DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-62-77

УДК 656.1/5.331.004.7

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МІСЬКИХ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE CITY LOGISTICS SYSTEM

Пічугіна Юлія Валерівна
кандидат економічних наук, доцент,
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7862-8274

Максимов Олександр Семенович
старший викладач,
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8951-5251

Pichugina Julia, Maksymov Oleksandr
Odesa I. I. Mechnikov National University

Стаття присвячена актуальній темі використання сучасних інформаційних технологій та штучного інтелекту у міських логістичних системах. Досліджено як в умовах глобалізації логістика є одним із ключових факторів витрат підприємств та пошуку рішень екологічно чистої доставки у містах. У статті проведено аналіз впливу інформаційних технологій та використання штучного інтелекту в логістиці. Розглянуто сучасні тенденції та трансформаційні зміни у міських логістичних системах, що дозволяють логістичним компаніям краще керувати поставками, підвищувати економію палива та забезпечувати кращу економію за рахунок масштабу. Проаналізовано переваги впровадження штучного інтелекту у логістику та автоматизацію складів. Побудована математична модель об'єкта аналізу системи прийняття рішень виявлення мережевих аномалій при автоматизації міських логістичних шляхів.

Ключові слова: глобалізація, інновації, інформаційні технології, міська логістична система, штучний інтелект, мережеві аномалії.

The article is devoted to the topic of using modern information technologies and artificial intelligence in urban logistics systems. It was studied how in the conditions of globalization, logistics is one of the key factors of the costs of enterprises and the search for solutions for environmentally friendly delivery in cities. Considered how innovative solutions in logistics change the methods of transportation and delivery of goods. Research has been conducted on how the implementation of such technologies as IoT, Big Data, predictive analytics, cloud computing and crowdsourcing platforms affect the future of urban logistics systems. Was examined current trends and transformational changes in urban logistics systems that allow logistics companies to better manage supplies, improve fuel economy and deliver better economies of scale. Outlined how the rapid development of e-commerce is changing the way of goods purchasing and complicating supply chains due to limited delivery times. The article also focuses on the shift from location-based delivery via fleet networks to «market-based» or «application-oriented» models that are not asset-based. Also authors analyzed the advantages of introducing artificial intelligence into logistics and warehouse automation. Considerable attention is paid to changing the paradigm of logistics operations using artificial intelligence. The advantages of using artificial intelligence in urban logistics systems was described . An analysis of the protection of information transmission during the operation of computer networks to the administrators of logistics enterprises was carried out. As a result was created an original mathematical model of the functioning of the network device based on integral indicators extracted from the fields of network packets. As a tool for obtaining results, was used an algorithm for structuring network traffic and forming integral indicators of the functioning of network devices. Based on the results of the research, was built a mathematical model of the object of analysis of the decision-making system for the detection of network anomalies during the automation of urban logistics routes.

Keywords: globalization, innovations, information technologies, urban logistics system, artificial intelligence, network anomalies.

© Пічугіна Ю.В., Максимов О.С., 2024

Постановка проблеми. В умовах глобалізації та зростання забруднення навколишнього середовища питання екологічно чистої доставки у містах є дуже важливим. Для того щоб спланувати економний шлях, потрібно впроваджувати сучасні інформаційні технології та штучний інтелект у міську логістику, такі технології надають можливість вдосконалити весь ланцюг поставок.

