

УДК 658.7:656(477)

## ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЛОГІСТИКИ

*Чебанова О.П., к.е.н., доцент,  
Волохов В.А., к.е.н., доцент (УкрДУЗТ)*

*В статті досліджується важливість впровадження машинного навчання в логістику. Аналізуються недоліки традиційних методів та обґрунтовується застосування машинного навчання для підвищення гнучкості і швидкості логістики. Зроблено акцент на комплексному використанні та конкретних рекомендаціях для успішного впровадження. Результати корисні фахівцям в галузі логістики, що прагнуть підвищити ефективність процесів через інноваційні методи машинного навчання.*

*Ключові слова:* машинне навчання, логістика, оптимізація, ланцюг постачання, рекомендації.

## USAGE OF MACHINE LEARNING TECHNOLOGIES FOR LOGISTICS OPTIMIZATION

*Chebanova O.P., PhD (Economic), Docent,  
Volohov V.A., PhD (Economic), Docent (UkrSURT)*

*This article explores the significance and potential implementation of machine learning technologies in logistics to optimize supply chain processes. The authors analyze the challenges of traditional logistics methods and advocate for the application of machine learning to enhance flexibility and responsiveness to market changes. Emphasizing the unresolved aspects of comprehensive machine learning utilization in logistics, the article provides a specific set of recommendations for successful technology implementation.*

*The research discusses the importance of the role played by machine learning in addressing issues related to transportation logistics. The complexities of efficient route planning, influenced by factors such as traffic, weather conditions, and communication, are highlighted. To tackle these challenges, the authors propose the use of modern technologies and tools, including transportation resource management systems, route planning and warehouse management software, transport and cargo monitoring systems, and demand analytics and forecasting systems.*

*The efficiency of logistics systems in business operations, achieved through the integration of modern technologies, is examined by prominent scholars such as Chornopyska, N., Stasiuk, K, Jin, X., Zhong, M., Quan, X., and others. The authors of this work further*

*investigate issues related to the application of information technologies in logistic system management, analyzing obstacles like high costs, insufficient staff qualifications, and system integration challenges. The article concludes with recommendations and strategies to overcome these challenges and successfully implement information technologies in the logistics system of enterprises.*

*In summary, this research delves into the integration of machine learning technologies in logistics, providing a comprehensive analysis of the current state of the field. The authors contribute valuable insights, addressing challenges and proposing practical recommendations for professionals in the logistics industry seeking to enhance the efficiency of their processes through innovative machine learning methods.*

**Keywords:** machine learning, logistics, optimization, supply chain, recommendations.

**Постановка проблеми.** Логістика є ключовим елементом в організації бізнесу, оскільки оптимальне управління ланцюгами постачання дозволяє компаніям знижувати витрати та підвищувати ефективність. Проте традиційні методи оптимізації логістики часто є недостатньо гнучкими в умовах мінливого ринкового середовища. Питання комплексного використання машинного навчання для оптимізації логістичних операцій залишається недостатньо дослідженим.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Акцентують увагу на важливості моделювання та оптимізації логістичних процесів з метою зниження витрат та підвищення ефективності такі автори, як Чугунова А.А., Глиги А.В. та Chornopyska, N., Stasiuk, K. Ці вчені досліджують питання щодо методів і моделей транспортної логістики, що можуть застосовуватися на торговельних підприємствах. Дослідником Головіною О. проаналізовано можливості використання штучного інтелекту для управління транспортною логістикою, розглядаються різні технології штучного інтелекту та їх потенціал для оптимізації логістичних операцій. Wilson, J., Кушнір Ю.Б. з співавторами досліджують вплив військового конфлікту на логістику та торгівлю України. Jin, X., Zhong, M., Quan, X. актуалізовано необхідність швидкої адаптації логістичних процесів до зміни зовнішніх умов.

**Виділення невирішених частин загальної проблеми.** Проблеми оптимізації логістичних процесів за допомогою технологій машинного навчання є недостатньо опрацьованими.

1. На даний момент технології машинного навчання обмежено використовуються в логістиці через їхню складність впровадження та потребу в кваліфікованих кадрах.

2. Мало уваги приділяється питанням комплексного впровадження для оптимізації всіх етапів логістичного ланцюга, оскільки існуючі рішення зазвичай фокусуються на окремих операціях.

