

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-61>

УДК 339.182

# ПЛАНУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

## PLANNING OF LOGISTICS SYSTEMS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

**Медведєв Євген Павлович**

кандидат технічних наук, доцент,

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8566-9624>**Попова Юлія Миколаївна**

кандидат економічних наук, доцент,

Державний університет інфраструктури та технологій

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5246-1349>**Петренко Ольга Іванівна**

кандидат економічних наук, доцент,

Державний університет інфраструктури та технологій

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1869-7999>**Medvediev Ievgen**

Volodymyr Dahl East Ukrainian National University

**Popova Yuliia, Petrenko Olha**

State University of Infrastructure and Technologies

У статті розглянуто визначено важливість формування та ефективного управління логістичними системами на засадах використання штучного інтелекту, як ключового фактору конкурентоспроможності підприємства, що є невід'ємною частиною стратегії оптимізації та підвищення продуктивності його діяльності. Розглянуто вплив штучного інтелекту на процеси планування логістичних систем із врахуванням новітніх інформаційних та цифрових технологій й методів. Проаналізовано особливості застосування інтелектуальних алгоритмів та методів машинного навчання для оптимізації ключових аспектів логістики, таких як маршрутизація транспорту, управління запасами та прогнозування попиту. Розглянуто особливості використання штучного інтелекту для вирішення завдань з формування графіків, планування виробництва та функціональної взаємодії з партнерами у ланцюгу постачання товарів та послуг. Визначено важливість розробки інтегрованих систем штучного інтелекту, на основі яких виникає можливість забезпечення автоматизації та розширеної аналітики для більш ефективного прийняття управлінських рішень.

**Ключові слова:** логістика, штучний інтелект, логістичні системи, планування логістики, ланцюги постачання.

The article considers the importance of the formation and effective management of logistics systems based on the use of artificial intelligence as a key factor in the competitiveness of the enterprise, which is an integral part of the strategy of optimizing and increasing the productivity of its activities. The influence of artificial intelligence on the planning processes of logistics systems, taking into account the latest information and digital technologies and methods, is considered. The features of the application of intelligent algorithms and machine learning methods to optimize key aspects of logistics, such as transport routing, inventory management, and demand forecasting, are analyzed. The peculiarities of using artificial intelligence to solve the tasks of creating schedules, planning production and functional interaction with partners in the supply chain of goods and services are considered. The importance of the development of integrated artificial intelligence systems, based on which there is an opportunity to provide automation and advanced analytics for better management decision-making, is determined. Modern technological challenges and prospects for the introduction of artificial intelligence in logistics systems are considered, as well as the objective importance of personnel training to ensure the successful implementation and effective use of these technologies is proven. The functional role of data analysis in the context of logistics planning and solving supply chain forecasting tasks is studied. It has been proven that the use of artificial intelligence allows for more accurate

and faster forecasts based on adaptation to dynamic changes in market conditions and internal production factors of the enterprise. The experience of successful implementation of data analysis systems in real logistics scenarios of business entities is considered. It was determined that in the context of planning logistics systems with the use of artificial intelligence, the ethical and legal aspect of its application is also of particular importance in modern conditions. The need to ensure data confidentiality and protection against cyber threats when using information technologies in the planning process is proven, and also defines ethical standards for the use of intelligent systems in logistics. The need for the development of appropriate regulatory frameworks to ensure the safety and responsible use of artificial intelligence in this area has been identified.

**Key words:** logistics, artificial intelligence, logistics systems, logistics planning, supply chains.

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах глобалізації та динамічного розвитку цифрових та інформаційних технологій, ефективне планування логістичних систем стає невід'ємною складовою успішної діяльності суб'єктів господарювання. Водночас, зростання обсягів та складності логістичних завдань, а також швидкі зміни ринкових умов ставлять перед сучасним бізнесом ряд серйозних викликів. Одним із ключових аспектів даної проблематики в даний час є ефективне використання штучного інтелекту в процесах планування логістичних систем. Це обумовлюється тим, що суттєве зростання обсягів даних та складність сучасних логістичних мереж ставлять під сумнів традиційні методи планування, які не завжди здатні ефективно адаптуватися до змін у реальному часі та враховувати велику кількість варіантів оптимізації ланцюгів постачання. При цьому, недостатній рівень автоматизації та використання сучасних технологій у сфері логістики може призводити до втрат часу, ресурсів та загального погіршення якості обслуговування клієнтів.

