

DOI: <https://doi.org/10.32782/2308-1988/2025-57-50>

УДК 658.7:004.9

Муха Тарас Анатолійович

здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9282-6833>

Попова Надія Василівна

доктор економічних наук, професор кафедри менеджменту,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2797-6989>

Taras Mukha, Nadiia Popova

Kharkiv National Automobile and Highway University

УПРАВЛІННЯ ЦИФРОВОЮ ТРАНСФОРМАЦІЄЮ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАННЯ

DIGITAL TRANSFORMATION MANAGEMENT OF LOGISTICS PROCESSES AS A TOOL FOR IMPROVING SUPPLY CHAIN RESILIENCE

Анотація. Стаття присвячена дослідженню управління цифровою трансформацією логістичних процесів як стратегічного інструменту підвищення стійкості ланцюгів постачання. Метою дослідження є розробка концептуальної моделі зв'язку між цифровізацією логістики та стійкістю ланцюга постачання з урахуванням типології ризиків. Обґрунтовано теоретико-методологічні засади цифрової трансформації логістичних систем. Розроблено авторську концептуальну модель, що встановлює причинно-наслідкові зв'язки між рівнем цифрової зрілості логістичних процесів та здатністю ланцюга постачання протистояти зовнішнім та внутрішнім дестабілізуючим факторам. Запропоновано математичну модель прогнозування впливу цифровізації на ключові показники стійкості. Практичне значення результатів полягає у формуванні методичного підходу до оцінювання ефективності цифрових інвестицій у логістичну інфраструктуру.

Ключові слова: цифрова трансформація, логістичні процеси, стійкість ланцюга постачання, управління ризиками, ERP-системи, WMS, TMS, цифрова зрілість.

Summary. The article is devoted to the study of digital transformation management of logistics processes as a strategic tool for improving supply chain resilience. The purpose of the study is to develop a conceptual model of the relationship between logistics digitalization and supply chain resilience, taking into account the typology of risks. The theoretical and methodological foundations of digital transformation of logistics systems are substantiated. The authors developed an original conceptual model that establishes cause-and-effect relationships between the level of digital maturity of logistics processes and the ability of the supply chain to withstand external and internal destabilizing factors. The study proposes a comprehensive framework that integrates key dimensions of digital transformation including information systems integration, process automation, and data-driven decision-making capabilities. A mathematical model for predicting the impact of digitalization on key resilience indicators is proposed. The research methodology combines systematic literature review with conceptual modeling approach, analyzing peer-reviewed publications from 2020–2025. The practical significance of the results lies in the formation of a methodological approach to assessing the effectiveness of digital investments in logistics infrastructure. The study identifies critical success factors for digital transformation implementation and provides recommendations for logistics service providers seeking to enhance their operational resilience. The novelty of this research consists in the development of an integrated assessment framework that links specific digital tools (ERP, WMS, TMS systems) with measurable resilience outcomes across different risk categories. The findings also create a foundation for future empirical research aimed at quantifying the long-term impact of logistics digitalization on supply chain adaptability and competitiveness in volatile market conditions.

Keywords: digital transformation, logistics processes, supply chain resilience, risk management, ERP systems, WMS, TMS, digital maturity.

Постановка проблеми. В умовах глобальної нестабільності та зростання частоти дестабілюючих подій ланцюги постачання стикаються з безпрецедентними викликами щодо забезпечення безперервності операцій та задоволення потреб споживачів. Геополітичні конфлікти, природні катастрофи та економічні кризи продемонстрували вразливість традиційних логістичних систем, що функціонують на основі застарілих управлінських підходів та обмежених можливостей адаптації до непередбачуваних змін зовнішнього середовища.

За оцінками дослідників, збитки від порушень у ланцюгах постачання щорічно складають мільярди доларів, при цьому час відновлення після значних збоїв може сягати кількох місяців, що критично впливає на конкурентоспроможність підприємств [6, с. 970]. Водночас цифрова трансформація логістичних процесів відкриває нові можливості для побудови стійких та адаптивних систем управління ланцюгами постачання, здатних ефективно реагувати на різноманітні ризики та швидко відновлюватися після збоїв.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю системного осмислення взаємозв'язків між процесами цифровізації логістики та формуванням стійкості ланцюгів постачання. Незважаючи на значний інтерес науковців до окремих аспектів цифрової трансформації та управління ризиками, комплексні концептуальні моделі, що інтегрують ці два напрями з урахуванням типології ризиків, залишаються недостатньо розробленими. Це створює теоретичний та практичний розрив між потенціалом цифрових технологій та реальними результатами їх впровадження у логістичних системах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика цифрової трансформації логістичних систем та забезпечення стійкості ланцюгів постачання привертає значну увагу міжнародної наукової спільноти. Фундаментальні дослідження у цій сфері охоплюють широкий спектр питань від теоретичних моделей до практичних рекомендацій щодо впровадження цифрових технологій.