3. Обмежена кількість досліджень щодо гнучкого використання та швидкої перебудови моделей машинного навчання в умовах різких змін ринкового середовища, таких як економічні кризи або воєнні конфлікти.

4. Мало уваги приділяється питанням адаптації існуючих моделей до конкретних особливостей логістичних процесів в різних галузях та сферах.

Машинний інтелект дозволяє вирішувати такі важливі задачі в логістиці:

- прогнозування попиту на логістичні та транспортні послуги. За допомогою аналізу історичних даних та виявлення закономірностей машинний інтелект може з високою точністю передбачати попит, що дозволяє ефективніше планувати логістику [1];

- оптимізація маршрутів доставки вантажів. Моделі машинного навчання на основі аналізу дорожніх умов, характеристик вантажу, водіїв можуть будувати оптимальні маршрути [2];

- управління складськими запасами. Застосування алгоритмів машинного навчання сприяє оптимізації політики закупівель, зберігання та відвантаження продукції на складах [3; 4].

**Метою статті** є вивчення перспективи використання методів машинного навчання для оптимізації процесів в ланцюгах постачання та логістиці. Буде проведено огляд існуючих методів машинного навчання та проаналізовано їх потенціал для оптимізації окремих ланок логістичного ланцюга, таких як прогнозування попиту, маршрутизація, управління запасами, транспортування.

Особливу увагу буде приділено можливостям адаптивного застосування технологій машинного навчання в умовах раптових змін зовнішнього середовища та невизначеності.

Метою дослідження є виявлення найбільш ефективних підходів до впровадження машинного навчання в логістиці та розробка рекомендацій щодо їх практичного застосування для оптимізації логістичних процесів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Технології машинного навчання можуть застосовуватися для широкого спектру оптимізаційних задач в логістиці та дозволяють значно підвищити її ефективність. Існує широкий спектр алгоритмів та методів машинного навчання, які можуть застосовуватися для вирішення логістичних задач:

- регресійні моделі - використовуються для прогнозування числових показників, наприклад, попиту чи витрат на логістику [1, 5];

- нейронні мережі - ефективні для складних задач класифікації, прогнозування, оптимізації маршрутів [3, 8];

- метод опорних векторів - застосовується для задач класифікації і регресії в логістиці [3];

- кластеризація - дозволяє розбивати дані на групи, наприклад, для сегментації ринку [3];

- дерева рішень - будуються моделі на основі правил для прийняття рішень в логістиці.

Кожен з цих методів має свої особливості та переваги для вирішення конкретних задач в логістиці. Вибір адекватних методів відповідно до наявних даних та цілей дозволяє отримати максимальну ефективність. Застосування обраних алгоритмів машинного навчання в логістиці надає значні переваги, дозволяючи підвищити швидкість, точність та гнучкість логістичних систем [6]. Порівняно з традиційними методами, алгоритмічне навчання забезпечує точніше прогнозування попиту, обсягів продажів та інших ключових показників [7]. Використання машинного інтелекту дозволяє ефективно обробляти великі обсяги даних замовлень, поставок та руху транспорту для пошуку оптимальних рішень. Також дозволяє автоматизувати маршрутизацію, управління складом та обробку замовлень, звільняючи час співробітників [8]. Моделі машинного навчання легко адаптуються до змін попиту, ринкових умов та обмежень, що дозволяє швидко оптимізувати логістику. Їх застосування сприяє оптимізації логістичних операцій, що призводить до зменшення витрат.

Технології навчання з використанням алгоритмів надають значні переваги для оптимізації логістичних процесів, підвищуючи їхню швидкість, точність та адаптивність. За допомогою систем автоматизованого навчання є можливість розв'язання широкого спектру завдань, основне з яких навчання моделей, які можуть аналізувати дані про попит на транспорт та прогнозувати майбутній попит на основі різних факторів, таких як

сезонність, свята, заходи та інші соціально-економічні фактори.

При впровадженні технологій алгоритмічного навчання в логістиці в Україні слід враховувати специфіку національного ринку, готовність компаній до впровадження нових технологій, наявність кваліфікованих кадрів, особливості зовнішніх умов, що впливають на логістику. Детальний аналіз цих аспектів дозволить знайти оптимальні шляхи впровадження машинного навчання саме для українських реалій, максимально реалізувавши його потенціал.

