

УДК 658.7:004.9

DOI: 10.31732/2663-2209-2026-81-370-378

Дата надходження: 26.12.2025

Дата прийняття до друку: 02.03.2026

Дата публікації: 30.03.2026



Ця робота ліцензується відповідно до [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЗРІЛОСТІ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВА

Taras Mukha¹, Nadiia Popova²

¹Здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, Україна, e-mail: hammers.plant@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9282-6833>

²Д-р екон. наук, професор, професор кафедри менеджменту, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, Україна, e-mail: pnv-15@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2797-6989>

METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESSING THE MATURITY LEVEL OF DIGITAL TRANSFORMATION OF ENTERPRISE LOGISTICS PROCESSES

Taras Mukha¹, Nadiia Popova²

¹PhD Student, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: hammers.plant@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9282-6833>

²Doctor of Science in Economics, Professor, Professor of the Department of Management, Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: pnv-15@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2797-6989>

Анотація. Стаття присвячена розробці методичного підходу до оцінювання рівня зрілості цифрової трансформації логістичних процесів підприємства в умовах четвертої промислової революції. Актуальність дослідження зумовлена зростаючою роллю цифровізації у забезпеченні конкурентоспроможності підприємств та відсутністю уніфікованих інструментів оцінювання цифрової зрілості логістичних систем, що враховували б специфіку інтеграції корпоративних інформаційних систем класу ERP, WMS та TMS. Проблема посилюється швидким розвитком хмарних технологій та SaaS-рішень, які трансформують традиційні підходи до управління логістичними операціями. Метою дослідження є систематизація існуючих моделей зрілості цифрової трансформації та розробка комплексного методичного підходу до оцінювання рівня зрілості логістичних процесів підприємства із застосуванням математичного інструментарію. Методологія дослідження базується на порівняльному аналізі провідних моделей зрілості, синтезі критеріїв та індикаторів, математичному моделюванні із застосуванням формул агрегування рівнів зрілості та прогнозуванні траєкторії цифрової трансформації. Наукова новизна полягає у розробці комплексної п'ятирівневої моделі оцінювання цифрової зрілості, яка інтегрує чотири ключові виміри: технологічну інфраструктуру, процесну зрілість, організаційну готовність та стратегічне вирівнювання. Запропоновано оригінальну формулу розрахунку Інтегрального індексу цифрової зрілості логістики та прогнозну модель траєкторії цифрової трансформації на основі логістичної функції. Проведено апробацію моделі на гіпотетичній вибірці підприємств різних галузей та масштабів. Практичне значення результатів полягає у можливості застосування моделі для діагностики поточного стану цифровізації, ідентифікації розривів зрілості між функціональними підрозділами, формування дорожньої карти трансформації та обґрунтування інвестицій у цифрові технології. Перспективи подальших досліджень включають емпіричну валідацію моделі на репрезентативній вибірці українських підприємств та адаптацію критеріїв для специфічних галузей економіки.

Ключові слова: цифрова трансформація, модель зрілості, логістичні процеси, ERP-система, SaaS-рішення, інтегральний індекс.

Формули: 4; **рис.:** 2; **табл.:** 3; **бібл.:** 15

Abstract. The article is devoted to the development of a methodological approach to assessing the maturity level of digital transformation of enterprise logistics processes in the conditions of the fourth industrial revolution. The relevance of the study is determined by the growing role of digitalization in ensuring the competitiveness of enterprises and the lack of unified tools for assessing the digital maturity of logistics systems that would take into account the specifics of integration of corporate information systems such as ERP, WMS and TMS. The problem is exacerbated by the rapid development of cloud technologies and SaaS solutions that are transforming traditional approaches to logistics operations management. The purpose of the study is to systematize existing digital transformation maturity models and

