих процесів до повноцінної інтеграції цифрових технологій. По-третє, брак кваліфікованих ІТ-фахівців стримує темпи та масштаби цифрових перетворень.

Традиційні фінансові показники (ROI, ROA, ROE) залишаються важливими, але недостатніми для комплексної оцінки ефективності цифрової трансформації операційного менеджменту. Як зазначають Martha S. [6] та Zhang K. [13], необхідно доповнювати фінансові метрики цифровими та альтернативними показниками, що відображають різноманітні аспекти операційної діяльності.

Мультиметричний підхід передбачає інтеграцію трьох груп показників (рис. 1).

Група 1. Фінансові показники. Фінансові показники традиційно використовують для оцінки економічної віддачі від інвестицій у діджиталізацію. Основні метрики:

Return on Investment (ROI) вимірює співвідношення отриманого прибутку до обсягу інвестицій у цифрові технології. Систематичний огляд Kidschun F. et al. [4] підтверджує, що ROI залишається найпоширенішим показником у 12 емпіричних дослідженнях впливу цифрової трансформації на фінансову результативність.

Return on Assets (ROA) відображає ефективність використання активів підприємства після впровадження цифрових рішень. Valaskova K. et al. [10] емпірично довели, що стратегічна узгодженість цифрових ініціатив суттєво покращує показники рентабельності активів.

Return on Equity (ROE) відображає дохідність власних коштів та інвестиційну атракцію організації. Moolkham M. [7] визначив, що екологічні ризики виконують модеруючу функцію у впливі діджиталізації на показник ROE і ринкову капіталізацію.

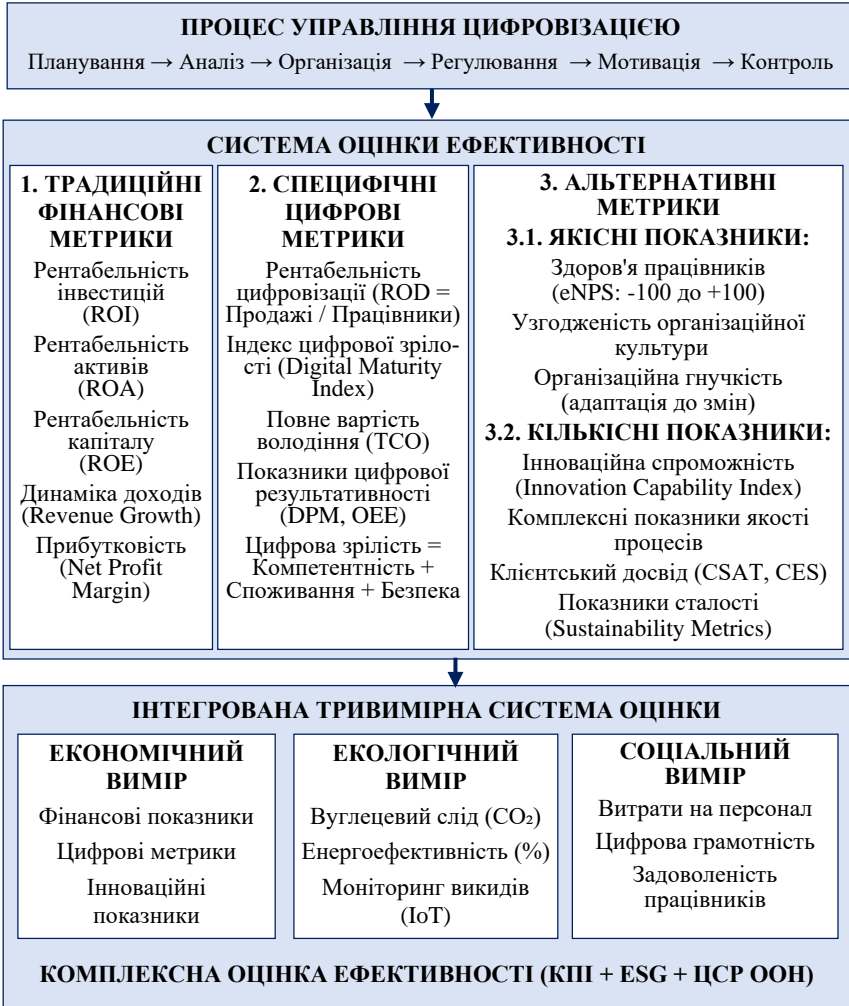


Рисунок 1. Мультиметричний підхід до оцінки ефективності цифрової трансформації операційного менеджменту

Джерело: розроблено автором на основі інтеграції [1-3, 9, 12, 15, 16].

