

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-68-193>

УДК [681.5+004.67]:005.932

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ

DIGITIZATION AND AUTOMATION OF LOGISTICS PROCESSES: CURRENT STATUS AND PROSPECTS

Штельмашук Марина Сергіївна

аспірантка кафедри статистики та ММЕ,
Одеський національний економічний університет
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6901-0268>

Shtelmashuk Maryna

Odesa National University of Economics

У статті розглянуто важливість цифровізації та автоматизації в логістичних процесах. Акцентовано увагу на тому, що сучасні технології здатні значно покращити ефективність і знизити витрати в логістиці, зокрема через автоматизацію складських та транспортних операцій. Досліджено, як інноваційні технології, такі як IoT, SCM-системи, великі дані та блокчейн, активно використовуються на практиці провідними компаніями світу, зокрема DHL та Maersk. Водночас, автором розглянуто існуючі проблеми, зокрема високу вартість впровадження нових технологій та потребу в кваліфікованому персоналі. Порушено проблему сумісності нових технологій з існуючою інфраструктурою, що ускладнює впровадження інновацій, особливо для малого та середнього бізнесу. У статті наведено конкретні рекомендації, як зменшити витрати та оптимізувати процеси, що підвищує практичну цінність роботи.

Ключові слова: автоматизація, цифровізація, логістика, транспорт, технології.

The article highlights the importance of digitalization and automation in logistics. Modern technologies, including IoT, SCM systems, big data, and blockchain, are seen as key factors for enhancing efficiency and reducing costs. Global companies like DHL and Maersk have successfully integrated these technologies, improving operations such as route optimization, real-time tracking, and cargo transparency. A major issue addressed is the high cost of implementing new technologies, which can be a barrier for small and medium-sized enterprises (SMEs). The need for skilled personnel and infrastructure upgrades is also identified as a challenge. While businesses require specialists to manage advanced technologies, such expertise may not be readily available, especially in smaller companies. The article recommends cost-effective solutions, such as cloud platforms, modular SaaS, and IoT, for SMEs. These technologies allow gradual implementation, starting with basic functions like inventory management or shipment tracking. This scalable approach offers a way for businesses to digitalize without significant capital expenditure. Cybersecurity concerns are also discussed, with the article stressing the importance of data protection as logistics processes become more interconnected. Data breaches could lead to serious financial and reputational damage. Examples of successful digital integration are provided, such as DHL's Smart Logistics platform and Maersk's TradeLens, which use automation and blockchain to streamline processes. Telemetry in transportation, as used by FedEx, and port automation, as seen in Shanghai, also demonstrate the benefits of these technologies. Despite the advantages, the article acknowledges the upfront investment required for automation, this includes purchasing new equipment, software, and training staff. Real-world examples illustrate the transformative impact of automation and digitalization. By adopting flexible and scalable approaches, investing in workforce development, and addressing cybersecurity concerns, businesses can overcome existing barriers and fully leverage the potential of digital transformation in logistics.

Keywords: automation, digitalization, logistics, transport, technology.

Постановка проблеми. У сучасних умовах глобалізації та інтеграції новітніх технологій цифровізація та автоматизація стають основними чинниками, що визначають

ефективність функціонування підприємств, зокрема у сфері логістики. Логістичні процеси охоплюють різні етапи постачання товарів від виробника до кінцевого споживача і включа-

ють транспортування, зберігання, обробку та доставку продукції. Вони є одними з найбільш витратних і складних етапів для багатьох компаній, тому використання цифрових технологій для їх автоматизації може значно зменшити витрати та підвищити ефективність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження впливу цифровізації на логістичні процеси проводяться як в Україні, так і за кордоном, і спрямовані на вивчення ролі новітніх технологій у підвищенні ефективності управління ланцюгами постачання. У публікаціях та статтях закордонних авторів відзначається, що основними напрямками цифровізації в логістиці є використання великих даних, Інтернету речей (IoT), а також роботизація складських та транспортних операцій.

На думку Довгунь Оксани та Стасюк Катерини, враховуючи зростання сфери логістичних послуг, хороша автоматизація, окрім зазначених переваг, буде сприяти втриманню підприємствами конкурентного положення на сучасному ринку, адже вимоги клієнтів постійно зростають [5]. Розвиток сучасних цифрових технологій, які застосовуються в управлінні логістичними процесами також досліджували: Гуржій Н., Гавран В., Сапотницька Н., Г. Платуха, А. Длігач, В. Скіцька, Є. Крикавський, О. Маковоз, О. Вишневський, І. Токмакова, О. Шраменко та інші.