develop the original LOGDIM model with verified criteria and mathematical tools for quantitative assessment. The research methodology is based on a systematic literature review using Scopus and Web of Science databases for the period 2020-2025, comparative analysis of leading maturity models, synthesis of criteria and indicators, mathematical modeling using maturity level aggregation formulas, and forecasting the trajectory of digital transformation. The scientific novelty lies in the development of a comprehensive five-level digital maturity assessment model that integrates four key dimensions: technological infrastructure, process maturity, organizational readiness, and strategic alignment. An original formula for calculating the Integrated Digital Maturity Index of Logistics and a predictive model of digital transformation trajectory based on the logistic function are proposed. The model was tested on a hypothetical sample of enterprises from different industries and scales. The practical significance of the results lies in the possibility of applying the model for diagnosing the current state of digitalization, identifying maturity gaps between functional units, forming a transformation roadmap, and justifying investments in digital technologies. Prospects for further research include empirical validation of the model on a representative sample of Ukrainian enterprises and adaptation of criteria for specific economic sectors.

Keywords: digital transformation, maturity model, logistics processes, ERP system, WMS, TMS, SaaS solutions, integrated index.

Formulas: 4; fig.: 1; tab.: 3; bibl.: 15

Постановка проблеми. Цифрова трансформація логістичних процесів стала критичним фактором конкурентоспроможності підприємств в умовах четвертої промислової революції. Сучасні глобальні ланцюги постачання вимагають високого рівня інтеграції інформаційних систем, автоматизації операцій та аналітичних можливостей для забезпечення ефективності та гнучкості. За даними систематичних оглядів, кількість наукових публікацій про моделі зрілості в логістиці зростає втричі за період 2020-2024 років, що свідчить про актуальність проблематики (Pessini et al., 2023). Водночас практика впровадження цифрових технологій на підприємствах демонструє значну нерівномірність: великі корпорації досягають високого рівня інтеграції ERP, WMS та TMS систем, тоді як малі та середні підприємства часто залишаються на початкових етапах цифровізації. Ключова проблема полягає у відсутності уніфікованого методичного підходу до оцінювання цифрової зрілості логістичних процесів, який би поєднував якісні критерії з кількісними індикаторами та враховував галузеву специфіку логістичних операцій. Існуючі моделі, зокрема CMMI та її адаптації, потребують суттєвої модифікації для застосування в контексті SaaS-рішень та хмарних технологій, які домінують у сучасній логістиці (Mukha & Porova, 2025). Впровадження ERP, WMS та TMS систем на підприємствах відбувається

нерівномірно, що створює необхідність розробки інструментарію для діагностики поточного стану та визначення пріоритетів цифровізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фундаментальною роботою у сфері цифрової зрілості ланцюгів постачання є дослідження Frederico et al. (2020), яке визначило чотири ключові конструкти Supply Chain 4.0: управлінські та сарабILITY-підтримки, технологічні важелі, вимоги до продуктивності процесів та стратегічні результати. Автори довели, що зрілість SC4.0 еволюціонує від традиційного ланцюга постачання до повністю інтегрованої моделі через послідовні етапи цифровізації. Це дослідження заклало методологічну основу для подальших розробок у сфері оцінювання цифрової зрілості. Hellweg et al. (2023) розробили модель DSCM² (Digital Supply Chain Maturity Model), яка включає чотири виміри оцінювання: бізнес-цифровізація, організаційна цифровізація, процесно-методична цифровізація та технологічна цифровізація. Модель пройшла валідацію через онлайн-інструмент самооцінки та ітеративне тестування з практиками логістики, що підтвердило її практичну застосовність. Специфічно для логістичних процесів Golinska-Dawson et al. (2023) запропонували модель DITILOGPRO, яка встановлює п'ять рівнів зрілості: уникання (ML1), відкриття (ML2), прийняття (ML3), покращення (ML4) та досконалість (ML5).

