

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2026-86-56>

УДК 658.7:004

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВА ТОРГІВЛІ У ЦИФРОВІЙ ЕКОНОМІЦІ

INTELLECTUALIZATION OF TRADING ENTERPRISES' LOGISTICS BUSINESS PROCESSES IN THE DIGITAL ECONOMY

Кавун Ольга Олександрівна

кандидат економічних наук, доцент,
Державний торговельно-економічний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4282-5663>

Kavun Olha

State University of Trade and Economics

У статті розглянуто цифрові технології як фактор системної трансформації логістичних бізнес-процесів підприємства в умовах цифрової економіки. Обґрунтовано, що впровадження штучного інтелекту, Інтернету речей, роботизації процесів та блокчейну зумовлює перехід від фрагментарного та реактивного управління до інтегрованої, інтелектуальної та адаптивної логістичної моделі. Висвітлено особливості трансформації закупівельної, складської, транспортної та інформаційної логістики, показано синергію end-to-end цифрових платформ. Окрему увагу приділено дуальній природі цифрових технологій, яка поряд з конструктивними ефектами може спричинити деструктивні впливи за відсутності системної адаптації, належних управлінських компетенцій та рівня професійної підготовки співробітників, а також якості даних. Доведено, що ефективна цифрова трансформація логістики потребує процесного та організаційного узгодження.

Ключові слова: цифрова трансформація логістики, логістичні бізнес-процеси, штучний інтелект, Інтернет речей (IoT), роботизація процесів (RPA), блокчейн; end-to-end логістика; інтегровані цифрові платформи.

The article examines digital technologies as a key factor in the systemic transformation of enterprise logistics business processes in the context of the digital economy. It substantiates that the integration of advanced digital technologies, such as artificial intelligence, the Internet of Things, robotic process automation, and blockchain drives a transition from fragmented and reactive management toward an integrated, intelligent, and adaptive logistics model. The study highlights the specific features of digital transformation in procurement, warehousing, transportation, and information logistics, demonstrating the synergistic effects generated by end-to-end digital platforms and unified information environments. Particular attention is paid to the dual nature of digital technologies, which, alongside significant efficiency gains, transparency, and resilience, may also generate destructive effects in the absence of process coordination, managerial competencies, organizational readiness, and data quality assurance. The research emphasizes that excessive or poorly controlled digitalization can lead to loss of process control ability, algorithmic dependence, systemic risks, and increased vulnerability to technological and cyber disruptions. It is argued that digital technologies should be interpreted not merely as automation tools, but as drivers of deep qualitative changes in the structure, logic, and interconnections of logistics business processes at the enterprise level. The article proves that effective digital transformation of logistics requires process-based and organizational alignment, integrated data governance, and balanced human–technology interaction. As a result, logistics evolves from an operational function into a strategic component of supply chain management, increasing the adaptability and competitiveness of enterprises in the increasingly complex and dynamic landscape of the digital economy. In addition, the study outlines the role of continuous innovation, cross-functional integration, and strategic leadership in ensuring sustainable digital transformation outcomes.

Keywords: digital transformation of logistics, logistics business processes, artificial intelligence, Internet of Things (IoT), robotic process automation (RPA), blockchain, end-to-end logistics, integrated digital platforms.

Постановка проблеми. Активне впровадження цифрових технологій у логістику підприємств відбувається переважно фраг-

ментарно, з орієнтацією на автоматизацію окремих операцій, що не забезпечує цілісної трансформації логістичних бізнес-процесів.



Відсутність процесного підходу, належної інтеграції даних і управлінської адаптації призводить до зростання системних ризиків та втрати керованості. Це зумовлює необхідність наукового осмислення цифрових технологій не лише як інструментів підвищення ефективності, а як факторів глибокої якісної трансформації логістичних бізнес-процесів на мікрорівні підприємства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У сучасній науковій літературі цифрова трансформація логістики розглядається як ключовий чинник підвищення ефективності, стійкості та сталості діяльності підприємств, що актуалізує комплексні дослідження у цьому напрямі.

Автоматизацію як необхідну передумову реінжинірингу та оптимізації логістичних процесів визначають Криворучко О. М. та Кривенко Л. Ф. у статті [1]. Канцедал Н., Лега О. та Морозов Є. характеризують SCM і WMS, Інтернет речей, блокчейн і штучний інтелект як ключові інструменти підвищення прозорості, оперативності та точності управлінських рішень в логістиці [2].

У статті [3] Лісіца В. В., Михайленко О. М. та Ротенберг О. В. систематизують сучасні цифрові технології та визначають їх вплив на гнучкість, стійкість, продуктивність і рівень логістичного сервісу. Водночас автори ідентифікують низку обмежень цифрової трансформації, пов'язаних із технологічною складністю, інвестиційними бар'єрами та організаційною неготовністю підприємств.