Проте, як зазначають Martha S. [6] та Zhang K. [13], фінансові показники мають певні обмеження при оцінці цифрової трансформації. Вони не враховують якісні зміни в процесах, покращення клієнтського досвіду, підвищення гнучкості виробництва та інші нефінансові ефекти, які проявляються в довгостроковій перспективі.

Група 2. Цифрові показники. Цифрові метрики показують конкретні результати впровадження технологій Індустрії 4.0 і ступінь цифрової зрілості операційних процесів.

Return on Digitalization (ROD), введений Yavuz M. et al. [11], є спеціалізованим показником для оцінки фінансового ефекту цифрових ініціатив. На відміну від класичного ROI, цей показник враховує особливості цифрових інвестицій, зокрема нематеріальні активи та віддалені в часі ефекти.

Індекс цифрової зрілості вимірює рівень інтеграції цифрових технологій у операційні процеси. Дослідження Хіміч С. [18] та Островської Г. і Островського О. [17] пропонують методичні підходи до оцінювання цифрової зрілості українських промислових підприємств. Лисенко С. [15] розробив Інтегральний цифровий індекс зрілості (ІЦЗ), який інтегрує оцінки за 5 доменами: BPM Governance, Data Governance, Leadership & Culture, Digital Enablement, Sustainability & Compliance.

Total Cost of Ownership (TCO) відображає сукупну вартість використання цифрових рішень: від впровадження та навчання персоналу до підтримки й модернізації систем. Slassi-Sennou S. та Es-salmani M. [8] наголошують на необхідності аналізу TCO для оцінювання фінансових ризиків діджитал-трансформації.

Digital Performance Management (DPM) metrics включають набір операційних показників, що вимірюються в реальному часі. Як продемонстрували Smith N. et al. [9], часові метрики DPM (час циклу, час простою, час переналаштування) забезпечують більш точну та оперативну картину операційної ефективності порівняно з традиційними відсотковими показниками ОЕЕ.

Overall Equipment Effectiveness (OEE) та похідні показники залишаються важливими метриками операційної ефективності. Ait Brik A. et al. [1] довели, що інтеграція ОЕЕ з системою управління якістю даних призводить до значних та стійких покращень операційної результативності малих та середніх підприємств.

Група 3. Альтернативні показники. Альтернативні метрики показують, як діджиталізація впливає на працівників, клієнтів та інноваційний потенціал компанії.

Employee Net Promoter Score (eNPS) вимірює рівень задоволеності та лояльності персоналу. Cosa M. та Torelli R. [2] підкреслюють зростаючу роль людських ресурсів у цифровій трансформації, оскільки успіх технологічних змін значною мірою залежить від готовності працівників адаптуватися до нових умов.

Customer Satisfaction Score (CSAT) та Customer Effort Score (CES) демонструють, як діджиталізація змінює клієнтський досвід.

Зростання цих показників зазвичай пов'язане з оптимізацією операційних процесів і підвищенням гнучкості виробництва.

Innovation Capability Index відображає здатність підприємства генерувати та впроваджувати інновації в умовах цифрової трансформації. Олексів Т. [16] виділяє інноваційність як один з ключових показників ефективності управління бізнес-процесами ІТ-підприємств.

Process Quality Metrics включають показники якості процесів, виявлені Hwang G. et al. [3] у дослідженні 74 KPI: показники виробництва, якості, гнучкості, загальних втрат, людських ресурсів та безперервного вдосконалення. Ait Brik A. et al. [1] виділяють 11 ключових KPI у 3 групах (якість, продуктивність, людська продуктивність), які безпосередньо впливають на ОЕЕ.

Sustainability Metrics відображають екологічний та соціальний вимір цифрової трансформації. Лисенко С. [15] включив показники сталого розвитку до системи оцінювання цифрової зрілості агропромислових підприємств: енергоефективність зросла з 68 % до 81 % (+13 п.п.), інтенсивність викидів CO₂ знизилася з 0.22 до 0.19 т/т продукції (-14 %). Такий підхід узгоджується з цілями сталого розвитку ООН та принципами ESG.

На підставі вивчення наукової літератури та практики провідних компаній сформовано систему ключових показників результативності операційного менеджменту в умовах цифровізації (див. таблицю).

Запропонована система показників забезпечує комплексну оцінку ефективності цифрової трансформації операційного менеджменту, охоплюючи фінансові результати, операційну ефективність, якість процесів, людський капітал, клієнтську задоволеність, сталий розвиток та інноваційний потенціал. Важливою особливістю системи є збалансованість між кількісними та якісними показниками, короткостроковими та довгостроковими ефектами, внутрішніми та зовнішніми результатами.