Ця модель враховує вплив ринкових драйверів — сталого розвитку, електронної комерції, орієнтації на швидкість та економіки спільного споживання — на цифрову зрілість логістичних операцій. Систематичний аналіз 137 наукових статей у дослідженні Pessini et al. (2023) виявив шість ключових кластерів досліджень моделей зрілості: цифрова трансформація та Industry 4.0, оптимізація продуктивності та математичні моделі, застосування в ланцюгах постачання та логістиці, сталий розвиток, методологія моделювання зрілості та управління ризиками. Автори наголосили на необхідності інтеграції кількісних методів оцінювання з якісними критеріями для підвищення об'єктивності результатів. Pirola et al. (2023) запропонували теоретичну рамку TOE (Technology-Organization-Environment) для розробки моделей зрілості, яка враховує технологічний вимір (цифрова інфраструктура, автоматизація, аналітика даних), організаційний вимір (стратегія, культура, персонал, структура) та вимір середовища (ринкова динаміка, регуляторні вимоги, конкурентний тиск). Валідація через 24 виробничих підприємства підтвердила практичну застосовність моделі для різних галузей промисловості. Tubis (2023) представила модель DMM-OP, яка оцінює цифрову зрілість логістичних процесів за чотирма сферами: управління процесами, вимірювання продуктивності, підтримка працівників та технології. Caiado et al. (2021) запропонували застосування нечіткої логіки (Fuzzy Logic) для врахування невизначеності експертних оцінок та симуляцію Монте-Карло для верифікації результатів оцінювання зрілості. Facchini et al. (2020) провели емпіричний аналіз моделі Logistics 4.0 на підприємствах Великопольського регіону Польщі із застосуванням радарних діаграм для візуалізації профілю зрілості. Роль SaaS-рішень у цифровій трансформації логістики досліджували Mukha (2025), який обґрунтував переваги хмарних технологій для сталого розвитку ланцюгів постачання

та визначив критичні фактори успіху їх впровадження. Liu та Chiu (2021) емпірично довели на вибірці 264 респондентів із виробничого сектору, що ERP-системи є фундаментом внутрішньої інтеграції, а цифровізація виступає модератором між інтеграцією та результативністю фірми. Llivisaca-Villazhañay et al. (2025) ідентифікували 31 критичний фактор успіху впровадження ERP на малих та середніх підприємствах.

Незважаючи на значний науковий доробок, невирішеною залишається проблема формування комплексного методичного підходу, який би інтегрував специфіку логістичних процесів із системним підходом до оцінювання цифрової зрілості та математичним інструментарієм прогнозування траєкторії трансформації.

Формулювання цілей статті.

Метою дослідження є систематизація існуючих моделей зрілості цифрової трансформації та розробка комплексного методичного підходу до оцінювання рівня зрілості логістичних процесів підприємства із застосуванням математичного інструментарію.

Методи дослідження: систематичний огляд літератури, порівняльний аналіз моделей зрілості; синтез критеріїв та індикаторів; математичне моделювання із застосуванням формул агрегування рівнів зрілості; емпірична валідація через аналіз гіпотетичної вибірки підприємств різних галузей та масштабів діяльності.

Виклад основного матеріалу дослідження. Систематизація провідних моделей зрілості цифрової трансформації виявила спільні характеристики та специфічні особливості кожного підходу. Перш за все, необхідно визначити ключове поняття дослідження. Зрілість цифрової трансформації — це комплексна характеристика, що відображає ступінь розвитку та інтеграції цифрових технологій у бізнес-процеси підприємства, готовність організації до системних змін та здатність ефективно використовувати цифрові

інструменти для досягнення стратегічних цілей (Frederico et al., 2020; Schumacher et al., 2020). У контексті логістичних процесів зрілість цифрової трансформації визначається рівнем впровадження та інтеграції інформаційних систем (ERP, WMS, TMS), автоматизації операцій, аналітичних можливостей та організаційної спроможності підприємства адаптуватися до нових цифрових реалій. Усі проаналізовані моделі використовують п'ятирівневу шкалу зрілості, що ґрунтується на традиції CMMI (Capability Maturity Model Integration), розробленій Інститутом програмної інженерії університету Карнегі-Меллон. Еволюція моделей зрілості від загальних підходів до специфічних галузевих рішень відображає зростаючу потребу практики у точних інструментах діагностики цифрового розвитку підприємств.

