

Марець О.Р.

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри статистики

Львівський національний університет імені Івана Франка

Прокопович-Павлюк І.В.

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри статистики

Львівський національний університет імені Івана Франка

Йоганік І.І.

студент магістратури

Львівський національний університет імені Івана Франка

Marets Oksana

Candidate of Economic Sciences, Docent,
Associate Professor of Statistics Department
Ivan Franko National University of Lviv

Prokopovych-Pavlyuk Iryna

Candidate of Economic Sciences, Docent,
Associate Professor of Statistics Department
Ivan Franko National University of Lviv

Johanik Ihor

Master Student

Ivan Franko National University of Lviv

СУЧАСНІ ІНСТРУМЕНТИ І ТЕХНОЛОГІЇ АНАЛІТИКИ В ТРАНСПОРТІ Й ЛОГІСТИЦІ

MODERN TOOLS AND TECHNOLOGIES FOR ANALYTICS IN TRANSPORT AND LOGISTICS

У статті досліджуються сучасні інструменти та технології аналітики, що активно застосовуються в транспортній і логістичній галузях. Мета статті полягає у системному аналізі ключових технологій, таких як автоматизація, штучний інтелект, блокчейн та інші. Використані методи включають аналіз статистичних даних, алгоритми машинного навчання, моделювання, а також оцінку сучасних інформаційних систем і рішень для підтримки прийняття рішень. Акцентується увага на значенні впровадження цифрових рішень, що сприяють прискоренню товарообороту та зниженню адміністративних бар'єрів. Практичне значення результатів полягає у створенні передумов для підвищення ефективності підприємств, їх адаптації до глобальних викликів і інтеграції в міжнародні економічні процеси. Запропоновані підходи можуть бути використані як приватним сектором, так і органами державного управління для оптимізації управлінських рішень.

Ключові слова: транспортна аналітика, логістика, штучний інтелект, блокчейн, оптимізація маршрутів, управління запасами, цифрові технології.

The article explores modern analytical tools and technologies actively applied in the transport and logistics sectors. The topic's relevance is driven by the intensification of globalization processes, the growth of e-commerce, the need to comply with environmental standards, and new challenges such as pandemics and military conflicts. These factors create a demand for effective solutions aimed at optimizing logistics processes, reducing operational costs, enhancing competitiveness, and improving business efficiency. The purpose of the article is to systematically analyze key technologies such as automation, artificial intelligence, blockchain, augmented reality, and route optimization tools. Their impact on the efficiency of supply chains, inventory management, and demand forecasting is examined. The research methods include statistical data analysis, machine learning algorithms, modeling, and an assessment of modern information systems and decision-support solutions. The article emphasizes the importance of implementing digital solutions such as automated customs procedures, including NCTS, ICS2, and AIS/AES, which facilitate faster trade turnover and reduce administrative barriers. The advantages of applying blockchain technology for ensuring supply chain transparency and security, as well as the use of artificial intelligence for demand forecasting, inventory optimization, and route planning, are highlighted. The conclusions underscore the importance

of integrating innovations into Ukraine's transport and logistics sectors to reduce transportation costs, minimize risks, improve customer service quality, and promote environmental sustainability. The practical significance of the findings lies in creating the prerequisites for increasing business efficiency, adapting to global challenges, and integrating into international economic processes. The implementation of digital solutions in logistics at the state level, particularly the "ieCherha" system, enhances the efficiency of public administration in the logistics sector, reduces time costs for businesses, and facilitates access to information. The proposed approaches can be utilized by both the private sector and public administration bodies to optimize management and logistics decisions.

Keywords: transport analytics, logistics, artificial intelligence, blockchain, route optimization, inventory management, digital technologies.

Постановка проблеми. Глобалізація створює потребу в ефективних рішеннях для підтримки міжнародної торгівлі. Розвиток електронної комерції збільшує попит на швидку та надійну доставку товарів. Технологічні інновації, такі як автоматизація та використання дронів, підвищують ефективність логістичних процесів. Екологічні вимоги змушують компанії впроваджувати екологічні рішення, зокрема електротранспорт та оптимізацію маршрутів. Нарешті, пандемії та інші глобальні виклики підкреслюють важливість безпеки та надійності, що вимагає створення стійких та адаптивних логістичних мереж. Ключову роль у використанні сучасних інструментів у логістиці відіграє інформація та аналітика даних, що створює передумови для підготовки фахівців з аналітики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оцінка стану та перспектив розвитку логістичних систем в Україні здійснена в працях Грициної Л.А. [3], Зуброва М., Молчанова О. [6], Завербоного А., Ломаги Ю. [5] та інших. Питання аналітики даних у сфері логістики відображені у працях Попової Н., Мухи Т. [9], Воробця, Є., Хмелюк, А., Мошковської О. [1]. Особливості логістичного менеджменту розкриті в публікаціях Іртишева І., Іщенко О., Тубальцева, Сіренко І. [7], Резнік Н., Малукало О. [11], Галат Л. [2].