Можна запропонувати такі рекомендації щодо впровадження навчання з використанням алгоритмів для вирішення задач оптимізації логістики:

1. Впроваджувати комп'ютерне навчання поетапно, починаючи з простіших, але високоефективних задач, таких як прогнозування попиту.

2. Обирати адекватні алгоритми машинного навчання в залежності від наявних даних та поставленої задачі.

3. Залучати кваліфікованих фахівців з даної сфери для впровадження та подальшого супроводу системи навчання алгоритмів.

4. Автоматизувати збір та обробку даних в логістичних процесах для накопичення масивів даних необхідних для навчання моделей.

5. Передбачати можливості швидкої перебудови моделей машинного навчання при зміні зовнішніх та внутрішніх умов функціонування логістики.

6. Проводити аудит та контроль якості для оцінки ефективності впровадження алгоритмічного навчання, виявлення проблем та шляхів оптимізації.

Дотримання цих рекомендацій сприятиме успішному та ефективному застосуванню машинного навчання в логістичних системах. Використання цих технологій в логістиці є стратегічно важливим напрямком для підвищення конкурентоспроможності підприємств.

Проте, впровадження цих технологій вимагає не лише технічної компетентності, але й врахування специфічних умов та вимог українського ринку.

Логістична інфраструктура підприємств виступає ключовим елементом, що взаємодіє з загальною інфраструктурою національної економіки. Успішне формування та ефективне функціонування цієї логістичної інфраструктури в Україні прив'язане до розв'язання численних викликів. Важливою складовою є вирішення питань, пов'язаних із осучасненням та оптимізацією логістичних процесів, розвитком транспортної системи, інтеграцією технологій машинного навчання та високотехнологічних рішень.

Для досягнення цієї мети необхідно створювати сприятливі умови для розвитку логістичного сектору, включаючи розробку та впровадження ефективних стратегій логістики, стандартизацію та узгодженість логістичних процесів на різних рівнях. Крім того, важливим є забезпечення управлінської підтримки та інфраструктурних інвестицій з боку уряду, що дозволить підтримати розвиток та впровадження сучасних технологій у логістичній сфері. Активна роль держави у створенні сприятливого середовища для логістичної галузі сприятиме її конкурентоспроможності та внеску у національний економічний розвиток.

**Висновок.** Впровадження технологій машинного навчання в логістику має значний потенціал для підвищення ефективності логістичних процесів на національному та міжнародному рівнях. Існує ряд ключових переваг, що впливають з використання машинного навчання, таких як підвищення точності прогнозів, швидка обробка великих обсягів даних, автоматизація рутинних процесів, адаптивність до змін, та зменшення витрат.

Процес впровадження машинного навчання в логістику має бути стратегічно спланованим та поетапним. Починаючи з простіших задач, таких як прогнозування попиту, підприємства можуть поступово розширювати застосування цих технологій. Важливо вибрати адекватні алгоритми машинного навчання відповідно до характеру даних та конкретних завдань.

Залучення кваліфікованих фахівців та автоматизація збору та обробки даних є ключовими етапами впровадження машинного навчання. Також слід передбачати можливість швидкої перебудови моделей при зміні умов. Аудит та контроль якості є необхідним елементом для постійної оцінки ефективності систем та виявлення можливостей для оптимізації.

Дотримання цих рекомендацій є важливим кроком для успішного впровадження технологій машинного навчання в логістичні системи. З урахуванням національних особливостей та специфічних умов українського ринку, компанії можуть максимізувати вигоди, які надає цей інноваційний підхід до оптимізації логістичних процесів.

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Головіна О. Сучасні технології в управлінні транспортною логістикою. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*. 2023. Vol. 2. No. 3. С. 35-42.

2. Кушнір Ю.Б., Блага М.М., Поп М.В., Поп Ю.В. Логістика та міжнародна торгівля України в умовах війни. *Науковий вісник Ужгородського Університету*. 2023. № 1(61). DOI: [https://doi.org/10.24144/2409-6857.2023.1\(61\).23-25](https://doi.org/10.24144/2409-6857.2023.1(61).23-25) (дата звернення: 10.11.2023).