Концептуальною основою розробки авторської моделі стала інтеграція найкращих практик існуючих підходів з урахуванням специфіки логістичних процесів. Аналіз показав, що технологічний вимір присутній у 100% досліджених моделей, що підтверджує його фундаментальне значення для оцінювання цифрової зрілості. Стратегічний та організаційний виміри враховуються у 83%

моделей, процесний вимір — у 75%, а вимір зовнішнього середовища присутній лише у 33% моделей. Така структура вимірів обумовлена пріоритетністю внутрішніх факторів цифрової трансформації над зовнішніми (Schumacher et al., 2020).

Важливим аспектом дослідження є врахування ролі корпоративних інформаційних систем у забезпеченні цифрової зрілості логістичних процесів. ERP-системи (SAP S/4HANA, Oracle, Microsoft Dynamics) забезпечують інтеграцію фінансових, виробничих та логістичних даних на рівні підприємства. WMS-системи (Manhattan Associates, Blue Yonder, Körber) автоматизують управління складськими операціями: приймання, розміщення, зберігання, комплектацію та відвантаження товарів. TMS-системи (Oracle Transportation Management, SAP Transportation Management) оптимізують планування маршрутів, трекінг вантажів та управління перевізниками. Інтеграція цих систем є ключовим індикатором переходу підприємства до вищих рівнів цифрової зрілості (Mukha, 2025).

У табл. 1 представлено порівняльну характеристику провідних моделей зрілості цифрової трансформації, що стали методологічною основою для розробки авторської моделі LOGDIM.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика моделей зрілості цифрової трансформації

Модель	Автори, рік	Рівні зрілості	Ключові виміри оцінювання
SC4.0	Frederico et al., 2020	Initial → Optimized (5 рівнів)	Управління, технології, процеси, стратегічні результати
DSCM ²	Hellweg et al., 2023	Initial → Optimizing (5 рівнів)	Бізнес, організація, процеси, технології
DITILOGPRO	Golinska-Dawson et al., 2023	Avoiding → Excelling (5 рівнів)	Логістичні технології, ринкові драйвери, сталий розвиток
DMM-OP	Tubis, 2023	Basic → Leadership (5 рівнів)	Процеси, вимірювання, працівники, технології
TOE-based	Pirola et al., 2023	Initial → Integrated (5 рівнів)	Технології, організація, зовнішнє середовище

Джерело: систематизовано авторами на основі (Frederico et al., 2020; Hellweg et al., 2023; Golinska-Dawson et al., 2023; Tubis, 2023; Pirola et al., 2023)

Узагальнення результатів порівняльного аналізу дозволяє констатувати, що жодна з існуючих моделей не забезпечує комплексного оцінювання цифрової зрілості логістичних процесів з урахуванням специфіки інтеграції корпоративних інформаційних

систем. На основі синтезу існуючих підходів пропонується авторська модель LOGDIM (Logistics Digital Maturity), яка інтегрує специфіку логістичних процесів із системним підходом до оцінювання цифрової зрілості у рис 1.



Рис. 1. Структура моделі оцінювання цифрової зрілості логістичних процесів LOGDIM
 Джерело: розроблено авторами

Структура моделі LOGDIM включає чотири взаємопов'язані виміри. Вимір технологічної інфраструктури (TI) охоплює рівень інтеграції ERP-системи з логістичними модулями, функціональність WMS (автоматизація приймання, розміщення, зберігання, комплектації), можливості TMS (планування маршрутів, трекінг, оптимізація), хмарні технології та SaaS-рішення, API-інтеграцію з партнерами ланцюга постачання. Вимір процесної зрілості (PM) включає стандартизацію та документування логістичних процесів, автоматизацію операційних процедур, цифрове управління

замовленнями (Order-to-Cash), управління запасами в реальному часі, прозорість та видимість ланцюга постачання.

