

Чепіль О.О.

Національний транспортний університет

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УПРАВЛІННІ, АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА СИСТЕМАТИЗАЦІЇ ЕТАПІВ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

У статті розглядаються можливості застосування штучного інтелекту (ШІ) для контролю вантажопотоків, автоматизації та систематизації транспортного процесу. Особливу увагу приділено тому, як сучасні цифрові технології поєднуються з традиційними методами управління, забезпечуючи більш точний моніторинг стану транспортних засобів, оперативне коригування маршрутів і своєчасне реагування на зміни зовнішніх умов. На основі аналізу актуальних досліджень у сфері перевезення вантажів показано, що впровадження інтелектуальних систем дозволяє суттєво підвищити ефективність логістичних операцій, знизити ризики, пов'язані з людським чинником, а також оптимізувати процеси планування, обробки даних та документообігу. Штучний інтелект створює можливості для глибшої інтеграції транспортних систем у загальнонаціональні та міжнародні логістичні мережі. Завдяки прогнозуванню попиту, аналізу заторів, оцінці стану інфраструктури та розрахунку оптимальних маршрутів вантажопотоки стають більш керованими та передбачуваними. Алгоритми машинного навчання здатні забезпечити високу точність прогнозування часу доставки, визначення потенційних затримок і пропозицію альтернативних рішень у режимі реального часу. Крім того, автоматизовані системи дозволяють стандартизувати процедури оформлення документів, зменшуючи кількість помилок та прискорюючи взаємодію між учасниками транспортного процесу. Таким чином, використання ШІ відкриває нові перспективи для модернізації транспортно-логістичної галузі, зміцнюючи її стійкість, продуктивність і конкурентоспроможність у сучасних умовах глобалізації.

Ключові слова: штучний інтелект, транспортний процес, автоматизація, стандартизація, оптимізація перевезень, логістика.

Постановка проблеми. З розвитком глобальної логістики та посиленням вимог до швидкості, безпеки та стійкості перевезень, транспортні системи стикаються з необхідністю застосування нових технологій. Штучний інтелект стає одним із найважливіших інструментів у цій сфері. Він дозволяє автоматизувати моніторинг, планування і управління процесами, які раніше виконувалися вручну або із невеликою підтримкою цифрових систем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні аспекти використання штучного інтелекту на транспорті досліджуються в різних країнах з 2019 року. Русул Абдулджаббал представив огляд застосування ШІ до різних проблемних ділянок на транспорті [1, с. 9]; Едвардас Ляховичюс аналізує методи прогнозування попиту та тарифів на перевезення вантажів у контексті автомобільної вантажної компанії [2, с. 240]; Мартін ДюПлессі досліджує потенційну цінність і вплив використання ШІ для вантажних перевезень, визначає різні сценарії використання [3, с. 8].

Постановка завдання. Метою статті є проаналізувати ключові напрями використання штучного інтелекту на етапах транспортного процесу: контролю, автоматизації та стандартизації.

Виклад основного матеріалу. Для досягнення мети застосовано методологію аналізу наукової літератури та синтезу сучасних досліджень у сфері ШІ та логістики. Наприклад, Барбара Феррейра та Жоау Рейс виконали системний огляд впровадження автоматизації в логістиці, вказуючи, що основою автоматизації є технології ШІ, машинне й глибинне навчання. Впровадження розумної логістики через автоматизацію має потенціал підвищити конкурентоспроможність і мінімізувати похибки. Вплив штучного інтелекту та роботизованої логістики на автоматизацію в логістиці є глибокими. Завдяки спільним зусиллям у сфері інтеграції людини та робота з'являється можливість розробити соціальних роботів, які гармонійно співіснують з людьми. Ця інтеграція може привести до революційної трансформації логі-

тичних операцій [5, с. 16]. Проблеми з транспортом стають проблемою, коли поведінка системи та користувачів надто складна для моделювання та прогнозування маршрутів руху. Тому ШІ вважається хорошим вибором для транспортних систем, щоб подолати виклики зростаючого попиту на подорожі, шкідливі викиди в атмосферу, питання безпеки та деградації навколишнього середовища. Ці виклики виникають через стабільне зростання сільського та міського трафіку через збільшення населення [1, с. 11]. Ріст населення, відповідно інтенсивності руху, а також підвищені вимоги до екологічності та безпеки створюють ситуацію, коли людські можливості опрацювання даних перестають бути достатніми. У цьому контексті штучний інтелект постає не просто як інструмент автоматизації, а як невід'ємний компонент майбутнього транспортної інфраструктури.