Зрибнева І.П. визначає логістику як динамічну систему, а цифрові технології - як каталізатор підвищення адаптивності, конкурентоспроможності та узгодженості процесів у ланцюгах постачання [4].

На рівні глобальних ланцюгів постачання стратегічні аспекти цифрової трансформації ґрунтовно досліджені Семюельсом А. і на основі систематичного огляду літератури доведено синергійний ефект інтеграції штучного інтелекту, блокчейну та Інтернету речей в управління ланцюгами постачання [5].

Тіварі М. К., Біданда Б., Геунес Ж., Фернандес К. та Долгі А. розглядають цифрову трансформацію як поєднання технологічної еволюції та управлінських змін, спрямованих на інтеграцію фізичних і інформаційних потоків [6]. Подібний процесно-орієнтований підхід представлено в роботі [7], де Чжан Д., Фу М. та Чжан С. виокремили ключові напрями цифрової трансформації: інформаційну інте-

грацію, технологічний розвиток, реінжиніринг процесів та організаційну синергію.

Як показав аналіз, дослідження як вітчизняних, так і зарубіжних науковців зосереджуються переважно на рівні ланцюгів постачання або на окремих цифрових інструментах, тоді як логістичні бізнес-процеси підприємства часто залишаються поза фокусом системного аналізу.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на певний науковий доробок, недостатньо розкрито системний вплив цифрових технологій як фактора трансформації логістичних бізнес-процесів підприємства. Зміни їх структури, логіки, взаємозв'язків і результативності на мікрорівні підприємства залишаються фрагментарно дослідженими, що ускладнює формування цілісної процесної моделі цифрової трансформації логістики. Вищезазначене обумовлює необхідність подальших досліджень, спрямованих на осмислення цифрових технологій не лише як інструментів автоматизації, а як чинника глибокої трансформації логістичних бізнес-процесів підприємства.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою дослідження є теоретичне обґрунтування цифрових технологій як системоутворюючого чинника трансформації логістичних бізнес-процесів підприємства торгівлі, ідентифікація основних напрямів їх впливу на закупівельну, складську, транспортну та інформаційну логістику, а також визначення конструктивних і потенційно деструктивних наслідків цифровізації в умовах цифрової економіки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Штучний інтелект (Artificial Intelligence, AI) у закупівельній логістиці виступає інтелектуальним ядром прийняття рішень, що дозволяє перейти від історично-статистичного планування до прогнозно-адаптивної моделі. Алгоритми машинного навчання аналізують великі масиви даних про споживання, сезонні коливання попиту, ринкові ціни, логістичні затримки та макроекономічні фактори, формуючи високоточні прогнози потреб у закупівлях [8].

AI-моделі дозволяють автоматизувати визначення оптимальних розмірів замовлень (EOQ, POQ, DDM-моделі з динамічним навчанням), синхронізувати параметри розмірів замовлень з обсягами запасів, складати рейтинги постачальників на основі багатокритеріальних моделей.

Окреме значення має використання генеративного та агентного штучного інтелекту для автоматизації операцій, що супроводжують процес закупівлі: формування специфікацій, підготовки тендерної документації, аналізу комерційних пропозицій і виявлення аномалій у ціноутворенні [9].

Крім того, AI використовується для управління ризиками постачань, оскільки здатний прогнозувати ймовірність зривів поставок через геополітичні події, логістичні вузькі місця або фінансові проблеми контрагентів, що істотно підвищує стійкість ланцюга постачання [8].

Фізичний зв'язок між матеріальними потоками та цифровими рішеннями, формування основи для концепції безперервного поповнення (continuous replenishment) у закупівельній логістиці забезпечує Інтернет речей (Internet of Things, IoT). Сенсори рівня запасів, RFID-мітки, смарт-ваги та системи комп'ютерного зору передають у режимі реального часу достовірні дані про фактичну наявність товарних запасів на складах і у каналах продажу [10].

В результаті завдяки IoT автоматично фіксується досягнення критичних і порогових рівнів запасів, забезпечується контроль умов постачання товарів (температура, вологість, ударні навантаження), що є критичним для продуктів харчування з обмеженим терміном зберігання, фармацевтичних товарів тощо. Інтеграція таких даних з умовами закупівлі дозволяє автоматично фіксувати порушення та ініціювати рекламації [8].

Робототехніка та RPA (Robotic Process Automation) в закупівельній логістиці має переважно цифровий, а не фізичний характер і проявляється у вигляді RPA-рішень. Програмні роботи автоматизують рутинні транзакційні дії: перенесення замовлень між системами, звірку рахунків-фактур із замовленнями та накладними, контроль відповідності цін умовам контрактів та договорів поставки [11].

Використання RPA скорочує цикл операцій з закупівлі, знижує кількість помилок, зроблених персоналом.

У середовищах з високим рівнем автоматизації закупівель RPA інтегрується з AI, утворюючи інтелектуальні закупівельні агенти, здатні не лише виконувати, а й адаптувати операції залежно від умов закупівлі та ризиків постачання [8].