Формулювання завдання дослідження. Метою статті є дослідження сучасних інструментів та технологій в транспорті й логістиці з метою підвищення ефективності суб'єктів господарювання та розвитку економіки в сучасних викликах.

Вклад основного матеріалу дослідження. Сфера транспорту та логістики охоплює всі процеси, пов'язані з переміщенням товарів і пасажирів з одного місця в інше. Вона є важливою частиною економіки будь-якої країни, оскільки забезпечує ефективну доставку продукції, сировини та ресурсів, а також транспортні послуги для людей.

Основні складові сфери транспорту та логістики включають:

- транспорт, а саме – перевезення товарів або пасажирів різними його видами;
- управління ланцюгом постачання, тобто організація і контроль усіх етапів переміщення товарів – від виробника до кінцевого споживача;
- митні послуги з оформлення і регулювання товарів на кордоні, що забезпечує дотримання правил імпорту та експорту;
- логістичні технології а саме використання систем, що оптимізують процеси транспортування та управління поставками, включаючи програмне забезпечення для відстеження вантажів.

Ефективне управління ланцюгом постачання покращує фінансовий стан організації шляхом надання

цінності, яка пов'язана з корпоративною стратегією організації. Управління ланцюгом постачання відіграє значну роль у задоволенні споживачів через доставку продуктів і послуг. Ефективне управління ланцюгом постачання має вирішальне значення для зниження операційних витрат у закупівлях, операцій та логістичних функцій, а також у всьому ланцюзі постачання.

Митні процедури та регулювання у Європі відбуваються в рамках Єдиного митного кодексу ЄС, який регулює всі митні процедури на рівні ЄС, забезпечуючи стандартизовані правила для країн-членів. Основними аспектами Кодексу є спрощення процедур, модернізація митних процесів і гармонізація електронних систем для обміну даними між митними органами. Митні процедури та регулювання здійснюються за допомогою спеціалізованих інструментів, які забезпечують автоматизацію, спрощення та контроль за рухом товарів через кордон. Основними інструментами, що застосовуються, є такі: NCTS (New Computerised Transit System) – система для митного транзиту, яка дозволяє переміщувати товари між країнами-учасницями Конвенції про спільний транзит [18]; EU Customs Decision System (CDS) – інструмент для подачі заявок на митні рішення; Import Control System 2 (ICS2) – застосовується для перевірки безпеки та відповідності товарів, які ввозяться до ЄС; Rex System – система реєстрації експортерів; Automated Import System (AIS) / Automated Export System (AES) – системи для автоматизації митного оформлення імпорту та експорту [19].

В рамках загальнонаціональної діджиталізації державного управління (електронного урядування), наприкінці 2019 року Державна митна служба України анонсувала додаток «e-Borders» – «Митниця в смартфоні» [8]. На сьогодні працюючим сервісом є «Черга – безкоштовна послуга для перетину кордону на міжнародних автомобільних пунктах пропуску, яка дозволяє водію та перевізнику керувати власним часом замість очікування в живих чергах. Цей проєкт реалізує Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури у співпраці з Міністерством цифрової трансформації, Укртрансбезпекою, Державним агентством відновлення та розвитку інфраструктури, Державною митною службою та Державною прикордонною службою за сприяння проєкту «Підтримка цифрової трансформації», що фінансується USAID і UK Dev. Партнер проєкту – Фонд Східна Європа [4].

В межах митної політики встановлюються митні ставки для товарів, які імпортуються в ЄС – це гарантує, що всі товари, незалежно від країни, сплачують однакові митні збори, спеціальні тарифи також можуть застосовуватись в рамках торговельних угод та система квот, яка дозволяє імпорт певних товарів на пільгових умовах до встановленого обсягу, після досяг-

нення квоти товари обкладаються звичайними митами, або навпаки, ввезення лише певної кількості товару до країни.

Світова митна організація (WCO) – надає міжнародні стандарти для класифікації товарів, управління ризиками, боротьби з піратством та іншими злочинами у сфері митниці. Її роль полягає у забезпеченні гармонізації митних процедур у глобальному масштабі, що особливо важливо для інтеграції європейських митних процедур із глобальними ланцюгами постачання.

Найважливіші технологічні тренди в логістиці в 2024–2025 роках включають:

1. Автоматизація та робототехніка відкривають список технологічних трендів у галузі логістики. Відповідно до річного галузевого звіту МНІ у 2023, вони залишаються провідними інноваціями з потенціалом або підірвати галузь (17%), або забезпечити конкурентну перевагу завдяки потужності автоматизації процесів. Майже 80% респондентів зі звіту планують інвестувати в інтеграцію робототехніки та технологій автоматизації у свою операційну систему. Автоматизовані системи комплектування та сортування, роботизовані палетизатори та автономні керовані транспортні засоби (AGV) оптимізують складські операції та зменшують людські помилки [17]. Ця технологія управління ланцюгом постачання дозволяє співробітникам зосередитися на стратегічних зусиллях і мінімізувати ризики в небезпечних середовищах. Гіганти електронної комерції Amazon і Alibaba послідовно впроваджувати нові тенденції та технології в логістиці. Наприклад, вони використовують величезний парк роботів у своїх центрах виконання для сортування, збирання та пакування товарів.

