

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

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ
СТУПІНЧАСТИХ МАРШРУТІВ В УМОВАХ ДИНАМІЧНИХ
ВАНТАЖОПОТОКІВ**

**RESEARCH ON THE POSSIBILITIES OF APPLYING INTELLIGENT
ALGORITHMS FOR FORMING STEPPED ROUTES UNDER DYNAMIC
FREIGHT FLOWS**

*канд. техн. наук, доцент О.М. Костенніков,
студент В.О. Мирошніченко*

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

*O. Kostiennikov, PhD (Tech.), Associate Professor,
student V. Myroshnychenko*

Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

Сучасні умови організації вантажних залізничних перевезень в Україні характеризуються високою волатильністю попиту, що особливо проявляється у експортних напрямках. Традиційна практика відправлення окремих составів з кожної станції призводить до формування неповновагових поїздів, низького коефіцієнта використання вантажопідйомності составів та неефективного використання тягових ресурсів. Ступінчастий маршрут являє собою технологію послідовного нарощування состава шляхом приєднання груп вагонів на проміжних станціях до базового потяга, що прямує до єдиного пункту призначення. Однак реалізація цієї технології в умовах нестабільної готовності вантажів, змінної пропускної спроможності дільниць та обмеженої доступності локомотивів вимагає застосування інтелектуальних алгоритмів, здатних приймати рішення в режимі реального часу з урахуванням множини динамічних факторів [1].

Світова практика демонструє приклади застосування інтелектуальних систем для консолідації вантажопотоків у різних сегментах перевезень. Дослідження China Railway Express показує, що більшість поїздів на євразійських маршрутах здійснюють пряме сполучення без консолідації вантажів, що призводить до низького коефіцієнта завантаження та необхідності державних субсидій. Впровадження оптимізації маршрутів консолідації з використанням змішаного цілочисельного програмування дозволило відібрати центри консолідації в містах Чунцін, Сіань, Ченду, Чженчжоу та інших, що сприяло покращенню економічної ефективності перевезень [2]. Для вирішення задачі формування поїздів на китайській залізниці розроблено гібридний алгоритм, що поєднує генетичний алгоритм та табу-пошук, який було протестовано на реальній мережі з 19 станцій і продемонстрував покращення на

20,8% порівняно з існуючим планом [3]. У сфері оперативного управління застосування глибинного навчання з підкріпленням для перепланування руху поїздів на високошвидкісній залізниці Пекін-Шанхай дозволило зменшити загальну затримку поїздів в середньому на 9,8% порівняно з традиційними диспетчерськими правилами [4]. Martinelli та Teng розробили підхід на основі нейронних мереж для вирішення задачі формування поїздів, сформулювавши її як задачу бінарного цілочисельного програмування з нелінійною цільовою функцією, що мінімізує загальний час перебування вагонів у системі [5].

Математична постановка задачі формування ступінчастих маршрутів включає визначення множини станцій-кандидатів для приєднання вагонів, оптимальної послідовності їх обслуговування та кількості вагонів для приєднання на кожній станції при дотриманні технічних обмежень. Основними параметрами оптимізації виступають мінімізація загального часу формування та доставки маршруту, максимізація коефіцієнта використання вантажопідйомності та мінімізація експлуатаційних витрат. Інтелектуальні алгоритми вирішення можуть базуватися на методах машинного навчання з підкріпленням для адаптації до змінних умов, еволюційних алгоритмах для пошуку глобального оптимуму в просторі великої розмірності, або гібридних підходах, що поєднують точні методи математичного програмування з евристичними для прийняття оперативних рішень. Критично важливим є врахування невизначеності вхідних даних через імовірнісне моделювання готовності вантажів, застосування методів прогнозування часових рядів для оцінки майбутньої завантаженості інфраструктури та розробка адаптивних стратегій, що дозволяють коригувати план маршруту в процесі його реалізації при виникненні відхилень від прогнозованих параметрів.

Для умов України застосування інтелектуальних алгоритмів формування ступінчастих маршрутів має особливу актуальність на експортних напрямках руху зернових та промислових вантажів до західних прикордонних станцій. В Україні концентрується значна кількість станцій відправлення агропродукції, де обсяги готових до відправлення вагонів суттєво коливаються залежно від сезону, стану врожаю та логістики автодоставки зерна до елеваторів. Застосування інтелектуальних систем планування може забезпечити динамічне формування оптимальних маршрутів з урахуванням поточної ситуації, що дозволить підвищити середню довжину составів та скоротити кількість локомотиворейсів. Перспективи подальших досліджень включають розробку спеціалізованих алгоритмів для різних категорій вантажів з урахуванням їх специфічних обмежень, створення імітаційних моделей для тестування ефективності різних стратегій формування маршрутів та розробку архітектури системи підтримки рішень для інтеграції з існуючими автоматизованими системами управління перевезеннями на залізничному транспорті.

[1] Corman, F., D'Ariano, A., Pacciarelli, D., Pranzo, M. Bi-objective conflict detection and resolution in railway traffic management. *Transportation Research Part C*, 2012, 20(1), 79-94.

[2] Zhao, L., Li, H., Li, M., Sun, Y., Hu, Q., Mao, S., Li, J., Xue, J. Location selection of intra-city distribution hubs in the metro-integrated logistics system. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 2018, 80, 246-256.

- [3] Xiao, J., Zhang, R., Lin, B., Yang, L. Solving the train formation plan network problem of the single-block train and two-block train using a hybrid algorithm of genetic algorithm and tabu search. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 2018, 86, 124-146.
- [4] Wang, P., Zhang, Q., Wen, C., Li, S., Liu, Y. A multi-task deep reinforcement learning approach to real-time railway train rescheduling. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2024, 192, 103779.
- [5] Martinelli, D.R., Teng, H. Optimization of railway operations using neural networks. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 1996, 4(1), 33-49.

УДК 656.2

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ
ПРОГНОЗНОГО АНАЛІЗУ В УПРАВЛІННІ ЕКСПОРТНИМИ
ВАНТАЖОПОТОКАМИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**RESEARCH ON THE POSSIBILITIES OF APPLYING PREDICTIVE
ANALYSIS TECHNOLOGIES IN MANAGING EXPORT FREIGHT FLOWS
OF RAILWAY TRANSPORT**

*канд. техн. наук, доцент О.М. Костенніков, аспірант С.В. Круподеря
Український державний університет залізничного транспорту (м.
Харків)*

*O. Kostiennikov, PhD (Tech.), Associate Professor, postgraduate
student S. Krupoderia
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Зростання обсягів експорту агропродукції, металургійної продукції та контейнерних вантажів через західні кордони України створює підвищене навантаження на прикордонні станції та транспортні коридори. Традиційні методи планування вантажопотоків базуються переважно на історичному досвіді та експертних оцінках, що не завжди дозволяє оперативно реагувати на динамічні зміни попиту та пропускної здатності інфраструктури. У цьому контексті дослідження можливостей застосування технологій прогностичного аналізу для оптимізації управління експортними перевезеннями набуває особливої актуальності.

Прогностичний аналіз у сфері залізничних вантажних перевезень можна визначити як сукупність методів та технологій, що використовують математичне моделювання, статистичний аналіз та алгоритми машинного навчання для передбачення майбутніх транспортних потреб та оптимізації розподілу ресурсів [1]. Основними завданнями прогнозування є визначення обсягів вантажопотоків, прогнозування завантаження станцій та напрямків перевезень, а також оцінка потреби у рухомому складі.

На відміну від традиційних методів планування, що застосовуються на