Блокчейн у закупівельній логістиці виконує функцію незмінного розподіленого реє-

стру, що забезпечує довіру між сторонами без посередників. Усі ключові події процесу закупівлі (замовлення, підтвердження, відвантаження, приймання) фіксуються в блокчейні з криптографічним захистом від змін [12].

Смарт-контракти дозволяють: автоматично активувати оплату після підтвердження виконання умов постачання; реалізувати штрафні санкції за порушення термінів доставки або вимог щодо якості товарів; скоротити адміністративні витрати та час узгоджень протиріч.

Особливого значення набуває блокчейн у забезпеченні простежуваності походження товарів та відповідності ESG-вимогам, що дедалі частіше стає одним із критеріїв вибору постачальників у закупівельній логістиці [13].

Поєднання AI, IoT, RPA та блокчейну в межах єдиних цифрових платформ формує end-to-end цифрову закупівельну логістику. Закупівельна функція перестає бути ізольованою та інтегрується зі складською, транспортною, розподільчою логістикою на основі єдиного інформаційного простору [8; 9], забезпечуючи скорочення циклу «план – замовлення – постачання», зростання адаптивності ланцюгів постачання до невизначеності. Закупівельна логістика під впливом цифрових технологій трансформується з адміністративної функції у стратегічний елемент управління ланцюгами постачання, де ключову роль відіграють інтелектуальні, автоматизовані та прозорі цифрові рішення.

Штучний інтелект у складській логістиці виступає ключовим інструментом переходу від статичних моделей управління складом до динамічних, самоадаптивних систем. AI-алгоритми аналізують великі масиви даних про швидкість обігу SKU, сезонність попиту, конфігурацію складських зон, маршрути комплектування та обмеження ресурсів, формуючи оптимальні операційні сценарії роботи складу [14].

AI-моделі застосовуються для прогнозування попиту та оптимізації рівнів запасів з урахуванням обмежень зберігання (складська площа, місткість обладнання); динамічного розміщення товарів на основі ABC/XYZ-класифікацій; оптимізації маршрутів відбору товарів для комплектування замовлень [15].

Важливою складовою є використання комп'ютерного зору та алгоритмів машинного навчання для автоматичної ідентифікації товарів, перевірки правильності комплектації замовлень і моніторингу дотримання вимог охорони праці, що суттєво підвищує точність і безпеку складських операцій [14].

IoT забезпечує безперервний обмін достовірними даними між фізичними об'єктами та інформаційними системами. RFID-мітки, смарт-полиці, камери комп'ютерного зору та датчики руху дозволяють у режимі реального часу відстежувати місцезнаходження і статус кожної складської одиниці [16; 17].

Завдяки IoT: автоматизується процес інвентаризації без необхідності припинення технологічних операцій; забезпечується висока точність даних у WMS; знижуються втрати від пересортиці й недотримання умов зберігання; скорочується час виконання замовлень.

Особливе значення мають IoT-датчики контролю температури, вологості та вібрацій, що критично важливо для фармацевтичної, харчової та хімічної логістики. Інтеграція таких даних із системами управління якістю дозволяє автоматично фіксувати відхилення та ініціювати коригуючі дії [18].

Робототехніка у складській логістиці поєднує фізичну та цифрову автоматизацію. Автономні мобільні роботи (AMR), роботизовані маніпулятори та автоматизовані конвеєрні системи суттєво підвищують швидкість і точність виконання складських операцій, зменшуючи залежність від ручної праці.

Поєднання RPA з AI дозволяє створювати інтелектуальних складських агентів, що здатні адаптувати черговість операцій залежно від пріоритетності замовлень і завантаження складу [14].

Блокчейн у складській логістиці використовується як незмінний розподілений реєстр для фіксації ключових подій зберігання й переміщення товарів. фіксуються у вигляді цифрового журналу, що захищений від несанкціонованих змін, містить дані про надходження, внутрішньоскладські переміщення та відвантаження товарів [19; 20].

Це дозволяє підвищити довіру між учасниками ланцюга постачання, забезпечити прозору простежуваність походження товарів та дотримання ESG-вимог [21; 22].

Інтеграція AI, IoT, робототехніки та блокчейну в межах єдиних цифрових платформ формує концепцію "розумного складу". Такі платформи забезпечують end-to-end видимість складських процесів і дозволяють приймати управлінські рішення на основі даних у реальному часі [12; 23].

В результаті складська логістика під впливом цифрових технологій трансформується з трудомісткої операційної діяльності у високотехнологічну систему з керованими даними.

Штучний інтелект у транспортній логістиці є ключовим елементом переходу від статичного планування перевезень до створення динамічних, адаптивних транспортних систем. AI-алгоритми аналізують багатофакторні дані (ситуацію на дорогах, погодні умови, обмеження інфраструктури, витрати пального, часові вікна доставки) у реальному часі і автоматично коригують маршрути та графіки руху.