Застосування міжнародного досвіду оцінки результативності діджиталізації на українських виробничих підприємствах потребує врахування таких особливостей:

По-перше, рівень початкової цифрової зрілості. Дослідження Хімич С. [18] та Островської Г. і Островського О. [17] показують, що більшість українських промислових підприємств перебувають на рівнях «Початковий» або «Керований» за моделлю зрілості BPM.

Це означає, що для них пріоритетними є показники базової автоматизації процесів та формування культури управління даними, тоді як передові метрики (як-от DPM) можуть бути надто складними для впровадження.

Таблиця. Система ключових показників ефективності операційного менеджменту в умовах цифровізації

Вимір	Показник	Формула / Метод вимірювання	Джерело
1	2	3	4
ФІНАНСОВІ ПОКАЗНИКИ			
Рентабельність інвестицій	ROI	(Прибуток – Інвестиції) / Інвестиції × 100 %	[4]
Рентабельність активів	ROA	Чистий прибуток / Середня вартість активів × 100 %	[10]
Рентабельність власного капіталу	ROE	Чистий прибуток / Власний капітал × 100 %	[7]
ЦИФРОВІ ПОКАЗНИКИ			
Рентабельність цифровізації	ROD	Додатковий прибуток від цифровізації / Інвестиції в цифрові технології	[11]
Інтегральний індекс цифрової зрілості	ІЦЗ	Зважена сума оцінок 5 доменів (BPM Governance, Data Governance, Leadership & Culture, Digital Enablement, Sustainability)	[15]; [16]
Загальна вартість володіння	TCO	Капітальні витрати + Операційні витрати + Витрати на підтримку	[8]
Метрики цифрового управління продуктивністю	DPM	Часові показники (час циклу, час простою, час переналаштування) в реальному часі	[9]
Загальна ефективність обладнання	OEE	Доступність × Продуктивність × Якість	[1]
Час циклу Procure-to-Pay	P2P Cycle Time	Від замовлення до оплати, днів	[15]
Частка електронних транзакцій	e-Transactions	Кількість цифрових транзакцій / Загальна кількість × 100 %	[15]
Рівень повторних операцій	Rework %	Кількість переробок / Загальна кількість операцій × 100 %	[15]
Індекс якості даних	DQI	1 – (Дублікати + Пропущені) / Загальна кількість × 100 %	[15]; [1]
ОПЕРАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ			
Продуктивність виробництва	Production Output	Приріст обсягу виробництва, %	[9]
Якість продукції	Quality Rate	Частка якісної продукції, %	[9]; [3]
Час виконання замовлення	Order-to-Cash Time	Від замовлення до отримання оплати, днів	[3]
Гнучкість виробництва	Flexibility Index	Час переналаштування обладнання, годин	[3]
ПОКАЗНИКИ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ			
Цифрова грамотність персоналу	Digital Literacy %	Частка персоналу з цифровими компетенціями, %	[15]
Задоволеність персоналу	eNPS	Employee Net Promoter Score	[2]
Продуктивність праці	Labor Productivity	Вихід продукції на одного працівника	[3]

1	2	3	4
ПОКАЗНИКИ КЛІЄНТСЬКОЇ ЗАДОВОЛЕНОСТІ			
Задоволеність клієнтів	CSAT	Customer Satisfaction Score	[2]
Зусилля клієнтів	CES	Customer Effort Score	[2]
Частка повторних замовлень	Repeat Orders %	Кількість повторних замовлень / Загальна кількість × 100 %	[3]
ПОКАЗНИКИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ			
Енергоефективність	Energy Efficiency	Вихід продукції / Споживання енергії × 100 %	[15]
Інтенсивність викидів CO ₂	Carbon Intensity	Тонн CO ₂ на тону продукції	[15]
Відповідність ESG-критеріям	ESG Compliance	Бальна оцінка за ESG-критеріями	[15]; [16]
ІННОВАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ			
Інноваційна спроможність	Innovation Capability	Кількість впроваджених інновацій	[16]
Час виведення на ринок	Time-to-Market	Тривалість від розробки до запуску, днів	[2]

Джерело: розроблено автором на основі систематизації наукових джерел

По-друге, обмеженість фінансових ресурсів. У контексті української економіки особливо важливими стають показники загальної вартості володіння та короткострокової окупності інвестицій. Як показує досвід Лисенка С. [15], навіть обмежені інвестиції в цифровізацію можуть дати значний ефект при правильній фокусуванні: скорочення часу циклу P2P на 35 %, зростання частки електронних транзакцій на 46 п.п., зниження рівня переробок на 4.9 п.п.