Для оптимізації міських логістичних систем дуже важливим є розробка спільної платформи вантажівок, яка надасть можливість зруйнувати кордони між усіма учасниками ланцюжка поставок. Таким чином надаючи можливість задовольняти інтереси вантажовідправників, постачальників логістичних послуг, перевізників та місцевою владою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботах закордонних та українських науковців розглядається проблема оптимізації міських логістичних систем з використанням штучного інтелекту та сучасних інформаційних технологій. У досліджені Кирлик Н. Ю. розглядається роль та значення штучного інтелекту у логістичних процесах [1]. Медведєв Є. П., Попова Ю. М., Коваленко М. М. у своїх дослідженнях розглядають важливість управління логістичними процесами з використанням технологій штучного інтелекту та впровадження інноваційних технологій, що надає можливість скорочення витрат та покращення якості доставки [2]. В роботах закордонних науковців таких як Андреа Феррарі, Джуліо Мангано, Анна Корінна Кальяно та Альберто Де Марко розглядається використання технології Industry 4.0, для покращення процесів міської логістиці, шляхом автоматизації деяких операційних завдань і забезпечення обміну інформацією в режимі реального часу з кінцевою метою забезпечення кращого взаємозв'язку між учасниками перевезень [3].

Постановка завдання. Метою статті є дослідження даних та появи аномалій у мережа, що є дуже актуальним в сучасних умовах автоматизації міських логістичних процесів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Тенденції розвитку в логістиці перш за все пов'язані із вдосконаленням технологій. Підприємства усіх сфер діяльності намагаються більше уваги приділяти автоматизації усіх бізнес-процесів та зробити їх більш стійкими до зовнішніх втручань. Перш за все інноваційні рішення в логістиці змінюють спосіб транспортування та доставки товарів. Галузь є свідком припливу нових рішень, орієнтованих на унікальні послуги з доданою вартістю, які руйнують загальну екосистему ланцюжка поставок. Для майбутнього міських логістичних систем важливим є впровадження таких технологій як IoT, Big Data, прогнозна аналітика, хмарні обчислення та платформи краудсорсингу. Приклади сучасних технологій та їх вплив на міські логістичні системи представлені у таблиці 1.

З кожним роком по всьому світу зростає кількість населення міст. Можна спостерігати розвиток мега-міст, мега-регіонів і мега-коридорів у всьому світі, все це надає повштох до зростання попиту на логістичні послуги в міських районах. Урбанізація призводить до просторового розширення глобальних меж міста. Дослідження Frost & Sullivan показують, що до 2025 року в усьому світі буде 35 мегаміст, 21 мегарегіон і 21 мегакоридор. Таке розширення вимагатиме унікальних індивідуальних

Таблиця 1

Трансформаційні зміни у міській логістиці

Рішення	Очікуваний результат
Запровадження хабового та сполучного складування	Економія від 10% до 15% витрат на складування завдяки використанню магазинів як складів і доставці безпосередньо з магазинів
Електронна комерція	Зростання кількості посилок B2C на 20%, зі зростанням кількості онлайн замовлень
Логістика з використанням IoT	IoT трансформує індустрію вантажних перевезень, покращуючи відстежування та контроль транзитних вантажів, зростання прибутку на 10–15%
Додатки та краудсорсингові платформи	Забезпечують планування міської доставки на ходу, надають можливість зменшити витрати підприємствам на 15% завдяки виключенню паперових процесів

Джерело: [4]

міських логістичних рішень, які, ймовірно, відкриють шляхи для інтелектуальних і інтегрованих логістичних рішень, а також створять нові торгові шляхи та вантажні коридори [5].

Глобалізація та урбанізація впливає на усіх учасників ринку постачальникам потрібно забезпечувати своєчасно товари на ринок, споживачі бажають отримувати свої замовлення своєчасно та у короткий термін, керівництво великих міст прагнуть зменшити кількість шкідливих викидів у атмосферу. Це змусить постачальників логістичних послуг впроваджувати інноваційні рішення для парку, оскільки очікується, що споживачі будуть більш вимогливими щодо швидкої доставки.

Керівництва міст повинні впроваджувати IT-інфраструктури з більшим фокусом на хмарні сервіси, що дозволить логістичним компаніям краще керувати поставками, підвищувати економію палива та забезпечувати кращу економію за рахунок масштабу.

Однією з найбільших проблем сьогодення є вантажопідйомність і брак сучасних пристроїв. З використанням сучасних технологій такі послуги, як пункти самостійного збору та нічні перевезення, призведуть до того, що вантажівки працюватимуть із завантаженістю 80–100%. Це також призведе до зменшення на 50% кількості вантажівок, які рухаються в містах та виїжджають з них, тим самим керуючи нестачею водіїв, а також забезпечуючи більш оптимізовану своєчасну доставку для роздрібних продавців і споживачів.