Щоб використання ШІ було максимально ефективним та точним необхідно на вході в систему використовувати максимально точні дані. Використання даних низької якості приводять до того, що ШІ помиляється. Менеджери ланцюгів постачання вантажів повинні володіти аналітичними навичками. Машинне навчання може бути контрольованим, неконтрольованим та підкріплене навчанням. Аргументи на користь ШІ в сталому управлінні ланцюгами постачання здебільшого ґрунтуються на підвищенні ефективності усіх процесів [4, с. 55].

Низькоякісні, неповні або застарілі дані створюють ефект «сміття на вході – сміття на виході», що може не лише знизити точність прогнозів, а й спричинити стратегічні помилки у плануванні логістики. Звідси – зростаюча роль фахівців, які повинні володіти не просто технічними навичками, а й аналітичним мисленням, здатністю розуміти природу даних і правильно інтерпретувати їхній вплив на систему. Алгоритми штучного інтелекту – машинне навчання, нейронні мережі – застосовуються для планування маршрутів з урахуванням трафіку, погоди, завантаженості, витрат. Машинне навчання використовується у секторі вантажних перевезень для прогнозування. Прогнозування вартості: споживання пального, очікуваний час прибуття транспортних засобів, пропускна здатність вантажних терміналів та ін. Прогнозування міжнародних вантажних мереж [6, с. 18]. Багато транспортних проблем приводять до задачі оптимізації, яка потребує індивідуальних алгоритмів для полегшення розв'язання обчислювальної аналітики. Це високотехнологічні обчислювальні алгоритми, відомі як растрові алго-

ритми. Генетичний алгоритм є прикладом таких алгоритмів. Він базується на еволюції біологічної концепції. Він розв'язує складні задачі оптимізації на основі концепції «виживання придатності» і є хорошим інструментом для використання в мережі міського планування, моделювання. Ще один алгоритм «колонія мурах», алгоритм штучного інтелекту побудований на основі поведінки групи справжніх мурах, які слідуєть своїм шляхом від мурашника до джерела їжі. Штучна імунна система, що моделюється на основі імунної системи людини. Всі вище перераховані алгоритми підходять для прогнозування мислення та адаптивності. Тому вони використовуються для розв'язання задач оптимізації, які пов'язані з динамічними ситуаціями трафіку. Агентно-орієнтована програмна інженерія дозволяє використовувати динамічний підхід до визначення найкоротшого шляху через формування багатьох критеріїв та багатьох сценаріїв [1, с. 5]. Їхня сила – у можливості швидко перебирати різні сценарії та синтезувати рішення, які є недосяжними для стандартних математичних підходів у реальному часі. Впровадження агентно-орієнтованих систем відкриває шлях до моделювання транспортних систем як множини взаємодіючих автономних агентів – транспортних засобів, пішоходів, операторів логістики, інфраструктурних елементів. Такий підхід дозволяє виявляти закономірності поведінки та прогнозувати розвиток ситуацій, які неможливо описати лінійними моделями.

Застосування алгоритмів машинного навчання – як контрольованих, так і неконтрольованих, а також методів навчання з підкріпленням – дозволяє створювати адаптивні моделі, здатні прогнозувати вартість операцій, споживання ресурсів, час прибуття транспортних засобів та пропускну здатність логістичних вузлів. Такі алгоритми фактично надають можливість формувати «прогнозовані логістичні мережі», які постійно підлаштовуються під зовнішні умови та внутрішні змінні процесів.

Мартін ДюПлессі в своїй статті визначив, що велика кількість досліджень ШІ зосереджувалася на орієнтовному часу доставки, прогнозування затримок, безпеці водіїв, стану водіїв та інших операторів обладнання, ефективності транспортних засобів, розпізнавання та класифікація суден, оцінка тарифів, різні режими перевезення, маршрутизація та розклад руху [3, с. 3]. Дослідження показали, що у сфері логістики дослідження ШІ мають ізольований характер. Велика кількість рецензованих наукових досліджень оцінювала

або досліджувала певний кейс використання або застосування ІІІ у вантажних перевезеннях. Отже, дослідження даної теми є актуальним та необхідним для ринку транспортних послуг.

