

УДК 005.7:005.8:007

DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.214.377-382>**Марухленко О.В.**доктор наук з державного управління
Київський столичний університет імені Бориса Грінченка**Marukhlenko Oksana**

Dr. of Public Administration Sc.

Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University

<https://orcid.org/0000-0001-8050-6615>**Олещенко В.Ю.**

кандидат наук з державного управління

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка

Oleshchenko Veronika

PhD in Public Administration Sc.

Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University

<https://orcid.org/0000-0002-1490-8875>**Рубан Д.О.**

доктор філософії з державного управління

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка

Ruban Dmytro

PhD in Public Administration Sc.

Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University

<https://orcid.org/0000-0001-9724-1377>

СИСТЕМНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ІЄРАРХІЧНОГО ОПОРУ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ ЕНТРОПІЇ У ПРОЦЕСАХ ВПРОВАДЖЕННЯ AGILE-МЕТОДОЛОГІЙ

У статті проведено системний аналіз конфлікту між Agile-методологіями та ієрархічними структурами. Використовуючи закон Ешбі, моделі Лалу та теорію організаційної ентропії, автори обґрунтовують втрату ефективності Agile-команд у консервативному середовищі. Запропоновано системну модель та «коефіцієнт ієрархічного опору» для кількісної оцінки впливу бюрократичного центру на швидкість поставки цінності. На основі теорії графів та теорії черг обґрунтовано експоненціальне зростання комунікаційних витрат при збільшенні кількості рівнів управління. Аналіз функціонування державних та корпоративних структур демонструє суттєве зниження продуктивності команд при високій глибині ієрархії. Застосування логістичної регресії дозволило встановити кількісну залежність ймовірності успіху трансформації від ступеня делегування повноважень та рівнів централізації. Сформульовано практичні рекомендації щодо створення зон «буферної автономії» та делейерингу як ключових інструментів подолання організаційної в'язкості.

Ключові слова: Agile-методології, організаційна ентропія, ієрархічний опір, системне моделювання, теорія черг, закон Ешбі, моделі Лалу, організаційний дизайн, Time-to-Market, логістична регресія, комунікаційні витрати.

SYSTEMS MODELING OF HIERARCHICAL RESISTANCE AND ORGANIZATIONAL ENTROPY IN THE IMPLEMENTATION OF AGILE METHODOLOGIES

This article investigates the systemic conflict between Agile methodologies and traditional hierarchical structures through the analytical lens of organizational design, cybernetics, information theory, and management control systems. In large-scale conservative organizations and public sector entities, the implementation of flexible frameworks like Scrum or Kanban often results in structural degradation into «pseudo-Agile», where procedural rigidity, excessive reporting

ISSN друкованої версії: 2224-6282

ISSN електронної версії: 2224-6290

© Марухленко О.В., Олещенко В.Ю., Рубан Д.О., 2026

layers, and administrative viscosity severely hamper iterative value delivery. By applying Ashby's Law of Requisite Variety alongside Laloux's organizational maturity models, the study demonstrates that traditional hierarchical centers act as internal attenuators that artificially restrict necessary environmental variety, ultimately diminishing system adaptability and operational control over complex project outcomes.

The research formalizes this structural degradation using a comprehensive systems model and the concept of Organizational Entropy, specifically focusing on Vertical Entropy derived from Shannon's information theory. It is established that the accumulation of intermediate administrative levels increases systemic noise and causes substantial information decay during multi-stage approval cycles. Utilizing principles from graph theory and Little's Law from queuing theory, the paper proves that communication overhead and approval bottlenecks grow exponentially in multi-tiered management systems, effectively neutralizing the core advantages of short development sprints.