По-третє, дефіцит цифрових компетенцій. Показник цифрової грамотності персоналу набуває критичного значення для українських підприємств. Дослідження Zaman S. et al. [12] переконливо доводить, що без ефективного управління процесами цифровізації та розвитку компетенцій персоналу технології не дають очікуваного ефекту. Лисенко С. [15] зафіксував зростання цифрової грамотності з 45 % до 80 % (+35 п.п.) як один з ключових факторів успішної трансформації.

По-четверте, екологічні виклики та євроінтеграція. Показники сталого розвитку (енергоефективність, викиди CO₂, ESG-відповідність) стають все більш важливими для українських підприємств у контексті інтеграції до ЄС. Лисенко С. [15] продемонстрував, що цифровізація може суттєво покращити екологічні показники: енергоефективність +13 п.п., викиди CO₂ –14 %.

По-п'яте, специфіка галузевої структури. Різні галузі мають різні пріоритети в оцінюванні ефективності. Для агропромислових підприємств, як показує Лисенко С. [15], критичними є показники

якості даних та простежуваності процесів. Для ІТ-підприємств, як демонструє Олексів Т. [16], ключовими є показники інноваційної спроможності та задоволеності клієнтів. Для виробничих підприємств, за даними Smith N. et al. [9] та Ait Brik A. et al. [1], особливого значення набувають показники OEE та DPM. Врахування зазначених особливостей дозволяє сформулювати покрокову стратегію імплементації мультиметричного підходу на українських виробничих підприємствах. Запропонована послідовність передбачає чотири послідовні етапи: діагностику початкового стану цифрової зрілості організації, формування збалансованого набору пріоритетних показників, створення системи безперервного моніторингу та циклічного аналізу з відповідним коригуванням стратегії діджиталізації (рис. 2).

Важливим аспектом є забезпечення балансу між різними групами показників. Дослідження Cosa M. та Torelli R. [2] на основі аналізу 47 досліджень підтверджує, що найбільшого успіху досягають організації, які інтегрують фінансові метрики з операційними, людськими та екологічними показниками. Аналогічний висновок впливає з роботи Hwang G. et al. [3], які виявили, що комплексна система з 74 KPI у 6 категоріях дозволяє виявляти розриви між рівнями управління та забезпечувати безперервне вдосконалення.

Проведене дослідження відкриває перспективи для подальших розробок у декількох напрямках. З теоретичної точки зору, доцільним є поглиблення розуміння взаємозв'язків між різними групами показників ефективності. Дослідження Zaman S. et al. [12] встановило медіаторну роль управління цифровізацією, проте залишається відкритим питання впливу організаційної культури, лідерства та інноваційної спроможності як модераторів цих взаємозв'язків. Методично важливою є розробка стандартизованих підходів до вимірювання цифрових та альтернативних показників для різних галузей промисловості, спираючись на досвід Hwang G. et al. [3] та Лисенка С. [15].

Емпіричну валідацію запропонованої системи показників доцільно провести на вибірці українських виробничих підприємств різних галузей для встановлення галузевих еталонних значень. Технологічно перспективною є розробка програмних рішень для автоматизації збору та візуалізації мультиметричних показників, використовуючи досвід Smith N. et al. [9] з Digital Performance Management. Галузева адаптація мультиметричного підходу може спиратися на напрацювання Лисенка С. [15] для агросектору та Олексіва Т. [16] для ІТ-компаній.