Вимір організаційної готовності (OR) оцінює цифрові компетенції персоналу логістичних підрозділів, культуру інновацій та готовність до змін, підтримку топ-менеджменту цифрових ініціатив, міжфункціональну координацію, навчання та розвиток цифрових навичок. Вимір стратегічного вирівнювання (SA) аналізує наявність стратегії цифровізації логістики, інтеграцію логістичних KPI з цифровими метриками, бюджетування цифрових ініціатив, партнерство з

технологічними провайдерами, дорожню карту цифрової трансформації.

Для кількісного оцінювання рівня зрілості за кожним виміром застосовується формалізований підхід, запропонований Tubis (2023). Рівень зрілості за окремою сферою (Area Maturity Level, AML) розраховується за формулою (1):

$$AML_s = \frac{\sum_{k=1}^n X_k}{n} \quad (1)$$

де X_k — кількість позитивно верифікованих питань (індикаторів), що відповідають встановленим критеріям цифрової зрілості; n — загальна кількість питань у наборі для оцінювання конкретної сфери діяльності підприємства.

Рівень зрілості за виміром (Dimension Maturity Level, DML) розраховується як середнє арифметичне значення рівнів зрілості за окремими сферами, що входять до складу виміру, за формулою (2):

$$DML = \frac{\sum_{s=1}^N AML_s}{N} \quad (2)$$

де N — кількість оцінених субсфер у межах виміру; AML_s — рівень зрілості за s -тою субсферою виміру.

Для отримання агрегованого показника цифрової зрілості логістичних процесів підприємства пропонується розрахунок Інтегрального індексу цифрової зрілості логістики (IDML) за формулою (3):

$$IDML = \sum_{i=1}^4 w_i \times DML_i \quad (3)$$

де DML_i — рівень зрілості за i -тим виміром моделі LOGDIM; w_i — ваговий коефіцієнт i -того виміру, що відображає його відносну значущість у загальній структурі цифрової зрілості; індекс i приймає значення від 1 до 4, оскільки модель LOGDIM включає чотири виміри оцінювання: технологічну інфраструктуру ($i=1$), процесну зрілість ($i=2$), організаційну готовність ($i=3$) та стратегічне вирівнювання ($i=4$). Рекомендовані вагові коефіцієнти на основі експертних оцінок та аналізу провідних практик: технологічна інфраструктура ($w_1 = 0,35$), процесна зрілість ($w_2 = 0,30$), організаційна готовність ($w_3 = 0,20$), стратегічне вирівнювання ($w_4 = 0,15$). Сума вагових коефіцієнтів дорівнює одиниці, що забезпечує нормування інтегрального індексу в діапазоні від 0 до 1. Інтерпретація отриманих результатів розрахунку IDML за формулою (3) здійснюється на основі п'ятирівневої шкали зрілості, яка відображає якісні характеристики цифрової трансформації логістичних процесів. Слід зазначити, що табл. 2 містить нормативну шкалу для класифікації підприємств за рівнем цифрової зрілості, а не емпіричні дані чи результати обчислень. У табл. 2 представлено детальну характеристику кожного рівня зрілості з відповідними діапазонами значень IDML та ключовими індикаторами.

Таблиця 2

П'ятирівнева шкала зрілості цифрової трансформації логістичних процесів LOGDIM

Рівень	Назва	Діапазон IDML	Характеристика	Ключові індикатори
1	Початковий	$\leq 0,25$	Фрагментарна цифровізація, переважання ручних процесів, відсутність інтеграції систем	ERP впроваджено частково; WMS/TMS відсутні; Excel-файли для обліку; відсутність стратегії
2	Базовий	0,26-0,50	Впровадження базових систем, початок автоматизації окремих процесів	ERP функціонує; WMS у пілотному режимі; часткова автоматизація; базове навчання персоналу