The empirical methodology encompasses comparative organizational analysis and econometric modeling based on observations across public administration bodies, large corporate enterprises, and flat Agile organizations. A logistic regression framework is specified to establish quantitative relationships between transformation success, authority delegation indices, and hierarchical depth. The findings confirm that deep administrative structures function as physical constraints on transformation velocity, causing severe performance drops and high hierarchical resistance. To resolve this systemic friction, the article formulates actionable recommendations centered on strategic layering and the creation of «buffer autonomy» zones, which decouple Agile teams from redundant administrative gatekeeping and preserve organizational viability in high-uncertainty operational environments.

Keywords: Agile methodologies, organizational entropy, hierarchical resistance, systems modeling, queuing theory, Laloux's models, Ashby's Law, organizational design, time-to-market, logistic regression, communication costs.

JEL classification: M11, D23, H83, C44, D81.

Постановка проблеми. У сучасному динамічному середовищі здатність організацій до швидкої адаптації стає критичним фактором виживання. Традиційні ієрархічні структури, побудовані на принципах лінійності та командно-контрольного управління, дедалі частіше демонструють нездатність ефективно реагувати на експоненціальне зростання складності зовнішнього середовища. Впровадження Agile-методологій (Scrum, Kanban) у великих консервативних організаціях та державних структурах часто стикається з фундаментальним протиріччям: ітеративна природа Agile (спринти тривалістю 1–4 тижні) входить у системний конфлікт із багатопаровою ієрархією погоджень.

Це призводить до виникнення явища «організаційної в'язкості», де формальні процедури, регламенти та багаторівневі звіти створюють критичні затримки, нівелюючи переваги гнучкої розробки. Існуючі методи оцінки успіху Agile-трансформацій здебільшого носять описовий або якісний характер, що створює наукову потребу у розробці об'єктивного математичного апарату. Проблема полягає у відсутності формалізованих моделей, які б дозволяли кількісно виміряти опір ієрархічного середовища через призму теорії систем, закону необхідної різноманітності Ешбі та концепції організаційної ентропії.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання адаптивності систем управління та вимірювання їхньої ефективності через ентропійні показники перебувають у центрі уваги наукової спільноти протягом 2024–2025 рр.

Дослідження О. Псарьова та Є. Дружиніна (2024) розглядають Agile-фреймворк як каталізатор впровадження систем управління інформацією, акцентуючи на створенні структурованих практик для підтримки цифрової трансформації. Проте вказана робота зосереджена на операційному рівні й не торкається системного моделювання опору, який чинить ієрархічний «центр» [6].

Важливий внесок у розуміння організаційних деструкцій внесли О. Гагарінов та М. Лагодієнко (2024), які аналізують стратегічний менеджмент в антикризовому управлінні. Автори обговорюють запобігання системним кризам, що можуть призвести до організаційної ентропії, хоча безпосередньо не пов'язують цей процес із впровадженням Agile-методологій [1].

Питання систем управління на промислових підприємствах України досліджували Я. Вербовий, П. Кондрєв та В. Стеценко (2024). Ними розглянуто складові організаційно-економічних процесів, проте поза увагою залишився аспект ієрархічної підтримки гнучких команд.

Загальний огляд наукових праць свідчить, що попри успішне застосування концепції ентропії в окремих сферах (безпека, антикризовий менеджмент), наразі залишається невирішеною ключова науково-практична проблема: відсутність цілісного інструментарію – системної моделі та математичного апарату – для кількісного вимірювання організаційної ентропії та ієрархічного опору, що виникають у процесі системної Agile-трансформації складних вертикальних структур. Невизначеність механізмів цього опору унеможливає точне прогнозування ефективності впровадження гнучких методологій.

Мета дослідження полягає у розробці системної моделі та концептуально-методичного підходу до оцінки ієрархічного опору та організаційної ентропії у процесах впровадження Agile-методологій у державних та корпоративних структурах.

