

ТРАНСФОРМАЦІЯ ЛОГІСТИКИ ПІД ВПЛИВОМ ЦИФРОВІЗАЦІЇ

TRANSFORMATION OF LOGISTICS UNDER THE INFLUENCE OF DIGITALIZATION

У статті аналізується вплив цифровізації на трансформацію логістичних систем в умовах глобалізації та розвитку електронної комерції. Розглянуто ключові цифрові технології, такі як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект, Big Data, блокчейн, хмарні сервіси та системи управління ланцюгами постачання (SCM), що сприяють підвищенню ефективності та прозорості логістичних процесів. Досліджено переваги та недоліки впровадження цих технологій, а також бар'єри, зокрема високі фінансові витрати, потребу в кваліфікованому персоналі та загрози кібербезпеці. Особливу увагу приділено інноваційним моделям, таким як цифрові двійники, які оптимізують ланцюг постачання в реальному часі, знижуючи витрати та ризики. Однак для їх впровадження необхідні значні інвестиції та забезпечення безпеки даних. У висновках підкреслюється, що цифрова трансформація має вирішальне значення для підвищення конкурентоспроможності логістичних компаній у нинішніх умовах, але вимагає системного підходу для подолання викликів, пов'язаних з кібербезпекою, фінансовими інвестиціями та навчанням персоналу. Дослідження підкреслює актуальність теми в контексті зростаючої конкуренції, вимог до ефективності логістики та необхідності адаптації до світових тенденцій.

Ключові слова: цифрова трансформація, Інтернет речей (IoT), Big Data, штучний інтелект, блокчейн, хмарні технології, система управління ланцюгом постачання (SCM), система управління складом (WMS), цифрові двійники.

The article explores the impact of digitalization on the transformation of logistics systems in the context of globalization and e-commerce development, which create new challenges for logistics companies. The authors analyze in detail the key digital technologies that play a leading role in this process, including the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), Big Data, blockchain, cloud services, and supply chain management (SCM) and warehouse management systems (WMS). These technologies contribute to a significant increase in the efficiency, transparency and flexibility of logistics processes, allowing enterprises to adapt more quickly to changing market conditions. The main benefits of implementing digital solutions are identified: optimization of delivery routes through real-time data analysis, reduction of operating costs, accurate demand forecasting based on big data, efficient inventory management to avoid shortages or overstocks, and improved customer service through personalization and speed of delivery. At the same time, the authors identify a number of barriers and disadvantages of digitalization, including high financial costs of technology implementation, the need for qualified personnel to work with new systems, cybersecurity risks associated with possible cyberattacks and data leaks, as well as the difficulty of integrating innovative solutions into outdated logistics systems, which often requires a complete rethinking of business processes. Particular attention is paid to the innovative Digital Twin model, which allows modeling and optimizing supply chains in real time. Digital twins help to reduce costs and risks by simulating logistics processes, forecasting demand, analyzing failure scenarios (e.g., congestion, weather conditions, or breakdowns), and optimizing the use of warehouses and vehicles. It offers an integrated analytical platform that combines digital twins of warehouses, vehicles, logistics processes and customers, using IoT, Big Data and AI technologies for strategic management and informed decision-making. The conclusions emphasize that digital transformation is critical to increasing the competitiveness of logistics companies in the current environment, but requires a systematic approach to overcome challenges related to cybersecurity, financial investment, and staff training. The study emphasizes the relevance of the topic in the context of growing competition, requirements for logistics efficiency, and the need to adapt to global trends.

Key words: digital transformation, Internet of Things (IoT), Big Data, artificial intelligence, blockchain, drones, cloud technologies, supply chain management system (SCM), warehouse management system (WMS), digital twins.

УДК 658.7:004

DOI: <https://doi.org/10.32782/bses.92-24>

Суворова І.М.

к.е.н., доцент,
доцент кафедри логістики,
Державне некомерційне підприємство
«Державний університет «Київський
авіаційний інститут»

Глушенко С.Д.