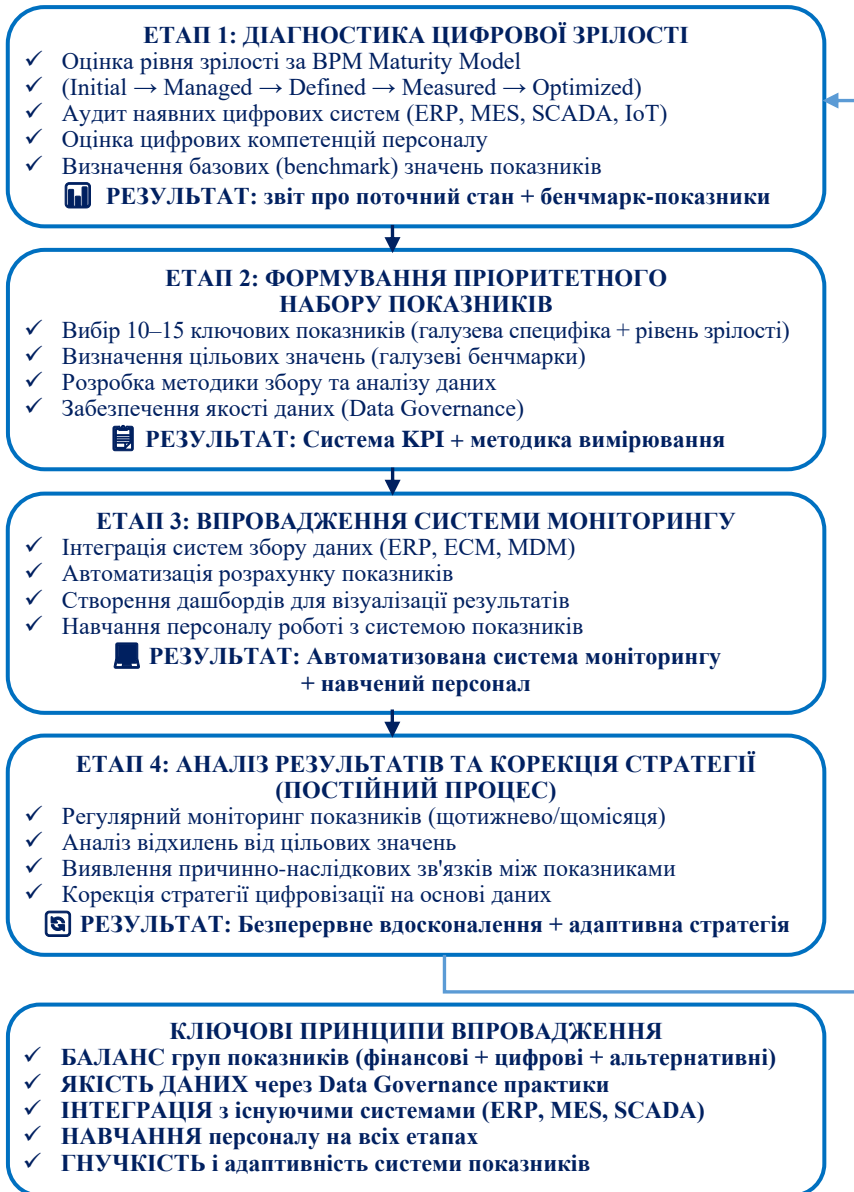


Рисунок 2. Послідовність впровадження мультиметричного підходу до оцінки ефективності

Джерело: розроблено автором на основі [2, 3, 9, 15].

Висновки. Відповідно до поставленої мети, у роботі розроблено комплексну методологію оцінки результативності діджитал-трансформації управління виробництвом промислових організацій, що базується на багатовимірній системі показників.

Теоретична значущість дослідження полягає в обґрунтуванні концептуальних засад оцінки ефективності цифрової трансформації операційного менеджменту на основі аналізу наукових джерел, включаючи роботи провідних міжнародних та українських дослідників, що розкривають сутність цифрової трансформації через технологічний, процесний, організаційний та стратегічний виміри. Доведено доцільність застосування мультиметричного підходу, який інтегрує фінансові (ROI, ROA, ROE), цифрові (ROD, ІЦЗ, ТСО, DPM, OEE) та альтернативні (eNPS, CSAT, CES, інноваційна спроможність, показники сталості) показники у єдину систему вимірювання ефективності. Розроблено структуровану систему ключових показників ефективності операційного менеджменту в умовах цифровізації, що охоплює сім вимірів: фінансовий, цифровий, операційний, людський капітал, клієнтську задоволеність, сталий розвиток та інноваційну спроможність.

Практична значущість дослідження визначається обґрунтуванням особливостей застосування мультиметричного підходу для українських виробничих підприємств з урахуванням рівня початкової цифрової зрілості, обмеженості фінансових ресурсів, дефіциту цифрових компетенцій, екологічних викликів євроінтеграції та галузевої специфіки. Розроблено практичні рекомендації щодо послідовності впровадження мультиметричного підходу на виробничих підприємствах, що включає 4 етапи: діагностику цифрової зрілості, формування пріоритетного набору показників, впровадження системи моніторингу, аналіз результатів та корекцію стратегії (постійний процес). Представлена система індикаторів може використовуватися для аргументації стратегічних рішень стосовно діджиталізації виробничих процесів промислових організацій, відстеження динаміки імплементації цифрових рішень та компаративного аналізу (benchmarking) відносно суперників на ринку.

Науковий внесок роботи визначається створенням комплексної методології вимірювання результативності діджитал-трансформації управління виробництвом, яка, на противагу наявним розробкам, синтезує фінансові, цифрові та додаткові індикатори в цілісну модель оцінювання, адаптовану до реалій промислових організацій країн транзитивного типу.

