

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту



ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

VI МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ



ITT2025

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 6-ої міжнародної
науково-технічної конференції**

«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Харків 2025

6-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 24–26 листопада 2025 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2025. – 300 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та машинобудівної галузей за чотирьма напрямками: розвиток інтелектуальних технологій при управлінні транспортними системами; транспортні системи та логістика; інтелектуальне проектування та сервіс на транспорті; функціональні матеріали та технології при виготовленні та відновленні деталей транспортного призначення.

© Український державний університет
залізничного транспорту, 2025

- [1] Vashchenko, O.: Decarbonizing Strategy of Ukrainian Transport Sector. Lect. Notes Netw. Syst. 1335, (2024).
[2] Light Duty Vehicle Greenhouse Gas Life Cycle Assessment. https://www.energy.gov/sites/default/files/2024-07/eere-greet-fact-sheet_july-2024.pdf
[3] Marjani, S.R., et al.: Assessing hydrogen as an alternative fuel for rail transport. Sci. Rep. 15, 6449 (2025).

УДК 656.073:004.94

ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY TO IMPROVE THE RESILIENCE OF MULTIMODAL FREIGHT TRANSPORTATION IN TRANSPORT AND LOGISTICS CHAINS

канд. техн. наук Є. В. Ходаківська

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

Ye. Khodakivska PhD (Tech.)

Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

Стійкість транспортно-логістичних систем є визначальним чинником ефективності мультимодальних перевезень в умовах нестабільності зовнішнього середовища, зміни конфігурацій маршрутів постачання та зростання вимог до цифрової взаємодії учасників перевізного процесу. Інтеграція транспортної системи України до транс'європейської транспортної мережі (TEN-T) актуалізує питання інтероперабельності, що передбачає узгоджену взаємодію видів транспорту, терміналів та інформаційних систем на основі єдиних технічних і цифрових стандартів. Забезпечення належного рівня стійкості та інтероперабельності є ключовою умовою адаптивності, надійності й енергоефективності транспортно-логістичних ланцюгів.

Аналіз попередніх наукових робіт [1,2,3] показує, що більшість із них зосереджуються на окремих аспектах цифровізації або оптимізації логістичних процесів, проте бракує інтегрованих підходів, які поєднують цифрові двійники, штучний інтелект (AI) і моделі змішаного цілочисельного програмування (MILP) [4, 5]. Це зумовлює необхідність формування єдиної методології, здатної забезпечити комплексне управління стійкістю мультимодальних перевезень у цифровому середовищі.

Метою дослідження є формування системної технології управління стійкістю та інтероперабельністю мультимодальних вантажних перевезень, що забезпечує цифрову інтеграцію учасників транспортно-логістичних ланцюгів. Запропоновано гібридну оптимізаційну модель, яка поєднує технології цифрових

двійників, аналітику AI та методи MILP для адаптивного управління транспортно-логістичними процесами в реальному часі.

Технологія управління стійкістю мультимодальних перевезень ґрунтується на концепції замкненого циклу управління, що включає три взаємопов'язані етапи: моніторинг, прогнозування та оптимізацію.

Моніторинг забезпечується цифровими двійниками, які відтворюють реальний стан транспортно-логістичних об'єктів у режимі реального часу.

Прогнозування виконується аналітичними алгоритмами AI для виявлення критичних відхилень і формування сценаріїв реагування.

Оптимізація реалізується на основі моделі MILP, що визначає раціональний розподіл потоків і ресурсів з урахуванням обмежень інфраструктури та часових параметрів.

Цільова функція оптимізації (1) має загальний вигляд:

$$\min Z = \sum_{i=1}^n (C_i + \beta T_i + \gamma R_i), \quad (1)$$

де C_i — експлуатаційні витрати на i -му сегменті; T_i — час доставки; R_i — ризик порушення (визначений за результатами цифрового моніторингу); β, γ — вагові коефіцієнти часових і ризикових факторів; n — кількість сегментів транспортно-логістичного ланцюга.

Індекс стійкості транспортної мережі визначається виразом (2):

$$R_l = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i \cdot \eta_i \cdot (1 - \alpha_i))}{\sum_{i=1}^n (C_i + T_i)}, \quad (2)$$

де W_i — вагомість i -го сегмента; η_i — коефіцієнт надійності; α_i — імовірність затримки або відмови; C_i, T_i — витрати та часові втрати.