М. Cichosz, С.М. Wallenburg та А.М. Knemeyer [1] розробили практично орієнтовану концепцію цифрової трансформації для провайдерів логістичних послуг, ідентифікувавши ключові бар'єри та фактори успіху впровадження цифрових технологій. Дослідники встановили, що наявність чіткої цифрової стратегії, підтриманої вищим керівництвом, є первинним фактором успіху цифрової трансформації в логістичних організаціях. С.Л. Garay-Rondero та співавтори [2] представили комплексну модель цифрового ланцюга постачання, яка інтегрує традиційні концепції управління ланцюгами постачання з технологічними трендами цифровізації та автоматизації. Їхня робота забезпечує теоретичні засади для розу-

міння того, як цифрова трансформація змінює ролі та конфігурації учасників ланцюга постачання. В. Ageron, О. Bentahar та А. Gunasekaran [3] окреслили концептуальну структуру для розуміння викликів управління цифровим ланцюгом постачання, виділяючи три критичні виміри: теоретизацію технологій цифрового ланцюга постачання, стратегічні та організаційні виміри трансформації, а також підходи до проектного управління, що підтримують цифрове впровадження.

W.M.S.K. Weerabahu та співавтори [4] розробили модель зрілості цифрового ланцюга постачання (Digital Supply Chain Maturity Model), що ідентифікує чотири категорії факторів впливу та викликів цифровізації. Модель підкреслює, що цифрова стратегія поряд з технологіями та людським капіталом є визначальними факторами успішного переходу від традиційних до цифрових ланцюгів постачання. Н. Al Mashalah та співавтори [5] дослідили вплив цифрової трансформації на ланцюги постачання через призму електронної комерції, розробивши концептуальну модель, що охоплює три логістичні фази: першу мілью (інтеграція постачальників), середню мілью (оптимізація дистрибуції) та останню мілью (доставка клієнтам). А. Timonina-Farkas та R.W. Seifert [9] представили концепцію «ресурсів подвійного призначення» – важелів стійкості, що забезпечують переваги як під час збоїв. S. Kumar та R. Anbanandam [11] емпірично підтвердили, що організації розвивають стійкість ланцюга постачання через встановлення сильної культури управління ризиками. У контексті цифрових інструментів логістики M.R.N.M. Qureshi [12] ідентифікував критичні фактори успіху впровадження ERP-систем для сталого управління ланцюгами постачання. D. Minashkina та A. Harropen [13] провели систематичний огляд систем управління складами (WMS) з точки зору соціальної та екологічної сталості, виявивши значні дослідницькі прогалини у цій сфері.

Незважаючи на значний обсяг досліджень окремих аспектів цифрової трансформації та стійкості ланцюгів постачання, залишається недостатньо розробленою комплексна концептуальна модель, що встановлює системні зв'язки між рівнем цифрової зрілості логістичних процесів, типологією ризиків та результуючими показниками стійкості ланцюга постачання. Це визначає необхідність подальших досліджень у цьому напрямі.

Метою статті є розробка концептуальної моделі зв'язку між цифровою трансформацією логістичних процесів та стійкістю ланцюга постачання з урахуванням типології ризиків, а також обґрунтування математичного апарату для прогнозування впливу цифровізації на ключові показники стійкості.

Для досягнення поставленої мети визначено наступні завдання: систематизувати теоретико-

методологічні підходи до цифрової трансформації логістики; класифікувати типи ризиків ланцюгів постачання та механізми їх пом'якшення через цифрові інструменти; розробити концептуальну модель взаємозв'язку цифровізації та стійкості; запропонувати математичний апарат для оцінювання впливу цифрових інвестицій на показники стійкості.

Виклад основного матеріалу дослідження. Цифрова трансформація логістичних процесів являє собою комплексний процес інтеграції цифрових технологій у всі аспекти управління матеріальними, інформаційними та фінансовими потоками в межах ланцюга постачання. На відміну від простої автоматизації окремих операцій, цифрова трансформація передбачає фундаментальну зміну бізнес-моделей, організаційної культури та підходів до прийняття управлінських рішень [1, с. 215].