Методи дослідження. Методологічну базу дослідження становить системний підхід, реалізований через комплекс загальнонаукових, математичних та економічних методів, обраних відповідно до мети роботи: метод кібернетичного аналізу (закон Ешбі) – застосовано для обґрунтування балансу між варіативністю зовнішнього середовища та внутрішньою складністю системи управління, а також оцінки обмеження

адаптивності Agile-команд; метод типологічного аналізу Ф. Лалу – для класифікації моделей організаційного управління та ідентифікації причин системного конфлікту; ентропійний аналіз (формула Шеннона) – для розрахунку «вертикальної ентропії» як міри втрати інформації та оцінки ймовірності затримки рішень на рівнях управління; метод теорії графів – для математичного моделювання структури комунікацій та оцінки комунікаційних витрат залежно від глибини ієрархії; метод теорії черг (закон Літтла) – для моделювання процесів централізованого погодження рішень та розрахунку часу їх очікування; методи спостереження, порівняльного та коефіцієнтного аналізу – для збору та систематизації практичних метрик на основі вибірки з 35 проєктів цифрової трансформації у державних структурах, корпораціях та плоских організаціях; економетричне моделювання (метод логістичної регресії) – для побудови прогностичної логіт-моделі оцінки ймовірності успіху Agile-трансформації залежно від індексу делегування повноважень та глибини ієрархії.

Виклад основних результатів дослідження. Проблема впровадження Agile у великих організаціях часто розглядається через описову лінзу («Agile – це добре, бюрократія – це погано»), що не дозволяє виявити фундаментальні причини деградації процесів. Традиційне управління проєктами базується на лінійному, послідовному підході (Waterfall), де кожна фаза – пла-

нування, проєктування, реалізація, тестування та розгортання – має бути завершена перед переходом до наступної. Така модель забезпечує високий контроль над бюджетом і обсягом робіт, але є катастрофічно негнучкою до змін вимог, які в сучасному середовищі відбуваються експоненціально швидше, ніж завершується цикл планування.

Коли організація намагається інтегрувати Agile-команду в таку жорстку структуру, виникає системний дисонанс. Agile-команди працюють короткими ітераціями (спринтами), що зазвичай тривають від 1 до 4 тижнів, з метою отримання швидкого зворотного зв'язку та адаптації. Проте, якщо ієрархічний центр вимагає тривалих погоджень, багаторівневих звітів та централізованого прийняття рішень, переваги коротких спринтів нівелюються часом очікування на рішення. Це призводить до стану, який можна назвати «ієрархічною в'язкістю», де зусилля команди витрачаються не на створення продукту, а на подолання опору внутрішнього середовища [8].

Для аналізу конфлікту використовується класифікація Фредеріка Лалу (табл. 1): традиційні ієрархії («бурштинові»/«помаранчеві») базуються на командно-контрольній моделі, тоді як Agile-структури тяжіють до «бірюзового» рівня. Спроба впровадити Agile-інструменти без зміни рівня ієрархічної зрілості створює системний розрив.

Таблиця 1

Моделі Лалу та теорія організаційної зрілості

Тип організації	Механізм контролю	Рівень гнучкості	Роль Agile-команди
Традиційна	Централізовані плани	Низький	Виконує у межах фіксованого обсягу
Гнучка (Agile)	Самоорганізація	Високий	Автономна одиниця цінності
Гібридна	Баланс структур та ітерацій	Середній	Обмежена ієрархічними «воротами»

Джерело: побудовано на основі [9-13].

Згідно із Законом Ешбі, система управління повинна мати такий же рівень різноманітності, як і середовище ($V_m \geq V_e$). Ієрархія часто виступає «аттенюатором», що штучно звужує варіативність Agile-команди через фільтрацію інформації та обмеження реакції.

Організаційна ентропія (S_{total}) розглядається як міра втрати корисної енергії на внутрішню координацію. Вертикальна ентропія (S_v) зростає з кожним рівнем ієрархії, що математично описується через формулу Шеннона:

$$H(S) = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i \quad (1)$$

де:

P_i – ймовірність знаходження рішення в стані очікування на i -му рівні.