Отримані аналітичні залежності дають змогу кількісно оцінити рівень функціональної стійкості транспортно-логістичної системи та визначити ефективність управлінських рішень у цифровому середовищі.

Попередні результати моделювання свідчать про потенційне скорочення простоїв рухомого складу, зменшення часу доставки та підвищення рівня функціональної стійкості транспортної мережі.

Подальші дослідження спрямовані на чисельну реалізацію моделі, розроблення цифрового прототипу технології та її апробацію на мультимодальних вузлах, інтегрованих у мережу TEN-T, з урахуванням вимог інтероперабельності транспортних систем України та ЄС.

[1] Розвиток мультимодальних перевезень в Україні: економічний та інфраструктурний виміри / Ситнік В. В., Пікуліна О. В. // *Review of Transport Economics and Management*. — 2024. — №12(28). — С. 90–100. <https://doi.org/10.15802/rtem2024/327135>. - (Дата звернення: 27. 10. 2025).

[2] Комплексний підхід щодо забезпечення логістичної стійкості мультимодальних перевезень / Горбань А.В., Кучерук Г.Ю. // *Водний транспорт*. — 2025. — №1(42). — С. 203–215. <https://doi.org/10.33298/2226-8553.2025.1.42.23>. - (Дата звернення: 27. 10. 2025).

[3] Hosseini Shekarabi, S., Kiani Mavi, R. & Romero Macau, F. Supply Chain Resilience: A Critical Review of Risk Mitigation, Robust Optimisation, and Technological Solutions and Future Research Directions. *Glob J Flex Syst Manag* **26**, 681–735 (2025). <https://doi.org/10.1007/s40171-025-00458-8>. - (Дата звернення: 27. 10. 2025).

[4] Galkin, A., Samchuk, G., Kopytkov, D. *et al.* Digital twins in logistics: a comprehensive bibliometric analysis for advancing smart cities and sustainable development. *Discov Sustain* **6**, 853 (2025). <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01754-0>. - (Дата звернення: 27. 10. 2025).

УДК 004.9:531.7:658.5

ЦИФРОВІ ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ ТА ЇХ РОЛЬ У ПІДВИЩЕННІ ТОЧНОСТІ ВИРОБНИЦТВА В ЕПОХУ ІНДУСТРІЇ 4.0

DIGITAL MEASUREMENT SYSTEMS AND THEIR ROLE IN IMPROVING MANUFACTURING ACCURACY IN THE ERA OF INDUSTRY 4.0

**к.т.н., доц. Г.Л. Комарова¹, проф. (PhD) М. Руцький², Д.М. Сергєєв³,
І.В. Приміський⁴, к.е.н. С.Б. Крамаренко⁵**

¹Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

²Технологічно-гуманітарний університет імені Казимира Пуласького в Радомі (Польща)

³ПНВП "МІКРОТЕХ" (м. Харків)

⁴НТУУ КІП ім. Ігоря Сікорського (м. Київ)

⁵Приватна наукова установа «Міжгалузева науково-дослідна установа цифровізації та технологій штучного інтелекту» (м. Київ)

**PhD (Tech.) G. Komarova¹, Prof. (PhD) M. Rucki², D. Sergeev³, I. Prymiskiy⁴,
PhD S. Kramarenko⁵**

¹Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

²Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities in Radom (Poland)

³"MIKROTECH" (Kharkiv)

⁴Igor Sikorsky KPI (NTUU "KPI") (Kyiv)

⁵Private scientific institution "Inter-branch scientific research institution of digitalization and artificial intelligence technologies" (Kyiv)

У сучасних умовах швидкого розвитку промисловості та впровадження концепцій Індустрії 4.0 цифровізація виробничих процесів стає ключовим фактором підвищення ефективності та якості продукції. Одним із центральних елементів цифрової трансформації виробництва є цифрові вимірювальні системи (ЦВС), які забезпечують високоточний збір, обробку та аналіз метрологічних даних у реальному часі. Ці системи дозволяють підвищити точність вимірювань, забезпечити відтворюваність результатів та інтегрувати метрологію безпосередньо у виробничий цикл.

Цифровізація метрологічних процесів включає впровадження сенсорів для автоматизованого збору даних у реальному часі, інтеграцію з MES/ERP-системами для централізованого управління вимірюваннями, використання цифрових моделей і віртуальних калібрів для зниження витрат та підвищення точності, а також застосування аналітики й штучного інтелекту для