2. Штучний інтелект (AI) і машинне навчання. Алгоритми штучного інтелекту та машинного навчання можуть аналізувати історію та реальний час через великі дані, визначати закономірності, тенденції та статистичні дані, а також генерувати прогнози чат-боти. Організації застосовують тенденції логістичних технологій, щоб приймати більш розумні рішення, підвищуючи ефективність і результативність. Ранні користувачі, які впровадили технологію штучного інтелекту в логістику досягли значні покращення в їх логістичних операціях. Ці досягнення включають зниження витрат на логістику на 15%, оптимізацію рівня запасів на 35% і підвищення рівня обслуговування на 65% [14].

3. Блокчейн. Відповідно до звіту про дослідження ринку від Консалтингової компанії Grand View Research ринок блокчейн-технологій станом на грудень 2023 року оцінювався у \$17,5 млрд. Переважна більшість кінцевих споживачів блокчейну зосереджена в діловій сфері: фінанси, охорона здоров'я, IT, телекомунікації, а також роздрібна торгівля та E-commerce [12].

4. Прогнозоване щорічне зростання (CAGR) до 2030 року становитиме 86,2% [15]. Тобто вже за шість років цей ринок може бути оцінений в \$1,4 трлн. І це не дивно, враховуючи, наскільки ця технологія ланцюга поставок і логістики підвищує прозорість і безпеку. Завдяки блокчейну кожен продукт або предмет отримує унікальну цифрову ідентифікацію з походженням, деталями виробництва, сертифікатами та історією власності. Це дозволяє прозоро та в реальному часі бачити переміщення товарів від пункту відправлення до кінцевого пункту призначення. Блокчейн забез-

печує безпечний і зашифрований обмін даними між залученими сторонами, зменшуючи ризик маніпулювання даними або несанкціонованого доступу. Розумні контракти, особливість IT-тенденцій у SCM, автоматизують і забезпечують дотримання попередньо визначених правил, зменшуючи потребу в ручному втручанні.

5. Доповнена і віртуальна реальність. Як технологічні тенденції в транспорті, доповнена та віртуальна реальність мають кілька переваг. Вони створюють безпечне та контрольоване середовище для навчання, дозволяючи співробітникам отримати практичний досвід без ризиків, пов'язаних із реальними операціями. Це призводить до значної економії коштів за рахунок усунення витрат на відрядження та підвищення продуктивності. Крім того, компанії впроваджують тенденції транспортних технологій, щоб зменшити викиди CO₂, сприяючи збереженню навколишнього середовища.

6. Автономні транспортні засоби та дрони є значною частиною технологічних тенденцій логістики, які зосереджуються на зниженні ризику аварій, скороченні витрат і скороченні часу доставки. Вони мають GPS, системи запобігання зіткненням і передові засоби керування польотом для забезпечення безпечної та точної навігації.

Сфера транспорту та логістики є важливим об'єктом аналітики через її складність і критичну роль у сучасній економіці. Аналітика в цій галузі дозволяє покращити ефективність операцій, знизити витрати та підвищити якість обслуговування клієнтів. Ось основні аспекти, на які спрямована аналітика транспорту та логістики. Це оптимізація маршрутів, управління запасами, прогнозування попиту, оцінка безпеки та ризиків.

Оптимізація маршрутів: аналітичні інструменти використовуються для планування маршрутів перевезень з метою скорочення часу доставки, зменшення витрат на паливо та мінімізації викидів вуглекислого газу. Алгоритми аналізують дорожні умови, об'єми трафіку та інші фактори. Оптимізація маршрутів – це процес покращення маршрутів для підвищення ефективності та економічності. Ефективна оптимізація маршрутів допомагає компаніям максимізувати кількість виконаних замовлень або поставок, враховуючи багато критеріїв, зокрема розклади водія, вільні години, загальну кількість зупинок, оцінку виконання та юридичні вимоги. Маршрутизація доставки – це не просто пошук найкоротшого шляху від пункту А до пункту Б, це пошук найефективнішого маршруту для багатьох різних змінних.

Оптимізація маршруту актуальна для компанії, незалежно від того, чи пропонується доставка безпосередньо споживачу, чи в сфері послуг, де технічні спеціалісти відвідують клієнтів додому чи на підприємствах. Маршрутизація водіїв і техніків може бути дорогим і неприємним процесом, але за допомогою правильного інструменту його можна автоматизувати, заощаджуючи час, гроші та підвищуючи рівень задоволеності клієнтів.

Для розрахунку оптимальних маршрутів застосовуються математичні моделі та алгоритми. Вони допомагають прогнозувати навантаження на дороги, враховують варіанти об'їзду та вибір найшвидшого або найдешевшого маршруту залежно від поставлених цілей. Методи штучного інтелекту дозволяють навчати

моделі для кращого прогнозування на основі попередніх даних.