Стандартизація процесів та автоматизація документообігу. Використання цифрових платформ, інтеграція ІІІ дозволяє стандартизувати документи, процеси прийому/відправки, оформлення вантажу, зменшити людський фактор і помилки. Важлива інтеграція ІІІ для підвищення точності, продуктивності й конкурентоспроможності [4, с.59]. Застосування ІІІ веде до зменшення витрат, підвищення продуктивності, скорочення часу доставки, підвищення якості обслуговування.

ІІІ відіграє важливу роль у підвищенні та формуванні довіри до роботизованих систем, що використовує транспортна галузь. Традиційно роботи сприймалися як продукт механічної або електротехнічної інженерії, застосовуючи підхід знизу вгору. Однією з сфер, де ІІІ та технології покращили внутрішню логістику, є зменшення помилок під час вибору товарів в складських терміналах. Використання технології радіочастотної ідентифікації довело свою ефективність. RFID- чіпи відомі, як інтегровані схеми, зберігають ідентифікатори, що дозволяє легко знаходити та відстежувати автономних роботів. DHL використовують застосовують камери для зйомки зображень або відео та алгоритми штучного інтелекту для аналізу даних із цифрових зображень. Ці системи можуть розрізняти предмети і навіть самостійно слідкувати за об'єктами. Поєднуючи сильні сторони робототехніки та ІІІ, ми можемо підвищувати ефективність, надійність і безпеку роботизованих систем [5, с. 75]. Оскільки кількість людей на підприємствах, що використовують роботів та ІІІ є високою, непередбачуваність, порушення, непорозуміння є складовою системи.

Застосування RFID-технологій і комп'ютерного зору в логістиці – яскравий приклад того, як ІІІ підсилює надійність і точність операцій. Автоматизовані складські комплекси, де роботи здатні безпомилково ідентифікувати товари, визначати їхнє місцезнаходження та відстежувати рух, значно зменшують кількість людських помилок. Особливо показовим є кейс DHL: використання камер та алгоритмів аналізу зображень дозволяє системам розрізняти об'єкти, прогнозувати їхню траєкторію та забезпечувати синхронізовану роботу різних роботизованих модулів. Водночас важливо підкреслити, що зі зростанням кількості взаємодій між людьми, ІІІ та роботами неминуче зростає і рівень непередбачуваності. Людський фак-

тор нікуди не зникає: неправильне трактування сигналів системи, порушення протоколів безпеки чи непорозуміння між операторами та автономними платформами можуть спричинити збої. Це означає, що окрім технічних аспектів, ключову роль відіграє дизайн взаємодії людина – робот та загальний рівень цифрової культури на підприємстві. Розвиток ІІІ не лише покращує ефективність внутрішньої логістики, але й поступово змінює структуру довіри у взаємодії «людина – машина». Довіра вже не базується лише на механічній надійності, а формується через здатність системи пояснювати свої рішення, прогнозувати ризики та працювати прозоро. Саме тому майбутнє роботизованих систем у транспортній сфері залежить не тільки від технологій, а й від того, наскільки успішно підприємства зможуть інтегрувати ці технології у реальні робочі процеси, мінімізуючи бар'єри для людей та підсилюючи їхню впевненість у роботі з ІІІ.

Інтеграція ІІІ-систем у наявні логістичні процеси часто потребує значних змін в організації й інфраструктурі. Високі початкові інвестиції, потреба в кваліфікованих фахівцях. Етичні, правові, безпекові аспекти застосування ІІІ – конфіденційність даних, вплив на працівників. Як відзначено в Барбара Феррейра та Жоау Рейс, хоча автоматизація має великий потенціал, вона все ще недостатньо імплементована в логістиці [5, с.77].

Отже, ІІІ є не лише засобом підвищення ефективності, а стратегічним елементом розвитку транспортної галузі. Його застосування сприяє скороченню витрат, покращенню сервісу, підвищенню екологічності та безпеки, одночасно відкриваючи можливості для створення «розумних» логістичних мереж, здатних адаптуватися до змін у режимі реального часу. Актуальність подальших досліджень у цій сфері є беззаперечною, оскільки саме інтелектуальні системи визначатимуть конкурентоспроможність транспортних компаній у найближчому майбутньому.