Зростання заторів у межах міста призводить до підвищення рівня CO2. Керівництво таких міст як Лондон, Берлін, Париж і Утрехт включили заходи, по зниженню кількості викидів, часові графіки завантаження та розвантаження.

За останні десять років вантажний транспорт був одним із головних джерел забруднення у містах. Наприклад, у Лондоні проблему виявили ще в 2010 році, коли приблизно 38% викидів оксиду азоту та приблизно 40–50% твердих частинок 10 (PM10) припадало на вантажний транспорт. Серед головних проблем були часті поїздки з місця «старт-стоп» і використання старих транспортних засобів. Завдяки лондонському LEZ місто спостерігало значне зниження забруднення дорожнього транспорту без великих економічних витрат. Також вплинув графік проїзду вантажного транспорту. У Берліні та Лондоні місцеве екологічне законодавство заохочує звести до мінімуму вантажні перевезення у період часу з 10:00 до 16:00. Такий регуляторний контроль стимулює підприємства впроваджувати інноваційні бізнес-моделі. Також такі обмеження є ключовим рушієм інвестицій у нові технології транспортних засобів для зменшення викидів, IT-інструменти для управління автопарками та активами для ефективності роботи та зниження витрат [5].

Тим часом електронна комерція швидко розвивається та змінює спосіб придбання товарів. Як наслідок, ринок ланцюгів постачання стає складнішим у обмеженому часі середовищі, оскільки швидкість доставки та досвід користувача стають критичними факторами.

Сучасні споживачі звикли до миттєвої доставки та доставки в той же день. Компанії повинні переглянути свої стратегії та розробити більш гнучкі моделі, які б забезпечували економію на масштабі та все ще відповідали запитам споживачів. Це спонукає до переходу від поставок на основі локації, що здійснюються за допомогою мереж автопарків, до «ринкових» або «орієнтованих на додатки» моделей, не заснованих на активах.

По прогнозним даним майже 20% роздрібної торгівлі у 2025 році відбуватиметься через онлайн-канали в усьому світі. А коли мова йде про більш зрілі ринки цифрової роздрібної торгівлі, такі як Великобританія та США, які характеризуються високими онлайн-витратами на душу населення, понад 25% роздрібної торгівлі буде онлайн.

Найважливішим міської логістичної системи в наш час є глобальна інформаційна інтеграція, заснована на побудові комп'ютерних мереж масштабу підприємства та їх об'єднанні за допомогою мережі Internet.

Швидкий розвиток технологій відкрив нову еру для галузей промисловості в усьому світі, і сфера логістики не стала винятком. Штучний інтелект (AI) відіграє ключову роль у трансформації логістики та автоматизації складів, підвищенні ефективності та створенні інноваційних рішень для проблем з якими стикаються підприємства протягом десятиліть.

Штучний інтелект відноситься до машин або програмного забезпечення, які здатні до розумної поведінки, імітуючи людське пізнання для виконання завдань, починаючи від вирішення проблем і навчання до планування та сприйняття. У логістиці штучний інтелект знайшов безліч застосувань, що призвело до зміни парадигми в тому, як проводяться операції. Переваги використання штучного інтелекту в логістиці представлені у таблиці 2.