Загалом штучний інтелект, зокрема методи машинного навчання, нейронні мережі та аналіз великих даних, пропонують в умовах формування глобальної цифрової економіки нові функціональні можливості для оптимізації логістичних процесів. При цьому, існує і ряд суттєвих викликів, пов'язаних із високими витратами на впровадження та недостатнім рівнем підготовки персоналу для ефективного використання штучного інтелекту. Крім того, важливо враховувати також і етичні аспекти та правові питання, пов'язані із застосуванням інтелектуальних систем у логістичних процесах підприємств.

Також значний аспект проблеми застосування штучного інтелекту полягає в необхідності врахування динамічності логістичних викликів, таких як зміни в запитах клієнтів, транспортних маршрутах та глобальних ланцюгах постачання. При цьому традиційні методи планування досить часто немож-

ливо адаптувати до таких змін, що призводить до стратегічної неефективності та втрати конкурентних переваг суб'єктом господарювання. Відповідно, досягнення ефективного планування логістичних систем залежить від того, наскільки успішно можна поєднати цифрові технологічні інновації із вимогами сучасного ринку.

Таким чином, можна стверджувати про об'єктивну актуальність дослідження та розробки нових стратегій планування логістичних систем з використанням штучного інтелекту, що обумовлена потребою підприємств у вдосконаленні та ефективній адаптації до змін у сучасному бізнес-середовищі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вивчення практичних аспектів використання штучного інтелекту для оптимізації логістичних систем є відносно новим напрямком наукових досліджень. Втім, дана проблематика активно розглядається в ряді наукових робіт та статей, що дозволяє визначити ключові тенденції та досягнення у цій сфері.

Зокрема, важливо відзначити дослідження Ю. О. Чалюк, у яких розкриваються аспекти застосування машинного навчання та інтелектуальних алгоритмів для розв'язання економічних завдань, в тому числі – і логістики. Автором визначено принципи використання методів класифікації та регресії, які дозволяють вирішувати завдання, пов'язані з прогнозуванням попиту, маршрутизацією транспорту та оптимізацією складського управління. Такі підходи визначають перспективи використання штучного інтелекту у сфері логістики для підвищення точності та ефективності планування [4; 5; 8].

Окремий напрямок наукових досліджень пов'язаний із застосуванням нейронних мереж для розв'язання логістичних завдань. Дані питання розкриті в працях М. І. Дзямулича, у яких проаналізовано ефективність використання штучного інтелекту у вирішенні проблеми прогнозування та управління запасами. Також в дослідженні розкривається потенціал інструментів цифрової економіки

для вирішення задач з великою кількістю змінних та невизначеності [1; 2].

Крім того, варто відзначити дослідження Т. О. Шматковської у сфері аналізу даних, включаючи використання технологій великих даних та аналітики для оптимізації логістичних процесів, у яких розкривається значення аналізу даних у прийнятті рішень в логістиці та доводиться, що великі обсяги інформації можна використовувати для підвищення ефективності систем управління логістичними потоками [6; 7].

З іншого боку, дослідження Є. М. Кирилюка спрямоване на вивчення проблем впровадження штучного інтелекту в логістичні системи. При цьому автор аналізує труднощі та можливості використання штучного у логістиці, враховуючи технічні, етичні та організаційні виклики, що сприяє формуванню комплексного розуміння впливу та обмежень використання штучного інтелекту у даній галузі [3].

Загалом наявні наукові напрацювання дозволяють визначити значний потенціал використання штучного інтелекту для оптимізації логістичних систем. Проте, необхідно поглибити дослідження принципів розробки нових стратегій на засадах ефективного впровадження штучного інтелекту в логістику.

**Постановка завдання.** Метою статті є дослідження та аналіз сучасних стратегій планування логістичних систем з використанням штучного інтелекту, включаючи огляд методів машинного навчання, нейронних мереж та аналізу великих даних у контексті оптимізації маршрутизації, управління запасами та прогнозування попиту та розробка рекомендацій для ефективного використання цих технологій у сфері планування логістики.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Сучасна проблематика планування логістичних систем із використанням штучного інтелекту визначається динамічністю ринкових умов та постійно зростаючою складністю логістичних задач. Однією з ключових проблем в даному аспекті є необхідність оптимізації процесів управління запасами, маршрутизації транспорту та планування виробництва з урахуванням невизначеності ринкових тенденцій та змін в попиті. Тому поглиблення глобальної конкуренції ставить перед логістичними системами завдання пошуку більш ефективних рішень для забезпечення швидкого реагування на зміни у виробничому середовищі.

