

Валентина ЛАВРЕНЕНКО

*к.е.н., доцент, професор кафедри бізнес-економіки та підприємництва
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана,
Євгеній НЕСТЕРЕНКО*

*здобувач 1-го курсу другого (магістерського) рівня навчання ОП “Інноваційне
підприємництво і цифрове лідерство”, факультет економіки та управління
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана,*

Valentyna LAVRENENKO

*Candidate of economic sciences,
Professor at the Department of Business Economics and Entrepreneurship,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman,
lavrenenko.valentyna@kneu.edu.ua*

Evhenii NESTERENKO

*A first-year Master's student in the “Innovative Entrepreneurship and Digital Leadership”
educational program, Faculty of Economics and Management,
Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman,
nesterenko031994@gmail.com*

НАПРЯМИ ДИДЖИТАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ СКЛАДСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ

DIRECTIONS OF DIGITALISATION OF WAREHOUSE LOGISTICS PROCESSES

Анотація. Розглянуто питання цифровізації складської логістики та застосування штучного інтелекту для оптимізації логістичних процесів. Досліджено роль складів як ключових елементів логістичної інфраструктури, що потребують сучасного програмного забезпечення, такого як системи управління складом (WMS). Розглянуто різні типи WMS та їх переваги, включаючи підвищення ефективності, скорочення витрат та покращення управління запасами. Увагу приділено застосуванню алгоритмів штучного інтелекту у прогнозуванні попиту, оптимізації маршрутів, управлінні складом, відстеженні вантажів та автоматизації доставки. Наголошено на важливості інформаційних систем та математичних методів для підвищення ефективності логістичних компаній у сучасному середовищі.

Ключові слова: складська логістика, WMS-система, штучний інтелект, оптимізація маршрутів, управління запасами, автоматизація доставки

Abstract. The article considers the digitalisation of warehouse logistics and the use of artificial intelligence to optimise logistics processes. The role of warehouses as key elements of the logistics infrastructure that require modern software, such as warehouse management systems (WMS), is explored. Different types of WMS and their advantages, including increased efficiency, cost reduction and improved inventory management, are considered. Attention is paid to the use of artificial intelligence algorithms in demand forecasting, route optimisation, warehouse management, cargo tracking and delivery automation. The importance of information systems and mathematical methods for improving the efficiency of logistics companies in the modern environment is emphasised.

Keywords: warehouse logistics, WMS system, artificial intelligence, route optimization, inventory management, delivery automation

Складська логістика відіграє все більш важливу роль у діяльності підприємств і сучасного суспільства в цілому. Основним інфраструктурним та сутнісним елементом складської логістики є склад, призначенням якого в сучасних умовах вже не є лише зберігання товарів, він трансформується в перевалочний пункт для надання сучасних послуг крос-

докінгу, збірки, консолідації, сортування, маркування товарів з метою мінімізації витрат на транспортування і зберігання вантажів і скорочення термінів доставки. Зі стрімким розвитком сучасної науки логістичного менеджменту роль управління складом також змінилася як якісно, так і кількісно, завдяки високому розвитку інформаційних технологій і широкому застосуванню комп'ютерних знань у бізнесі.

Галузь управління складом стає все більш інформатизованою та автоматизованою. Існування складних логістичних систем, які передбачають переміщення великих обсягів різноманітних товарів між країнами протягом року, вимагає використання спеціалізованого програмного забезпечення. Специфічною формою інформатизації управління є системи управління складом WMS (Warehouse Management System). Система управління складом (WMS) - це комп'ютерна програма на основі бази даних, що дозволяє підвищити ефективність роботи складу шляхом керування відвантаженнями та підтримувати точну інвентаризацію шляхом реєстрації складських операцій. Такі системи також оптимізують запаси на основі інформації в режимі реального часу про стан використання складського устаткування (наприклад, контейнерів), а під час операційних процесів забезпечують різноманітні можливості відстеження продукції [1]. Сама система управління складом є головним ключем в ланцюжку поставок, де основною метою є всі процеси, що відбуваються в ньому, такі як відправка, відправлення, отримання (зберігання), переміщення і комплектація (відбір) в системі управління складом. Тюпишева В., Резнік Н., Загородня А. виокремлюють три типи WMS: перший - це бізнес-система логістичного центру, наприклад, розподільчий центр великого супермаркету або склад запчастин для крупного постачальника виробничих деталей. Другий тип - це інтегрована система зберігання інформації, яка координує та інтегрує інформаційну систему різного автоматизованого обладнання. Третя категорія - це прикладна система, яка орієнтована на управлінські рішення для складської галузі. Такі системи використовують логістичні оператори [2].