студентка,
Державне некомерційне підприємство
«Державний університет «Київський
авіаційний інститут»

Suvorova Iryna

State Non-Commercial Company "State
University "Kyiv Aviation Institute"

Glushchenko Sophia

State Non-Commercial Company "State
University "Kyiv Aviation Institute"

Постановка проблеми. Логістика є однією з найважливіших сфер сучасної економіки, оскільки забезпечує ефективний обмін товарами, послугами та інформацією між усіма учасниками ринку. У сучасних умовах глобалізації, стрімкого розвитку електронної комерції та зростання споживчих очікувань логістика стикається з новими викликами. Компанії мають забезпечувати швидке, точне та гнучке обслуговування, знижуючи витрати та адаптуючись до умов ринку [1].

У таких умовах цифровізація стала ключовим чинником трансформації логістичних процесів [1]. Впровадження технологій, таких як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект, блокчейн,

тощо відкриває нові можливості для моніторингу поставок у режимі реального часу, точного прогнозування попиту та автоматизації операцій. Це сприяє підвищенню ефективності, прозорості та адаптивності логістичних систем [2]. Однак не всі компанії готові до повноцінної цифрової трансформації. Серед основних бар'єрів – великі інвестиції у цифрову інфраструктуру, потреба в кваліфікованих кадрах, загрози кібербезпеки, а також складність інтеграції цифрових рішень у вже існуючі процеси [1]. Усе це зумовлює потребу в ґлибокому аналізі впливу цифровізації на логістику та визначені ефективності впровадження інновацій у цій сфері.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Дослідження трансформації логістики під впливом цифровізації є важливим, оскільки цифрові технології змінюють структуру та ефективність логістичних систем. Це вимагає комплексного підходу та використання міжнародного й національного досвіду. Серед вітчизняних дослідників можна відзначити: Максимчука А. І. та Войтка С. В. [4], Лісичу В. В. [5], Закерничну К. О. та Колешню Я. О. [6], Потапову Н. А. [7], а також Фоміченка І. П. та Баркову С. О. [10]. Окремо виділяються роботи з впровадження цифрових технологій, зокрема блокчейну, а також аналіз цифрових трендів у ритейлі [8; 9; 3]. З міжнародної наукової спільноти активно досліджують Zhou Lei, Xiao Zeng, Jing Yi та інші, фокусуючись на застосуванні IoT, Big Data та AI у логістиці [11; 12]. Більшість дослідників погоджуються, що цифровізація підвищує ефективність логістики через автоматизацію, аналітику даних та прозорість ланцюгів постачання.

Постановка завдання. Мета статті полягає у дослідженні впливу цифровізації на трансформацію логістичних систем, визначенні ключових технологій, що відіграють провідну роль у цьому процесі, а також в аналізі основних переваг і потенційних недоліків цифрової трансформації для діяльності підприємств.

Виклад основних результатів дослідження.

Цифрова трансформація – це впровадження новітніх технологій для оптимізації бізнес-процесів, підвищення ефективності та створення нових можливостей [13]. Ефективність функціонування підприємств логістичної сфери пов'язана із використанням технологій. Впровадження технологій цифровізації надає можливість оптимізувати операції, покращити ефективність і знизити витрати завдяки інтеграції передових технологій у логістичні системи. Трансформація логістичних систем в умовах цифрового переходу загалом створює нові перспективи для глобальної інтеграції бізнесу, а також підтримує формування сталих і ефективних ланцюгів постачання [14, С. 47]. Основні цифрові технології, які активно застосовуються для вдосконалення логістичних процесів включають: автоматизацію бізнес-процесів, використання Big Data та аналітики, впровадження штучного інтелекту, розвиток Інтернет-речей (IoT), блокчейн-технологій та хмарних обчислень. Технологія IoT у логістиці дає змогу в реальному часі моніторити вантажі, обладнання й транспорт. Завдяки сенсорам GPS, температури та вологості відстежується місцеперебування та умови перевезення, що важливо для чутливих товарів. Це підвищує безпеку вантажів і знижує ризик їх псування. [14, с. 47–48]. Крім того, IoT автоматизує процес збору даних щодо споживання палива та інших ресурсів, що сприяє економії та знижує негативний вплив на

навколишнє середовище. Датчики передають дані за допомогою бездротових технологій, дозволяючи своєчасно виявляти відхилення і оперативно реагувати на них, що підвищує ефективність і безпеку логістичних процесів [15].