Таблиця 2

Основні переваги впровадження штучного інтелекту в логістику

Показник	Переваги
Економія	автоматизація рутинних завдань зменшує експлуатаційні витрати та залежність від ручної праці
Підвищена ефективність	системи ШІ виконують завдання швидко та з високою точністю, що призводить до меншої кількості помилок і оптимізованих процесів
Покращений процес прийняття рішень	можливість аналізу величезних наборів даних дозволяє приймати більш обґрунтовані та своєчасні рішення, що призводить до операційних і стратегічних покращень
Підвищена задоволеність клієнтів	швидше та точніше обслуговування клієнтів за допомогою штучного інтелекту покращує взаємодію з користувачами та підвищує лояльність
Оптимізація ресурсів	перерозподіл людських ресурсів із рутинних завдань на більш стратегічні ролі підвищує загальну продуктивність
Зменшення помилок	точність і послідовність ШІ у виконанні завдань зводять до мінімуму ймовірність помилок, підвищуючи надійність логістичних операцій
Масштабованість	системи штучного інтелекту можуть виконувати дедалі більші обсяги роботи, сприяючи плавному масштабуванню операцій у міру зростання бізнесу
Статистика на основі даних	штучний інтелект надає цінну інформацію за допомогою аналізу даних, допомагаючи постійно вдосконалювати та впроваджувати інновації в логістичні процеси
Покращена видимість ланцюга постачання	відстеження та моніторинг поставок у реальному часі покращують прозорість і контроль у всьому ланцюзі постачання.
Екологічність	оптимізація маршрутів і операцій сприяє зниженню споживання палива та викидів, сприяючи екологічній логістиці

Джерело: [5]

Складність логічної і фізичної організації сучасних логістичних мереж призводить до об'єктивних труднощів при вирішенні питань управління і захисту передачі інформації у мережі. В процесі експлуатації комп'ютерних мереж адміністраторам доводиться вирішувати такі головні завдання:

– проводити діагностику роботи мережі і підключених до неї серверів, робочих станцій і відповідного програмного забезпечення;

– захищати інформаційні ресурси мережі від несанкціонованої діяльності хакерів, впливів вірусів, мережевих черв'яків, тобто забезпечувати їх конфіденційність, цілісність та доступність.

Для вирішення цієї проблеми при автоматизації діяльності логістичних підприємств нами була створена оригінальна математична модель функціонування мережевого пристрою на основі інтегральних показників, що витягуються з полів мережевих пакетів. На базі побудованої моделі нами запропонована методика аналізу для виявлення аномальних станів мережевого пристрою, що мають розподілений у часі характер. Як інструмент для отримання результат нами було використано алгоритм структуризації мережевого трафіку та формування інтегральних показників функціонування мережевих пристроїв (МП).

Для побудови моделі була також виконана классификация найбільш характерних мережевих аномалій при автоматизації міських логістичних процесів. Це дозволило сформувати основні параметри для функціонування моделі мережевого пристрою та його поведінки при впливі на нього зовнішнього середовища, що призводять до мережевих аномальних станів.

Моделлю мережевого пристрою (ММП) будемо називати набір характеристик (інтегральних показників) мережевого пристрою і спосіб їх формування, що дозволяє оцінювати ступінь аномальності стану мережевого пристрою [6].

Запропонована нами модель, може бути побудована на основі характеристик, що витягуються з вхідних і вихідних мережевих потоків. Тобто, МП можна представити у вигляді деякої «чорної скрині», поведінка якої може бути оцінена по отриманим даним.

S_i вектор, що містить значення інтегральних показників мережевого пристрою за дея-

Рис. 1. Модель мережевого пристрою

кий інтервал часу, $\tilde{S}_i$ вектор нормованих інтегральних показників.

$$S_i = \left(s_{i1}, s_{i2}, \ldots s_{ik}\right), \quad (1)$$

де, і – діапазон часу, k – число інтегральних показників.

$$\tilde{S}_i = \frac{S_i - \overline{S_i}}{\sigma_i}, \quad (2)$$

де $\tilde{S}_i$ – сектор середніх значень шаблонних даних;

σ_i – середньоквадратичне відхилення на шаблонних даних.

Модель мережевого пристрою визначає спосіб формування вектора нормованих інтегральних показників $\tilde{S}_i$ мережевого пристрою, що є вхідними даними для апарату виявлення системи прийняття рішень [7].