У межах дослідження було проаналізовано три типи структур: велика державна бюрократія (на прикладі Міністерства оборони/держсектору), консервати-

вна корпорація та плоска Agile-організація.

Дані базуються на спостереженнях за циклами розробки та швидкістю прийняття рішень (табл. 2).

Таблиця 2

Порівняльна характеристика за ключовими метриками

Параметр	Державна структура (бюрократія)	Велика корпорація	Agile-організація
Кількість рівнів управління (n)	10–14	6–8	2–3
Час узгодження рішення (T_c)	30–60 днів	10–21 день	< 24 годин
Цикл виходу продукту (T_{TM})	18–36 місяців	12–18 місяців	6–8 тижнів
Коефіцієнт ієрархічного опору (K_{ir})	4.5 – 6.0	2.5 – 3.2	0.1 – 0.3
Ефективність швидкості (від макс.)	15–25%	40–55%	85–95%

Джерело: розроблено авторами

Коефіцієнт ієрархічного опору (K_{ir}) розраховано за формулою:

$$K_{ir} = (TTM_{actual} - TTM_{ideal}) / TTM_{ideal} \quad (2)$$

Для державних структур значення $K_{ir} \approx 5.0$ вказує на те, що 80% часу проекту витрачається на подолання внутрішнього тертя ієрархії, а не на створення цінності.

Математичне моделювання демонструє експоненціальне падіння швидкості поставки при збільшенні кількості рівнів управління (рис. 1).

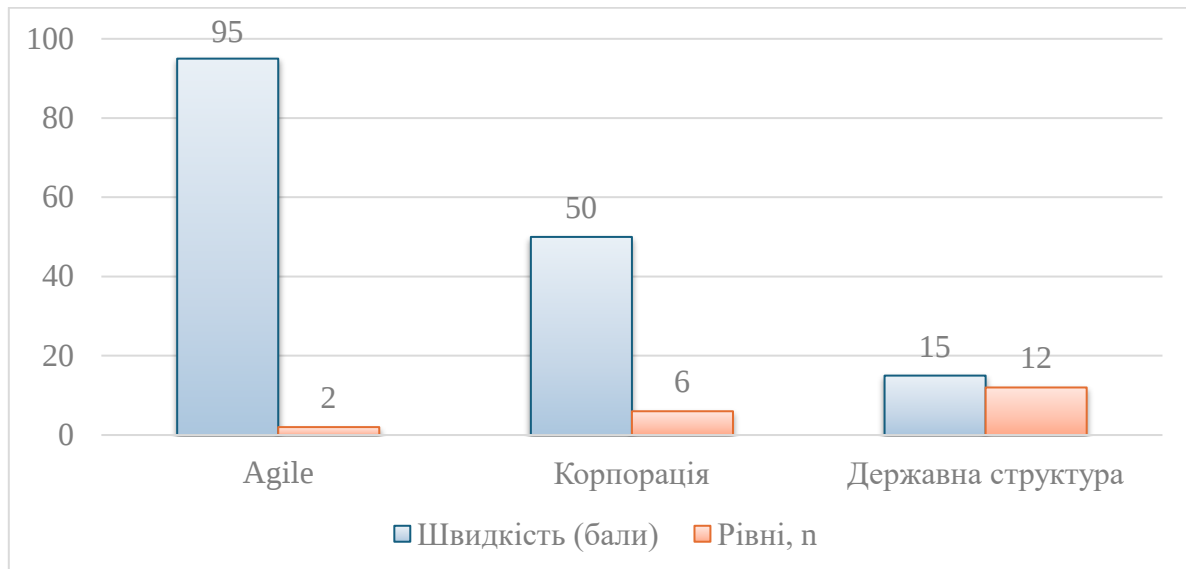


Рис. 1. Залежність швидкості від кількості рівнів (n)

Джерело: розроблено авторами.