Ключовими компонентами цифрової трансформації логістики є впровадження інтегрованих інформаційних систем (ERP, WMS, TMS), що забезпечують наскрізну видимість операцій,

автоматизацію рутинних процесів та підтримку прийняття рішень на основі даних. За результатами досліджень, підприємства з високим рівнем цифрової зрілості демонструють на 20–30% вищі показники операційної ефективності та скорочення часу відновлення після збоїв [14, с. 78].

Стійкість ланцюга постачання визначається як здатність системи протистояти несподіваним подіям, відновлюватися після збоїв та адаптуватися до нових умов функціонування. D. Ivanov [10, с. 1415] розмежовує три рівні стійкості: робастність (здатність витримувати збої без суттєвих втрат), резилієнтність (здатність швидко відновлюватися) та життєздатність (здатність трансформуватися та ставати сильнішим).

Для систематизації підходів до розуміння взаємозв'язку цифровізації та стійкості необхідно класифікувати типи ризиків ланцюгів постачання та відповідні цифрові інструменти їх пом'якшення. Таблиця 1 представляє комплексну класифікацію ризиків та механізмів їх мінімізації через цифрові технології.

Таблиця 1 – Класифікація ризиків ланцюга постачання та цифрові інструменти їх пом'якшення

Тип ризику	Характеристика	Цифрові інструменти	Механізм пом'якшення
Операційні ризики	Збої у виробничих процесах, поломки обладнання, помилки персоналу, невідповідність якості продукції встановленим стандартам	ERP-системи з модулями управління виробництвом, системи моніторингу обладнання в реальному часі, автоматизовані системи контролю якості	Раннє виявлення відхилень, автоматизація контрольних процедур, предиктивне обслуговування обладнання, зниження людського фактору
Ризики постачання	Затримки поставок, невиконання зобов'язань постачальниками, дефіцит сировини, цінова волатильність	Системи управління взаємовідносинами з постачальниками (SRM), платформи електронних закупівель, системи моніторингу ринків	Диверсифікація постачальників, моніторинг надійності партнерів, автоматизовані закупівлі, прогнозування дефіциту
Ризики попиту	Коливання споживчого попиту, сезонні флуктуації, зміни споживчих уподобань, помилки прогнозування	Системи прогнозування попиту, CRM-системи, аналітичні платформи, системи планування продажів та операцій (S&OP)	Покращення точності прогнозів, сегментація клієнтів, гнучке планування виробництва, оптимізація запасів
Транспортні ризики	Затримки доставки, пошкодження вантажів, крадіжки, інфраструктурні обмеження, ціни на паливо	Системи управління транспортуванням (TMS), GPS-трекінг, системи оптимізації маршрутів, платформи видимості ланцюга	Оптимізація маршрутів, відстеження в реальному часі, швидке реагування на збої, мультимодальне планування
Складські ризики	Неефективне використання простору, втрати запасів, помилки комплектації, застарівання продукції	Системи управління складом (WMS), системи автоматичної ідентифікації (RFID, штрих-коди), автоматизоване обладнання	Оптимізація розміщення, автоматизація операцій, точний облік запасів, FIFO/FEFO-управління
Інформаційні ризики	Кібератаки, витік даних, збої інформаційних систем, неузгодженість даних між системами	Системи кібербезпеки, інтеграційні платформи, системи резервного копіювання, хмарні рішення з високою доступністю	Захист даних, безперервність систем, синхронізація інформації, швидке відновлення після збоїв
Фінансові ризики	Валютні коливання, кредитні ризики контрагентів, проблеми з ліквідністю, зростання витрат	Системи фінансового управління, модулі казначейства в ERP, системи управління кредитними ризиками	Хеджування ризиків, моніторинг платоспроможності партнерів, оптимізація оборотного капіталу

Джерело: систематизовано авторами на основі [6, с. 975; 7, с. 8; 8, с. 245]

Як свідчать дані таблиці 1, кожен тип ризику має специфічні характеристики та потребує відповідних цифрових інструментів для ефективного пом'якшення. Важливо зазначити, що більшість сучасних цифрових рішень мають інтегрований характер і здатні впливати на декілька типів ризиків одночасно, що підвищує загальну ефективність інвестицій у цифровізацію.

Для кількісної оцінки впливу цифрової трансформації на стійкість ланцюга постачання запропоновано використання інтегрального показника цифрової зрілості логістичних процесів (Digital Maturity Index, DMI), який розраховується за формулою:

$$DMI = \frac{\sum_{i=1}^n (w_i \times D_i)}{n}, \quad (1)$$

де DMI – інтегральний показник цифрової зрілості; w_i – ваговий коефіцієнт i -го компонента цифровізації; D_i – рівень розвитку i -го компонента цифровізації (від 0 до 1); n – кількість компонентів оцінювання.

