



Intelligent Systems for Transport Logistics Optimisation: Algorithms, Architecture, and Legal Aspects

Andriy Drozd ¹

¹ Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Associate Professor, Department
of Management and Logistics,
Ivan Franko National University of
Lviv, Ukraine

✉ ***Corresponding author:**
drozd00100@gmail.com



This work is licensed under CC BY-NC-ND 4.0.
To view a copy of this license, visit
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ABSTRACT: The study investigates the development of intelligent systems for optimising transport logistics by combining artificial intelligence (AI) algorithms, distributed data architectures, and legal mechanisms for digital governance. It synthesises research on maritime logistics, geospatial data processing, API-based communication, and AI-assisted decision-making to outline an integrated model for intelligent transportation networks. The analysis emphasises the growing importance of resilient infrastructures and legal interoperability in ensuring reliability and accountability of AI-driven systems. The proposed conceptual framework demonstrates how predictive algorithms, data integration tools, and electronic jurisdiction principles jointly form the foundation of intelligent transport ecosystems capable of adaptive optimisation, real-time monitoring, and lawful automation.

KEYWORDS: artificial intelligence, transport logistics, optimisation, distributed architecture, legal regulation, predictive algorithms, data systems.

How to cite: Drozd, A. (2025). Intelligent Systems for Transport Logistics Optimisation: Algorithms, Architecture, and Legal Aspects. *International Conference on Economic Sciences and Management in the Changing World 2025*, (pp. 210-213). Futurity Research Publishing. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17550574>

Вступ

У сучасній транспортній логістиці спостерігається перехід від класичних методів маршрутизації до інтелектуальних систем, здатних самостійно аналізувати потоки даних, оптимізувати шляхи перевезення та прогнозувати ризики. Штучний інтелект, машинне навчання, геоінформаційні технології та системи управління даними формують основу нової транспортної екосистеми, у якій алгоритми відіграють ключову роль у прийнятті рішень. Коростін (2024) довів, що AI-моделі для оптимізації морських маршрутів дозволяють скоротити тривалість рейсів і підвищити ефективність використання флоту, тоді як автоматизація розпізнавання транспортної документації забезпечує точність і швидкість міжнародних перевезень. Каптосв (2025) показав, як геопросторові дані, RESTful API та кешування за допомогою Redis створюють технологічний фундамент для високонавантажених логістичних систем. Mikhalap (2025) підкреслює, що використання LLM-технологій значно прискорює обробку інцидентів у середовищах з високою подієвою активністю, забезпечуючи автоматизоване визначення пріоритетів і зменшення навантаження на операторів. Дослідження демонструє, що адаптивні моделі здатні підвищувати точність класифікації подій та оптимізувати операційні процеси в реальному часі. Водночас, розвиток таких інтелектуальних систем неможливий без правової та інституційної підтримки – цифрових контрактів, юрисдикції метасередовища та нормативів довіри до автономних систем (Genesis of Legal Regulation Web, 2022; Savchenko & Maydanyk, 2024). Усе це формує нову парадигму транспортної логістики, що базується не лише на технологіях, а й на етичних та юридичних принципах цифрової взаємодії.

Мета дослідження

Метою дослідження є формування концептуальної моделі інтелектуальної транспортно-логістичної системи, що поєднує алгоритми оптимізації, архітектуру даних і правові механізми управління цифровими процесами в умовах високонавантаженої інфраструктури.

Літературний огляд

Роботи Коростіна (2024) присвячені оптимізації морських маршрутів і розпізнаванню транспортних документів за допомогою штучного інтелекту. Автор акцентує на можливостях AI у контексті глобальної логістики, де алгоритмічна маршрутизація зменшує витрати й підвищує точність. Сичев (2025) аналізує роль AI у проектуванні архітектури застосунків, доводячи, що системний підхід до інтеграції інтелектуальних модулів у цифрові сервіси дозволяє забезпечити адаптивність і стійкість транспортних платформ. Голнев (2025) розвиває тему відмовостійких розподілених баз даних для фінтех-індустрії, що має прямі паралелі з транспортною логістикою – зокрема, у збереженні даних про перевезення, транзакції та рух активів. Бойко (2025) розглядає прогнозні AI-моделі для управління ризиками у високонавантаженій сервісній інфраструктурі. У логістичному контексті ці підходи дозволяють оцінювати вірогідність затримок, аварій або порушень ланцюга постачання. Каптосв (2025) у низці своїх робіт демонструє, як поєднання технологій PostGIS, TypeScript і Laravel створює гнучкі геоінформаційні системи для логістики. Додатково він аналізує переваги Redis для кешування у веб-застосунках із великим обсягом запитів, що підвищує швидкість реагування транспортних систем у реальному часі. У контексті AI-орієнтованих рішень контейнеризація суттєво спрощує інтеграцію алгоритмів та підвищує стійкість систем у мінливих