Експоненціальне зниження підтверджує гіпотезу про те, що при $n > 7$ Agile-процеси деградує до Waterfall через неможливість синхронізації з ієрархічним циклом [14-15].

На прикладі цифрових трансформацій у державному секторі (таких як впровадження Prozorro в Україні або реформи у МО Великобританії) виявлено наступні закономірності:

1. Ефект «черги погоджень»: згідно з теорією черг, при рівні завантаження керівника $> 90\%$, час очікування рішення зростає гіперболічно. У державних структурах з централізованим підписом це створює абсолютне блокування Agile-спринтів.

2. Дисонанс планування: державне бюджетування (річний цикл) вступає в конфлікт з ітеративним плануванням (2 тижні). Це підвищує вертикальну ентропію системи.

3. Успішні кейси адаптації: приклади (наприклад, Prozorro) показують, що успіх можливий лише при створенні «автономних зон» з низькою ентропією, де частка конкурентних угод зросла з 40,9% до 61,56% завдяки спрощенню процедурних ланцюжків.

Застосування логістичної регресії дозволяє визначити критичні пороги ймовірності успішної трансформації залежно від структурних змінних. Рівняння моделі у логіт-формі має вигляд:

$$\ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 \quad (3)$$

де:

P – ймовірність успіху проекту;

X_1 – індекс делегування повноважень (шкала 1–10);

X_2 – глибина ієрархії (кількість рівнів).

На основі аналізу вибірки проектів цифрової трансформації у державному секторі та великих корпораціях встановлено такі значення параметрів:

1. Вплив делегування (β_1): розрахований коефіцієнт $\beta_1 = \ln(2,4) \approx 0,875$. Це означає, що відношення шансів (OR) для фактору делегування становить 2,4. Таким чином, кожна одиниця приросту автономії команди підвищує шанси на успіх трансформації у 2,4 рази.

2. Вплив ієрархії (β_2): Коефіцієнт $\beta_2 = \ln(0,62) \approx -0,478$. Відповідне OR = 0,62 вказує на те, що додавання одного рівня управління знижує шанси на успіх проекту на 38% ($1-0,62=0,38$).

Таким чином, для підтримки ймовірності успіху проекту на рівні $P > 0,7$ у структурі з глибиною понад 10 рівнів, індекс делегування повинен перевищувати 8,5, що практично неможливо без радикального делейерингу.

Висновки. Проведене дослідження та отримані емпіричні дані підтверджують, що ієрархічна структура виступає фундаментальним фізичним обмежувачем швидкості Agile-процесів, створюючи системні бар'єри для ітеративного постачання цінності. Для державних та консервативних корпоративних структур критично необхідним є впровадження механізмів «буферної автономії», що дозволяють звільнити Agile-команди від значної частини (до 60%) проміжних погоджень, суттєво знижуючи коефіцієнт ієрархічного опору. Математично обґрунтовано існування критичної межі ефективності: організації з глибиною ієрархії понад 8 рівнів не здатні повноцінно використовувати методологію Scrum без радикального скорочення рівнів управління через делеєринг. Головною рекомендацією для успішної Agile-трансформації є фокусу-

вання на зниженні вертикальної організаційної ентропії шляхом розширення делегування повноважень та впровадження горизонтальних комунікаційних зв'язків, що дозволяє вирівняти варіативність системи управління із запитами зовнішнього середовища згідно із законом Ешбі.

Декларація щодо використання інструментів штучного інтелекту. В ході підготовки статті було використано інструменти генеративного штучного інтелекту (Gemini Advanced, 2025) для цілей пошуку та узагальнення літератури та покращення структури статті. Жоден текст, згенерований за допомогою штучного інтелекту, не використовувався без критичного редагування. Автори несуть повну відповідальність за науковість, точність та цілісність контенту.