Стійкість ланцюга постачання (Supply Chain Resilience Index, SCRI) пропонується оцінювати через композитний індекс, що враховує три виміри: робастність, адаптивність та швидкість відновлення:

$$SCRI = \alpha \times ROB + \beta \times ADP + \gamma \times REC, \quad (2)$$

де $SCRI$ – індекс стійкості ланцюга постачання; ROB – показник робастності; ADP – показник адаптивності; REC – показник швидкості відновлення; α, β, γ – вагові коефіцієнти ($\alpha + \beta + \gamma = 1$).

Взаємозв'язок між цифровою зрілістю та стійкістю ланцюга постачання описується функціональною залежністю, що враховує нелінійний характер впливу цифровізації:

$$SCRI = SCRI_0 \times (1 + k \times DMI^\phi), \quad (3)$$

де $SCRI_0$ – базовий рівень стійкості за відсутності цифровізації; k – коефіцієнт впливу цифровізації (залежить від галузі та типу ланцюга постачання); ϕ – показник еластичності впливу ($0 < \phi < 1$ для спадаючої граничної віддачі).

Для оцінки економічної ефективності інвестицій у цифровізацію з точки зору підвищення стійкості запропоновано показник повернення інвестицій у стійкість (Resilience Return on Investment, RROI):

$$RROI = \frac{\Delta SCRI \times EAL - \Delta C}{\Delta C} \times 100\%, \quad (4)$$

де $\Delta SCRI$ – приріст індексу стійкості; EAL (Expected Annual Loss) – очікувані річні втрати від порушень ланцюга постачання; ΔC – інвестиції в цифровізацію. На основі проведеного аналізу розроблено концептуальну модель зв'язку цифрової трансформації логістичних процесів та стій-

кості ланцюга постачання (рис. 1). Модель відображає причинно-наслідкові зв'язки між рівнем впровадження цифрових технологій, формуванням організаційних спроможностей та результативними показниками стійкості.

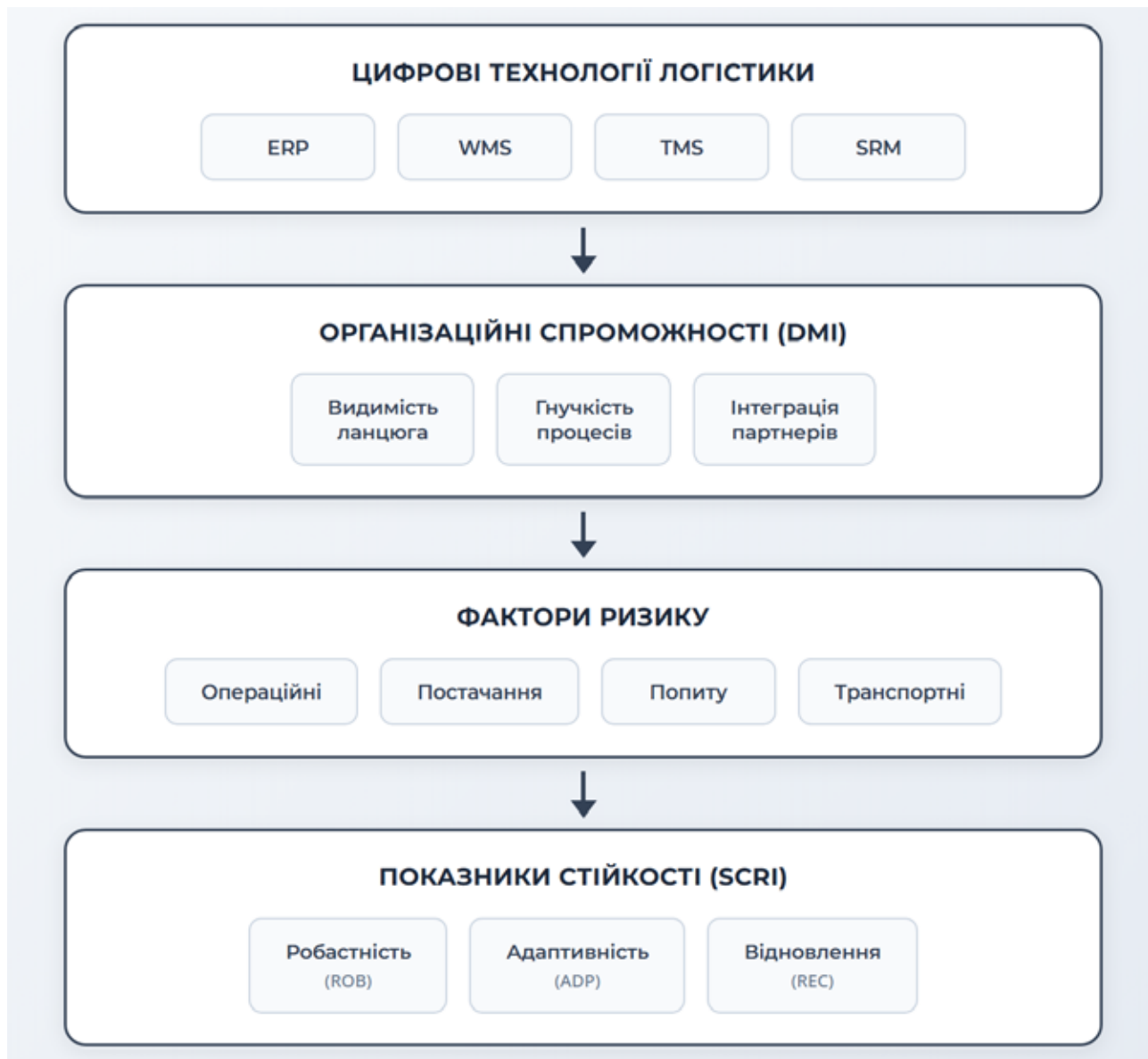
Концептуальна модель демонструє, що цифрові технології логістики (ERP, WMS, TMS, SRM) формують організаційні спроможності, які, в свою чергу, впливають на здатність протидіяти різним типам ризиків та забезпечують підвищення показників стійкості ланцюга постачання. Аналіз матриці впливу свідчить про те, що найбільший комплексний вплив на стійкість ланцюга постачання мають платформи видимості ланцюга постачання та ERP-системи, які забезпечують високий рівень впливу за більшістю компонентів. На рисунку 2 представлено алгоритм оцінювання та підвищення стійкості ланцюга постачання через цифрову трансформацію логістичних процесів. Алгоритм охоплює послідовність етапів від діагностики поточного стану до моніторингу результатів впровадження.