AI застосовується для динамічної оптимізації маршрутів; прогнозування часу прибуття (ETA) та запобігання затримкам; оптимізації мультимодальних перевезень; зменшення транспортних витрат та вуглецевого сліду.

Особливу роль AI відіграє в оптимізації доставки «останньої милі», яка є найбільш витратною та складною ділянкою логістики. Дослідження підтверджують, що AI-керовані алгоритми динамічної маршрутизації зменшують витрати доставки та час обслуговування клієнтів на 20–35% [24; 25].

Штучний інтелект також використовується для аналізу ризиків перевезень (ДТП, простої, затримки на кордонах), що дозволяє заздалегідь формувати альтернативні сценарії транспортування та підвищувати надійність логістичних мереж.

Безперервний обмін даними між транспортними засобами, інфраструктурою та інформаційними системами забезпечує IoT. GPS-пристрої, телематичні датчики, RFID-мітки та датчики стану забезпечують повну видимість перевезень у режимі реального часу

Завдяки IoT забезпечується прозоре відстеження руху вантажів, знижується ризик крадіжок і втрат, покращується точність прогнозування часу доставки, здійснюється прогнозоване технічне обслуговування транспорту.

Особливе значення мають IoT-рішення для холододових та небезпечних вантажів, де параметри температури, вологості та вібрацій під час транспортування мають критичне значення для збереження якості продукції.

RPA у транспортній логістиці автоматизує рутинні операції, які традиційно потребували залучення значних трудових ресурсів. Програмні роботи обробляють транспортні накладні, коносаменти, митні декларації, рахунки-фактури та статуси доставок без участі людини [26; 27].

Використання RPA дозволяє скоротити час підготовки та обробки документів, мінімізувати людські помилки, прискорити фінансові розрахунки з перевізниками, підвищити масштабованість транспортної функції [28; 29].

На основі поєднанні AI з RPA-рішеннями створюються інтелектуальні транспортні агенти, здатні адаптувати планування перевезень і реагувати на відхилення в режимі реального часу.

Незмінний розподілений реєстр транспортування, у якому фіксуються всі ключові операції (завантаження, переміщення, перевалка, доставка) на основі блокчейну формує єдине джерело достовірних даних для всіх учасників логістичного ланцюга [12].

Інтеграція блокчейну з IoT, у свою чергу, підвищує достовірність даних про умови перевезення та знижує ризики маніпуляції інформацією.

Поєднання AI, IoT, RPA та блокчейну в межах транспортних управлінських систем (TMS нового покоління) формує end-to-end цифрову транспортну логістику. Такі платформи забезпечують повну видимість перевезень, аналітику витрат і продуктивності, а також швидку реакцію на збої.

Під впливом цифрових технологій транспортна логістика трансформується з операційно-орієнтованої функції у стратегічний елемент управління ланцюгами постачання.

Штучний інтелект в інформаційній логістиці виступає ядром аналітичної обробки інформаційних потоків, забезпечуючи перехід від фрагментованого накопичення даних до інтелектуально керованих систем прийняття рішень. AI-алгоритми інтегрують дані з ERP, WMS, TMS, CRM та зовнішніх джерел, здійснюючи глибокий аналіз великих масивів інформації у режимі. близькому до реального часу, забезпечуючи прогнозування попиту й завантаженості логістичних мереж, кореляційний аналіз подій у різних логістичних підсистемах, формування сценаріїв реагування на збої та ризики.

Генеративний AI забезпечує автоматизоване формування аналітичних звітів, інтерпретацію показників KPI.

IoT формує сенсорний рівень інформаційної логістики, перетворюючи фізичні операції (рух вантажів, зберігання, транспортування) на потоки цифрових даних. Сенсори, RFID-мітки, камери комп'ютерного зору генерують безперервні інформаційні сигнали, що надходять до аналітичних систем у реальному часі

Завдяки IoT суттєво підвищується точність і своєчасність логістичної інформації, усуваються «інформаційні розриви» між операційними ланками, зменшується асиметрія інфор-

мації між учасниками ланцюга постачання, формується основа для прогнозно-адаптивного управління.

RPA в інформаційній логістиці забезпечує автоматизацію рутинних інформаційних процесів, пов'язаних з обробкою великих обсягів логістичних даних. Програмні роботи виконують завдання з перенесення, валідації та синхронізації даних між різними інформаційними системами без участі людини.

Застосування RPA дозволяє скоротити час обробки інформації, зменшити кількість помилок ручного введення, забезпечити актуальність і узгодженість даних, підвищити масштабованість інформаційних процесів логістики [27; 30].

Поєднання AI з RPA дозволяє адаптувати логіку обробки інформації залежно від контексту.