кіберфізичних середовищах (Bershchanskyi, Klym & Shevchuk, 2024; Hunko, 2023). Нарешті, статті *Genesis of Legal Regulation Web and the Model of the Electronic Jurisdiction of the Metaverse* (2022) та Savchenko & Maydanyk (2024) розкривають важливість юридичних механізмів, які забезпечують легітимність цифрових операцій, у тому числі в автоматизованих транспортних мережах. Вони підкреслюють, що розвиток AI-систем неможливий без чітко визначених форм електронного волевиявлення та регламентації цифрової юрисдикції. Ефективне управління ризиками в застарілих IT-архітектурах потребує багаторівневого підходу, що охоплює аудит вразливостей, підвищення відповідності нормативним вимогам та модернізацію ключових компонентів інфраструктури Shevchuk (2025).

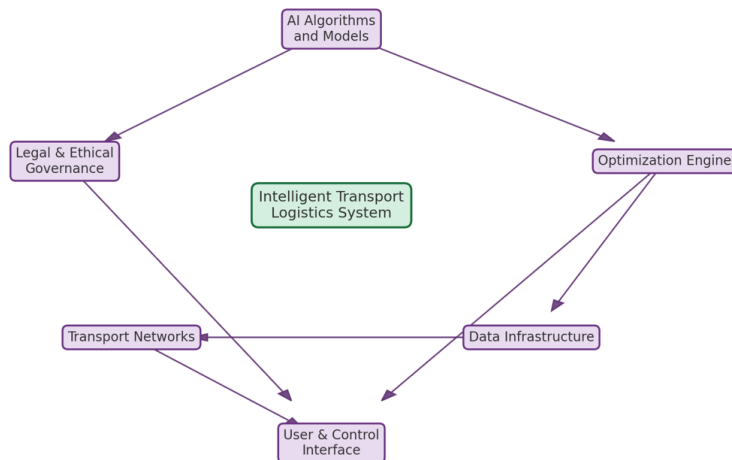
Результати дослідження

1. Концептуальна архітектура інтелектуальної логістичної системи

Нижче представлено узагальнену модель (рис. 1), що демонструє взаємозв'язки між аналітичними, технологічними та правовими елементами транспортної логістики.

Рисунок 1

Концептуальна модель AI-орієнтованої цифрової логістичної екосистеми



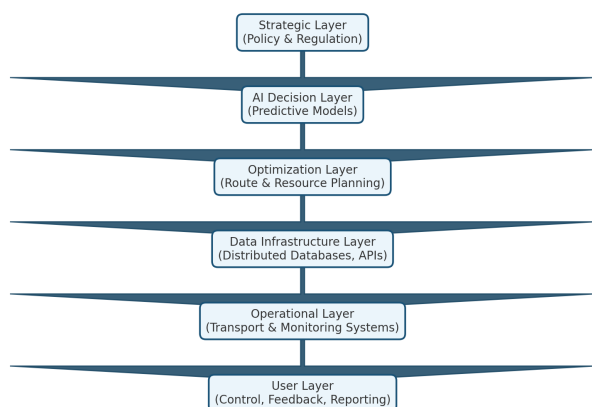
Таблиця 1

Порівняльна характеристика технологічних рішень у логістиці

Автор	Основна технологія	Напрямок застосування	Результат
Korostin (2024)	AI-оптимізація маршрутів	Морська логістика	Зменшення часу перевезень
Boiko (2025)	Predictive AI Models	Ризик-менеджмент	Підвищення точності прогнозів
Golenev (2025)	Розподілені бази даних	Транзакційна безпека	Підвищення відмовостійкості
Kaptosv (2025)	PostGIS, REST API, Redis	Геоінформаційні системи	Оптимізація швидкодії
Genesis (2022), Savchenko (2024)	Електронне право	Юрисдикція метасередовища	Законність цифрових транзакцій

Рисунок 2

Багаторівнева архітектура інтелектуальної транспортно-логістичної системи



Модель відображає ієрархічну структуру інтелектуальної логістичної екосистеми, де кожен рівень виконує власну функцію:

- Strategic Layer – визначає політику, нормативні вимоги та правові рамки цифрової логістики;
- AI Decision Layer – застосовує прогностні моделі для прийняття рішень у реальному часі;
- Optimization Layer – реалізує маршрутизацію, управління ресурсами та балансування навантажень;
- Data Infrastructure Layer – забезпечує обробку даних через розподілені бази, API й геоінформаційні системи;
- Operational Layer – відповідає за взаємодію транспортних систем, сенсорів і моніторинг;
- User Layer – формує аналітичну звітність і забезпечує взаємодію людини з інтелектуальною системою.