Аналітики оцінюють ризики, пов'язані з безпекою на маршруті. Це може включати аналіз зон бойових дій, блокпостів, нестабільних регіонів або тимчасово окупованих територій, що особливо актуально для України. Однією з ключових задач є баланс між швидкістю доставки і витратами. Це може означати вибір коротших маршрутів або таких, що використовують менш завантажені дороги, щоб уникнути затримок, а також вибір найбільш економічно вигідних транспортних засобів. ажливою частиною аналітики є впровадження систем автоматизованого керування транспортом та «розумних» доріг, які збирають дані про стан покриття та інтенсивність руху. Деякі компанії також використовують дрони для збору інформації або навіть доставки малих вантажів.

Управління запасами – аналітика допомагає компаніям краще розуміти, які товари потрібно замовляти і коли, що дозволяє уникнути нестач або перевищення запасів. Це особливо важливо для збереження ефективної ланки постачання.

Аналітика допомагає визначити оптимальний рівень запасів, щоб уникнути як нестачі, так і надмірних запасів. Методики, такі як ABC-аналіз, дозволяють класифікувати запаси за їх важливістю. Компанія може використовувати ABC-аналіз для визначення, які товари (А – найбільш важливі, В – середньої важливості, С – маловажливі) слід підтримувати в більшому обсязі, щоб максимально задовольнити попит.

Обертання запасів – це міра того, як швидко запаси продаються і замінюються. Високий оберт вказує на ефективність управління запасами. Якщо у компанії є оберт запасів 6, це означає, що запаси повністю оновлюються кожні два місяці. За допомогою аналітики можна виявити, які категорії товарів мають низький оберт і вжити заходів для їх просування або зниження закупівель. Сучасні технології, такі як штучний інтелект і машинне навчання, дозволяють автоматизувати процеси прогнозування і оптимізації запасів. Платформи електронної комерції можуть використовувати алгоритми машинного навчання для прогнозування, які товари будуть популярні в наступному місяці, на основі даних про поведінку користувачів та тенденції ринку.

Виявлення тенденцій у попиті на товари і послуги дозволяє логістичним компаніям та транспортним операторам готуватися до майбутніх викликів. Для цього використовуються історичні дані, сезонні зміни та поведінкові моделі. Прогнозування попиту є основою управління запасами. За допомогою аналітики компанії можуть використовувати історичні дані, сезонність, тренди та інші фактори для прогнозування потреб. Роздрібна мережа може аналізувати дані продажів за попередні роки, щоб зрозуміти, які товари користуються попитом в певні сезони і відповідно планувати закупівлі. Прогнозування трендів має за мету виявити довгострокові тренди в даних про продажі, які можуть вплинути на попит, наприклад, компанія хоче відслідковувати зростання популярності здорового харчування, щоб прогнозувати зростання попиту на органічні продукти. Моделювання впливу ціни на попит дозволяє аналізувати, як зміна ціни товару вплине на його попит.

Для виконання цих задач використовуються різні інструменти та методи, зокрема:

- статистичні методи: регресійний аналіз, методи часових рядів;
- машинне навчання: алгоритми, такі як дерева рішень, нейронні мережі, які можуть обробляти великі обсяги даних і виявляти складні закономірності;
- системи підтримки прийняття рішень: програмне забезпечення для управління запасами та прогнозування, яке інтегрує дані з різних джерел.

Моніторинг і управління парку. Аналітичні системи відстежують стан транспортних засобів, споживання палива, технічне обслуговування та ефективність водіїв. Це дозволяє мінімізувати час простою та підвищити загальну продуктивність. Як приклад можна взяти Geotab – це одна з провідних компаній у сфері управління автомобільними парками, яка спеціалізується на наданні рішень для моніторингу транспортних засобів. Вони використовують технології GPS, телематики та аналіз даних для оптимізації роботи автопарків. Ось більше деталей про методи моніторингу та управління парком, які пропонує Geotab [10]:

- Geotab надає рішення для реального часу GPS-моніторингу, що дозволяє відстежувати місцезнаходження транспортних засобів, їх швидкість і маршрут. Це дозволяє підприємствам отримувати інформацію про місцезнаходження своїх автомобілів у будь-який момент часу, що покращує управління логістикою і зменшує ризики втрат.
- Geotab збирає дані про поведінку водія, такі як різкі гальмування, прискорення, перевищення швидкості та інші параметри. Це допомагає знизити ризики аварій, поліпшити безпеку на дорозі та зменшити витрати на страхування, оскільки безпечні водії можуть отримувати знижки.
- Платформа Geotab надає доступ до детальної аналітики, яка допомагає користувачам отримувати зрозумілі звіти про продуктивність автопарку. Це дозволяє виявляти тренди, оптимізувати витрати на паливо, планувати технічне обслуговування та підвищувати ефективність роботи.
- Geotab дозволяє налаштовувати нагадування про технічне обслуговування на основі пробігу або часу, що пройшов з останнього обслуговування. Це допомагає запобігти поломкам і зменшує ризик невідремонтованих витрат на ремонт.

