

## ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УПРАВЛІННІ ТРАНСПОРТНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*У статті розглянуто роль інтелектуальних транспортних систем (ІТС) у вдосконаленні міжнародних вантажних перевезень. Автор аналізує вплив новітніх технологій, зокрема блокчейну, Інтернету речей та штучного інтелекту, на ефективність логістичних ланцюгів. Визначено основні переваги впровадження ІТС: зниження витрат, підвищення безпеки руху, мінімізація шкідливих викидів та покращення прозорості операцій. Особливу увагу приділено перспективам використання автономних транспортних засобів та систем машинного навчання для аналізу великих обсягів даних у реальному часі.*

**Ключові слова:** інтелектуальні транспортні системи, логістичні процеси, блокчейн, міжнародні перевезення, штучний інтелект, цифровізація, операційна ефективність..

### *Abstract*

*The paper examines the role of intelligent transport systems (ITS) in enhancing international freight transport. The author analyzes the impact of cutting-edge technologies, including blockchain, the Internet of Things (IoT), and artificial intelligence, on the efficiency of supply chains. The key benefits of ITS implementation are identified: cost reduction, increased road safety, minimization of harmful emissions, and improved operational transparency. Particular attention is paid to the prospects of using autonomous vehicles and machine learning systems for real-time big data analysis.*

**Keywords:** intelligent transport systems, logistics processes, blockchain, international transport, artificial intelligence, digitalization, operational efficiency.

### **Вступ**

У сучасних умовах глобалізації світової економіки ефективність міжнародних вантажних перевезень критично залежить від рівня технологічного розвитку транспортної галузі. Традиційні методи управління логістичними ланцюгами вже не здатні повною мірою задовольнити потреби ринку щодо швидкості, прозорості та надійності доставки. Виходом із цієї ситуації є впровадження інтелектуальних транспортних систем (ІТС), які об'єднують сучасні інформаційні та телекомунікаційні технології для оптимізації взаємодії всіх учасників перевізного процесу.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю систематизації новітніх інновацій, таких як блокчейн, Інтернет речей (IoT), штучний інтелект та автономне водіння. Ці технології дозволяють створювати «розумну» інфраструктуру, яка не лише знижує рівень завантаженості доріг та екологічне навантаження, а й забезпечує наскрізний контроль за рухом вантажу в реальному часі. Використання ІТС стає стратегічним чинником економії ресурсів та підвищення операційної ефективності як для виконавців транспортних послуг, так і для споживачів. Формування єдиного цифрового простору в міжнародному сполученні дозволяє мінімізувати вплив людського фактора, зменшити аварійність та значно прискорити проходження митних процедур, що є базовою умовою розвитку сучасної логістики.

### **Результати дослідження**

Важливим елементом сучасної транспортної системи країни є інтелектуальні транспортні системи (ІТС), застосування яких дозволяє створювати додаткові потужності як для забезпечення потреб споживачів транспортних послуг, так і для виконавців транспортних процесів з метою економії ресурсів та підвищення операційної ефективності. Метою впровадження ІТС є зниження рівня завантаженості доріг, покращення екологічної ситуації тощо (рис. 1) [1].



пасами товарів. Це включає визначення оптимальних рівнів запасів, мінімізацію затримок та втрат під час транспортування, а також відстеження руху товарів через ланцюг постачання за допомогою технологій, таких як штрих-коди, RFID та інші системи ідентифікації.

- 4) Логістика та транспортування. Управління ланцюгом постачання включає вибір оптимальних маршрутів, модальностей транспорту (наприклад, автомобільний, морський, повітряний), організацію доставки, вантажного мита та страхування. Моніторинг та відстеження вантажів під час транспортування є необхідною складовою управління ланцюгом постачання.
- 5) Інформаційна система. Використання інформаційних систем і технологій грає важливу роль у Supply Chain Management для міжнародних перевезень. Це можуть бути системи управління складами, системи відстеження та моніторингу, системи електронного документообігу та обміну даними, які дозволяють забезпечити потрібну інформацію про стан вантажу, документи, розрахунки та спілкування між учасниками ланцюга постачання.