Big Data (великі дані) використовується для аналізу великого обсягу інформації логістичних процесів, подальшого структурування та оптимізації логістичних процесів підприємства [16]. Використання великих даних у логістиці підвищує ефективність і знижує витрати. Завдяки аналізу інформації про рух, погоду та попит оптимізуються маршрути, запаси та планування. Сенсори контролюють стан вантажів, що важливо для чутливих товарів. Також дані допомагають виявляти слабкі місця в роботі персоналу та передбачати ризики, що сприяє кращому сервісу й формує конкурентні переваги. [17]. Компанія Amazon використовує Big data для оптимізації логістичних процесів, а саме Amazon використовує великі дані у понад 200 сховищах, щотижня обробляючи близько 50 млн оновлень. Система «передбачуваної відправки» аналізує купівельні звички, сезонні тренди, регіональні вподобання, запаси та маршрути доставки, щоб завчасно переміщати товари ближче до покупців. Це дозволяє прискорити доставку, зменшити витрати та регулювати ціни для підвищення ефективності [21].

Блокчейн забезпечує прозорість і безпеку в логістиці завдяки незмінним записам у реєстрі, що допомагає запобігти шахрайству та маніпуляціям з даними. Це особливо важливо для компаній з великими обсягами товарів. Смарт-контракти дозволяють автоматизувати угоди, зменшуючи час обробки та підвищуючи ефективність. Технологія фіксує всі етапи постачання, що зміцнює довіру між партнерами. У морських перевезеннях блокчейн активно використовується для прозорості доставки й укладання контрактів, знижуючи ризик помилок [14, С.48].

Технології штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання також активно використовуються в логістичній діяльності. Алгоритми (ШІ) можуть прогнозувати попит на продукцію, оптимізувати маршрути доставки та автоматизувати обробку замовлень. Використання AI дозволяє значно зменшити час, необхідний для прийняття рішень, а також забезпечити більш точні прогнози [14, с. 48]. Машинне навчання ефективно оптимізує логістичні задачі. Використовуються різні алгоритми: регресійні моделі – для прогнозування попиту та витрат, нейронні мережі – для оптимізації маршрутів, метод опорних векторів – для класифікації та регресії, кластеризація – для сегментації ринку, дерево рішень – для підтримки прийняття рішень [18].

Автоматизація транспорту та використання дронів відкривають нові можливості доставки, особливо на короткі відстані й у віддалені регіони. Безпілотні засоби зменшують витрати на персонал

і пришвидшують доставку. Дрони перевозять невеликі вантажі, що скорочує час і витрати. Amazon вже тестує такі рішення для підвищення ефективності доставки [14, с. 48].

Хмарні технології дозволяють зберігати та обробляти дані на віддалених серверах із доступом через інтернет. Користувачі можуть працювати з ресурсами з будь-якого пристрою без встановлення програм. Основні переваги: автоматичне обслуговування, зручний доступ, масштабованість і ефективне керування ресурсами [18].

SCM (Supply Chain Management) – це програмне забезпечення для управління ланцюгом постачання. Система допомагає забезпечити ефективну координацію між постачальниками, виробниками, дистриб'юторами та клієнтами. SCM надає інструменти для планування, контролю, відстеження та аналізу всіх логістичних процесів у рамках ланцюга постачання [19]. Системи управління ланцюгами постачання (SCM) допомагають компаніям швидко реагувати на зміни попиту чи пропозиції, зменшувати затримки та підвищувати гнучкість. Вони забезпечують прозорість процесів і знижують ризик помилок. Walmart і Amazon використовують SCM для моніторингу закупівель у реальному часі, що зменшує витрати й покращує прогнозування потреб клієнтів [14, с.47].

Платформа WMS (Warehouse Management System) оптимізує логістичні процеси від оформлення замовлень до відвантаження продукції, скорочуючи часові витрати на 15–20%. Вона включає: аналіз запасів, планування розміщення товарів, формування документації, контроль пакування й вибору товарів, а також моніторинг роботи персоналу [18]. Переваги та недоліки цифрових інструментів представлені в табл. 1