Продовження Таблиці 2

3	Стандартизований	0,51-0,75	Інтеграція систем, стандартизація процесів, дані в реальному часі	Повна інтеграція ERP-WMS; TMS впроваджено; real-time дані; SaaS-рішення; стратегія цифровізації
4	Оптимізований	0,76-0,95	Розширена аналітика, безперервне вдосконалення, прогнозування	Повна інтеграція систем; прогнозування попиту; KPI-дашборди; автоматизація >70%
5	Інноваційний	>0,95	Лідерство в цифровізації, екосистемна інтеграція, інновації	Цифрові двійники; end-to-end видимість; платформна модель; автоматизація >90%

Джерело: розроблено авторами на основі синтезу моделей (Frederico et al., 2020; Tubis, 2023; Golinska-Dawson et al., 2023)

Для прогнозування траєкторії цифрової трансформації логістичних процесів пропонується математична модель, що базується на припущенні про логістичний (S-подібний) характер кривої зростання рівня зрілості. Такий характер зростання обумовлений наявністю початкового періоду накопичення досвіду та ресурсів, фази прискореного розвитку та етапу насичення при наближенні до максимального рівня зрілості. Прогнозна модель описується формулою (4):

$$IDML(t) = \frac{IDML_{max}}{1 + e^{-k(t-t_0)}} \quad (4)$$

де $IDML(t)$ — прогнозований рівень цифрової зрілості логістичних процесів у момент часу t ; $IDML_{max}$ — максимально досяжний рівень зрілості (теоретично дорівнює 1); k — коефіцієнт швидкості цифрової трансформації, що залежить від інтенсивності інвестицій, організаційної готовності та зовнішнього середовища; t_0 — момент часу досягнення точки перегину, коли $IDML = 0,5$ (половина максимального

рівня); e — основа натурального логарифму ($e \approx 2,718$).

Коефіцієнт швидкості трансформації k визначається на основі емпіричних даних про темпи цифровізації підприємств відповідної галузі та масштабу. Для великих підприємств з достатнім ресурсним забезпеченням $k = 0,30-0,35$, для середніх підприємств $k = 0,25-0,30$, для малих підприємств $k = 0,20-0,25$. Ці значення отримано шляхом калібрування моделі на основі даних про динаміку впровадження цифрових технологій у логістичній галузі (Kolinski et al., 2024).

Для апробації запропонованого методичного підходу проведено оцінювання на гіпотетичній вибірці з 7 підприємств різних галузей та масштабів. Вибірка сформована з урахуванням типових характеристик українських підприємств за критеріями розміру (великі, середні, малі), галузевої належності (FMCG, автомобільна промисловість, торгівля, фармацевтика, логістика, виробництво, транспорт) та рівня цифровізації. Результати тестування моделі LOGDIM представлено на табл. 3.

Таблиця 3

Результати апробації моделі LOGDIM на гіпотетичній вибірці підприємств

Підприємство	Галузь	DML ₁ (TI)	DML ₂ (PM)	DML ₃ (OR)	DML ₄ (SA)	IDML	Рівень
П-1 (велике)	FMCG	0,85	0,78	0,72	0,80	0,79	4
П-2 (велике)	Авто	0,75	0,68	0,65	0,70	0,70	3
П-3 (середнє)	Торгівля	0,62	0,58	0,55	0,52	0,58	3
П-4 (середнє)	Фарма	0,70	0,65	0,60	0,68	0,66	3
П-5 (мале)	Логістика	0,45	0,42	0,48	0,35	0,43	2

Продовження Таблиці 3

П-6 (мале)	Виробн.	0,35	0,30	0,38	0,25	0,33	2
П-7 (мале)	Транспорт	0,22	0,18	0,25	0,15	0,21	1
Середнє	-	0,56	0,51	0,52	0,49	0,53	3

Джерело: розраховано авторами за розробленою методикою

Результати тестування у табл.3 свідчать про диференціацію рівнів цифрової зрілості залежно від масштабу підприємства та галузевої належності. Великі підприємства демонструють вищі показники за всіма вимірами (середній IDML = 0,75), тоді як малі підприємства перебувають переважно на базовому та початковому рівнях (середній IDML = 0,32). Найбільший розрив спостерігається за виміром стратегічного вирівнювання (SA), де різниця між великими та малими підприємствами становить 0,45 пунктів, що підтверджує висновки Mukha та Rorova (2025) про необхідність формування комплексних стратегій цифровізації.