Представлений алгоритм забезпечує системний підхід до цифрової трансформації логістичних процесів з орієнтацією на підвищення стійкості ланцюга постачання. Ключовим елементом є економічне обґрунтування через розрахунок RROI, що дозволяє приймати обґрунтовані інвестиційні рішення. Для практичного застосування розробленої концептуальної моделі сформовано математичну прогнозну модель впливу цифровізації на показники стійкості ланцюга постачання. Модель базується на емпіричних даних досліджень та дозволяє прогнозувати очікуваний приріст SCRI залежно від рівня інвестицій у різні типи цифрових систем. Результати моделювання представлено в таблиці 2.

Результати математичного моделювання свідчать про нелінійний характер залежності між рівнем цифровізації та стійкістю ланцюга постачання. Найвищу економічну ефективність ($RROI = 63.2\%$) демонструє середній сценарій цифровізації, що передбачає інтеграцію ERP, WMS та TMS систем. При цьому подальше нарощування інвестицій характеризується спадаючою граничною віддачею, що підтверджує теоретичні положення про закон спадаючої граничної продуктивності.

Наукова новизна дослідження полягає у розробці інтегрованої концептуальної моделі, що встановлює системні зв'язки між цифровою трансформацією логістичних процесів та стійкістю ланцюга постачання. На відміну від існуючих досліджень, що розглядають окремі аспекти цифровізації або стійкості, запропонована модель:

– інтегрує типологію ризиків ланцюга постачання з відповідними цифровими інструментами їх пом'якшення;



**Рисунок 1 – Концептуальна модель зв'язку
«цифровізація логістики → стійкість ланцюга постачання»**

Джерело: розроблено авторами

– визначає математичний апарат для кількісної оцінки впливу цифровізації на показники стійкості;

– враховує нелінійний характер залежності та закон спадаючої граничної віддачі;

– забезпечує методичну основу для прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень щодо цифровізації.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості використання розроблених інструментів для стратегічного планування цифрової трансформації логістичних процесів з урахуванням пріоритетних ризиків та обмежень ресурсів. Запропонований алгоритм дозволяє системно підходити до вибору цифрових рішень

та обґрунтовувати інвестиції через розрахунок показника RROI.

Висновки. У результаті проведеного дослідження досягнуто поставленої мети та вирішено визначені завдання. Систематизовано теоретико-методологічні підходи до цифрової трансформації логістики, що дозволило ідентифікувати ключові компоненти цифрової зрілості логістичних процесів та їх вплив на операційну ефективність.