Використання Supply Chain Management у міжнародних перевезеннях вантажів допомагає знизити витрати, покращити ефективність та забезпечити вчасну доставку товарів, дозволяє управляти процесами від початкового планування до кінцевої доставки, сприяючи оптимізації логістичних операцій та забезпечуючи задоволення потреб клієнтів у різних країнах.

Система глобального позиціонування (Global Positioning System або GPS) широко використовується у міжнародних вантажних перевезеннях для управління, моніторингу та забезпечення безпеки транспортних засобів та вантажів [4] (рис. 3).



Рис. 3. Система глобального позиціонування

Система глобального позиціонування GPS використовується при організації міжнародних вантажних автоперевезень наступним чином:

- 1) Навігація та маршрутизація. GPS дозволяє точно визначати місцезнаходження транспортного засобу в реальному часі. Водії та оператори логістичних компаній можуть використовувати GPS для планування оптимальних маршрутів, уникнення заторів та мінімізації часу доставки.
- 2) Відстеження та моніторинг вантажу. GPS використовується для відстеження руху вантажних транспортних засобів під час перевезення. Це дозволяє компаніям та клієнтам отримувати актуальну інформацію про місцезнаходження вантажу, стан доставки та передбачуваний час прибуття.
- 3) Безпека та управління ризиками. GPS може допомогти управляти ризиками, пов'язаними з міжнародними вантажними перевезеннями. За допомогою GPS можна відстежувати вантажні одиниці і вживати заходів безпеки, щоб запобігти втраті або крадіжці вантажу. Крім того, GPS може бути використаний для надання аварійних сигналів та невідкладної допомоги у разі надзвичайних ситуацій.
- 4) Відстеження витрат та оптимізація використання ресурсів. GPS дозволяє збирати дані про використання палива, шляхи руху транспортних засобів та інші параметри, які допомагають аналізувати та оптимізувати використання ресурсів. Це може включати планування ефективного поповнення палива, управління швидкістю для зниження споживання палива та виявлення неефективних процесів.

На основі GPS було створено моніторингову систему, яка дозволяє виявити усі недоліки, які призводять до незапланованих витрат: крадійство палива; неграмотно продуманий маршрут; тривалі простої, які практикують водії, що працюють за системою почасової оплати.

Усунувши вищезгадані недоліки, підприємство може не лише уберегти себе від зайвих витрат, але і значно підвищити прибуток зі збереженням цінової політики. Системи супутникової навігації дозволяють: контролювати реальну витрату палива; запобігати зливам палива; запобігати махінаціям з паливом на заправках; робити оптимальний розрахунок будь-якого маршруту; попередити поїздки водія у своїх справах за рахунок компанії; поліпшити трудову дисципліну; підвищити безпеку співробітників і вантажів, що перевозяться; підвищити ефективність управління компанією в цілому.

Аналітика даних та штучний інтелект (AI) використовуються у міжнародних перевезеннях вантажів для вирішення різних завдань та оптимізації логістичних процесів [5, 6] (рис. 4).



Рис. 4. Використання аналітики даних та штучного інтелекту

Аналітика даних та штучний інтелект використовуються при організації міжнародних вантажних автотеперезень наступним чином:

- 1) Прогнозування попиту. Аналітика даних та AI можуть аналізувати історичні дані про попит на перевезення вантажів, а також враховувати фактори, такі як сезонність, економічні показники, міжнародні торговельні угоди тощо. Це дозволяє прогнозувати майбутній попит на перевезення вантажів і планувати ресурси та маршрути заздалегідь.
- 2) Оптимізація маршрутів. Штучний інтелект може аналізувати великі обсяги географічних даних, враховуючи різні фактори, такі як відстань, трафік, погодні умови, митні обмеження тощо. На основі цих даних AI може розробляти оптимальні маршрути для перевезення вантажів, що дозволяє знижувати витрати на паливо, скорочувати час доставки та підвищувати загальну ефективність логістичних операцій.
- 3) Планування запасів. Аналітика даних та AI можуть аналізувати історичні дані про попит на товари в різних регіонах, прогнозувати зміни попиту та розробляти оптимальні стратегії планування запасів. Це допомагає забезпечити наявність товарів у потрібний час та місце, уникати надлишків або дефіциту запасів, а також знижувати витрати на зберігання.
- 4) Виявлення аномалій. Аналітика даних та AI можуть аналізувати великі обсяги даних про перевезення вантажів, включаючи інформацію про маршрути, час доставки, умови перевезення тощо. Вони можуть виявляти аномалії, такі як затримки, втрати вантажу або порушення умов перевезення. Це допомагає операторам логістики вчасно реагувати на проблеми та приймати заходи для їх запобігання.
- 5) Автоматизоване управління документами. AI може бути використаний для автоматизації процесу обробки та управління документами, пов'язаних з міжнародними перевезеннями вантажів. Він може розпізнавати, класифікувати та обробляти різні типи документів, такі як накладні, митні декларації, договори, страхові поліси тощо. Це спрощує процес обробки документів, зменшує ймовірність помилок та прискорює виконання адміністративних процедур.

Система «доповнена реальність» Augmented Reality (AR) може бути використана у міжнародних перевезеннях вантажів для покращення ефективності та точності різних операцій [7] (рис. 5).



Рис. 5. Система «доповнена реальність» Augmented Reality (AR)

AR застосовується при організації міжнародних вантажних автоперевезень наступним чином:

- 1) Навчання та підготовка персоналу. AR може бути використана для тренування персоналу, який відповідає за завантаження, розміщення та розпакування вантажу. За допомогою AR-системи, оператори можуть отримати інтерактивні навчальні посібники та симуляції, які допомагають їм зрозуміти оптимальні способи розміщення вантажу у контейнерах або на транспортних засобах.
- 2) Покращення процесу підготовки вантажу до перевезення. Завантаження та розміщення вантажу може бути складним заданом, особливо при максимізації використання простору. AR може надавати візуальні підказки операторам, де і як краще розмістити вантаж для оптимального використання простору та забезпечення безпеки перевезення.
- 3) Ідентифікація та відстеження вантажу. AR може використовуватися для ідентифікації та відстеження вантажу під час перевезення. Завдяки AR-етикеткам або спеціальним маркерам, оператори можуть швидко сканувати та отримувати інформацію про кожен вантажний контейнер або палету, включаючи вміст, призначення та інші релевантні дані. Це допомагає уникнути помилок, забезпечує точність і прозорість у відстеженні вантажу.
- 4) Підтримка при ремонті та обслуговуванні. AR може бути використана для надання підтримки при ремонті та обслуговуванні транспортних засобів, вантажних контейнерів та іншого обладнання. За допомогою AR-інтерфейсів, технічний персонал може отримувати посібники з ремонту, візуальні інструкції та інформацію про стан обладнання безпосередньо на своїх пристроях.

Блокчейн-технологія також може бути корисною при організації міжнародних перевезень у багатьох аспектах [8] (рис. 6).