Емпіричні дані з міжнародних та українських досліджень переконливо доводять практичну цінність запропонованого мульти-

метричного підходу. Результати Smith N. et al. [9]: зростання виробництва на 36.6 %, якість 99.53 %, скорочення часу циклу до 55 %. Результати Zaman S. et al. [12]: коефіцієнти шляху $\beta = 0.701$ (технології \rightarrow управління), $\beta = 0.314$ (управління \rightarrow результативність), $\beta = 0.220$ (непрямий ефект). Результати Лисенка С. [15]: скорочення Р2Р на 35 %, зростання е-транзакцій на 46 п.п., зниження переробок на 4.9 п.п., покращення якості даних на 6 п.п., зростання цифрової грамотності на 35 п.п., покращення енергоефективності на 13 п.п., зниження CO₂ на 14 %, зростання ІІЗ з 2.7 до 3.5.

Реалізація запропонованого підходу створює основу для подальших теоретичних, методичних та емпіричних досліджень, спрямованих на вдосконалення інструментів оцінювання ефективності діджитал-трансформації промислових організацій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ait Brik A., En-nhaili A., Meddaoui A. Enhancing operational performance through digitalization and Industry 4.0: A comprehensive model for data reliability and OEE optimization. *Data and Metadata*. 2025. Vol. 4. Art. 475. <https://doi.org/10.56294/dm2025475>
2. Cosa M., Torelli R. Digital transformation and flexible performance management: A systematic literature review of the evolution of performance measurement systems. *Global Journal of Flexible Systems Management*. 2024. Vol. 25. P. 445–466. <https://doi.org/10.1007/s40171-024-00409-9>
3. Hwang G., Han J.-H., Chang T.-W. An integrated key performance measurement for manufacturing operations management. *Sustainability*. 2020. Vol. 12, No. 13. Art. 5260. <https://doi.org/10.3390/su12135260>
4. Kidschun F., Gandhi A., Hecklau F. A literature review: The impact of digital transformation on financial performance. *19th European Conference on Innovation and Entrepreneurship* (Paris-Nanterre, France, 2024, September 26-27). 2024. Vol. 19, No. 1. P. 331-338. <https://doi.org/10.34190/ecie.19.1.2885>
5. Kryshchal H., Zgalat-Lozynska L., Denysiuk O., Skyba H., Panin Ye. The impact of Industry 4.0 on the digital transformation of manufacturing enterprises in Ukraine. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023. No. 2. P. 149–153. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-2/149>
6. Martha S. Rethinking digital transformation metrics: Moving beyond traditional ROI. *Journal of Global Research in Computer Sciences*. 2024. Vol. 15, No. 4. Art. 004. URL: <https://www.rroij.com/open-access/rethinking-digital-transformation-metrics-moving-beyond-traditional-roi.php?aid=95386>
7. Moolkham M. Digital transformation, financial performance and firm valuation: The moderating effect of environmental risk. *Journal of Climate Finance*. 2025. Vol. 13. Art. 100075. <https://doi.org/10.1016/j.jclimf.2025.100075>
8. Slassi-Sennou S., Es-salmani M. Navigating financial risk in the digital age: The mediating role of performance and indebtedness. *Cogent Business & Management*. 2025. Vol. 12, No. 1. Art. 2454169. URL: <https://www.mdpi.com/1911-8074/18/6/325>
9. Smith N. D., Hovanski Y., Tenny J., Bergner S. Digital performance management: An evaluation of manufacturing performance management and measurement strategies in an Industry 4.0 context. *Machines*. 2024. Vol. 12, No. 8. Art. 555. <https://doi.org/10.3390/machines12080555>

10. Valaskova K., Nagy M., Juracka D. Digital transformation and financial performance: An empirical analysis of strategic alignment in the digital age. *Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy*. 2025. Vol. 19, Iss. 5. P. 1178–1205. <https://doi.org/10.1108/JEC-11-2024-0241>

11. Yavuz M. S., Tatli H. S., Bozkurt G. Exploring the financial impact of digital transformation: A comprehensive analysis on firms. *Journal of Innovation & Knowledge*. 2025. Vol. 10, No. 5. Art. 100795. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2025.100795>

12. Zaman S. A. A., Vilkas M., Zaman S. I., Jamil S. Digital technologies and digitalization performance: The mediating role of digitalization management. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 2025. Vol. 36, No. 2. P. 307-333. <https://doi.org/10.1108/JMTM-04-2024-0176>

13. Zhang K. Evaluating Return on Investment for Digital Technology Investments in Multinational Corporations. *Business-Inform*. 2024. No. 7. P. 247–253. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-7-247-253>

14. Цифрова трансформація промислового менеджменту у контексті викликів, можливостей та змін: монографія / за ред. Воронкова В. Г., Метеленко Н. Г. Запоріжжя: Liha-Pres, 2024. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/24045>