Блокчейн в інформаційній логістиці виконує функцію розподіленого інформаційного реєстру, який забезпечує незмінність і прозорість логістичних даних, унеможливує їх несанкціоновану зміну та підвищує довіру між учасниками ланцюга постачання

У поєднанні з IoT блокчейн підвищує достовірність первинних даних, фіксуючи інформацію безпосередньо з джерел вимірювання.

Інтегровані цифрові платформи поєднують AI, IoT, RPA та блокчейн у спільному інформаційному середовищі, формуючи цілісну архітектуру інформаційної логістики. Такі платформи забезпечують консолідацію даних, аналітику в реальному часі та доступ до єдиного джерела інформації для всіх учасників логістичних процесів. Це дає змогу підвищити якість управлінських рішень, скоротити час реагування на події, покращити міжфункціональну координацію, підвищити стійкість логістичних систем до невизначеності.

Цифрові технології та інтегровані цифрові платформи забезпечують цілісність, прозорість і своєчасність інформаційних потоків, що формує основу для ефективного, адаптивного та стійкого логістичного управління.

Цифрові технології потребують об'єктивного погляду на їх застосування в логістиці та розуміння їх дуальної природи, яка обумовлює конструктивний вплив на логістичну діяльність підприємства (за умов узгодженості бізнес-процесів, повноти та достовірності даних, наявності необхідних компетенцій у персонала) та прояв можливих деструкцій (в разі фрагментарного, надмірно швидкого або неконтрольованого впровадження).

Результатом прояву деструктивного впливу може стати втрата керованості процесами, зростання системних ризиків, надмірна залежність від технологій, деградація компетенцій персоналу.

Використання AI-систем для прогнозування попиту та формування рішень з закупівлі товарів може призвести до алгоритмічної залежності та втрати керованості управлінської інтерпретації. Сліпа довіра алгоритмам, не розуміння логіки рішень «чорної скриньки», нездатність коригувати рішення в нестандартних ситуаціях спричинить масштабування системних помилок.

Інтеграція IoT і Big Data без очищення й валідації даних призводить до хибних сигналів поповнення запасів, неадекватних EOQ/POQ і як наслідок, прояву ефекту псевдооптимізації.

Роботизовані склади й AMR-системи мають високий рівень вразливості при збоях програмного забезпечення, втраті зв'язку або кібератаках, що може призвести до повної зупинки роботи складу в разі надмірної автоматизації бізнес-процесів та відсутності резервних сценаріїв

Зниження статусу операторів складу до ролі «наглядачів» призводить до втрати практичних навичок прийняття рішень, неможливості ручного управління у разі виникнення кризових обставин, повної залежності від розробників та постачальників програмного забезпечення.

Серед потенційних деструкцій у транспортній логістиці можна виділити те, що дрони та автономні транспортні засоби критично залежать від умов навігації, зв'язку й регуляторного середовища, можуть бути заблоковані однією системною відмовою.

Повна цифровізація e-CMR і смарт-контрактів робить юридичні процеси залежними від цифрових інфраструктур, у випадку збою блокує не лише фізичне, а й правове завершення перевезення, що призводить до вразливості документообороту.

Системною зоною найбільшого ризику виступає інформаційна логістика, де в разі прояву кіберризиків мультиплікативний ефект

охопить закупівельну, складську та транспортну логістику.

Слід зазначити, що цифрові технології самі по собі не є ані гарантією ефективності, ані джерелом деструкції. Їх деструктивний вплив проявляється тоді, коли швидкість цифровізації перевищує здатність логістичної системи до управлінської, організаційної та когнітивної адаптації.

Висновки. Таким чином, впровадження цифрових технологій не просто автоматизує окремі операції, але фундаментально змінює архітектуру та логіку логістичних бізнес-процесів, забезпечує інтелектуальну системну трансформацію закупівельної, складської, транспортної, розподільчої та інформаційної логістики. Штучний інтелект дозволяє здійснити перехід від реактивного до прогнозного та предиктивного управління. IoT перетворює логістичні системи на середовище з безперервною видимістю активів і процесів, робототехніка суттєво знижує операційні витрати й дефіцит робочої сили, блокчейн забезпечує довіру, незмінність і юридичну значущість логістичних даних на міжорганізаційному рівні.

В результаті відбувається перехід від локальної оптимізації окремих операцій до інтегрованого управління ланцюгами постачання, що підвищує їхню стійкість, прозорість і адаптивність. Як наслідок, логістика перетворюється на стратегічний інструмент забезпечення конкурентоспроможності підприємств торгівлі у цифровій економіці. При цьому успішне впровадження цифрових технологій вимагає не лише необхідного обсягу інвестицій, але й розвитку відповідних компетенцій у співробітників, зміни конфігурації організаційної структури управління, еволюції корпоративної культури і обов'язкового застосування збалансованого підходу, який враховує як можливості, так і ризики, пов'язані з цифровізацією.