Крім того, в Україні активно досліджуються питання автоматизації складських процесів, зокрема за допомогою роботизованих систем. Згідно з результатами дослідження компанії DHL, автоматизовані склади дозволяють зменшити витрати на обробку вантажів на 20% у порівнянні з традиційними складами, оскільки автоматизація значно знижує необхідність у фізичній праці та покращує швидкість обробки товарів.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Однак незважаючи на велику кількість досліджень та зростаючий інтерес до цифрових технологій у логістиці, проблема їх впровадження все ще залишається актуальною. Однією з основних проблем є висока вартість інвестицій у нові технології та необхідність їх інтеграції в існуючі інфраструктури, які не завжди сумісні з сучасними автоматизованими системами. Крім того, для ефективного використання нових технологій необхідно мати спеціалістів, які володіють відповідними знаннями та навичками.

З урахуванням цих викликів, важливо дослідити, як саме цифровізація та автоматизація можуть бути використані для оптимізації

логістичних процесів, а також визначити основні бар'єри та можливості, що існують для їх впровадження в Україні та в світі.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою цієї статті є дослідження впливу цифровізації та автоматизації на ефективність логістичних процесів, а також визначення основних проблем і викликів, з якими стикаються підприємства при впровадженні нових технологій. У межах цієї мети планується розглянути наступні питання: проаналізувати сучасний стан цифровізації та автоматизації в логістичних процесах, дослідити ключові технології, що використовуються для автоматизації логістичних процесів, зокрема SCM, IoT, великі дані, роботизовані склади та інші, розглянути основні проблеми та бар'єри, що виникають під час впровадження цифрових рішень в логістичну інфраструктуру, запропонувати рекомендації щодо оптимізації процесів автоматизації та цифровізації в логістиці, особливо для малого та середнього бізнесу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Застарілі технології в секторі транспорту і логістики призводять до значних втрат продукції, а від так і до втрат у всіх ланках ланцюга поставок, від виробника до постачальника. Це підтверджують дослідження компанії *Intel*, яка виявила, що 30% продукції не доходить до кінцевого користувача через псування під час транспортування, втрати або знищення. Такі проблеми породжують низку негативних наслідків.

По-перше, виробники зазнають фінансових втрат, якщо кількість дефектної продукції перевищує допустимий рівень, зазначений у договорах. По-друге, транспортні компанії та організації, що здійснюють перевезення, перевантаження та зберігання вантажів, стикаються з юридичними претензіями як від відправника, так і від одержувача. По-третє, роздрібні продавці змушені підвищувати ціни на продукцію, щоб компенсувати збитки, понесені через пошкодження або втрату товару. Нарешті, кінцеві споживачі змушені купувати товар за вищими цінами або шукати більш доступні альтернативи.

Цифровізація та автоматизація логістичних процесів є вирішальними факторами підвищення ефективності та конкурентоспроможності компаній у сучасних умовах. Впровадження новітніх технологій дозволяє оптимізувати операції, знижувати витрати та підвищувати рівень обслуговування клієнтів. Компанії активно впроваджують інноваційні

системи, що забезпечують безперервний обмін даними між партнерами та постачальниками, зменшуючи обсяг ручної роботи та підвищуючи продуктивність.

Наприклад, німецька логістична компанія *DHL* використовує систему *DHL Supply Chain Smart Logistics*, яка автоматизує процеси замовлення, транспортування та доставки, оптимізуючи маршрути й скорочуючи час обробки даних [1].

На ринку морської транспортної логістики показовим є приклад данської компанії *Maersk*, яка запровадила платформу *TradeLens*, засновану на технології блокчейн. Ця система дозволяла обмінюватися даними між портами, судновласниками, митними органами та вантажовідправниками. Хоча *Maersk* вдалося залучити до платформи такі провідні лінії, як *CMA CGM* та *MSC*, проте вантажовідправники та експедитори відмовилися до залучення в єдину систему. Занадто прозора та доступна інформація не завжди вигідна бізнесу, тож у 2023-му платформу закрили, визнавши її недієздатною в комерційному просторі [2].