Аналітика допомагає передбачати та запобігати різним ризикам у транспорті, включно з аваріями та затримками, шляхом аналізу даних про аварійність, погодні умови та інші фактори. Аналітика може допомогти в ідентифікації ризиків, пов'язаних із управлінням запасами, таких як коливання попиту, затримки постачання або зміни цін на сировину. Компанія може використовувати сценарний аналіз, щоб зрозуміти, як різні ситуації вплинуть на її запаси та обсяги продажів.

На цьому етапі проводиться систематичний аналіз, щоб виявити можливі ризики, які можуть вплинути на безпеку, ефективність і надійність транспортних операцій. Аналітика ризиків у сфері транспорту є важливою для забезпечення безпеки та ефективності. Систематичний підхід до ідентифікації, оцінки, управління і моніторингу ризиків дозволяє підприємствам зменшити ймовірність негативних подій і підвищити загальну ефективність транспортних операцій.

Система підтримки прийняття рішень (СППР) у сфері логістики та транспорту – це програмне забезпечення або інформаційна система, яка допомагає менеджерам та керівникам приймати оптимальні рішення щодо управління транспортними потоками, розподілу ресурсів, планування маршрутів та інших логістичних процесів. Такі системи використовують різноманітні методи та інструменти для аналізу даних, моделювання та прогнозування [13].

Система прийняття рішень має такі чотири основні характеристики:

1. СПР використовує і дані, і моделі.
2. СПР призначені для допомоги менеджерам під час прийняття рішень для слабкоструктурованих та неструктурованих задач.
3. Вони підтримують, а не замінюють процес вирішування менеджерів.
4. Мета СПР – підняття ефективності рішень.

У логістиці та сфері транспорту основні такі компоненти системи прийняття рішень:

1. Збір та обробка інформації – збір даних з GPS, датчиків транспортних засобів, складів, CRM та ERP систем.

2. Аналітичні модулі – використання алгоритмів машинного навчання та оптимізації для аналізу даних і моделювання сценаріїв.

3. Планування та оптимізація маршрутів – оптимізація маршрутів з урахуванням витрат, часу доставки, стану доріг та інших параметрів.

4. Прийняття рішень у реальному часі – швидке реагування на зміну умов, коригування маршрутів у реальному часі.

5. Інтеграція з іншими системами – з WMS, CRM та фінансовими системами для комплексного управління логістикою

Один з прикладів є дослідження Emerald Insight на тему стійких логістичних систем. В одному з оглядів обговорюється використання системи підтримки прийняття рішень для управління транспортом і логістикою з акцентом на зменшення викидів вуглецю та оптимізацію логістичних процесів, включаючи міжмодальні перевезення та складські операції. Ще одним прикладом є дослідження, яке опублікувало MPDI на тему системи підтримки прийняття рішень для розумнішої та стійкої логістики будівельних майданчиків [16].

Цей спільний інструмент системи підтримки прийняття рішень допомагає швидко та легко продемонструвати корисні та стійкі рішення для покращення поточної ситуації та полегшує прийняття рішень на основі фактичних даних. Система підтримки прийняття рішень оцінки впливу політики допомагає зрозуміти, кількісно визначити та порівняти вплив різних заходів політики та оптимізації на доставку будівельних матеріалів на будівельні майданчики. Політика та заходи з оптимізації, реалізовані в цьому інструменті, стосуються обмежень щодо розміру та стандартів викидів транспортних засобів доставки та запровадження ССС (навчання людей основам комп'ютерних та інформаційних технологій). Метою було сприяти співпраці між відповідними зацікавленими сторонами, кожна з яких має власні цілі, стратегію та розуміння проблеми.

Результати були наступними:

1. Вплив розміру автомобіля. Користувач може кількісно оцінити вплив обмеження розміру тран-

спортних засобів, які використовуються для доставки будівельних матеріалів на чотири будівельні майданчики:

– базовий рівень являє собою розподіл транспортних засобів, які спостерігаються на чотирьох будівельних майданчиках (поточна ситуація), з поєднанням легких (30% від загальної кількості), середніх (20% від загальної кількості) та важких (50% від загальної кількості) транспортних засобів;

– легкі (<3,5 т): з цим заходом дозволено доставляти вантажі в центрі міста лише легкі транспортні засоби (розмір N1);

– середні (вантажівки з жорсткою рамою від 7,5 т до 12 т);

– важкий (зчленовані вантажівки від 28 т до 34 т).

2. Вплив стандарту викидів транспортних засобів: Користувач може кількісно оцінити вплив обмеження стандарту викидів транспортних засобів, які використовуються для доставки будівельних матеріалів на чотири будівельні майданчики:

– базовий рівень являє собою розподіл транспортних засобів, які спостерігаються на чотирьох будівельних майданчиках (поточна ситуація), зі сумішшю Євро II (11,3%), Євро III (5,5%), Євро IV (17,3%), Євро V (36,9%), і Євро VI (29%);

– Євро IV: усі транспортні засоби замінені на автомобілі Євро IV аналогічного розміру;

– Євро VI: усі транспортні засоби замінені на автомобілі Євро VI аналогічного розміру.