Отримані результати свідчать, що інтеграція інтелектуальних алгоритмів із правовими механізмами створює основу для “lawful automation” – автоматизованих, але юридично підзвітних систем. AI-моделі забезпечують прогнозування попиту та часу доставки, тоді як розподілені бази даних гарантують безперервність і надійність процесів. Водночас, юридичні протоколи цифрової взаємодії формують довіру до систем, у яких рішення ухвалюються не людьми, а алгоритмами.

Таким чином, ефективна транспортна логістика майбутнього є результатом синергії трьох напрямів – алгоритмічної оптимізації, архітектурної стійкості та правового забезпечення.

Висновки

Інтелектуальні системи транспортної логістики є рушійною силою цифрової економіки, оскільки вони забезпечують динамічну оптимізацію маршрутів, скорочення витрат і підвищення безпеки перевезень. Використання AI-алгоритмів, розподілених баз даних і кешувальних технологій створює інфраструктуру, здатну працювати в режимі реального часу навіть під високими навантаженнями.

Правовий аспект цифрової логістики – від електронних контрактів до регулювання автономних систем – є критично важливим для формування довіри та легітимності AI-рішень. У цьому контексті майбутні дослідження мають бути спрямовані на розробку інтегрованих моделей цифрової юрисдикції для логістичних мереж.

References

- Bershchanskyi Y., Klym H., & Shevchuk Y. (2024). Containerized Artificial Intelligent System Design in Cloud and Cyber-Physical Systems. *Advances in Cyber-Physical Systems*, 9 (2), 151-157. <https://doi.org/10.23939/acps2024.02.151>
- Boiko, O. (2025). *Risk management in high-load service infrastructure using AI-based predictive models*. Актуальні питання економічних наук, (15). <https://doi.org/10.5281/zenodo.17141025>
- Genesis of Legal Regulation Web and the Model of the Electronic Jurisdiction of the Metaverse. (2022). *Bratislava Law Review*, 6(2), 21-36. <https://doi.org/10.46282/blr.2022.6.2.316>
- Golenev, A. V. (2025). Принципы построения отказоустойчивых распределенных баз данных для финтех-индустрии. Журнал прикладных исследований, (5), 21-26. <https://doi.org/10.47576/2949-1878.2025.5.5.002>
- Hunko, I. (2023). Software testing in 2023: New trends and challenges. *Herald of Kyiv Institute of Business and Technology*, 49(1-2), 25-36. <https://doi.org/10.37203/kibit.2023.49.03>
- Kaptsov, L. (2025). *Applying Postgis for Storage and Processing of Geospatial Data in Logistics System*. The American Journal of Engineering and Technology, 7(8), 318-327. <https://doi.org/10.37547/tajet/Volume07Issue08-28>
- Kaptsov, L. (2025). *RESTful API Design for Geospatial Logistics Platforms Using Type Script and Laravel*. Journal of Information, Technology and Policy, 1-13. <https://doi.org/10.62836/jitp.2025.515>
- Kaptsov, L. (2025). *Using Redis for Caching Optimization in High-Traffic Web Applications*. International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies, 5(4), 1714-1722. <https://doi.org/10.62225/2583049X.2025.5.4.4839>
- Korostin, O. (2024). *Optimization of maritime transportation routes using artificial intelligence: analysis of opportunities and challenges*. Computer-Integrated Technologies: Education, Science, Production, (56), 31-38. <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2024-56-03>
- Mikhalap S. (2025). Optimization of Incident Processing in Conditions of High Event Activity Using LLM Technologies. *Наука і техніка сьогодні*, 7(48), 1141-1162. [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-7\(48\)-1141-1162](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-7(48)-1141-1162)
- Savchenko, V., & Maydanyk, R. (2024). *Contracts Implied-in-Fact Like a Form of Will Expression*. Access to Justice in Eastern Europe, 7(2), 283-300. <https://doi.org/10.33327/AJEE18-7.2-a000212>
- Shevchuk, Y. (2025). Risk Management and Compliance Strategies for Legacy IT Infrastructure. The American Journal of Engineering and Technology, 7(8), 85-91. <https://doi.org/10.37547/tajet/Volume07Issue08-10>
- Коростін, О. О. (2024). Ефективність розпізнавання тексту в автоматизації міжнародних морських перевезень за допомогою штучного інтелекту. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, (3), 29-38. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.3.4>
- Сычев, Е. А. (2025). Применение систем искусственного интеллекта при проектировании архитектуры приложений: от требований к реализации. *Universum: технические науки*, 9(138). <https://doi.org/10.32743/UniTech.2025.138.9.20834>