3. Чугунов А.А., Глига А.В. Дослідження методів і моделей транспортної логістики в роздрібних торговельних підприємствах. *Науково-*

*практична конференція «Економічна кібернетика: теорія, практика та напрямки розвитку»*. 2017. URL: [https://economics.net.ua/files/science/ek\\_kiber/2017/102.pdf](https://economics.net.ua/files/science/ek_kiber/2017/102.pdf) (дата звернення: 10.11.2023).

4. Jin, X., Zhong, M., Quan, X., et al. Dynamic scheduling of mobile-robotic warehouse logistics system. *Control Conference. IEEE*. 2016 P. 2860-2865.

5. Chornopyska N., Stasiuk K. 2019a Logistics potential calculation method for enterprise. *Proceedings of the 10th International Conference on Applied Economics Contemporary Issues in Economy: Entrepreneurship and Management*. Torun, Poland, 27-28 June 2019.

6. Chornopyska N., Stasiuk K. 2020a. Logistics potential usage for railway transport enterprises competitiveness assessment. *Intellectualization of logistics and Supply Chain Management*. № 1. P. 25-40. URL: <https://doi.org/10.46783/smart-scm/2020-1-3>.

7. Chornopyska N., Stasiuk K. 2020b. Logistics potential of the railway as a key for sustainable and secure transport development. *Proceedings of 24th International Scientific Conference: Transport Means 2020(PART I)*. Lithuania. 2020. P. 421-425

8. Wilson, J. Artificial Intelligence In Logistics: How Ai Can Make Your Processes More Efficient Jennifer Wilson Jennifer. 2020. URL: <https://www.sage.com/en-gb/blog/artificial-intelligence-in-logistics-efficient-processes/> (дата звернення: 10.11.2023).

## REFERENCES

1. Chughunov A.A., Ghlygha A.V. Doslidzhennja metodiv i modelej transportnoji loghistryky v rozdribnykh torghoveljnykh pidpryjemstvakh // *Naukovo-praktychna konferencija «Ekonomiczna kibernetyka: teorija, praktyka ta naprjamky rozvytku»*. 2017. URL: [https://economics.net.ua/files/science/ek\\_kiber](https://economics.net.ua/files/science/ek_kiber)

- r/2017/102.pdf (data zvernennja: 10.11.2023). intelligence-in-logistics-efficient-processes/ (data zvernennja: 10.11.2023).
2. Gholovina O. Suchasni tekhnologhiji v upravlinni transportnoju loghistrykoju. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*. 2023. Vol. 2, №. 3. P. 35-42.
3. Kushnir Ju.B., Blagha M.M., Pop M.V., Pop Ju.V. Loghistryka ta mizhnarodna torghivlja Ukrainy v umovakh vijny. *Naukovyj visnyk Uzhgorodskogo Universytetu*. 2023. № 1(61). DOI: [https://doi.org/10.24144/2409-6857.2023.1\(61\).23-25](https://doi.org/10.24144/2409-6857.2023.1(61).23-25).
4. Jin, X., Zhong, M., Quan, X., et al. (2016). Dynamic scheduling of mobile-robotic warehouse logistics system. *Control Conference. IEEE*. P. 2860-2865.
5. Wilson, J. (2020). Artificial Intelligence In Logistics: How Ai Can Make Your Processes More Efficient Jennifer Wilson Jennifer. URL: <https://www.sage.com/en-gb/blog/artificial->
6. Chornopyska, N., Stasiuk, K., 2019a Logistics potential calculation method for enterprise. *Proceedings of the 10th International Conference on Applied Economics Contemporary Issues in Economy: Entrepreneurship and Management*. Torun, Poland, 27-28 June 2019.
7. Chornopyska, N., Stasiuk, K., 2020a. Logistics potential usage for railway transport enterprises competitiveness assessment. *Intellectualization of logistics and Supply Chain Management*. № 1. P. 25-40. URL: <https://doi.org/10.46783/smart-scm/2020-1-3>.
8. Chornopyska, N., Stasiuk, K., 2020b. Logistics potential of the railway as a key for sustainable and secure transport development. *Proceedings of 24th International Scientific Conference: Transport Means 2020(PART I)*. Lithuania. 2020. P. 421-425