Висновки. У даному дослідженні визначено, що штучний інтелект відкриває значні можливості для модернізації транспортно-логістичних процесів: контролю, автоматизації, стандартизації. Використання ІІІ на етапах перевезень вантажів дозволяє оптимізувати маршрути, прогнозувати ризики, стандартизувати документообіг і підвищувати загальну ефективність. Проте для практичного впровадження необхідно подолати низку організаційних, технологічних і правових бар'єрів. Проведений аналіз доводить, що штучний інтелект стає ключовим драйвером трансформації сучасних транспортно-

логістичних систем. Його роль виходить далеко за межі автоматизації окремих операцій – III формує новий підхід до управління транспортними процесами, забезпечуючи їх адаптивність, точність і стійкість у умовах стрімкого зростання трафіку, підвищених вимог до безпеки та екологічності. Дослідження свідчать, що алгоритми машинного навчання, методи прогнозування, агентно-орієнтоване моделювання та інтелектуальні роботизовані системи дозволяють вирішувати складні задачі

оптимізації, прогнозувати затримки, планувати маршрути, оцінювати пропускну здатність логістичних вузлів і удосконалювати управління ресурсами. Використання RFID-технологій та комп'ютерного зору додатково підвищує точність і надійність внутрішньої логістики, зменшуючи ризик людських помилок. Подальші дослідження можуть фокусуватися на конкретних кейсах впровадження III у вантажних перевезеннях, впливі на екологічність і стійкість логістики.

Список літератури:

1. Abduljabbar R., Dia H., Liyanage S., Asadi Bagloee S. *Applications of artificial intelligence in transport: an overview*. - *Sustainability*. 2019. Vol. 11, Iss. 1. P. 1–11.
2. Liachovičius E., Šabanovič E., Skrickij V. *Freight rate and demand forecasting in road freight transportation using econometric and artificial intelligence methods*. *Transport*. 2023. Vol. 34, Iss. 4. P. 231–242.
3. Du Plessis M., Gerber R., Goedhals Gerber L., Van Eeden J. *Shaping the future of freight logistics: use cases of artificial intelligence – Sustainability*. – 2025. Vol. 14, Iss. 4 P. 7–32.
4. Fatorachian H. *Automation and AI in logistics: opportunities and challenges*. - *Journal of Logistics & Supply Chain Management*. 2024. Vol. 16, P. 45–60.
5. Ferreira F., Reis J. *Systematic review on artificial intelligence applications in transportation and logistics*. *Logistics*. 2023. Vol. 7, P. 70–80.
6. Barua L., Zou B., Zhou Y. *Machine learning for international freight transport management: a comprehensive review - Research in Transportation Business & Management*. 2020. Vol. 7, P. 5–29.

Chepil O.O. THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MANAGEMENT, AUTOMATION AND SYSTEMATIZATION OF THE STAGES OF THE TRANSPORT PROCESS

The article examines the possibilities of applying artificial intelligence (AI) for cargo flow control, automation, and systematization of the transport process. Special attention is given to how modern digital technologies are combined with traditional management methods, ensuring more accurate monitoring of vehicle conditions, operational route adjustments, and timely responses to changes in external factors. Based on the analysis of current research in the field of freight transportation, it is demonstrated that the implementation of intelligent systems significantly increases the efficiency of logistics operations, reduces risks associated with human factors, and optimizes processes of planning, data processing, and document management. Artificial intelligence creates opportunities for deeper integration of transport systems into national and international logistics networks. Through demand forecasting, traffic analysis, infrastructure condition assessment, and calculation of optimal routes, cargo flows become more manageable and predictable. Machine learning algorithms ensure high accuracy in predicting delivery times, identifying potential delays, and offering alternative solutions in real time. Moreover, automated systems enable the standardization of document processing procedures, reducing the number of errors and accelerating interaction among participants in the transport process. Thus, the use of AI opens new prospects for the modernization of the transport and logistics sector, strengthening its resilience, productivity, and competitiveness in today's conditions of globalization.

Key words: artificial intelligence, transport process, automation, standardization, transport optimization, logistics.

Дата надходження статті: 25.11.2025

Дата прийняття статті: 11.12.2025

Опубліковано: 30.12.2025