Використання WMS у поєднанні зі сканерами штрих-кодів та автоматизованими процесами прискорює відбір та обробку продукції. WMS ефективно інтегрує велику кількість систем комплектування, завдяки чому постачальники можуть швидко і вчасно виконувати замовлення. WMS-системи можуть швидко знаходити найкоротший маршрут, виконувати повторювані завдання і перевіряти товари в кожному замовленні. Фахівці в сфері складської логістики вважають, що сучасні системи WMS є найкращим програмним забезпеченням для управління складом. Надійна WMS оптимізує всі складські операції, такі як: управління складом, облік, приймання, пакування, виконання, збірка, доставка, право власності на товари, моніторинг запасів. WMS дозволяє використовувати багатоканальне замовлення та відповідати вимогам щодо обсягів [3].

Більш інтегровані форми обробки замовлень за допомогою WMS призводять до зменшення використання площ більш ніж на 20%, більш ефективного використання запасів на 30% і підвищення продуктивності праці більш ніж на 25% [2]. Використання WMS-системи для швидкої інтеграції замовлень, комплектації та управління запасами допомагає підвищити ефективність всього ланцюга поставок. Метою будь-якої WMS завжди є підвищення точності та ефективності всіх процесів. Точна доставка і управління часом допомагають уникнути затримок і контролювати витрати. WMS стає критично важливим компонентом будь-якої системи управління товарними запасами.

Для комплексного аналізу великих обсягів даних, які постійно генеруються логістичною системою, доцільно використовувати сучасні алгоритми штучного інтелекту. Основними сферами застосування штучного інтелекту в логістиці є такі [4].

По-перше, прогнозування попиту. Визначивши попит на товари в майбутніх періодах, можна оптимізувати процес забезпечення запасами. Комплексні математичні моделі управління запасами дозволяють мінімізувати ризики дефіциту товарів у певному регіоні та економічно не виправданих надлишків. При цьому компанії мають можливість формувати напрямок розвитку складів і транспортного парку. Визначення більш перспективних ринків збуту дозволяє логістичним компаніям коригувати свої стратегії та

досягати більш ефективних результатів у майбутньому.

По-друге, оптимізація маршрутів. Сучасні логістичні компанії мають складні мережі, які включають велику кількість складів і точок продажу. Водночас активно розвивається система прямої доставки продукції споживачам. Завдяки використанню алгоритмів штучного інтелекту вирішуються завдання оптимізації використання фінансових, матеріальних, людських і часових ресурсів. Налаштування функціонування логістичної системи враховує велику кількість факторів, серед яких виділяються погодні умови, рівень завантаження автомобільних маршрутів, вартість палива тощо. В умовах обмеженості ресурсів логістичні компанії отримують можливість перерозподіляти наявні ресурси з метою досягнення максимального економічного ефекту та рівня задоволеності клієнтів.

По-третє, управління складом. Наявність значного асортименту товарів на складах вимагає автоматизації процесу контролю залишків та управління ключовими процесами. Завдяки штучному інтелекту можна контролювати ключові процеси на складах і приймати ефективні управлінські рішення. Інтеграція роботизованих систем на складах дозволяє компаніям переміщати і розміщувати товари відповідно до оптимізаційних моделей, що до раціонального використання наявного простору і досягнення ефективних витрат часу.