Розроблено класифікацію типів ризиків ланцюгів постачання (операційні, постачання, попиту, транспортні, складські, інформаційні, фінансові) та визначено відповідні цифрові інструменти їх пом'якшення. Встановлено, що найбільший комплексний вплив на стійкість мають інтегро-

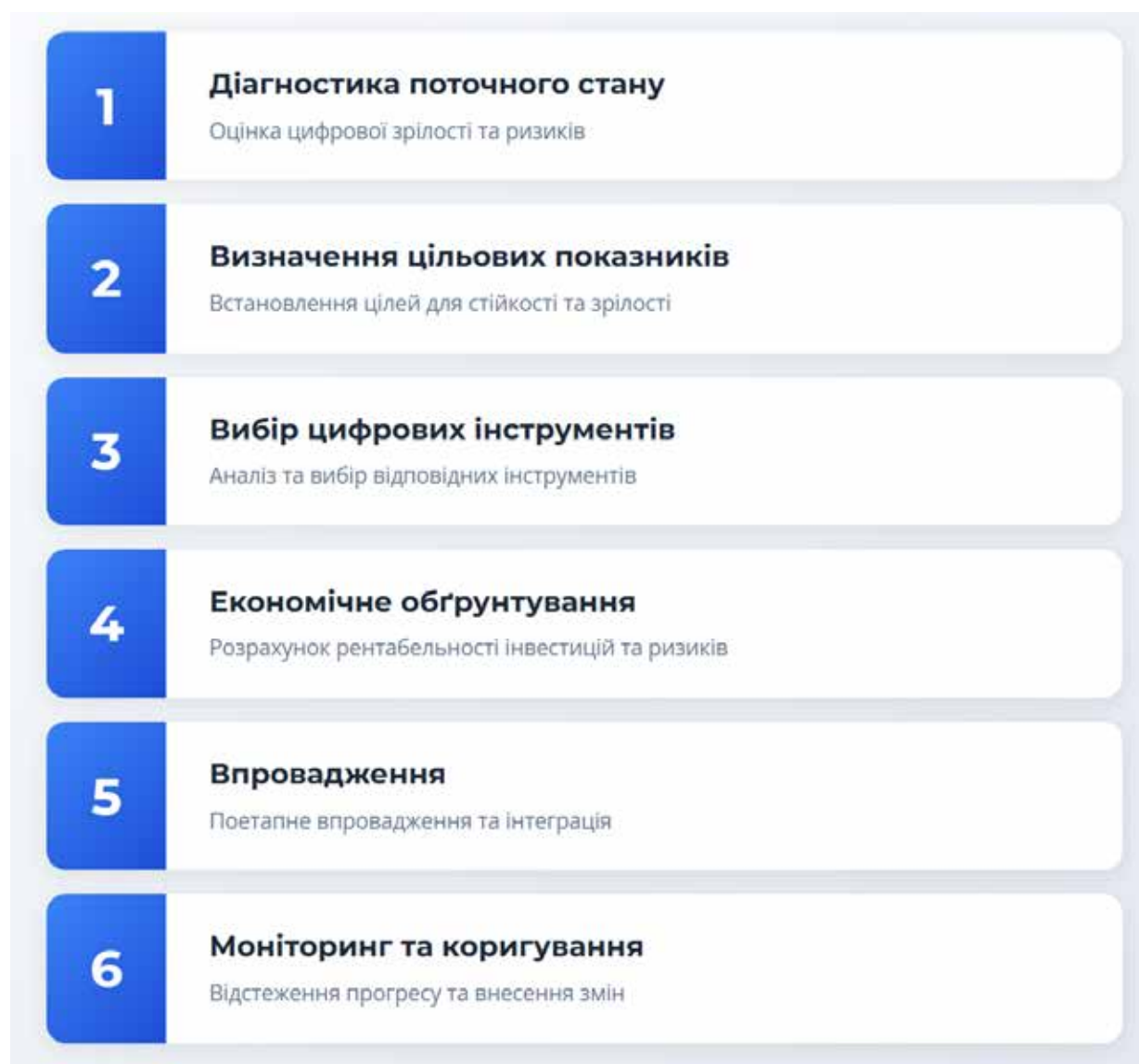


Рисунок 2 – Алгоритм підвищення стійкості ланцюга постачання через цифрову трансформацію

Джерело: розроблено авторами

Таблиця 2 – Математична прогнозна модель впливу цифровізації на стійкість ланцюга постачання