Існує безліч викликів і труднощів, пов'язаних із реалізацією цифрової трансформації в логістиці та впровадженням сучасних рішень. По-перше, важливим аспектом є питання кібербезпеки. Цифровізація вимагає впровадження ефективних заходів безпеки, оскільки автоматизація процесів і нові технології підвищують ризики кібератак та витоку даних. Інтеграція новітніх технологій у виробництво також потребує навчання персоналу для забезпечення належного використання цих інструментів. Часто таке навчання вимагає значних ресурсів і часу. Ще одним викликом є інтеграція сучасних рішень у застарілі системи, що може стати технічно складним завданням, особливо в умовах часткової або поступової цифровізації компанії. Необхідно враховувати, що цифрові технології мають високу вартість і потребують значних інвестицій для впровадження. Крім того, вони не завжди приносять миттєвий прибуток, але в довгостроковій перспективі створюють оптимальні умови для зростання доходів компанії [15]. У найближчі п'ять років в сфері логістики відбудеться збільшення масштабів цифровізації. Завдяки появі інноваційних технологій, таких як хмарна логістика, IoT, великі дані і блокчейн, процес розвитку галузі триває. П'ять технологій роблять ланцюжок поставок більш орієнтованими на клієнта [20].

У відповідь на виклики, пов'язані з посиленням конкуренції та зростанням вимог до ефективності логістики, пропонується інноваційна модель, заснована на концепції цифрових двійників (Digital Twin). Система цифрових двійників - це віртуальні моделі або симуляції фізичних об'єктів, систем чи процесів, які дозволяють тестувати, аналізувати та оптимізувати логістичні операції ще до їхнього фактичного впровадження. Ця модель дає змогу моделювати весь ланцюг постачання в реальному

Таблиця 1

Переваги та недоліки цифрових технологій

Технологія	Переваги	Недоліки
IoT (Internet of Things)	моніторинг у реальному часі, покращення безпеки вантажів	висока вартість впровадження; необхідність у стабільному інтернет-з'єднанні; можливі кібератаки та збої
Big Data	прозорість і безпека транзакцій	обробка великих обсягів даних вимагає високих обчислювальних потужностей та витрат на програмне забезпечення.
Блокчейн	гарантує прозорість та безпеку транзакцій	Потребує значних ресурсів для забезпечення функціонування і безпеки мережі
Штучний інтелект (ШІ) та машинне навчання	Прогнозує попит і оптимізує маршрути доставки	потребують постійної адаптації
Дрони та автоматизація	зменшення витрат на робочу силу та підвищення швидкості доставки	можливі технічні проблеми або обмеження у вантажопідйомності та використанні у складних погодних умовах
Хмарні технології	забезпечують зручний доступ до даних і ресурсів з різних пристроїв	залежність від зовнішніх провайдерів і потенційні проблеми з безпекою даних
SCM (Управління ланцюгом постачання)	підвищує прозорість і ефективність у координації між учасниками ланцюга	високі витрати на впровадження і підтримку.
WMS (Система управління складами)	скорочує час обробки замовлень та покращує ефективність роботи складів	висока вартість впровадження, необхідність навчання персоналу

Джерело: розроблено авторами на основі [14; 18; 19]

часі – від сировини до готової продукції. Вона забезпечує своєчасне виявлення потенційних ризиків, підвищує стійкість до збоїв і скорочує ризик порушення поставок [22].

У запропонованій моделі інтеграції цифрових двійників важливу роль відіграють різні компоненти, які дозволяють створити цілісну картину для управління логістичними процесами (рис. 1).

Інтегрована аналітична платформа об'єднує всі цифрові двійники в єдиній системі, що дозволяє ефективно керувати процесами на кожному етапі логістичного ланцюга. Вона використовує технології IoT, Big Data та AI для прийняття обґрунтованих стратегічних рішень і забезпечення безперервної оптимізації всіх етапів логістики. Цифрові двійники складів дозволяють оптимізувати використання

складів шляхом візуалізації розміщення товарів, що дає можливість оперативно визначати дефіцит або надлишок товарів, що сприяє зменшенню витрат і підвищенню ефективності управління запасами.

Цифрові двійники логістичних процесів дають змогу візуалізувати й оперативно коригувати всі етапи логістичного ланцюга, це дозволяє зменшити затримки та збільшити гнучкість у реагуванні на зміни зовнішнього середовища, що є важливим у періоди високої динамічності ринку. Цифрові двійники замовлень клієнтів дають можливість персоналізувати логістичні рішення, покращуючи рівень задоволення клієнтів. Завдяки обробці великих обсягів даних про клієнтів можна точно прогнозувати їхні потреби та оптимізувати логістичні процеси під ці вимоги.