Оптимізація цих процесів за допомогою систем штучного інтелекту стикається з

викликами, такими як складність їх практичного впровадження, а також висока вартість технологічних рішень. Крім того важливого значення набуває необхідність забезпечення конфіденційності інформації та вирішення питань, пов'язаних з кібербезпекою, що є необхідною умовою для успішного впровадження штучного інтелекту в логістичні системи. Відповідно, приходимо до висновку, що сучасна проблематика у сфері планування логістичних систем із використанням штучного інтелекту полягає у необхідності функціонального збалансування між потребами підприємства в оптимізації та вирішенні технологічних викликів для забезпечення стійкого та ефективного функціонування логістичних процесів.

Сфера логістики включає в себе весь процес управління ланцюгами постачання, починаючи від закупівлі сировини до її транспортування та кінцевого розподілу. Завдяки впровадженню штучного інтелекту в логістику та процеси планування поставок можна значно знизити операційні витрати підприємства за рахунок підвищення функціональної продуктивності та безперебійної роботи логістичних систем. Втім, як свідчить практика, цього можна досягти лише за допомогою цифрової трансформації суб'єкта господарювання, адже лише автоматизація виробничих та логістичних процесів дозволяє суттєво зменшити ймовірність помилок та затримок і підвищує ефективність прогнозного аналізу у сфері логістики.

В даний час штучний інтелект уже достатньо широко застосовується у сфері планування логістичних процесів, але за оцінками експертів у майбутньому очікується його впровадження і безпосередньо в процес доставки та розподілу товарів. Якщо говорити про уже існуючі цифрові та технологічні рішення, які дозволяють за рахунок застосування штучного інтелекту підвищити процес логістичного планування, то в даний час найбільш поширеними сферами його використання можна відзначити наступні:

Прогнозування попиту – функціональні можливості штучного інтелекту дозволяють підприємствам використовувати дані в режимі реального часу для прогнозування. При цьому методи прогнозування попиту на основі штучного інтелекту значно знижують рівень помилок порівняно з традиційними методами прогнозування, такими як ARIMA, інтегроване середньозважене середнє з авторегресією та методи експоненціального згладжування.

Найбільш поширеними інструментами, що застосовуються в процесі планування із залученням систем штучного інтелекту в даний час є AI-консультант, послуги розробки AI/ML та платформи Data Science, ML, AI2.

Планування постачання – штучний інтелект допомагає підприємствам аналізувати попит у режимі реального часу, що дає змогу динамічно оновлювати параметри планування поставок для оптимізації усього ланцюга постачання. Завдяки динамічному плануванню поставок підприємства використовують менше ресурсів, оскільки динамічне планування мінімізує витрати.

Складські роботи – це одна з найбільш новітніх технологій штучного інтелекту, яка суттєво підвищує ефективність управління ланцюгом поставок підприємств. Зокрема, за оцінками експертів у 2021 році ринок складської робототехніки оцінювався в 4,7 мільярда доларів США, і очікується, що він зростатиме у середньому на 14% з 2021 по 2026 рік [9].

Виявлення пошкоджень – штучний інтелект застосовується для візуального огляду та виявлення пошкоджених товарів, які можуть призвести до незадоволення клієнтів та їх відтоку. Технологія комп'ютерного зору дозволяє підприємствам виявляти пошкодження та забезпечувати контроль якості складських операцій. При цьому менеджери з логістики можуть визначити розмір і тип збитку та вчасно вживати заходів для зменшення подальшого збитку підприємства.

Прогнозне технічне обслуговування, яке передбачає потенційні збої машин та обладнання на підприємстві шляхом аналізу даних у режимі реального часу на основі даних, які збираються датчиками промислового інтернету речей на машинах. Інструменти логістичної аналітики на основі машинного навчання покращують прогнозу аналітику та визначають закономірності в даних датчиків, щоб технічні спеціалісти могли вжити заходів до того, як станеться збій.