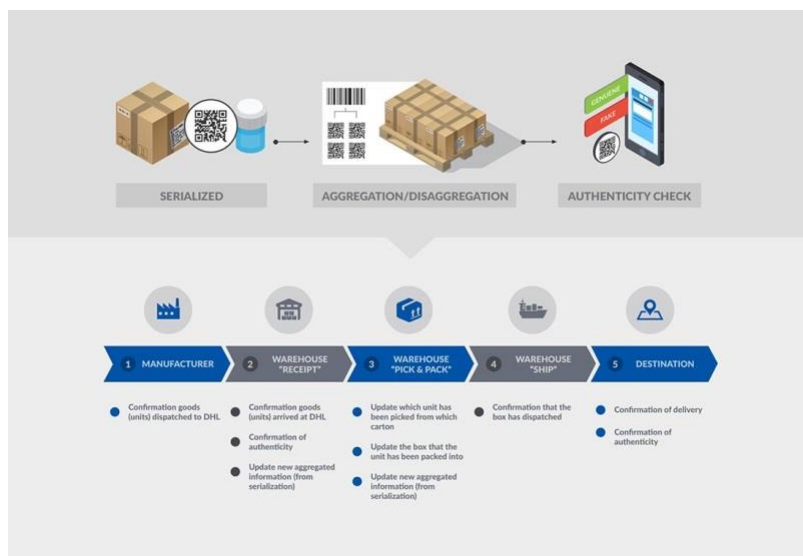


Рис. 6. Блокчейн-технологія

Блокчейн-технологія застосовується для:

- 1) Документація та логістика. Блокчейн може слугувати як розподілена база даних, в якій можуть бути збережені всі необхідні документи та інформація про перевезення, такі як контракти, рахунки-фактури, страхові поліси, дозволи на перевезення та деталі про вантажі. Це може полегшити обмін даними між різними сторонами, зменшити ризик втрати або фальсифікації документів і сприяти більшій прозорості та ефективності в логістичних процесах.
- 2) Відстеження вантажів. Блокчейн може бути використаний для створення системи відстеження вантажів у режимі реального часу. Кожен крок перевезення може бути записаний у блокчейн, від посадки вантажу на транспортний засіб до його доставки та приймання. Це дозволяє всім зацікавленим сторонам, таким як клієнти, логістичні компанії та митні служби, відстежувати десятки вантажів одночасно та отримувати надійну інформацію про їх стан.
- 3) Смарт-контракти. Блокчейн може підтримувати використання смарт-контрактів для автоматизації та полегшення укладання угод між різними сторонами. Наприклад, смарт-контракти можуть автоматично виконувати оплату за послуги перевезення, коли відбуваються певні визначені умови, такі як доставка вантажу або підтвердження отримання. Це може знизити витрати на транзакції, зменшити час, необхідний для обробки платежів та підвищити безпеку угод.
- 4) Взаємодія між учасниками. Блокчейн може створити децентралізовану мережу, в якій різні учасники перевезень, такі як постачальники послуг, транспортні компанії, митні служби та клієнти, можуть безпосередньо спілкуватися та взаємодіяти один з одним. Це може сприяти швидшому та ефективнішому обміну інформацією, знизити бюрократичні процеси та забезпечити більшу довіру між учасниками.

Використання блокчейн-технології при організації міжнародних перевезень може покращити ефективність, прозорість та безпеку логістичних процесів. Однак, варто враховувати, що впровадження блокчейну вимагає співпраці та прийняття стандартів всіма учасниками галузі, щоб забезпечити його успішну реалізацію.

Всі ці технології допомагають зробити міжнародні перевезення вантажів більш швидкими, надійними та ефективними. Вони сприяють зниженню витрат, мінімізації пошкоджень вантажів, підвищенню точності та прогнозування, покращенню взаємодії між учасниками логістичного ланцюжка та забезпеченню високої якості обслуговування клієнтів.

Враховуючи швидкий розвиток технологій, можна очікувати появу нових інновацій у сфері перевезень вантажів у міжнародному сполученні. Наприклад, розвиток автономних транспортних засобів може змінити підхід до вантажних перевезень, забезпечуючи безпеку та ефективність без прямої участі водіїв. Також важливими напрямками розвитку є використання штучного інтелекту та машинного навчання для аналізу великих обсягів даних та прийняття інформованих рішень у реальному часі. Загалом, використання новітніх технологій в організації перевезень вантажів у міжнародному сполученні є важливим фактором для підвищення продуктивності, зниження витрат та поліпшення якості обслуговування. Компанії, які успішно впроваджують ці технології, мають конкурентну перевагу та можуть краще задовольняти потреби своїх клієнтів у глобальному ринковому середовищі.