3. Вплив запровадження ССС (навчання комп'ютерних та інформаційних технологій).

Із запровадженням ССС у трьох варіантах кількість виїздів (-15%) і загальна пройдена відстань зменшуються (з 25% до 37%) порівняно з базовим рівнем. Однак показники навколишнього середовища та здоров'я не обов'язково також падають. Дійсно, навчання ССС може спричинити більшу відстань подорожей у місті або на неавтомагістральних дорогах, де транспортні засоби доставки мають більший вплив на навколишнє середовище. Тверді частки зменшуються в усіх випадках (через меншу кількість транспортних засобів, що рухаються в центрі міста) з 16% до 2%.

Ці результати показують, що запровадження ССС, як єдиного політичного заходу, не обов'язково має позитивний вплив на навколишнє середовище та здоров'я на доставку будівельних матеріалів.

Системи підтримки прийняття рішень у сфері логістики та транспорту відіграють ключову роль у підвищенні ефективності та стійкості логістичних процесів. Вони дозволяють керівникам оптимізувати маршрути, скорочувати витрати та підвищувати якість обслуговування завдяки аналізу великих обсягів даних і прийняттю рішень у реальному часі. Системи підтримки прийняття рішень допомагають вирішувати такі завдання, як зниження викидів вуглецю, зменшення транспортних витрат і покращення управління запасами. Європейські дослідження показують важливість цих систем не лише для приватних компаній, але й для органів влади, що прагнуть досягти екологічної стійкості у міській логістиці. Загалом, впровадження системи підтримки прийняття рішень у логістиці – це потужний інструмент для забезпечення ефективності та екологічної відповідальності.

Висновки. Сучасні інструменти та технології аналітики відіграють ключову роль у підвищенні ефективності транспортної та логістичної галузей. Інтеграція сучасних технологій дозволяє зменшити операційні витрати, мінімізувати людські помилки та покращити якість обслуговування клієнтів, тим самим підвищити ефективність бізнесу. Особлива роль в ефективному управлінні логістичними процесами належить аналітиці.

Використання алгоритмів штучного інтелекту для аналізу даних дозволяє покращити прогнозування попиту, оптимізувати маршрути, управляти запасами та виявляти ризики. Оптимізація транспортних маршрутів із застосуванням аналітичних інструментів сприяє зменшенню витрат на паливо, часу доставки та обсягу викидів CO₂. Управління запасами за допомогою ABC-аналізу та прогнозування попиту дозволяє уникнути надмірних витрат і підтримувати стабільність у ланцюгах постачання.

Технологія блокчейн забезпечує прозорість, безпеку та ефективність управління ланцюгами постачання. Вона дозволяє відстежувати походження товарів, їх рух і відповідність стандартам у реальному часі. Завдяки розумним контрактам знижується потреба у ручному втручанні, що покращує взаємодію між учасниками ланцюгів постачання.

Удосконалення митних процедур у ЄС та Україні через системи NCTS, ICS2, AIS/AES та інші сприяє прискоренню процесів оформлення товарів, підвищенню рівня контролю і зниженню адміністративних бар'єрів. Такі інструменти є важливим кроком до гармонізації міжнародних логістичних мереж.

Впровадження цифрових рішень у логістиці на державному рівні, зокрема системи «eЧерга», сприяють підвищенню ефективності державного управління у сфері логістики, знижують часові витрати для бізнесу і полегшують доступ до інформації.

Список використаних джерел:

1. Воробець Є., Хмелюк А., Мошківська О., Велиє В., Марухленко О. Роль аналітики даних в ухваленні управлінських рішень у логістиці посередницької діяльності. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2024. № 4(57). С. 185–196. DOI: <https://doi.org/10.55643/fcactp.4.57.2024.4422> (дата звернення: 10.01.2025).
2. Галат Л. Логістичний менеджмент як інструмент для забезпечення ефективності діяльності підприємства. *Таврійський науковий вісник. Серія Економіка*. 2023. № 16. С. 108–113. DOI: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.16.14> (дата звернення: 10.01.2025).
3. Грицина Л., Кошівська М. Сучасний стан та перспективи розвитку транспортної логістики в Україні. *Інфраструктура ринку. Електронний науково-практичний журнал*. 2018. № 18. URL: http://www.market-infr.od.ua/journals/2018/18_2018_ukr/5.pdf (дата звернення: 10.01.2025).
4. eЧерга розширює доступ до даних. Веб-сайт. URL: <https://echerha.gov.ua/news/423> (дата звернення: 05.01.2025).
5. Завербний А., Ломага Ю. Проблеми та перспективи формування логістичних ланцюгів постачання у воєнний період за умов активізування євроінтеграції. *Економіка та суспільство*. 2022. № 45. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-45-23> (дата звернення: 10.01.2025).
6. Зубров С., Молчанов О. Ефективний логістичний менеджмент в умовах глобальних ризиків та трансформацій для України. *Економіка: реалії часу. Науковий журнал*. 2024. № 3 (73). С. 104–112. URL: <https://economics.net.ua/files/archive/2024/No3/104.pdf> (дата звернення: 8.01.2025).
7. Іртішцева І., Барабанова Ю., Іщенко О. Оцінка ефективності логістичного менеджменту на регіональному та національному рівнях. *Ефективна економіка*. 2020. № 4. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.4.10> (дата звернення: 10.01.2025).
8. Лемеха Р. Автоматизація та інформатизація митних процедур як пріоритетні напрями вдосконалення адміністрування митних режимів в Україні. *Підприємництво, господарство і право: загальноукраїнський науково-практичний господарсько-правовий журнал*. 2020. № 11. DOI: <https://doi.org/10.32849/2663-5313/2020.11.21> (дата звернення: 10.01.2025).
9. Муха, Т.А., Попова, Н.В. Проблеми та виклики щодо впровадження аналітики даних у сфері логістики України. *Економіка транспортного комплексу*. 2023. № 42. DOI: <https://doi.org/10.30977/ETK.2225-2304.2023.42.49> (дата звернення: 05.01.2025).
10. Оптимізація Автопарку. *Telematica*: веб-сайт. URL: <https://telematica.com.ua/#!/About> (дата звернення: 10.01.2025).
11. Резнік Н., Малукало О. Суть та місце менеджменту у сфері логістики. *Український журнал прикладної економіки*. 2021. № 3. С. 87–92. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2021-3-11> (дата звернення: 08.01.2025).
12. Ринок блокчейну: розміри, динаміка, зарплати розробників. *GNCrypto*: веб-сайт. URL: https://www.gncrypto.news/ua/news/blockchain-market-size-trends-and-developer-salaries/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 10.01.2025).
13. Шаповалова О., Камардін А., Петухова О. Система підтримки прийняття рішень при виконанні логістичних завдань. *Системи обробки інформації*. 2018. № 3(154). С. 57–63 DOI: <http://dx.doi.org/10.30748/soi.2018.154.08> (дата звернення: 05.01.2025).
14. Штучний інтелект в логістиці та як його використовують світові і українські компанії. *ProIT*: веб-сайт. URL: https://proit.ua/shtuchnii-intieliect-v-loghistitsi-ta-iaak-iogho-vikoristovuiut-svitovi-i-ukrayinski-kompaniyi/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 10.01.2025).
15. Compound annual growth rate (CAGR) of the global retail sector from 2021 to 2026, by product category. *Statista*: веб-сайт. URL: <https://www.statista.com/statistics/1263621/global-retail-sector-cagr-by-product-category> (дата звернення: 05.01.2025).
16. Impact of big data on sustainable supply chains. *MDPI Sustainability*: веб-сайт. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/10/2762> (дата звернення: 10.01.2025).
17. Annual Industry Report: Supply Chain Trends and Innovations. *MHI*: веб-сайт. URL: <https://www.mhi.org/publications/report> (дата звернення: 10.01.2025).
18. New Computerised Transit System (NCTS). *European Commission*. URL: https://taxation-customs.ec.europa.eu/online-services/online-services-and-databases-customs/new-computerised-transit-system-ncts_en (дата звернення: 10.01.2025).
19. Online services and databases for Customs. *European Commission*. URL: https://taxation-customs.ec.europa.eu/online-services/online-services-and-databases-customs_en (дата звернення: 10.01.2025).

References:

1. Vorobets Y., Khmeliuk A., Moshkovska O., Velie V., Marukhlenko O. (2024). Rol analytyky danykh v ukhvalenni upravlynskykh rishen u lohystytsi poserednytskoi diialnosti. [The role of data analytics in decision-making for logistics of intermediary activities]. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, no 4(57), pp. 185–196. DOI: <https://doi.org/10.55643/fcaptop.4.57.2024.4422> (accessed January 10, 2025).
2. Halat L. (2023). Lohystychnyi menedzhment iak instrument dlia zabezpechennia efektyvnosti diialnosti pidprijemstva [Logistic management as a tool to ensure enterprise efficiency]. *Taurian Scientific Herald. Economy series – Tavriiskyyi Naukovyi Visnyk. Seriya Ekonomika*, no 16, pp. 108–113. пані Ірино!: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.16.14> (accessed January 10, 2025).
3. Hrytsyna L., Koshivska M. (2018). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku transportnoi lohistyky v Ukraini. [Current state and prospects for the development of transport logistics in Ukraine]. *Infrastruktura rynku. Elektronnyi naukovopraktychnyi zhurnal – Infrastructure of the Market: Electronic Scientific and Practical Journal*, no 18. Available at: http://www.market-infr.od.ua/journals/2018/18_2018_ukr/5.pdf (accessed January 10, 2025).
4. ieCherha rozshyriuie dostup do danykh. Veb-sait. [eCherha expands access to data]. Available at: <https://eCherha.gov.ua/news/423> (accessed December 5 2025).
5. Zaverbnyi A., Lomaha Y. (2022). Problemy ta perspektyvy formuvannia lohystychnykh lantsiuhiv postachannia u voiennyi period za umov aktyvizuvannia ievrointehratsii. [Problems and prospects for supply chain formation during the war period under intensified European integration]. *Ekonomika ta suspilstvo – Economics and Society*, no 45. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-45-23> (accessed January 10, 2025).
6. Zubrov, S. M., & Molchanov, O. V. (2024). Efektyvnyi lohystychnyi menedzhment v umovakh hlobalnykh ryzykiv ta transformatsii dlia Ukrainy. [Effective logistic management in the context of global risks and transformations for Ukraine]. *Ekonomika: realii chasu. Naukovyi zhurnal – Economics: Realities of Time. Scientific Journal*, no 3(73), pp. 104–112. Available at: <https://economics.net.ua/files/archive/2024/No3/104.pdf> (accessed January 8, 2025).
7. Irtyshcheva I., Barabanova Y., Ishchenko O. (2020). Otsinka efektyvnosti lohystychnoho menedzhmentu na rehionalnomu ta natsionalnomu rivniakh [Assessment of the effectiveness of logistics management at regional and national levels]. *Efektivna ekonomika – Efficient Economy*, no. 4. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.4.10> (accessed January 10, 2025).
8. Lemeha R. (2020). Avtomatyzatsiia ta informatyzatsiia mytnykh protsedur iak priorytetni napriamy vdoskonalennia administruvannia mytnykh rezhymiv v Ukraini [Automation and informatization of customs procedures as priority directions for improving the administration of customs regimes in Ukraine]. *Pidprijemnytstvo, hospodarstvo i pravo: zahalnoukrainskyi naukovopraktychnyi hospodarsko-pravovyi zhurnal – Entrepreneurship, Economy and Law*, no. 11. DOI: <https://doi.org/10.32849/2663-5313/2020.11.21> (accessed January 10, 2025).
9. Mukha T., Popova N. (2023). Problemy ta vyklyky shchodo vprovadzhennia analytyky danykh u sferi lohistyky Ukrainy [Challenges and issues of implementing data analytics in Ukraine's logistics sector]. *Ekonomika transportnoho kompleksu – Economics of the Transport Complex*, no. 49. DOI: <https://doi.org/10.30977/ETK.2225-2304.2023.42.49> (accessed January 5, 2025).
10. Optymizatsiia Avtoparku. [Fleet optimization]. Telematica: veb-sait. Retrieved from <https://telematica.com.ua/#/!About> (accessed January 10, 2025)
11. Reznik N., Malukalo O. (2021). Sut ta mistse menedzhmentu u sferi lohistyky [The essence and place of management in the field of logistics]. *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky – Ukrainian Journal of Applied Economics*, no 6(3), pp. 87–92. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2021-3-11> (accessed January 8, 2025).
12. Rynok blokcheinu: rozmiry, dynamika, zarplaty rozrobnykiv [Blockchain market: Size, dynamics, developer salaries]. Available at: https://www.gncrypto.news/ua/news/blockchain-market-size-trends-and-developer-salaries/?utm_source=chatgpt.com (accessed January 10, 2025).
13. Shapovalova O., Kamardin A., Petukhova O. (2018). Systema pidtrymky pryiniattia rishen pry vykonanni lohystychnykh zavdan [Decision support system for performing logistics tasks]. *Systemy obrobky informatsii – Information Processing Systems*, no. 3(154), pp. 57–63. DOI: <https://doi.org/10.30748/soi.2018.154.08> (accessed January 5, 2025).
14. Shtuchnyi intelekt v lohystytsi ta iak ioho vykorystovuiut svitovi i ukraïnski kompanii. [Artificial intelligence in logistics and how it is used by global and Ukrainian companies]. ProIT: veb-sait. Available at: https://proit.ua/shtuchnii-inteliiekt-v-loghistitsi-ta-ia-ogho-vikoristovuiut-svitovi-i-ukrayinski-kompaniyi/?utm_source=chatgpt.com (accessed January 10, 2025).
15. Compound annual growth rate (CAGR) of the global retail sector from 2021 to 2026, by product category. Statista. Available at: <https://www.statista.com/statistics/1263621/global-retail-sector-cagr-by-product-category/> (accessed January 5, 2025).
16. Impact of big data on sustainable supply chains. MDPI Sustainability: veb-caйт. Available at: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/10/2762> (accessed January 10, 2025).
17. Annual Industry Report: Supply Chain Trends and Innovations. (2023). MHI. Available at: <https://www.mhi.org/publications/report> (accessed January 10, 2025).
18. New Computerised Transit System (NCTS). European Commission. Available at: https://taxation-customs.ec.europa.eu/online-services/online-services-and-databases-customs/new-computerised-transit-system-ncts_en (accessed January 10, 2025).
19. Online services and databases for Customs. European Commission. Available at: https://taxation-customs.ec.europa.eu/online-services/online-services-and-databases-customs_en (accessed January 10, 2025).