Використання телематики та технологій реального часу також стає важливим інструментом у транспортній логістиці. Американська компанія *FedEx* застосовує телематику для моніторингу автопарку, що дозволяє скорочувати витрати на паливо, оптимізувати маршрути та забезпечувати швидшу доставку.

Автоматизація портових операцій також демонструє значний прогрес. Наприклад, китайський порт *Шанхай Яншань* використовує автономні вантажівки та автоматичні крани для роботи з контейнерами. Це скорочує витрати на персонал і прискорює процес обробки вантажів.

Інтеграція штучного інтелекту, Інтернету речей та аналізу великих даних дозволяє значно підвищити ефективність логістики. Компанія *Amazon* використовує роботизовані склади, де до 70% операцій виконують роботи. Це дозволяє знизити витрати на персонал і скоротити час обробки замовлень.

На шляху автоматизації процесів найпершим постає питання значних витрат на закупівлю нового обладнання, програмного забезпечення та навчання персоналу. Для малих та середніх підприємств це може бути непосильним фінансовим тягарем. Окрім того, необхідно модернізувати всю інфраструктуру, щоб забезпечити її сумісність з новими технологіями. Це може вимагати додаткових інвестицій, що робить процес переходу до

цифровізації затратним у короткостроковій перспективі.

Згідно з розрахунками аналітиків *Statista*, витрати на IoT-прилади протягом 2015–2020 рр. невпинно зростають – щорічно в середньому на 26% [4], а цілком у 2020-му році в порівнянні з 2015-м роком витрати на IoT-прилади в сфері транспорту і логістики зросли в 4 рази (рис. 1). Окрім транспорту та логістики, найбільші витрати спостерігаються в дискретному виробництві та сфері комунальних послуг.

Сучасна логістика активно змінюється завдяки впровадженню інноваційних технологій, які дозволяють автоматизувати процеси, оптимізувати витрати та покращувати обслуговування клієнтів. Кожна з цих технологій спрямована на вирішення конкретних завдань – від моніторингу вантажів у реальному часі до прискорення складування та доставки. Серед ключових технологій, що виділяють у логістичній галузі є:

- SCM – системи, які дозволяють компаніям координувати всі етапи поставок – від постачання сировини до доставки готової продукції клієнтам;

- Інтернет речей (IoT) – пристрої, які збирають і обмінюються даними в реальному часі, у логістиці їх використовують для моніторингу вантажів, відстеження місцезнаходження транспорту та стану товарів;

- Великі дані (Big Data) – великі обсяги даних аналізують для прогнозування попиту, оптимізації маршрутів і виявлення вузьких місць у ланцюгу постачання;

- технологія блокчейн – забезпечує прозорий і безпечний обмін інформацією між усіма учасниками логістичного процесу, дозволяє уникнути підробки документів, полегшує перевірку митних даних і спрощує розрахунки між партнерами;

- роботизовані склади – склади, де роботи виконують основні операції: переміщення, сортування і пакування товарів;

- автономні транспортні засоби – безпілотні вантажівки, дрони та інші автономні транспортні засоби вже тестуються для автоматизації доставок.

В рамках досліджень автоматизації саме морського судноплавства є різниця між автоматизованими та автономними операціями. Автоматизацію в морських умовах можна розглядати в континуумі, починаючи від допоміжних технологій, які доповнюють людські можливості, до повністю автономних систем, які працюють незалежно від втручання людини [3].