15. Лисенко С. М. Оцінка ефективності цифрової трансформації в управлінні бізнес-процесами агропромислових підприємств. *Бізнес-навігатор*. 2025. Вип. 83, № 6. <https://doi.org/10.32782/business-navigator.83-60>

16. Олексів Т. І. Інтегровані моделі оцінювання ефективності управління бізнес-процесами ІТ-підприємств в умовах цифрової трансформації. *Економіка та суспільство*. 2025. Вип. 72. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-72-149>

17. Островська Г. Й., Островський О. Т. Цифрова трансформація промисловості: сучасні реалії та пріоритети розвитку. *Економічний вісник Донбасу*. 2024. № 1–2 (75–76). С. 166–177. [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2024-1-2\(75-76\)-166-177](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2024-1-2(75-76)-166-177)

18. Хімич С. В. Методичні підходи до оцінювання рівня цифрової трансформації промислових підприємств. *Економічний вісник НТУУ «Київський політехнічний інститут»*. 2023. Вип. 27. <https://doi.org/10.20535/2307-5651.27.2023.297217>

Надійшла до редакції 16.10.2025 р.

Прийнята до друку 24.11.2025 р.

REFERENCES

1. Ait Brik, A., En-nhaili, A., & Meddaoui, A. (2025). Enhancing operational performance through digitalization and Industry 4.0: A comprehensive model for data reliability and OEE optimization. *Data and Metadata*, 4, 475. <https://doi.org/10.56294/dm2025475>

2. Cosa, M., & Torelli, R. (2024). Digital transformation and flexible performance management: A systematic literature review of the evolution of performance measurement systems. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 25, 445–466. <https://doi.org/10.1007/s40171-024-00409-9>

3. Hwang, G., Han, J.-H., & Chang, T.-W. (2020). An integrated key performance measurement for manufacturing operations management. *Sustainability*, 12(13), 5260. <https://doi.org/10.3390/su12135260>

4. Kidschun, F., Gandhi, A., & Hecklau, F. (2024, September 26–27). A literature review: The impact of digital transformation on financial performance. *19th European Conference on Innovation and Entrepreneurship*, 19(1), 149–153. <https://doi.org/10.34190/ecie.19.1.2885>

5. Kryshal, H., Zgalat-Lozynska, L., Denysiuk, O., Skyba, H., & Panin, Ye. (2023). The impact of Industry 4.0 on the digital transformation of manufacturing enterprises in Ukraine. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2, 149–153. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-2/149>

6. Martha, S. (2024). Rethinking digital transformation metrics: Moving beyond traditional ROI. *Journal of Global Research in Computer Sciences*, 15(4), 004. <https://www.rroij.com/open-access/rethinking-digital-transformation-metrics-moving-beyond-traditional-roi.php?aid=95386>
 7. Moolkham, M. (2025). Digital transformation, financial performance and firm valuation: The moderating effect of environmental risk. *Journal of Climate Finance*, 13, 100075. <https://doi.org/10.1016/j.jclimf.2025.100075>
 8. Slassi-Sennou, S., & Es-salmani, M. (2025). Navigating financial risk in the digital age: The mediating role of performance and indebtedness. *Cogent Business & Management*, 12(1), 2454169. <https://www.mdpi.com/1911-8074/18/6/325>
 9. Smith, N. D., Hovanski, Y., Tenny, J., & Bergner, S. (2024). Digital performance management: An evaluation of manufacturing performance management and measurement strategies in an Industry 4.0 context. *Machines*, 12(8), 555. <https://doi.org/10.3390/machines12080555>
 10. Valaskova, K., Nagy, M., & Juracka, D. (2025). Digital transformation and financial performance: An empirical analysis of strategic alignment in the digital age. *Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy*, 19(5), 1178–1205. <https://doi.org/10.1108/JEC-11-2024-0241>
 11. Yavuz, M. S., Tatli, H. S., & Bozkurt, G. (2025). Exploring the financial impact of digital transformation: A comprehensive analysis on firms. *Journal of Innovation & Knowledge*, 10(5), 100795. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2025.100795>
 12. Zaman, S. A. A., Vilkas, M., Zaman, S. I., & Jamil, S. (2025). Digital technologies and digitalization performance: The mediating role of digitalization management. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 36(2), 307-333. <https://doi.org/10.1108/JMTM-04-2024-0176>
 13. Zhang, K. (2024). Evaluating Return on Investment for Digital Technology Investments in Multinational Corporations. *Business-Inform*, 7, 247–253. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2024-7-247-253>
 14. Voronkova, V. H., & Metelenko, N. H. (Eds.). (2024). *Digital transformation of industrial management in the context of challenges, opportunities and changes*. Liha-Pres. <https://dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/24045>
 15. Lysenko, S. M. (2025). Evaluating the effectiveness of digital transformation in agri-industrial business process management. *Biznes-navihator*, 83(6). <https://doi.org/10.32782/business-navigator.83-60>
 16. Oleksiv, T. I. (2025). Integrated models for evaluating the effectiveness of business process management of IT enterprises in the context of digital transformation. *Ekonomika ta suspilstvo*, 72. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-72-149>
 17. Ostrovska, H. Y., & Ostrovskyi, O. T. (2024). Digital transformation of industry: Current realities and development priorities. *Ekonomichnyi visnyk Donbasu*, 1–2 (75–76), 166–177. [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2024-1-2\(75-76\)-166-177](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2024-1-2(75-76)-166-177)
 18. Khimich, S. V. (2023). Methodological approaches to assessing the level of digital transformation of industrial enterprises. *Ekonomichnyi visnyk NTUU «Kyivskiy politekhnichnyi instytut»*, 27. <https://doi.org/10.20535/2307-5651.27.2023.297217>
- Received: 16.10.2025*
Accepted: 24.11.2025