## Висновки

Проведене дослідження підтверджує, що інтелектуалізація управління транспортними процесами є ключовим фактором підвищення конкурентоспроможності логістичного сектору. Впровадження технології блокчейн дозволяє докорінно змінити підходи до безпеки та прозорості даних, створюючи децентралізоване середовище для обміну інформацією між перевізниками, митницею та замовниками. Застосування систем штучного інтелекту для аналізу Big Data дає можливість не лише оптимізувати маршрути в реальному часі, а й прогнозувати можливі ризики, що значно знижує витрати на доставку.

Встановлено, що перехід до автономних транспортних засобів та інтегрованих хмарних платформ управління сприяє реалізації концепції «зеленої логістики» через зменшення заторів та викидів вуглекислого газу. Успішна реалізація цих інновацій вимагає розробки єдиних міжнародних стандартів та тісної співпраці всіх учасників ринку. Таким чином, використання інтелектуальних технологій не лише покращує якість обслуговування клієнтів, а й формує надійний фундамент для побудови стійких та гнучких глобальних ланцюгів постачання, здатних ефективно функціонувати в умовах швидких змін світової економіки.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 15 1. Інтелектуальні технології управління транспортними процесами: світовий досвід впровадження ІТС [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://journal.insat.org.ua/wp-content/uploads/2025/03/Thesis\\_Conf\\_2024.pdf](http://journal.insat.org.ua/wp-content/uploads/2025/03/Thesis_Conf_2024.pdf)
2. Supply Chain Management, SCM [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/supply-chain-management-scm>
3. Укравління ланцюгами поставок [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://k-tsl.com/nauchnye-napravlenija-kafedry-tsl/logistika/upravlenie-cepjami-postavok/>
4. Вантажні перевезення [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://nautica.com.ua/uk/usage/vantazhni-perevezennya>
5. Штучний інтелект та цифрові технології скоротять час міжнародних перевезень [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://lading.ua/news/shtuchnij-intelekt-ta-cifrovi-tehnologiyi-skorotyat-chas-mizhnarodnih-perevezen/>
6. Використання штучного інтелекту для оптимізації маршрутних перевезень з Китаю [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://utec.ua/blog/vikoristannya-shtuchnogo-intelektu-dlya-optimizatsiyi-marshrutnih-perevezen-z-kitayu>
7. Augmented Reality, AR [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/dopolnennaja-realnost-ar>
8. Практика використання блокчейн-технології в мультимодальних контейнерних перевезеннях [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://www.business-inform.net/export\\_pdf/business-inform-2025-1\\_0-pages-178\\_186.pdf](https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2025-1_0-pages-178_186.pdf)

**Цимбал Сергій Володимирович** — канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: [tsymbal\\_s\\_v@ukr.net](mailto:tsymbal_s_v@ukr.net)

**Сокур Олег Анатолійович** — аспірант кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: [atm.kafedra@gmail.com](mailto:atm.kafedra@gmail.com)

**Піонтик Максим Олександрович** — студент групи ІТТ-24м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [katm2024@ukr.net](mailto:katm2024@ukr.net)

**Tsymbal Serhii V.** — Ph.D., Associate Professor, Head of Department of Cars and Transport Management Department, Vinnitsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [tsymbal\\_s\\_v@ukr.net](mailto:tsymbal_s_v@ukr.net)

**Sokur Oleh A.** — postgraduated student of Cars and Transport Management Department, Vinnitsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [atm.kafedra@gmail.com](mailto:atm.kafedra@gmail.com)

**Pyontyk Maksym O.** — student of ІТТ-24m group of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnitsia National Technical University, Vinnytsia, email : [katm2024@ukr.net](mailto:katm2024@ukr.net)