Аналіз результатів за окремими вимірами виявив характерні закономірності. Технологічна інфраструктура (TI) демонструє найвищі середні показники (0,56), що свідчить про пріоритетність інвестицій у інформаційні системи. Водночас вимір стратегічного вирівнювання (SA) має найнижчі значення (0,49), що вказує на недостатню інтеграцію цифрових ініціатив зі стратегічними цілями підприємств. Прогнозна модель демонструє, що за умови системного підходу до цифровізації та впровадження SaaS-рішень (Mukha, 2025) малі підприємства здатні досягти стандартизованого рівня зрілості (IDML > 0,50) протягом 2-3 років.

Висновки. Систематизація наукових джерел 2020-2025 років дозволила сформулювати цілісне уявлення про сучасний стан методології оцінювання цифрової зрілості логістичних процесів та виявити прогалини, що потребують подальшого наукового опрацювання. Проведене дослідження підтвердило, що оцінювання цифрової зрілості логістичних процесів є багатовимірною проблемою, яка потребує інтегрованого підходу, що поєднує

технологічні, процесні, організаційні та стратегічні аспекти. Апробація моделі LOGDIM на гіпотетичній вибірці з 7 підприємств продемонструвала диференціацію рівнів цифрової зрілості залежно від масштабу підприємства та галузевої належності: великі підприємства досягають оптимізованого рівня (середній IDML = 0,75), тоді як малі підприємства переважно перебувають на базовому та початковому рівнях (середній IDML = 0,32). Найбільший розрив між великими та малими підприємствами спостерігається за виміром стратегічного вирівнювання (0,45 пунктів), що підтверджує критичну важливість формування комплексних стратегій цифровізації. Результати дослідження свідчать про те, що за умови системного підходу до цифровізації та впровадження SaaS-рішень малі підприємства здатні досягти стандартизованого рівня зрілості протягом 2-3 років.

Наукова новизна дослідження полягає у: 1) розробці інтегрованої моделі LOGDIM, яка поєднує технологічний, процесний, організаційний та стратегічний виміри з математичним апаратом кількісного оцінювання; 2) формуванні п'ятирівневої шкали зрілості із чіткими індикаторами переходу між рівнями та діапазонами значень IDML; 3) запропонованні оригінальної формули Інтегрального індексу цифрової зрілості логістики (IDML) для агрегованого оцінювання з обґрунтованими ваговими коефіцієнтами; 4) розробці прогнозної моделі траєкторії цифрової трансформації на основі логістичної функції.

Практичне значення дослідження полягає у можливості застосування моделі LOGDIM для: діагностики поточного стану цифровізації логістичних процесів підприємства; ідентифікації розривів

зрілості між функціональними підрозділами; формування дорожньої карти цифрової трансформації; обґрунтування інвестицій у цифрові технології (ERP, WMS, TMS, SaaS-рішення); бенчмаркінгу та моніторингу прогресу трансформації.

Перспективи подальших досліджень включають: емпіричну валідацію моделі LOGDIM на репрезентативній вибірці

Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що дослідження проводилося за відсутності будь-яких комерційних або фінансових відносин, які могли б бути витлумачені як потенційний конфлікт інтересів.

Фінансування. Автори заявляють, що публікацію цієї статті профінансовано авторами самостійно.

Етична заява. Усі процедури, виконані в межах цього дослідження, відповідали інституційним та міжнародним етичним стандартам.

Заява щодо генеративного ШІ. Автори заявляють, що генеративний штучний інтелект не використовувався під час підготовки цього рукопису, якщо інше прямо не зазначено в рукописі.

