

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту

ІТТ | ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ
ТРАНСПОРТНІ
ТЕХНОЛОГІЇ



ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

V МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

ПРОГРАМА КОНФЕРЕНЦІЇ



ІТТ2024

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

**Тези доповідей 5-ої міжнародної
науково-технічної конференції**

«ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Харків 2024

5-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 25–27 листопада 2024 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. – 339 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, 2024

У перспективі слід запропонувати використання екологічних транспортних засобів: електричні та гібридні автобуси (тролейбуси) для зменшення вуглецевого сліду. Таким чином, комплексний підхід до інтеграції високошвидкісної залізничної магістралі з міською транспортною системою забезпечить ефективніше, зручніше та екологічно чистіше пересування містян.

[1] Бутько Т.В., Прохорченко Г.О. Формування процедури автоматизації розробки графіку руху поїздів на основі алгоритму штучних бджолиних колоній. Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. - 2015. - Вип. 9. - С. 10-15.

[2] Ломотько Д.В., Філіпський О.В., Ломотько М.Д., Красноштан О.М. Формування узгодженого графіку руху для мультимодальних пасажирських перевезень за участю залізничного транспорту // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, 2019.- № 2(135).- с. 49-58. DOI: 10.18664/iksz.v0i2.164954.

[3] Ломотько Д.В., Філіпський О.В., Ломотько М.Д., Красноштан О.М. Удосконалення технології мультимодальних залізничних пасажирських перевезень за участю автотранспорту // Залізничний транспорт України, 2019.- № 2(135).- с. 4-16. DOI: 10.34029/2311-4061-2019-131-2-04-16.

УДК: 656.222.3

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РІШЕННЯ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ МАНЕВРОВИМИ ОПЕРАЦІЯМИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

INTELLIGENT SOLUTIONS FOR SHUNTING OPERATIONS MANAGEMENT USING ENERGY-EFFICIENT TECHNOLOGIES

д.т.н., професор, Д.В. Ломотько¹, М.Д. Ломотько¹, аспірант О. Іщука²

¹Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

²Інститут Ризького Технічного Університету (м. Рига, Латвія)

Dr. Sc. (tech.), professor, Denis Lomotko¹, Mykola Lomotko¹, PhD student O. Ishchuka²

¹Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

²Institute of Riga Technical University (Riga, Latvia)

В даний час підвищення ефективності маневрових операцій на сортувальних станціях є одним із ключових завдань у транспортній логістиці [1]. Традиційні методи управління маневровими процесами часто пов'язані з високими витратами енергії та недостатньою автоматизацією на станціях. Ці проблеми призводять до підвищення експлуатаційних витрат та зниження загальної продуктивності роботи станцій. У зв'язку з розвитком інтелектуальних транспортних систем з'являється можливість значно покращити керування маневровими операціями, скоротити енерговитрати та підвищити екологічну безпеку залізничного транспорту [2].

Мета цієї роботи – запропонувати інтелектуальні та енергоефективні рішення, спрямовані на оптимізацію маневрових операцій та підвищення їх ефективності.

Для вирішення цього завдання необхідно застосувати комплексний метод, що включає впровадження інтелектуальних транспортних систем та енергоефективних технологій. Одним із ефективних методів для оптимізації управління маневровими операціями є використання генетичних алгоритмів [3], які здатні вирішувати завдання пошуку найкращих рішень у складних системах із безліччю змінних. Такий підхід дозволить оптимізувати керування маневровими операціями на основі автоматизованих рішень, використання даних у реальному часі для мінімізації енерговитрат.

Генетичні алгоритми (ГА) - це потужний інструмент для вирішення задач оптимізації, і вони широко застосовуються в різних галузях науки та техніки. Розглянемо приклади наукових статей, де використовувався ГА, щоб показати його застосування та ефективність.

Робота [4] наголошує на значущості використання ГА в задачі формування вантажних поїздів, що відкриває нові можливості для оптимізації процесів на сортувальних станціях. Підхід, що ґрунтується на ГА, може значно прискорити процес прийняття рішень, підвищити його ефективність та безпеку, що робить його актуальним для впровадження в реальних умовах.