Безпілотні автомобілі, які мають потенціал трансформувати логістику, зменшивши сильну залежність підприємств від людей-водіїв. Аналітика свідчить про те, що випадки використання автономних автомобілів і вантажівок у реальному житті можна буде побачити уже найближчим часом. Такі технології, як підключення штучного інтелекту в управління транспортним засобом, підтримують здоров'я та безпеку водіїв, одночасно забезпечуючи більш економне споживання палива автомобілями. В даний час Tesla, Google і Mercedes

вкладають значні кошти в концепцію автономних транспортних засобів [9].

Динамічне ціноутворення – це ціноутворення в режимі реального часу, коли ціна продукту оперативно реагує на зміни попиту, пропозиції, конкурентної ціни та цін на допоміжні продукти. Програмне забезпечення для такого ціноутворення здебільшого використовує алгоритми машинного навчання для аналізу історичних даних клієнтів для того, щоб можна було швидше реагувати на коливання попиту, коригуючи ціни.

Оптимізація маршрутів та управління вантажами – моделі штучного інтелекту допомагають підприємствам аналізувати існуючі маршрути та відстежувати їх потенційну оптимізацію. При цьому оптимізація використовує алгоритми найкоротшого шляху для того, щоб визначити найефективніший маршрут для логістичних поставок, за рахунок чого підприємства можуть зменшити витрати на доставку та прискорити її процес доставки. Найбільш яскравим прикладом такого рішення є Smart Road System – веб-платформа керування дорожнім рухом на основі штучного інтелекту, яка надає інформацію про дорожні умови автономним транспортним засобам і користувачам.

Загалом, можливості штучного інтелекту в логістичних системах є достатньо широкими і включають в себе значний масив рішень, який можна відобразити за допомогою комплексних основних напрямів (рис. 1).

Як бачимо, функціональна роль штучного інтелекту в сучасній логістиці розширюється від моніторингу контрактів з перевізниками, узгодження тарифів на доставку до точного визначення процесів у ланцюгах постачання, які можна вдосконалити для збільшення прибутку підприємства. При цьому впровадження штучного інтелекту здатне підвищити не лише ефективність окремого підприємства, але й цілої галузі, оскільки глобальні ланцюги поставок будуть функціонувати більш ефективно якщо більше суб'єктів господарювання будуть застосовувати підхід до логістики та управління, заснований на штучному інтелекті та машинному навчанні.

**Висновки.** Таким чином, приходимо до висновку, що в умовах динамічного технологічного розвитку та постійно зростаючої складності логістичних завдань, використання штучного інтелекту в плануванні логістичних систем стає ключовим чинником для підвищення ефективності та конкурентоспроможності підприємств. Переваги вико-



**Рис. 1. Напрями застосування штучного інтелекту в логістичних системах**

*Джерело: систематизовано автором на основі [9]*

ристання штучного включають автоматизацію та оптимізацію процесів маршрутизації транспорту, управління запасами та прогнозування попиту. Методи машинного навчання та нейронні мережі дозволяють адаптувати логістичні системи до зміни ринкових умов та швидко реагувати на динаміку попиту, забезпечуючи найбільш оптимальні рішення в режимі реального часу.

Разом з тим, важливо враховувати виклики, пов'язані із впровадженням штучного інте-

лекту. Зокрема, невизначеність у виборі оптимальних технологічних рішень, високі витрати на його інтеграцію у виробничі автоматизовані системи вимагають уважного вивчення та розробки відповідних стратегій. Важливим в даному аспекті є також забезпечення належного рівня кібербезпеки та конфіденційності даних в логістичних системах, особливо у зв'язку із значним зростанням обсягів інформації, що обробляється системами штучного інтелекту.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Дзямулич М. І., Стащук О. В., Шматковська Т. О., Гаряга Л. О. Трансформація бізнесу в умовах інформаційно-мережевої економіки. *Економічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. 2023. № 35(4). С. 26–33.
2. Дзямулич М. І., Рейкін Ю. Ю. Детермінанти прискорення розвитку цифрової економіки в контексті євроінтеграції. *Економічні науки: збірник наукових праць Луцького національного технічного університету. Серія «Регіональна економіка»*. 2023. № 20(76). С. 20–25.
3. Кирилюк Є. М., Руденко М. В., Гаряга Л. О., Дзямулич М. І. Суспільні ефекти цифрової трансформації економіки України. *Вісник Черкаського національного університету. Серія «Економічні науки»*. 2023. № 27(1-2). С. 98104.
4. Чалюк Ю. О. Глобальна конкурентоспроможність Китаю. *Китаєзнавчі дослідження*. 2021. № 1. С. 137–149.
5. Чалюк Ю. О. Інноваційна стратегія розвитку Суспільства 5.0. Комерціалізація інновацій в умовах індустрії 4.0: монографія / за заг. ред. Л. Ю. Сагер. Суми : Сумський державний університет, 2023. С. 335–347.
6. Шматковська Т. О., Дзямулич М. І. Сучасні інформаційні та комунікаційні технології в професійній діяльності у системі нових тенденцій цифровізації економіки. *Економічні науки. Серія «Регіональна економіка»: Збірник наукових праць Луцького національного технічного університету*. 2021. Випуск 18 (71). С. 248–255.
7. Шматковська Т. О., Стащук О. В., Дзямулич М. І. Великі дані та бізнес-моделювання економічних систем. *Ефективна економіка*. 2021. № 5.