Лоза С. П. Операційний менеджмент виробничих підприємств в умовах цифровізації: мультиметричний підхід до оцінки ефективності

У роботі досліджується проблема вимірювання економічної результативності діджиталізації виробничих процесів промислових компаній. Запропоновано інтегровану методологію оцінки ефективності діджитал-трансформації в операцій-

ному менеджменті, яка об'єднує фінансові метрики (ROI, ROA, ROE), показники цифровізації (ROD, індекс цифрової зрілості, TCO, DPM, OEE) та додаткові індикатори (eNPS, CSAT, інноваційна спроможність, метрики сталості) у мультиметричну модель. Побудовано систему ключових індикаторів результативності за сімома напрямками: фінанси, цифровізація, операційна діяльність, розвиток персоналу, клієнтоорієнтованість, екологічна відповідальність, інноваційний потенціал. Визначено специфічні умови імплементації для українських промислових підприємств. Сформовано покрокову стратегію впровадження через чотири етапи. Практичне значення полягає у можливості обґрунтування стратегічних рішень щодо фінансування проєктів цифрової модернізації виробництва.

Ключові слова: операційний менеджмент виробництва, діджитал-трансформація промисловості, вимірювання результативності, оцінка ефективності, мультиметричний підхід, ROI цифровізації, індекс цифрової зрілості, цифрова грамотність, цифрові компетентності.

Loza S. P. Operational management of manufacturing enterprises in the context of digitalization: a multimetric approach to assessing efficiency

This paper examines the challenge of measuring the economic effectiveness of digitalisation in manufacturing operations of industrial companies. The widespread adoption of Industry 4.0 technologies raises a critical question for management: how to reliably determine the return on digital solution implementation and justify capital investment decisions? The authors propose an integrated methodology for measuring the effectiveness of digital transformation in operational management, which combines financial metrics (ROI, ROA, ROE), digitalisation indicators (ROD, Digital Maturity Index, TCO, DPM, OEE), and alternative measures (eNPS, CSAT, Innovation Capability Index, Sustainability Metrics) into a three-dimensional evaluation model. The proposed multimetric approach integrates economic, environmental, and social dimensions, enabling a comprehensive analysis of digitalisation's impact on operational performance. Empirical investigation of international and domestic experience confirms the high effectiveness of the presented methodology: companies demonstrate substantial increases in output volumes, reductions in production cycle times, improvements in product quality, cost optimisation, and development of employees' digital skills. A multidimensional model of key performance indicators has been constructed across seven dimensions: finance, digitalisation, operational activities, personnel development, customer orientation, environmental responsibility, and innovation potential. Specific conditions for implementing the multimetric approach in Ukrainian industrial enterprises have been identified, considering the current state of digital development, financial constraints, shortage of qualified information technology specialists, and sectoral differences. A step-by-step implementation strategy has been formulated through four stages: assessing the organisation's digital maturity level, selecting priority metrics, establishing a continuous monitoring system, and interpreting obtained data with subsequent adjustment of the digitalisation strategy. The practical significance of this research lies in the possibility of applying the developed methodological provisions when making strategic decisions regarding the financing of digital modernisation projects in manufacturing operations.

Keywords: manufacturing operational management, industrial digital transformation, performance measurement, effectiveness evaluation, multimetric approach, digitalisation ROI, digital maturity index, digital literacy, digital competencies.