Сценарій цифровізації	DMI	k	φ	SCRI (прогноз)	Δ SCRI, %	Інвестиції, тис. \$	RROI, %
Базовий (без цифровізації)	0.00	–	–	0.45	–	0	–
Мінімальний (лише ERP)	0.25	0.85	0.65	0.56	+24.4	150	42.1
Базовий+ (ERP + WMS)	0.40	0.85	0.65	0.63	+40.0	280	55.7
Середній (ERP + WMS + TMS)	0.55	0.85	0.65	0.70	+55.6	420	63.2
Розширений (+ SRM + аналітика)	0.70	0.85	0.65	0.76	+68.9	580	58.4
Повний (інтегрована платформа)	0.85	0.85	0.65	0.81	+80.0	850	47.3
Оптимальний (за критерієм RROI)	0.55	0.85	0.65	0.70	+55.6	420	63.2

Примітки: $SCRI_{\square} = 0.45$; $EAL = 500$ тис. \$; $k = 0.85$ (середнє значення для логістичних компаній); $\varphi = 0.65$

Джерело: розраховано авторами за формулами (1)-(4) на основі даних [6, с. 985; 7, с. 12; 11, с. 252]

вані платформи видимості ланцюга постачання та ERP-системи.

Розроблено концептуальну модель зв'язку «цифровізація логістики → стійкість ланцюга постачання», що встановлює причинно-наслідкові зв'язки між цифровими технологіями, організаційними спроможностями та показниками стійкості. Модель враховує вплив різних типів ризиків

та дозволяє системно підходити до планування цифрової трансформації. Перспективами подальших досліджень є емпірична верифікація запропонованої моделі на даних українських підприємств, розробка галузевих модифікацій моделі та дослідження динамічних аспектів взаємозв'язку цифровізації та стійкості в умовах різних типів порушень ланцюга постачання.

Список використаних джерел:

1. Cichosz M., Wallenburg C. M., Knemeyer A. M. Digital transformation at logistics service providers: barriers, success factors and leading practices. *The International Journal of Logistics Management*. 2020. Vol. 31, No. 2. P. 209–238. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLM-08-2019-0229>
2. Garay-Rondero C. L., Martinez-Flores J. L., Smith N. R., Caballero Morales S. O., Aldrette-Malacara A. Digital supply chain model in Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*. 2020. Vol. 31, No. 5. P. 887–933. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2018-0280>
3. Ageron B., Bentahar O., Gunasekaran A. Digital supply chain: Challenges and future directions. *Supply Chain Forum: An International Journal*. 2020. Vol. 21, No. 3. P. 133–138. DOI: <https://doi.org/10.1080/16258312.2020.1816361>
4. Weerabahu W. M. S. K., Samaranayake P., Nakandala D., Hurriyet H. Digital supply chain research trends: A systematic review and a maturity model for adoption. *Benchmarking: An International Journal*. 2023. Vol. 30, No. 9. P. 3040–3066. DOI: <https://doi.org/10.1108/BIJ-12-2021-0782>
5. Al Mashalah H., Hassini E., Gunasekaran A., Bhatt D. The impact of digital transformation on supply chains through e-commerce: Literature review and a conceptual framework. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 2022. Vol. 165. Article 102837. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102837>
6. Katsaliaki K., Galetsi P., Kumar S. Supply chain disruptions and resilience: A major review and future research agenda. *Annals of Operations Research*. 2022. Vol. 319, No. 1. P. 965–1002. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03912-1>
7. El Baz J., Ruel S. Can supply chain risk management practices mitigate the disruption impacts on supply chains' resilience and robustness? Evidence from an empirical survey in a COVID-19 outbreak era. *International Journal of Production Economics*. 2021. Vol. 233. Article 107972. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107972>
8. Um J., Han N. Understanding the relationships between global supply chain risk and supply chain resilience: The role of mitigating strategies. *Supply Chain Management: An International Journal*. 2021. Vol. 26, No. 2. P. 240–255. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-06-2020-0248>
9. Lückert F., Timonina-Farkas A., Seifert R. W. Balancing Resilience and Efficiency: A Literature Review on Overcoming Supply Chain Disruptions. *Production and Operations Management*. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1177/10591478241302735>
10. Ivanov D. Viable supply chain model: integrating agility, resilience and sustainability perspectives—lessons from and thinking beyond the COVID-19 pandemic. *Annals of Operations Research*. 2020. Vol. 319. P. 1411–1431. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03640-6>
11. Kumar S., Anbanandam R. Impact of risk management culture on supply chain resilience: An empirical study from Indian manufacturing industry. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*. 2020. Vol. 234, No. 2. P. 246–259. DOI: <https://doi.org/10.1177/1748006X19886718>
12. Qureshi M. R. N. M. Evaluating Enterprise Resource Planning (ERP) Implementation for Sustainable Supply Chain Management. *Sustainability*. 2022. Vol. 14, No. 22. Article 14779. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142214779>
13. Minashkina D., Happonen A. Warehouse Management Systems for Social and Environmental Sustainability: A Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis. *Logistics*. 2023. Vol. 7, No. 3. Article 40. P. 1–33. DOI: <https://doi.org/10.3390/logistics7030040>
14. Муха Т. А., Попова Н. В. Аналіз впливу стратегій відновлення та оптимізації SaaS-рішень на ефективність відстеження відправлень у логістичних системах. *Management and Entrepreneurship: Trends of Development*. 2025. № 3 (33). С. 73–83. DOI: <https://doi.org/10.26661/2522-1566/2025-3/33-06>