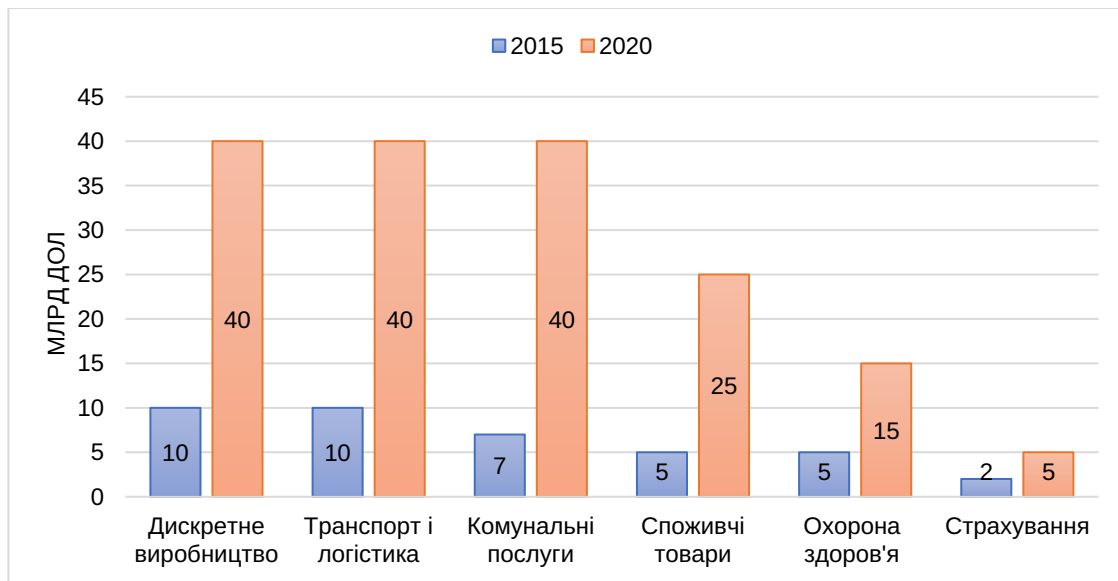


Рис. 1. Структура та обсяги витрат на IoT у розрізі видів діяльності та секторів виробництва в 2015 і 2020 рр.

Джерело: [4]

Незважаючи на потенційні вигоди, впровадження автоматизації у морській галузі викликає значні побоювання, щодо управління робочою силою. Змінний ландшафт вимагає переоцінки наборів навичок, оскільки зростає попит на цифрову грамотність, технічні знання та адаптивні здібності серед морських фахівців [3]. Внаслідок цього багато компаній стикаються з проблемою адаптації персоналу до нових умов, що може спричинити затримки у впровадженні цифрових рішень.

Впровадження діджиталізації бізнес-процесів дозволить пришвидшити оформлення документів [8]. Як зазначають представники вітчизняного логістичного бізнесу використання електронного документообігу та Е-ТТН є актуальним питанням, переваги якого полягають в оптимізації адміністративних процесів та часу персоналу, екологічності, а також можливості інтеграції з клієнтами та постачальниками [6].

Зі збільшенням обсягу даних, які збираються та обробляються в процесі цифровізації логістики, зростає й ризик витоку інформації та кіберзагроз. Забезпечення безпеки даних у логістичній інфраструктурі є критично важливим, оскільки порушення конфіденційності або втрату важливої інформації може призвести до серйозних фінансових і репутаційних втрат. Проте багато компаній все ще не мають достатнього рівня кіберзахисту, щоб ефективно запобігати таким загрозам.

Для малого та середнього бізнесу важливо обирати доступні та масштабовані технології, зокрема хмарні рішення та модульні SaaS платформи, що дозволяють розпочати автоматизацію з базових функцій, таких як відстеження вантажу чи управління запасами, без значних капіталовкладень. Це дає змогу поступово впроваджувати цифровізацію і автоматизацію без великого фінансового навантаження.

Зниження витрат на інфраструктуру також можна досягти через аутсорсинг деяких логістичних функцій або спільне використання ресурсів з іншими компаніями, що вже впровадили автоматизацію. Однак важливо не лише впроваджувати нові технології, але й інвестувати в кібербезпеку, застосовуючи сучасні методи захисту даних, щоб забезпечити безпеку обміну інформацією між усіма учасниками логістичного процесу.

Висновки. Розширення електронної комерції безпосередньо вплинуло на логістичний бізнес через збільшення попиту на швидку та ефективну доставку онлайн-замовлень. Зміни відбуваються як на локальному рівні, так і на світовому, враховуючи реакцію на нові можливості та проблем, які породжує бум електронної комерції [7].