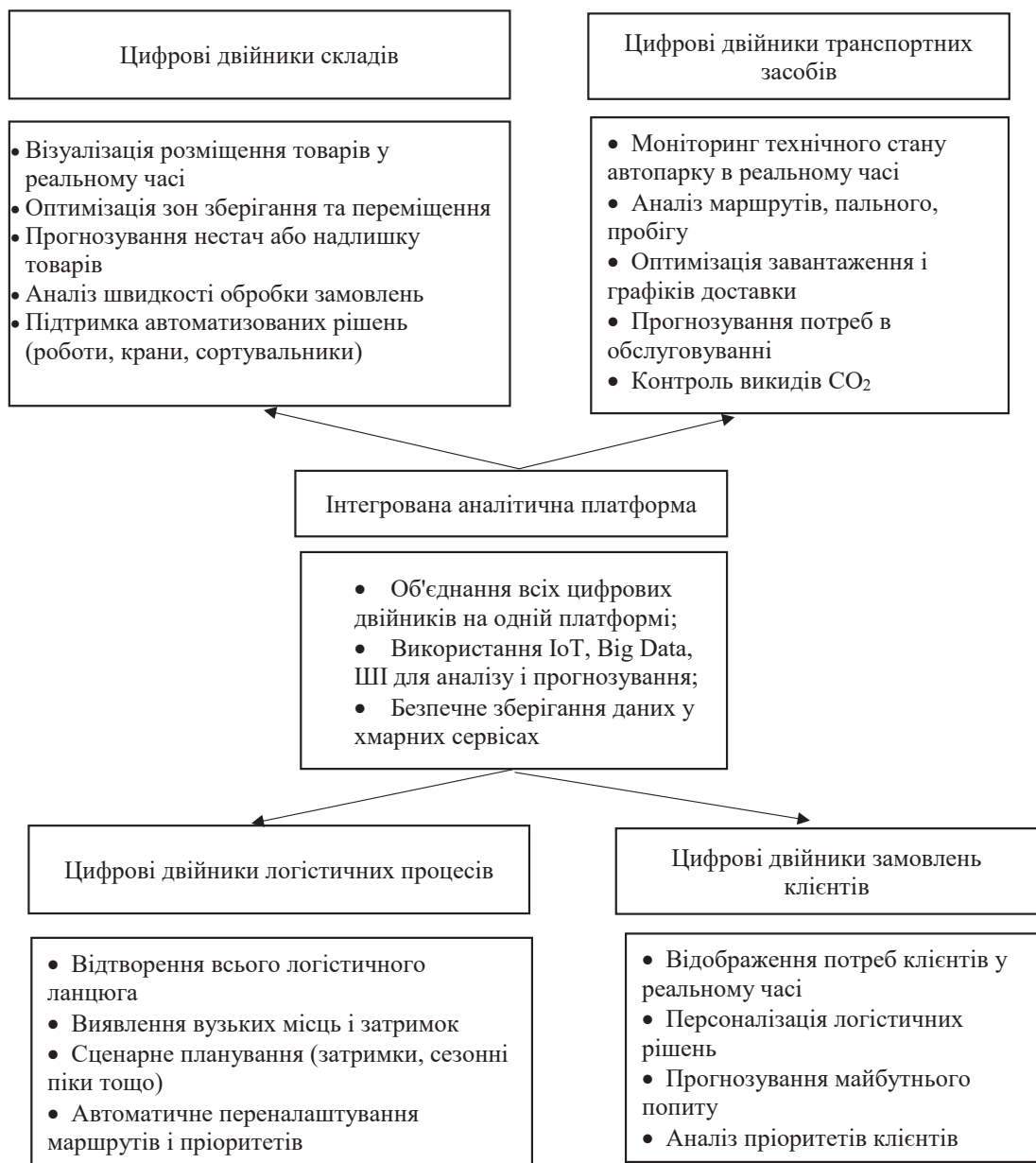


Рис. 1. Ключові компоненти інтегрованої системи цифрових двійників у логістиці

Джерело: розроблено авторами

Висновки. Цифровізація логістичних процесів є важливим чинником трансформації сучасної економіки, що відкриває нові можливості для підвищення ефективності, прозорості та адаптивності підприємств. Впровадження таких технологій, як IoT, Big Data, блокчейн, штучний інтелект, хмарні сервіси, а також систем управління SCM і WMS, дозволяє оптимізувати операції, зменшити витрати, прискорити обробку замовлень і поліпшити клієнтський сервіс. Разом з тим, цифрова трансформація супроводжується низкою викликів: високими витратами на впровадження, потребою у кваліфікованому персоналі, ризиками кібербезпеки та складністю інтеграції новітніх рішень у застарілі системи. У відповідь на виклики сучасної логістики, цифрові двійники демонструють високу ефективність як інноваційний інструмент трансформації галузі. Вони дозволяють не лише візуалізувати та оптимізувати логістичні процеси в реальному часі, але й забезпечують гнучкість, прозорість і адаптивність у змінних умовах ринку. Інтеграція цифрових моделей складів, транспорту, замовлень та клієнтів в єдину аналітичну платформу на базі IoT, Big Data та AI створює основу для стратегічного управління логістикою. Такий підхід сприяє зниженню витрат, підвищенню рівня обслуговування клієнтів і забезпечує конкурентоспроможність компаній у цифрову епоху.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Цибуляк А. Г. Еволюція логістичних систем в умовах імперативізації цифрового переходу. *Інвестиції: практика та досвід*. 2025. № 6. С. 27–35. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2025.6.27> (дата звернення: 13.04.2025).
2. Птащенко О. В., Шершенюк О. М., Кізілов І. В. Вплив цифрової трансформації на інноваційну активність логістичних підприємств. *Журнал стратегічних економічних досліджень*. 2024. № 3. С. 140–149. DOI: <https://doi.org/10.30857> (дата звернення: 13.04.2025).
3. Інновації в ритейлі: що варто взяти до уваги гравцям українського ринку. URL: <https://logist.fm/publications> (дата звернення: 13.04.2025).
4. Максимчук А. І., Войтко С. В. Розвиток міжнародних логістичних систем на основі використання приладів Індустрії 4.0. XV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні», 10–11 грудня 2019 року, м. Київ. Київ: КНП ім. Ігоря Сікорського; Центр учбової літератури, 2019. С. 432–436. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/31892> (дата звернення: 13.04.2025).
5. Лісіца В. В. Вплив цифровізації та технологій Industry 4.0 на оптимізацію ланцюга поставок. Якість та безпечність продукції у внутрішній і зовнішній торгівлі й торговельне підприємництво: сучасні вектори розвитку і перспективи: Матеріали І Міжнародної науково-практичної конференції (заочна форма). ПДАУ, 15 лютого 2022 року. 2022. С. 152–155.