8. Chaliuk Y. Digital economy: impact on the socio-economic transformation. Science, technology and innovation in the modern world: Scientific monograph. Riga : Baltija Publishing, 2023. P. 372–389.
9. Dilmegani, C. Top 15 Logistics AI Use Cases and Applications in 2024. *AIMultiple*. URL: <https://research.aimultiple.com/logistics-ai/> (дата звернення: 29.01.2024).

## REFERENCES:

1. Dziamulych, M. I., Stashchuk, O. V., Shmatkovska, T. O., & Gariaga, L. O. (2023) Transformatsia biznesu v umovakh informatsiino-merezhevoi ekonomiky [Transformation of business in the conditions of the information and network economy]. *Ekonomichnyi chasopys Volynskogo Natsionalnogo Universytetu imeni Lesi Ukrainky*, vol. 35(4), pp. 26–33. (in Ukrainian)
2. Dziamulych M. I., & Reikin, Yu. Yu. (2023). Determinanty pryskorennia rozvytku tsyfrovoy ekonomiky v konteksti evrointegratsii [Determinants of accelerating the development of the digital economy in the context of European integration]. *Ekonomichni nauky. Seria "Regionalna ekonomika"*, vol. 20(76), pp. 20–25. (in Ukrainian)
3. Kyrlyuk, E. M., Rudenko, M. V., Gariaga, L. O., & Dziamulych, M. I. (2023) [Suspilni efekty tsyfrovoy transformatsii ekonomiky Ukrainy]. Social effects of digital transformation of the economy of Ukraine. *Bulletin of the Cherkasy National University. Series "Economic Sciences"*, vol. 27(1–2), pp. 98–104. (in Ukrainian)
4. Chaliuk, Yu. O. (2021). Globalna konkurentospromozhnist kytau [Global competitiveness of China]. *Kytaiezhnavchi doslidzhennia*, vol. 1, pp. 137–149. (in Ukrainian)
5. Chaliuk, Yu. O. (2023). *Innovatsiina stratehiia rozvytku Suspilstva 5.0. Komertsializatsiia innovatsii v umovakh industrii 4.0: monohrafiia* [Innovative strategy for the development of Society 5.0. Commercialization of innovations in the conditions of industry 4.0: monograph] / by general ed. L. Y. Sager. Sumy: Sumy State University, pp. 335–347. (in Ukrainian)
6. Shmatkovska, T. O., & Dziamulych, M. I. (2021). Suchasni informatsiini ta komunikatsiini tekhnologii v profesiinii diialnosti u systemi novykh tendentsii tsyfrovizatsii ekonomiky [Modern information and communication technologies in professional activity in the system of new trends in digitalization of the economy]. *Ekonomichni nauky. Seria "Regionalna ekonomika"*, vol. 18(71), pp. 248–255. (in Ukrainian)
7. Shmatkovska, T. O., Stashchuk, O. V., & Dziamulych, M. I. (2021) Velyki dani ta biznes-modeliuvannia ekonomichnykh system [Big data and business modeling of economic systems]. *Efektivna ekonomka*, vol. 5 (in Ukrainian).
8. Chaliuk Y. (2023). *Digital economy: impact on the socio-economic transformation. Science, technology and innovation in the modern world: Scientific monograph*. Riga : Baltija Publishing, pp. 372–389.
9. Dilmegani, C. Top 15 Logistics AI Use Cases and Applications in 2024. *AIMultiple*. Available at: <https://research.aimultiple.com/logistics-ai/> (accessed January 29, 2024).