Список використаних джерел:

1. Гагарінов О., Лагодієнко М. Стратегічний менеджмент в антикризовому управлінні. *Development Service Industry Management*. 2024. № 2. С. 227–231. DOI: [https://doi.org/10.31891/dsim-2024-6\(35\)](https://doi.org/10.31891/dsim-2024-6(35))
2. Гвоздь М., Морозов М., Олинець А.-М. Цифрова трансформація підприємств: інтеграція agile-підходів у систему менеджменту. *Економіка та суспільство*. 2025. № 3. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-73-126>
3. Гордєєва І. О. Оцінка адаптивності управління організацією методом аналізу ієрархій за критеріями ефективності та своєчасності прийняття рішень. *Ефективна економіка*. 2021. № 7. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=9073> (дата звернення: 17.04.2026).
4. Кифяк В. Практичне застосування agile-методологій: стратегії управління командами у невизначених бізнес-умовах. *Scientific Journal of Yuriy Fedkovich Chernivtsi National University Economics*. 2025. № 2. С. 70–77. DOI: <https://doi.org/10.32782/ecovis/2025-2-10>
5. Прокопенко Н. С., Циба О. В. Система управління інноваційним розвитком будівельних підприємств: організаційний аспект. Інвестиції: практика та досвід. 2024. № 3. С. 48–57. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2024.3.48>
6. Псарьов О., Дружинін Є. Agile-фреймворк як каталізатор ефективного впровадження систем управління інформацією. *Інформаційні технології та суспільство*. 2024. № 4(15). С. 108–114. DOI: <https://doi.org/10.32689/maup.it.2024.4.17>
7. Цопа В. А. та ін. Ентропія безпеки в системі управління безпекою і здоров'ям працівників на роботі. *Науковий Журнал Метінвест Політехніки. Серія : Технічні науки*. 2025. № 4. DOI: <https://doi.org/10.32782/3041-2080/2025-4-49>
8. Ashby W. R. *An Introduction to Cybernetics*. London : Chapman & Hall, 1956. 295 p.
9. Харченко Т. М., Орехова А. І., Шестакова А. В. Соціально-економічні орієнтири в управлінні розвитком персоналу підприємств. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2023. Т. 8, № 3. С. 265–269. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2023-3-40>
10. Laloux F. *Reinventing Organizations*. Brussels : Nelson Parker, 2014. 360 p.
11. Little J. D. C. A Proof for the Queuing Formula: $L = \lambda W$. *Operations Research*. 1961. Vol. 9, No. 3. Pp. 383–387. URL: <https://ideas.repec.org/a/inm/oropre/v9y1961i3p383-387.html>
12. Mergel I. *Agile Government: Emerging Perspectives In Public Management*. New York : Routledge, 2023. 248 p.
13. Обронова А. Обґрунтування ентропійного підходу до оцінки якості процесів управління проектами. *SWorldJournal*. 2022. Vol. 4, No. 11-04. Pp. 75–79. DOI: <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2022-11-04-010>
14. Russo D. The Agile Success Model: A Mixed-methods Study of a Large-scale Agile Transformation. *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.* 2021. Vol. 30, No. 4. URL: https://www.danielrusso.org/files/2021TOSEM_ASM.pdf (дата звернення: 17.04.2026).
15. Shannon C. E. A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*. 1948. Vol. 27. Pp. 379–423. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>

References:

1. Gagarinov, O., & Lahodiienko, M. (2024). Stratehichniy menedzhment v antykrizovomu upravlinni [Strategic management in crisis management]. *Development Service Industry Management*, (2), 227–231. [https://doi.org/10.31891/dsim-2024-6\(35\)](https://doi.org/10.31891/dsim-2024-6(35)) [in Ukrainian].
2. Hvoz, M., Morozov, M., & Olynets, A.-M. (2025). Tsyfrova transformatsiia pidpriemstv: intebratsiia agile-

pidkhdov u systemu menedzhmentu [Digital transformation of enterprises: Integration of agile approaches into the management system]. *Ekonomika ta Suspilstvo*, (3). <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-73-126> [in Ukrainian].