6. Закернична К. О., Колешня Я. О. Цифровізація в складській логістиці Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи: 36. тез доп. II Міжнарод. наук.-практ. конф., 22 квіт. 2021 р. Київ: КНП ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2021. С. 260–261.
7. Потапова Н. А. Управління інформаційними потоками в умовах цифровізації логістики. Цифрова економіка як фактор інноваційного розвитку суспільства: матеріали Міжнарод. наук.-практ. Конф., 11 листопада. Тернопіль, 2020. С. 66–67.
8. Logist.FM. Технологія Blockchain у логістиці. URL: <https://logist.fm> (дата звернення: 13.04.2025).
9. DigitalForest. Топ-5 блокчейн проєктів у сфері логістики. URL: <https://digiforest.io/blog/blockchain-in-logistics> (дата звернення: 13.04.2025).
10. Фоміченко І. Смарт-логістика: концептуальні засади та перспективи розвитку в Україні. *Економічний вісник Донбасу*. 2020. № 1 (59). С. 63–71.
11. Аналіз впливу великих даних і технологій штучного інтелекту на управління ланцюгом поставок. MDPI symmetry. URL: <https://www.mdpi.com> (дата звернення: 13.04.2025).
12. Paradigm Press. Конвергенція IoT, великих даних і міжнародної логістики: підвищення ефективності ланцюга поставок. URL: <https://www.paradigmpress.org> (дата звернення: 13.04.2025).
13. Бізнес Брокер Денис Демчина. Цифрова трансформація в Україні: Тенденції та виклики. URL: <https://business-broker.com.ua> (дата звернення: 13.04.2025).
14. Канцедаль Н., Лега О., Морозов Є. Цифровізація логістики: нові технології для покращення управління та оптимізації. *Економічний простір*. 2025. № 199. С. 45–51. DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.199.45-51> (дата звернення: 13.04.2025).
15. Блог YC.Market. Цифрові технології у логістиці. URL: <https://blog.youcontrol.market> (дата звернення: 13.04.2025).
16. Гуржій Н., Гавран В., Сапотницька Н. Цифрові технології та їхній вплив на управління логістичними процесами підприємств. *Економіка та суспільство*. 2022. № 55. DOI: <https://doi.org/10.32782> (дата звернення: 13.04.2025).
17. ТОВ «Елай Логістик». Використання великих даних (Big Data) в логістичних операціях. URL: <https://allylogistic.com> (дата звернення: 13.04.2025).
18. Ціх Г., Суховерша В. Логістика в контексті цифрової трансформації. *Галицький економічний вісник*. 2024. № 6 (91). С. 44. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua> (дата звернення: 13.04.2025).
19. FreshTech. SCM-система: Підходи до оптимізації логістичних процесів. URL: <https://freshtech.globa> (дата звернення: 13.04.2025).
20. eVNUIR: Домівка. Перспективи цифровізації в логістиці. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua> (дата звернення: 13.04.2025).
21. Brainforge. Як Amazon використовує великі дані. URL: <https://www.brainforge.ai> (дата звернення: 13.04.2025).
22. Сержук А. В., Терентьєва А. Цифрові двійники в логістиці. Збірник матеріалів IV міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. 2024.