Подальші дослідження будуть спрямовані на пошук функціонального компромісу між забезпеченням оптимального рівня ефективності цифровізації бізнес-процесів та збереженням стійкості логістичної системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Криворучко О. М., Кривенко Л. Ф. Основні напрямки удосконалення логістичних процесів: реінженіринг, оптимізація, автоматизація. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2024. № 86. URL: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/2109767> (дата звернення: 29.04.2026).

2. Канцедал Н., Лега О., Морозов Є. Цифровізація логістики: нові технології для покращення управління та оптимізації. *Економічний простір*. 2023. № 199. С. 45–51. URL: <https://economicspace.pgasa.dp.ua/article/view/326831> (дата звернення: 29.04.2026).
3. Лісіца В. В., Михайленко О. М., Ротенберг О. В. Цифрові ланцюги постачання: технології, тенденції та напрями розвитку. *Причорноморські економічні студії*. 2023. № 81. С. 99–106. DOI: <https://doi.org/10.32782/bses.81-17>.
4. Зрибнева І. П. Аналіз новітніх технологій, методів та підходів у логістиці, їх вплив на оптимізацію ланцюгів постачання та підвищення продуктивності. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 60. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-60-60>.
5. Samuels A. Digital transformation in supply chains: improving resilience and sustainability through AI, Blockchain, and IoT. *Frontiers in Sustainability*. 2025. Vol. 6. Article 1584580. DOI: <https://doi.org/10.3389/frsus.2025.1584580>.
6. Tiwari M. K., Bidanda B., Geunes J., Fernandes K., Dolgui A. Supply chain digitisation and management. *International Journal of Production Research*. 2024. Vol. 62, no. 8. P. 2918–2926. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2316476>.
7. Zhang D., Fu M., Zhang S. Research on the path and strategy of digital supply chain transformation. *Academic Journal of Business & Management*. 2025. Vol. 7, no. 4. P. 124–129. DOI: <https://doi.org/10.25236/AJBM.2025.070415>.
8. How AI, Blockchain and emerging technologies are transforming supply chain performance: веб-ресурс. URL: <https://kpmg.com/xx/en/our-insights/operations/ai-blockchain-transform-supply-chain-performance.html> (дата звернення: 29.04.2026).
9. Top 10 supply chain trends in 2026: аналітичний звіт. URL: https://www.ascm.org/globalassets/ascm_website_assets/docs/top10trends2026.pdf (дата звернення: 29.04.2026).
10. How to automate and improve warehouse and inventory management: веб-ресурс. URL: <https://yalantis.com/blog/iot-in-warehouse-inventory-management> (дата звернення: 29.04.2026).
11. How automation is modernizing the supply chain: веб-ресурс. URL: <https://www.hyperlinkinfosystem.com/blog/how-automation-is-modernizing-the-supply-chain> (дата звернення: 29.04.2026).
12. Blockchain in logistics: definition, role in logistics, and benefits: веб-ресурс. URL: <https://www.inboundlogistics.com/articles/blockchain-in-logistics/> (дата звернення: 29.04.2026).
13. Blockchain engineering for logistics: optimizing traceability and operational efficiency: веб-ресурс. URL: <https://agilie.com/blog/blockchain-in-logistics-how-the-blockchain-technologies-are-changing-the-transportation-industry> (дата звернення: 29.04.2026).
14. Sodiya E. O., Umoga U. J., Amoo O. O., Atadoga A. AI-driven warehouse automation: A comprehensive review of systems. *GSC Advanced Research and Reviews*. 2024. Vol. 18, no. 2. P. 272–282. URL: <https://gsconlinepress.com/journals/gscarr/sites/default/files/GSCARR-2024-0063.pdf>.
15. Nishar S. Intelligent decision-making in warehouse management: how AI automation improves inventory tracking, order fulfillment, and logistics efficiency compared to drone technology. *Intelligent Control and Automation*. 2024. Vol. 15. P. 1–8. URL: https://www.scirp.org/pdf/ica_2024013114420405.pdf.
16. Fajinmi J., Oloyede J. Enhancing warehouse operations with IoT integrating RFID for real-time inventory tracking and cloud-based data management. *Preprints*. 2025. URL: <https://www.preprints.org/manuscript/202501.1515/v1> (дата звернення: 29.04.2026).
17. Smart warehousing: leveraging IoT for real-time inventory management: веб-ресурс. URL: <https://atoshipping.com/smart-warehousing-leveraging-iot-for-real-time-inventory-management/> (дата звернення: 29.04.2026).
18. IoT based warehouse management system leveraging RFID and cloud platform technologies: веб-ресурс. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10719252> (дата звернення: 29.04.2026).
19. Blockchain in supply chain: the complete guide to traceability, smart contracts, and provenance tracking: веб-ресурс. URL: <https://www.boundev.com/blog/blockchain-supply-chain-traceability-guide> (дата звернення: 29.04.2026).
20. Blockchain for supply chain: logistics and transparency: веб-ресурс. URL: <https://chain.link/article/blockchain-for-supply-chain> (дата звернення: 29.04.2026).
21. How blockchain enables supply chain transparency: веб-ресурс. URL: <https://katalysttech.com/blog/how-blockchain-enables-supply-chain-transparency/> (дата звернення: 29.04.2026).
22. Blockchain in supply chain: enhancing transparency and trust: веб-ресурс. URL: <https://olimpwarehousing.com/blockchain-in-supply-chain-enhancing-transparency-and-trust/> (дата звернення: 29.04.2026).