У роботі [5] успішно продемонстровано застосування ГА для оптимізації планування руху поїздів. Результати дослідження показують, що впровадження ГА у стійку еластичну модель дозволяє збільшити доходи на 48% та скоротити час у дорозі на 25%. Крім того, модель демонструє високу чуйність до змін у цільовій функції часу в дорозі. Досягнення, такі як 50% поліпшення пропускної спроможності та збільшення доходу на 71%, підкреслюють практичну значущість ГА для підвищення ефективності та фінансових результатів у залізничному транспорті.

Дослідження [6] є практичним застосуванням завдання енергоефективного управління поїздами (ЕЕТС). Дослідження фокусується на визначенні швидкісного профілю шляху, що мінімізує витрату енергії на потяг для поїздів, враховуючи зміни в розкладі, викликані непередбачуваними подіями. Для вирішення цього завдання пропонуються три методи: конструктивна евристика, багатопочаткова рандомізована конструктивна евристика та ГА. Численні експерименти на реальних прикладах показують, що розроблені методи забезпечують високоякісні рішення з відповідним часом обчислень для додатків у реальному часі.

У статті [7] представлено дворівневий енергоефективний метод оптимізації розкладу поїздів, що ґрунтується на рішенні Парето «енергія-час». Розроблено багатоцільовий метод, що враховує ухили та криві, а також удосконалений генетичний алгоритм (INSGA-II) для досягнення оптимального швидкісного профілю шляху. Використовується модель цілого лінійного програмування (ILP) для оптимізації розкладу з новим методом ВВОТ. Дослідження на ділянці Пекін-

Цізнань показало, що оптимізований розклад дозволяє заощадити до 18,69% енергії при своєчасному прямуванні поїздів, а у випадках затримок економія становить 4,69%, 9,93% та 8,05%.

У статті [8] розглянуто завдання оптимізації маневрових операцій на сортувальних станціях з використанням моделі змішаного цілісного програмування (МІР), яка показала покращення на 10% порівняно з евристичними методами. Однак, основний недолік МІР полягає в його обчислювальній складності, що робить його менш придатним для завдань, що вимагають швидкого прийняття рішень у реальних умовах станції. ГА міг би запропонувати більш гнучке та ефективно вирішення цієї проблеми, забезпечуючи швидке знаходження близьких до оптимальних рішень за рахунок еволюційного пошуку у великому просторі рішень.

У наші дні необхідно підвищувати ефективність маневрових операцій, що потребує впровадження інтелектуальних транспортних систем та енергоефективних технологій. ГА є ефективним інструментом для оптимізації цих процесів, дозволяючи скоротити енерговитрати та підвищити безпеку прийняття рішень. Проведені дослідження показують, що використання ГА може призвести до значного збільшення доходів та поліпшення пропускної спроможності. Хоча традиційні методи, такі як МІР, мають свої плюси, але їх складність у розрахунках робить ГА більш ефективним.

[1] Logistics approach in energy-efficient technology for shunting work at the marshalling station, Ischuka, O., Lomotko, D., Lomotko, M., *Transport Means 2022, Proceedings of the International Conference, 2022-October*, p. 431–436.

[2] Energy Efficiency Directive. веб-сайт. URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive_en

[3] Genetic algorithms and genetic programming, Taylor & Francis, 2009, веб-сайт. URL: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/85641>

[4] Formation of a model for the rational placement of cars with dangerous goods in a freight train, O.Lavrukhin, A. Kovalov, D.Kulova, A. Panchenko., *Procedia Computer Science, Volume 149, 2019*, p. 28-35.

[5] Elastic train scheduling model, Ahmad Reza Jafarian-Moghaddam, *Applied Soft Computing, Volume 110, October 2021*, DOI: [org/10.1016/j.asoc.2021.107627](https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107627)

[6] Energy-efficient train control: a practical application, Cacchiani, V., Carmine, A., Lanza, G., *Book: Advances in optimization and decision science for society, Services and enterprises, December 2018*, DOI: [10.1007/978-3-030-34960-8_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-34960-8_6)

[7] Energy-efficient timetable optimization empowered by time-energy Pareto solution under actual line conditions, Huiru Zhang; Limin Jia; Li Wang; Xinyue Xu; Fei Dou, *IEEE Transactions On Intelligent Transportation Systems, Volume 25, NO. 7, JULY 2024*, p. 7106- 7124.

[8] The train marshalling by a single shunting engine problem, J.-A. Adlbrecht, B. Hüttler, Jan Zazgornik, M.Gronalt, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Volume 58, Part A, September 2015*, p. 56-72.