C. 198–200. URL: <https://ir.kneu.edu.ua> (дата звернення: 13.04.2025).

REFERENCES:

1. Tsybulyak A. G. (2025). Evolyutsiya lohistychnykh system v umovakh imperatyvizatsiyi tsyfrovoho perekhodu. [Evolution of logistics systems in the conditions of imperativeization of digital transition]. *Investytsiyi: praktyka ta dosvid*, vol. 6, pp. 27–35. DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2025.6.27> (accessed April 13, 2025)
2. Ptashchenko O. V., Shershenyuk O. M., Kizilov I. V. (2024). Vplyv tsyfrovoyi transformatsiyi na innovatsiyu aktyvnist' lohistychnykh pidpryyemstv [The impact of digital transformation on the innovative activity of logistics enterprises]. *Zhurnal stratehichnykh ekonomichnykh doslidzhen*, vol. 3, pp. 140–149. DOI: <https://doi.org/10.30857> (accessed April 13, 2025)
3. Logistics.FM. Innovatsiyi v ryteyli: shcho varto vzyaty do uvahy hravtsyam ukrayinskoho rynku [Innovations in retail: what Ukrainian market players should take into account]. Available at: <https://logist.fm/publications> (accessed April 13, 2025)
4. Maksymchuk A.I., Voitko S.V. (2019). Rozvytok mizhnarodnykh lohistychnykh system na osnovi vykorystannya pryladiv Industriyi 4.0 [Development of international logistics systems based on the use of Industry 4.0 devices]. *Efektivnist inzhenernykh rishen' u pryladobuduvanni: XV Vseukrayins'ka naukovo-praktychna konferentsiya studentiv, aspirantiv ta molodykh uchenykh* (December 10–11, 2019, Kyiv). Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute; Center for Educational Literature, pp. 432–436. Available at: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/31892> (accessed April 13, 2025).
5. Lisitsa V. V. (2022). Vplyv tsyfrovizatsiyi ta tekhnolohiy Industry 4.0 na optymizatsiyu lantsyuha postavok [The impact of digitalization and Industry 4.0 technologies on supply chain optimization]. *Yakist ta bezpechnist produktsiyi u vnutrishnii i zovnishnii torhivli y torhovelne pidpryyemstvo: suchasni vektory rozvytku i perspektyvy: Materialy I Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi (zaachna forma)* (February 15, 2022). PDAU, pp. 152–155
6. Zakernichna K. O., Koleshnya Ya. O. (2021). Tsyfrovizatsiya v skladskiy lohistytsi Biznes, innovatsiyi, menedzhment: problemy ta perspektyvy: II Mizhnar. nauk.-prakt. Konf. (April 22, 2021). Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Publishing House "Polytechnica", pp. 260–261.
7. Potapova N. A. (2022). Upravlinnya informatsiynymy potokamy v umovakh tsyfrovizatsiyi lohistyky [Information flow management in the context of digitalization of logistics]. *Tsyfrova ekonomika yak chynnyk innovatsiynoho rozvytku suspilstva: Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi* (November 11, 2020). Ternopil, pp. 66–67.
8. Logist.FM. Tekhnolohiya blokcheyn v lohistytsi [Blockchain technology in logistics]. Available at: <https://logist.fm> (accessed April 13, 2025)
9. DigitalForest. Top-5 blokcheyn-proektiv u lohistytsi [Top 5 blockchain projects in logistics]. Available at: <https://digiforest.io> (accessed April 13, 2025)
10. Fomichenko I.P. (2020). Smart-lohistyka: kontseptual'ni zasady ta perspektyvy rozvytku v Ukrayini. [Smart logistics: conceptual principles and development prospects in Ukraine]. *Ekonomichnyy visnyk Donbasu*, vol. 1 (59), pp. 63–71.