Переваги автоматизації у логістиці перш за все полягають в оптимізації роботи ключових бізнесідрозділів – у відділі моніторингу запасів, плановому, адміністратив-

ному, бухгалтерському та управлінському, як наслідок, логістичний процес здійснюється швидше, точніше та якісніше, економніше та ефективніше [6]. Втім, впровадження нових технологій вимагає значних фінансових витрат та високої кваліфікації персоналу, а

також наявності інфраструктури, здатної підтримувати ці технології. Тож для логістичних компаній важливо правильно обирати стратегії та технології, які дозволяють отримати максимальний ефект при мінімальних витратах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. DHL. Smart supply chain: what exactly is logistics 4.0 all about? URL: <https://www.dhl.com/discover/en-id/logistics-advice/logistics-insights/a-guide-to-industry-4-smart-logistics> (дата звернення: 20.11.2024)
2. Maersk A/S. A.P. Moller – Maersk and IBM to discontinue TradeLens, a blockchain-enabled global trade platform. URL: <https://www.maersk.com/news/articles/2022/11/29/maersk-and-ibm-to-discontinue-tradelens> (дата звернення: 20.11.2024)
3. Popoola O. A. The impact of automation on maritime workforce management: A conceptual framework. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*. 2024. Т. 6. №. 5. С. 1467–1488.
4. Statista. Spending on Internet of Things worldwide by vertical in 2015 and 2020 (in billion U.S. dollars). URL: <https://www.statista.com/statistics/666864/iot-spending-by-vertical-worldwide> (дата звернення: 20.11.2024)
5. Довгунь О. С., Стасюк К. З. Автоматизація логістики: сучасні рішення та перспективи. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Економіка»*. 2017. №. 2 (50). С. 187–191.
6. Кудирко О. В. Автоматизація логістичних процесів як сучасний тренд. 2022. URL: <https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/329dfadd-c44f-4b1b-83ef-24ef20344fc9/content> (дата звернення: 20.11.2024)
7. Максимець О. В. Особливості формування конкурентоспроможності міжнародних логістичних компаній з урахуванням співпраці з ІТ-сектором. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки»*. 2024. №. 50. С. 33–40.
8. Михайлик Н. І. Основні виклики та перспективи розвитку транспортної логістики в умовах війни. *The actual problems of regional economy development*. 2024. Т. 1. №. 20. С. 163–172.

REFERENCES:

1. DHL. Smart supply chain: what exactly is logistics 4.0 all about? URL: <https://www.dhl.com/discover/en-id/logistics-advice/logistics-insights/a-guide-to-industry-4-smart-logistics> (accessed November 20, 2024)
2. Maersk A/S. A.P. Moller – Maersk and IBM to discontinue TradeLens, a blockchain-enabled global trade platform. URL: <https://www.maersk.com/news/articles/2022/11/29/maersk-and-ibm-to-discontinue-tradelens> (accessed November 20, 2024)
3. Popoola O. A. The impact of automation on maritime workforce management: A conceptual framework. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*. 2024. Т. 6. №. 5. P. 1467–1488.
4. Statista. Spending on Internet of Things worldwide by vertical in 2015 and 2020 (in billion U.S. dollars). Available at: <https://www.statista.com/statistics/666864/iot-spending-by-vertical-worldwide> (accessed November 20, 2024)
5. Dovhun O. S., Stasiuk K. Z. (2017) Avtomatyzatsiia lohistyky: suchasni rishennia ta perspektyvy [Automation of logistics: modern solutions and perspectives]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriiia «Ekononika»* [Scientific Bulletin of Uzhhorod University. "Economy" series]. № 2 (50). P. 187–191.
6. Kudyrko O. V. (2022) Avtomatyzatsiia lohistychnykh protsesiv yak suchasnyi trend [Automation of logistics processes as a modern trend]. Available at: <https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/329dfadd-c44f-4b1b-83ef-24ef20344fc9/content> (accessed November 20, 2024)
7. Maksymets O. V. (2017) Osoblyvosti formuvannia konkurentospromozhnosti mizhnarodnykh lohistychnykh kompanii z urakhuvanniam spivpratsi z IT-sektorom [Peculiarities of the formation of competitiveness of international logistics companies, taking into account cooperation with the IT sector]. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnoho universytetu. Seriiia «Ekononichni nauky»* [Scientific Bulletin of Kherson State University. Series "Economic Sciences"]. №. 50. P. 33–40.
8. Mykhailik N. I. (2024) Osnovni vyklyky ta perspektyvy rozvytku transportnoi lohistyky v umovakh viiny [The main challenges and prospects for the development of transport logistics in the conditions of war]. *The actual problems of regional economy development*. Т. 1. №. 20. P. 163–172.