По-четверте, відстеження та моніторинг у реальному часі. RFID (радіочастотна ідентифікація), GPS-навігація, Інтернет речей, блокчейн, штрих-коди, відеоспостереження та спеціалізовані мобільні додатки використовуються для відстеження руху всіх елементів логістичних систем. Представлені підходи дозволяють здійснювати безперервний моніторинг системи в цілому та її елементів. Інтеграція штучного інтелекту в представлену систему моніторингу логістичної системи дає можливість визначити шляхи вдосконалення процесу переміщення вантажів та мінімізувати виникнення ризиків, пов'язаних з пошкодженням вантажу та зайвими економічними витратами.

По-п'яте, автоматизація доставки. На завершальному етапі доставки товарів клієнтам, відомому як "остання миля", велика кількість компаній починає впроваджувати безпілотні транспортні засоби. Основними технологічними рішеннями, які впроваджують компанії, є дрони, автономні транспортні засоби та роботи. Інтеграція штучного інтелекту в представлені технічні засоби дозволяє досягти високого рівня автономності та створити автоматизовану систему доставки, яка не потребує залучення працівників. Використання безпілотних літальних апаратів в системах доставки дає можливість надавати послуги клієнтам 24 години на добу без перебоїв і без необхідності витрачати додаткові кошти на мотивацію персоналу.

Отже, аналіз процесів проектування та функціонування логістичної інформаційної системи допомагає краще управляти відносинами зі складом. У сучасному турбулентному логістичному середовищі складська ланка є особливо важливою в логістичному процесі. Існування складних логістичних систем, які передбачають переміщення великих обсягів різноманітних товарів між країнами протягом року, вимагає використання спеціалізованого програмного забезпечення. Для комплексного аналізу великих обсягів даних, які постійно генеруються логістичною системою, доцільно використовувати сучасні алгоритми штучного інтелекту. Завдяки сучасному застосуванню математичних алгоритмів можна знайти шляхи оптимізації функціонування логістичних компаній.

Література

1. Setiawan A., Melyana C.H., Keke Y, Veronica P. The effect of warehouse management system on the distribution of the electrolux products in pt. ceva logistics. *Advances in Transportation and Logistics Research* URL: https://www.academia.edu/71174155/The_Effect_of_Warehouse_Management_System_on_the_Distribution_of_the_Electrolux_Products_in_Pt_Ceva_Logistics (дата звернення: 04.03.2025)
2. Tiupysheva V., Reznik N., Zahorodnia L. Modern condition and direct development of

- warehouse logistics. *International Journal of Innovative Technologies in Economy*, (1(41). (2023) URL: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ijite/30032023/7938 (дата звернення: 24.02.2025)
3. 7 Third-Party Logistics Warehouse Statistics You Should Know. URL: 7 Third-Party Logistics Warehouse Statistics You Should Know (дата звернення: 18.02.2025)
 4. Ponomarenko I., Ponomarenko D. AI-Powered Logistics and Digital Marketing for Business Optimisation URL: https://www.researchgate.net/publication/378748793_AI-POWERED_LOGISTICS_AND_DIGITAL_MARKETING_FOR_BUSINESS_OPTIMISATION (дата звернення: 12.02.2025)

References

1. Setiawan A., Melyana C.H., Keke Y, Veronica P. The effect of warehouse management system on the distribution of the electrolux products in pt. ceva logistics. *Advances in Transportation and Logistics Research* URL: https://www.academia.edu/71174155/The_Effect_of_Warehouse_Management_System_on_the_Distribution_of_the_Electrolux_Products_in_Pt_Ceva_Logistics (Accessed: 04.03.2025)
2. Tiupysheva V., Reznik N., Zahorodnia L. Modern condition and direct development of warehouse logistics. *International Journal of Innovative Technologies in Economy*, (1(41). (2023) URL: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ijite/30032023/7938 (Accessed: 24.02.2025)
3. 7 Third-Party Logistics Warehouse Statistics You Should Know. URL: 7 Third-Party Logistics Warehouse Statistics You Should Know (Accessed: 18.02.2025)
4. Ponomarenko I., Ponomarenko D. AI-Powered Logistics and Digital Marketing for Business Optimisation URL: https://www.researchgate.net/publication/378748793_AI-POWERED_LOGISTICS_AND_DIGITAL_MARKETING_FOR_BUSINESS_OPTIMISATION (Accessed: 12.02.2025)