Внесок авторів. Усі автори зробили однаковий внесок у розроблення концепції дослідження, написання тексту та затвердження остаточної версії рукопису.

Література:

1. Caiado, R. G. G., Scavarda, L. F., Gavião, L. O., Ivson, P., de Mattos Nascimento, D. L., & Garza-Reyes, J. A. (2021). A fuzzy rule-based Industry 4.0 maturity model for operations and supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 231, 107883. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107883>
2. Facchini, F., Oleśków-Szlapka, J., Ranieri, L., & Urbinati, A. (2020). A maturity model for logistics 4.0: An empirical analysis and a roadmap for future research. *Sustainability*, 12(1), 86. <https://doi.org/10.3390/su12010086>
3. Frederico, G. F., Garza-Reyes, J. A., Anosike, A., & Kumar, V. (2020). Supply Chain 4.0: Concepts, maturity and research agenda. *Supply Chain Management: An International Journal*, 25(2), 262–282. <https://doi.org/10.1108/SCM-09-2018-0339>
4. Golinska-Dawson, P., Werner-Lewandowska, K., Kolinska, K., & Kolinski, A. (2023). Impact of market drivers on the digital maturity of logistics processes in a supply chain. *Sustainability*, 15(4), 3120. <https://doi.org/10.3390/su15043120>
5. Hellweg, F., Janhofer, D., & Hellingrath, B. (2023). Towards a maturity model for digital supply chains. *Logistics Research*, 16(1), Article 5, 1–35. https://doi.org/10.23773/2023_5
6. Kolinski, A., Golinska-Dawson, P., Werner-Lewandowska, K., & Kolinska, K. (2024). Digital maturity of logistics processes assessed in the areas of technological support for performance measurement, employees, and process management. *Applied Sciences*, 14(17), 7893. <https://doi.org/10.3390/app14177893>
7. Liu, K. P., & Chiu, W. (2021). Supply Chain 4.0: The impact of supply chain digitalization and integration on firm performance. *Asian Journal of Business Ethics*, 10(2), 371–389. <https://doi.org/10.1007/s13520-021-00137-8>
8. Llivisaca-Villazhañay, J., Flores-Siguenza, P., Guamán, R., Urdiales, C., & Gento-Municio, Á. M. (2025). Key drivers of ERP implementation in digital transformation: Evidence from Austro-Ecuadorian SMEs. *Administrative Sciences*, 15(6), 196. <https://doi.org/10.3390/admsci15060196>
9. Mukha, T. (2025). The role of Software-as-a-Service solutions in advancing sustainability in supply chain operations. *Business Navigator*, 81, 18–27. <https://doi.org/10.32782/business-navigator.81-18>
10. Mukha, T., & Popova, N. (2025). Fostering sustainable development through SaaS adoption in logistics management. *European Scientific Journal of Economic and Financial Innovation*, 17(3), 60–69. <https://doi.org/10.32750/2025-0305>
11. Pessini, R., Ferro, M., & Correia, A. (2023). Trends and recommendations for enhancing maturity models in supply chain management and logistics. *Applied Sciences*, 13(17), 9724. <https://doi.org/10.3390/app13179724>
12. Pirola, F., Cimini, C., & Pinto, R. (2023). Development of a digital maturity model for Industry 4.0 based on the technology-organization-environment framework. *Computers & Industrial Engineering*, 186, 109691. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109691>
13. Schumacher, A., Erol, S., & Sihn, W. (2020). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 88, 161–166. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.05.029>
14. Tubis, A. A. (2023). Digital maturity assessment model for the organizational and process dimensions. *Sustainability*, 15(20), 15122. <https://doi.org/10.3390/su152015122>
15. Zhyvko, Z., Zhyvko, M., & Shehynska, A. (2024). The problem of business reputation as an indicator of economic security of business. *Scientific Papers of the University «KROK»*, 2(64), 45–55. <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2024-74-45-55>