23. How smart warehouse systems are transforming order fulfillment: веб-ресурс. URL: <https://packagex.io/blog/smart-warehouses> (дата звернення: 29.04.2026).
24. Badrinarayanan A. AI-driven optimization of last-mile delivery. *International Journal for Multidisciplinary Research*. 2024. Vol. 6, no. 6. URL: <https://www.ijfmr.com/papers/2024/6/32057.pdf>.
25. Shuaibu A. S., Mahmoud A. S., Sheltami T. R. A review of last-mile delivery optimization: strategies, technologies, drone integration, and future trends. *Drones*. 2025. Vol. 9, no. 3. Article 158. URL: <https://www.mdpi.com/2504-446X/9/3/158>.
26. RPA in logistics: use cases, benefits & implementation guide: веб-ресурс. URL: <https://www.itransition.com/гра/logistics> (дата звернення: 29.04.2026).
27. How does RPA in transportation reduce manual documentation errors? : веб-ресурс. URL: <https://rpa.synapseindia.com/blog/how-does-rpa-in-transportation-reduce-manual-documentation-errors/> (дата звернення: 29.04.2026).
28. Using blockchain to drive supply chain transparency : аналітичний звіт. Deloitte. 2026. URL: <https://www.deloitte.com/us/en/services/consulting/articles/blockchain-supply-chain-innovation.html> (дата звернення: 29.04.2026).
29. How RPA is revolutionizing the logistics industry : веб-ресурс. URL: <https://svitla.com/blog/rpa-i-the-logistics-industry/> (дата звернення: 29.04.2026).

REFERENCES:

1. Kryvoruchko O. M., Kryvenko L. F. (2024) Osnovni napriamky udoskonalennia lohistrychnykh protsesiv: reinzhynirynh, optymizatsiia, avtomatyzatsiia [Main directions of improvement of logistics processes: reengineering, optimization, automation]. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, no. 86. Available at: <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/2109767> (in Ukrainian).
2. Kantsedal N., Leha O., Morozov Ye. (2023) Tsyfrovizatsiia lohistryky: novi tekhnolohii dlia pokrashchennia upravlinnia ta optymizatsii [Digitalization of logistics: new technologies for management improvement and optimization]. *Ekonomichnyi prostir*, no. 199, pp. 45–51. Available at: <https://economicspace.pgasa.dp.ua/article/view/326831> (accessed April 29, 2026) (in Ukrainian).
3. Lisitsa V. V., Mykhailenko O. M., Rotenberg O. V. (2023) Tsyfrovi lantsiuhy postachannia: tekhnolohii, tendentsii ta napriamy rozvytku [Digital supply chains: technologies, trends and development directions]. *Prychornomorski ekonomichni studii*, no. 81, pp. 99–106. <https://doi.org/10.32782/bses.81-17> (in Ukrainian).
4. Zrybnieva I. P. (2024) Analiz novitnykh tekhnolohii, metodiv ta pidkhodiv u lohistrytsi, yikh vplyv na optymizatsiiu lantsiuhiv postachannia ta pidvyshchennia produktyvnosti [Analysis of modern technologies, methods and approaches in logistics, their impact on supply chain optimization and productivity increase]. *Ekonomika ta suspilstvo*, issue 60. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-60-60> (in Ukrainian).
5. Samuels A. (2025) Digital transformation in supply chains: improving resilience and sustainability through AI, Blockchain, and IoT. *Frontiers in Sustainability*, vol. 6, 1584580. <https://doi.org/10.3389/frsus.2025.1584580>
6. Tiwari M. K., Bidanda B., Geunes J., Fernandes K., Dolgui A. (2024) Supply chain digitisation and management. *International Journal of Production Research*, 62(8), pp. 2918–2926. <https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2316476>
7. Zhang D., Fu M., Zhang S. (2025) Research on the path and strategy of digital supply chain transformation. *Academic Journal of Business & Management*, vol. 7(4), pp. 124–129. <https://doi.org/10.25236/AJBM.2025.070415>
8. KPMG. (n.d.) How AI, blockchain and emerging technologies are transforming supply chain performance. Available at: <https://kpmg.com/xx/en/our-insights/operations/ai-blockchain-transform-supply-chain-performance.html> (accessed April 29, 2026).
9. ASCM. (2026) Top 10 supply chain trends in 2026. Available at: https://www.ascm.org/globalassets/ascm_website_assets/docs/top10trends2026.pdf (accessed April 29, 2026).
10. Yalantis. (n.d.) How to automate and improve warehouse and inventory management. Available at: <https://yalantis.com/blog/iot-in-warehouse-inventory-management> (accessed April 29, 2026).
11. Hyperlink Infosystem. (n.d.) How automation is modernizing the supply chain. Available at: <https://www.hyperlinkinfosystem.com/blog/how-automation-is-modernizing-the-supply-chain> (accessed April 29, 2026).
12. Inbound Logistics. (n.d.) Blockchain in logistics: definition, role in logistics, and benefits. Available at: <https://www.inboundlogistics.com/articles/blockchain-in-logistics/> (accessed April 29, 2026).
13. Agilie. (n.d.) Blockchain engineering for logistics: optimizing traceability and operational efficiency. Available at: <https://agilie.com/blog/blockchain-in-logistics-how-the-blockchain-technologies-are-changing-the-transportation-industry> (accessed April 29, 2026).