Висновки з проведеного дослідження. Таким чином, підсумовуючи результати дослідження нами була побудована математична модель об'єкта аналізу системи прийняття рішень виявлення мережевих аномалій при автоматизації міських логістичних шляхів. Проведені дослідження дозволили сформулювати критерій наявності розподіленого у часі характеру, сукупне перевищення допустимих значень інтегральних показників на деякому часовому інтервалі та/або зміна статистичного зв'язку між ними. Теоретично, під цей критерій можуть підпадати різноманітні ситуації з якими стикаються логістичні компанії. Це є особливістю підходу виявлення аномалій: виявлені події, що викликають спрацьовування критерію, повинні проходити додаткову перевірку, щоб запобігти непередбачуваним ситуаціям під час транспортування вантажів як місті так і за його межами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Кирлик Н. «Штучний інтелект» та його використання в логістичних процесах. *АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОНОМІКИ*. 2021. Т. 9-10(243-244). С. 59–66.

2. Медведєв Є., Попова Ю., Коваленко М. Інноваційні технології штучного інтелекту в управлінні логістикою соціальних підприємств. *Економіка та суспільство*. 2023. № 56. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-53

3. 4.0 technologies in city logistics: an empirical investigation of contextual factors / A. Ferrari et al. *Operations Management Research*. 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s12063-022-00304-5

4. Лопатін А., Іщенко Н. Значення використання штучного інтелекту при виборі постачальника у сучасних логістичних системах. *ГРААЛЬ НАУКИ*. 2021. С. 51–54. DOI: https://doi.org/10.36074/grail-of-science.22.10.2021.06.

5. 5 Ways to Use Artificial Intelligence (AI) in Logistics. *Ecommerce Logistics & Fulfilment Software – Codept*. URL: https://en.codept.de/blog/5-ways-to-use-artificial-intelligence-in-logistics .

6. Cisco SD-WAN Routers and WAN Appliances. *Cisco*. URL: https://www.cisco.com/site/us/en/products/networking/sdwan routers/index.html .

7. AppNeta. *Broadcom Inc. Connecting Everything*. URL: https://www.broadcom.com/products/software/aiop-sobservability/appneta

REFERENCES:

1. Kyrlyk N. (2021) «Shtuchnyi intelekt» ta yoho vykorystannia v lohistychnykh protsesakh [«Artificial intelligence» and its use in logistics processes]. *AKTUALNI PROBLEMY EKONOMIKY*, no 9-10(243-244), pp. 59–66. (in Ukrainian)

2. Medvediev Ye., Popova Yu., Kovalenko M. (2023). Innovatsiini tekhnolohii shtuchnoho intelektu v upravlinni lohistykoiu sotsialnykh pidpryiemstv [Innovative technologies of artificial intelligence in logistics management of social enterprises]. *Ekonomika ta suspilstvo*, no. 56. Available at: DOI https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-53

3. Ferrari, A., Mangano, G., Cagliano, A. C., & De Marco, A. (2022). 4.0 technologies in city logistics: an empirical investigation of contextual factors. *Operations Management Research*. DOI: https://doi.org/10.1007/s12063-022-00304-5

4. Lopatin, A., & Ishchenko, N. (2021). Znachennia vykorystannia shtuchnoho intelektu pry vybori postachalnyka u suchasnykh lohistychnykh systemakh [Learning to use artificial intelligence when selecting a supplier in modern logistics systems]. *HRAAL NAUKY*, pp. 51–54. DOI: https://doi.org/10.36074/grail-of-science.22.10.2021.06

5. 5 Ways to Use Artificial Intelligence (AI) in Logistics. (2022). Ecommerce Logistics & Fulfilment Software – Codept. Available at: https://en.codept.de/blog/5-ways-to-use-artificial-intelligence-in-logistics

6. Cisco SD-WAN Routers and WAN Appliances. Cisco. Available at: https://www.cisco.com/site/us/en/products/networking/sdwan routers/index.html

7. AppNeta. Broadcom Inc. Connecting Everything. Available at: https://www.broadcom.com/products/software/aiops-observability/appneta