References:

1. Cichosz, M., Wallenburg, C. M., & Knemeyer, A. M. (2020). Digital transformation at logistics service providers: barriers, success factors and leading practices. *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 31, No. 2, pp. 209–238. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLM-08-2019-0229>
2. Garay-Rondero, C. L., Martinez-Flores, J. L., Smith, N. R., Caballero Morales, S. O., & Aldrette-Malacara, A. (2020). Digital supply chain model in Industry 4.0. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 31, No. 5, pp. 887–933. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2018-0280>
3. Ageron, B., Bentahar, O., & Gunasekaran, A. (2020). Digital supply chain: Challenges and future directions. *Supply Chain Forum: An International Journal*, Vol. 21, No. 3, pp. 133–138. DOI: <https://doi.org/10.1080/16258312.2020.1816361>

4. Weerabahu, W. M. S. K., Samaranayake, P., Nakandala, D., & Hurriyet, H. (2023). Digital supply chain research trends: A systematic review and a maturity model for adoption. *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 30, No. 9, pp. 3040–3066. DOI: <https://doi.org/10.1108/BIJ-12-2021-0782>
5. Al Mashalah, H., Hassini, E., Gunasekaran, A., & Bhatt, D. (2022). The impact of digital transformation on supply chains through e-commerce: Literature review and a conceptual framework. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 165, Article 102837. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102837>
6. Katsaliaki, K., Galetsi, P., & Kumar, S. (2022). Supply chain disruptions and resilience: A major review and future research agenda. *Annals of Operations Research*, Vol. 319, No. 1, pp. 965–1002. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03912-1>
7. El Baz, J., & Ruel, S. (2021). Can supply chain risk management practices mitigate the disruption impacts on supply chains' resilience and robustness? Evidence from an empirical survey in a COVID-19 outbreak era. *International Journal of Production Economics*, Vol. 233, Article 107972. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107972>
8. Um, J., & Han, N. (2021). Understanding the relationships between global supply chain risk and supply chain resilience: The role of mitigating strategies. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 26, No. 2, pp. 240–255. DOI: <https://doi.org/10.1108/SCM-06-2020-0248>
9. Lückert, F., Timonina-Farkas, A., & Seifert, R. W. (2025). Balancing Resilience and Efficiency: A Literature Review on Overcoming Supply Chain Disruptions. *Production and Operations Management*. DOI: <https://doi.org/10.1177/10591478241302735>
10. Ivanov, D. (2020). Viable supply chain model: integrating agility, resilience and sustainability perspectives—lessons from and thinking beyond the COVID-19 pandemic. *Annals of Operations Research*, Vol. 319, pp. 1411–1431. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03640-6>
11. Kumar, S., & Anbanandam, R. (2020). Impact of risk management culture on supply chain resilience: An empirical study from Indian manufacturing industry. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*, Vol. 234, No. 2, pp. 246–259. DOI: <https://doi.org/10.1177/1748006X19886718>
12. Qureshi, M. R. N. M. (2022). Evaluating Enterprise Resource Planning (ERP) Implementation for Sustainable Supply Chain Management. *Sustainability*, Vol. 14, No. 22, Article 14779. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142214779>
13. Minashkina, D., & Happonen, A. (2023). Warehouse Management Systems for Social and Environmental Sustainability: A Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis. *Logistics*, Vol. 7, No. 3, Article 40, pp. 1–33. DOI: <https://doi.org/10.3390/logistics7030040>
14. Mukha, T. A., & Popova, N. V. (2025). Analiz vplyvu stratehii vidnovlennia ta optymizatsii SaaS-rishen na efektyvnist vidstezhennia vidpravlennia u lohistychnykh systemakh [Analysis of the impact of recovery strategies and SaaS solutions optimization on shipment tracking efficiency in logistics systems]. *Management and Entrepreneurship: Trends of Development*, No. 3(33), pp. 73–83. DOI: <https://doi.org/10.26661/2522-1566/2025-3/33-06>

Стаття надійшла до редакції 05.12.2025