14. Sodiya E. O., Umoga U. J., Amoo O. O., Atadoga A. (2024) AI-driven warehouse automation: a comprehensive review of systems. *GSC Advanced Research and Reviews*, 18(2), pp. 272–282. Available at: <https://gsconlinepress.com/journals/gscarr/sites/default/files/GSCARR-2024-0063.pdf>
15. Nishar S. (2024) Intelligent decision-making in warehouse management: how AI automation improves inventory tracking, order fulfillment, and logistics efficiency compared to drone technology. *Intelligent Control and Automation*, 15, pp. 1–8. Available at: https://www.scirp.org/pdf/ica_2024013114420405.pdf
16. Fajinmi J., Oloyede J. (2025) Enhancing warehouse operations with IoT integrating RFID for real-time inventory tracking and cloud-based data management. *Preprints*. Available at: <https://www.preprints.org/manuscript/202501.1515/v1>
17. Atos Shipping. (n.d.) Smart warehousing: leveraging IoT for real-time inventory management. Available at: <https://atoshipping.com/smart-warehousing-leveraging-iot-for-real-time-inventory-management/> (accessed April 29, 2026).
18. IoT based warehouse management system leveraging RFID and cloud platform technologies. (2024). Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10719252>
19. Boundev. (n.d.) Blockchain in supply chain: the complete guide to traceability, smart contracts, and provenance tracking. Available at: <https://www.boundev.com/blog/blockchain-supply-chain-traceability-guide> (accessed April 29, 2026).
20. Chainlink. (n.d.) Blockchain for supply chain: logistics and transparency. Available at: <https://chain.link/article/blockchain-for-supply-chain> (accessed April 29, 2026).
21. Katalyst Technologies. (n.d.) How blockchain enables supply chain transparency. Available at: <https://katalysttech.com/blog/how-blockchain-enables-supply-chain-transparency/> (accessed April 29, 2026).
22. Olimp Warehousing. (n.d.) Blockchain in supply chain: enhancing transparency and trust. Available at: <https://olimpwarehousing.com/blockchain-in-supply-chain-enhancing-transparency-and-trust/> (accessed April 29, 2026).
23. PackageX. (n.d.) How smart warehouse systems are transforming order fulfillment. Available at: <https://packageX.io/blog/smart-warehouses> (accessed April 29, 2026).
24. Badrinarayanan A. (2024) AI-driven optimization of last-mile delivery. *International Journal for Multidisciplinary Research*, vol. 6(6). Available at: <https://www.ijfmr.com/papers/2024/6/32057.pdf>
25. Shuaibu A. S., Mahmoud A. S., Sheltami T. R. (2025) A review of last-mile delivery optimization: strategies, technologies, drone integration, and future trends. *Drones*, 9(3), 158. <https://doi.org/10.3390/drones9030158>
26. Itransition. (n.d.) RPA in logistics: use cases, benefits & implementation guide. Available at: <https://www.itransition.com/rpa/logistics> (accessed April 29, 2026).
27. SynapseIndia. (n.d.) How does RPA in transportation reduce manual documentation errors? Available at: <https://rpa.synapseindia.com/blog/how-does-rpa-in-transportation-reduce-manual-documentation-errors/> (accessed April 29, 2026).
28. Deloitte. (2026) Using blockchain to drive supply chain transparency. Available at: <https://www.deloitte.com/us/en/services/consulting/articles/blockchain-supply-chain-innovation.html> (accessed April 29, 2026).
29. Svitla Systems. (n.d.) How RPA is revolutionizing the logistics industry. Available at: <https://svitla.com/blog/rpa-i-the-logistics-industry/> (accessed April 29, 2026).

Дата надходження статті: 17.04.2026

Дата прийняття статті: 08.05.2026

Дата публікації статті: 19.05.2026