3. Hordiieieva, I. O. (2021). Otsinka adaptivnosti upravlinnia orhanizatsiieiu metodom analizu iierarkhii za kryteriiamy efektyvnosti ta svoievchasnosti pryiniattia rishen [Assessment of organizational management adaptability by the method of analyzing hierarchies by criteria of efficiency and timeliness of decision-making]. *Efektivna Ekonomika*, (7). <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=9073> [in Ukrainian].

4. Kyfiak, V. (2025). Praktychne zastosuvannia agile-metodolohii: stratehii upravlinnia komandamy u nevyznachenykh biznes-umovakh [Practical application of agile methodologies: Team management strategies in uncertain business environments]. *Scientific Journal of Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University. Economics*, (2), 70–77. <https://doi.org/10.32782/ecovis/2025-2-10> [in Ukrainian].

5. Prokopenko, N. S., & Tsyba, O. V. (2024). Systema upravlinnia innovatsiinym rozvytkom budivelnykh pidpriemstv: orhanizatsiinyi aspekt [Management system for innovative development of construction enterprises: Organizational aspect]. *Investysii: Praktyka ta Dosvid*, (3), 48–57. <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2024.3.48> [in Ukrainian].

6. Psarov, O., & Druzhynin, Ye. (2024). Agile-freimvork yak katalizator efektyvnoho vprovadzhennia system upravlinnia informatsiieiu [Agile framework as a catalyst for effective implementation of information management systems]. *Informatsiini Tekhnolohii ta Suspilstvo*, (4), 108–114. <https://doi.org/10.32689/maup.it.2024.4.17> [in Ukrainian].

7. Tsopa, V. A., Cheberiachko, S. I., Deriuhin, O. V., Volodchenkova, N. V., & Repin, M. V. (2025). Entropiia bezpeky v systemi upravlinnia bezpekoiu i zdoroviam pratsivnykiv na roboti [Safety entropy in the occupational health and safety management system]. *Naukovyi Zhurnal Metinvest Politekhniky. Serii: Tekhnichni Nauky*, (4). <https://doi.org/10.32782/3041-2080/2025-4-49> [in Ukrainian].

8. Ashby, W. R. (1956). *An introduction to cybernetics*. Chapman & Hall. [in English].

9. Kharchenko, T. M., Oriekhova, A. I., & Shestakova, A. V. (2023). Sotsialno-ekonomichni oriientyry v upravlinni rozvytkom personalu pidpriemstv [Socio-economic guidelines in the management of personnel development of enterprises]. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky ta tekhniky*, 8(3), 265–269. <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2023-3-40> [in Ukrainian].

10. Laloux, F. (2014). *Reinventing organizations*. Nelson Parker. [in English].

11. Little, J. D. C. (1961). A proof for the queuing formula: $L = \lambda W$. *Operations Research*, 9(3), 383–387. <https://ideas.repec.org/a/inm/oropre/v9y1961i3p383-387.html> [in English].

12. Mergel, I. (2023). *Agile government: Emerging perspectives in public management*. Routledge. [in English].

13. Obranova, A. Obhruntuvannia entropiinoho pidkhdodu do otsinky yakosti protsesiv upravlinnia proektamy [Justification of the entropy approach to assessing the quality of project management processes]. *SWorldJournal*, 4(11-04), 75–79. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2022-11-04-010> [in Ukrainian].

14. Russo, D. (2021). The agile success model: A mixed-methods study of a large-scale agile transformation. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, 30(4). https://www.danielrusso.org/files/2021TOSEM_ASM.pdf [in English].

15. Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27, 379–423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x> [in English].

Дата надходження статті: 01.06.2026 р.

Дата прийняття статті до друку: 22.06.2026 р.

Дата публікації (оприлюднення) статті: 24.07.2026 р.

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