[Smart logistics: conceptual principles and development prospects in Ukraine]. *Ekonomichnyy visnyk Donbasu*, vol. 1 (59), pp. 63–71.

11. MDPI. Analiz vplyvu tekhnolohiy velykykh danykh ta shtuchnoho intelektu na upravlinnya lantsyuhom postavok [Analysis of the impact of big data and artificial intelligence technologies on supply chain management]. Available at: <https://www.mdpi.com> (accessed April 13, 2025)
12. Paradigm Press. Konverhentsiya IoT, velykykh danykh i mizhnarodnoyi lohistyky: pidvyshchennya efektyvnosti lantsyuha postavok [The Convergence of IoT, Big Data, and International Logistics: Enhancing Supply Chain]. Available at: <https://www.paradigmpress.org> (accessed April 13, 2025)
13. Business Broker Denys Demchyna. Tsyfrova transformatsiya v Ukrayini: tendentsiyi ta vyklyky [Digital Transformation in Ukraine: Trends and Challenges]. Available at: <https://business-broker.com.ua> (accessed April 13, 2025)
14. Kantsedal N., Lega O., Morozov E. (2025). Tsyfrovizatsiya lohistyky: novi tekhnolohiyi dlya pokrashchennya upravlinnya ta optymizatsiyi [Digitalization of logistics: new technologies for improving management and optimization]. *Ekonomichnyy prostir*, vol. 199, pp. 45–51. DOI: <https://doi.org/10.30838> (accessed April 13, 2025)
15. YC.Market Blog. Tsyfrovii tekhnolohiyi v lohistytsi. [Digital technologies in logistics]. Available at: <https://blog.youcontrol.market> (accessed April 13, 2025)
16. Gurzhiy N., Gavran V., Sapotnitska N. (2022). Tsyfrovii tekhnolohiyi ta yikh vplyv na upravlinnya lohistychnymy protsesamy pidpryyemstv [Digital technologies and their impact on the management of logistics processes of enterprises]. *Ekonomika i suspilstvo*, vol. 55. DOI: <https://doi.org/10.32782> (accessed April 13, 2025)
17. LLC "Elai Logistics". Vykorystannya Big Data v lohistychnykh operatsiyakh. [Using Big Data in logistics operations]. Available at: <https://allylogistic.com> (accessed April 13, 2025)
18. Tsikh G., Sukhoversha V. (2024). Lohistyka v konteksti tsyfrovoyi transformatsiyi [Logistics in the context of digital transformation]. *Halytskyy ekonomichnyy visnyk*, vol. 6, (91), pp. 44. Available at: <https://elartu.tntu.edu.ua> (accessed April 13, 2025)
19. FreshTech Systema SCM: Pidkhody do optymizatsiyi lohistychnykh protsesiv. [SCM system: Approaches to optimizing logistics processes]. Available at: <https://freshtech.global> (accessed April 13, 2025)
20. eVNUIR: Home. Perspektyvy tsyfrovizatsiyi v lohistytsi. [Prospects for digitalization in logistics]. Available at: <https://evnuir.vnu.edu.ua> (accessed April 13, 2025)
21. Brainforge Kumaran U. Yak Amazon vykorystovuye velyki dani. Brainforge | Kompaniya AI & Insight [Kumaran U. How Amazon uses Big data]. Available at: <https://www.brainforge.ai/> (accessed April 13, 2025)
22. Serzhuk A. V., Terentyeva A. (2024). Tsyfrovii blyznyuky v lohistytsi [Digital twins in logistics]. *Zbirnyk materialiv 9-yi mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi internet-konferentsiyi*, pp. 198–200. Available at: <https://ir.kneu.edu.ua> (accessed April 13, 2025)