

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління експлуатаційною роботою

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАГОНОПОТОКІВ, ЩО ПРЯМУЮТЬ
В НАПРЯМКУ ДЕРЖАВНИХ КОРДОНІВ

Пояснювальна записка та розрахунки

до кваліфікаційної роботи

УОВПН300.00.00.000 ПЗ

Розробив здобувач групи 216-ОМП-Д23
спеціальності 275/275.02 – Транспортні
технології (на залізничному транспорті)
(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)



Анна НЕПРАН

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Лілія РИБАЛЬЧЕНКО

Рецензент: доцент, канд. техн. наук.

Ольга ШАПАТІНА

2024

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 12 слайдів презентації, 70 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 13 рисунків, 4 таблиці, 27 літературних джерел.

Ключові слова: управління вагонопотоками, міжнародне сполучення, оптимізація перевезень, інформаційно-керуюча система.

Об'єктом дослідження є виробничий процес управління вагонопотоками на залізничному транспорті.

Метою дослідження є удосконалення організації вагонопотоків, що прямують у напрямку державних кордонів, шляхом розроблення математичної моделі на основі генетичних алгоритмів, використання сучасних технологій штучного інтелекту та впровадження автоматизованої системи управління, яка забезпечить оптимізацію процесів перевезень та підвищення їхньої ефективності у міжнародному сполученні.

На основі проведених досліджень удосконалено технологію організації вагонопотоків за допомогою розробленої математичної моделі, заснованої на генетичних алгоритмах. Модель дозволяє диспетчерам приймати оптимальні рішення щодо організації вагонопотоків, враховуючи різноманітні чинники, що впливають на процес перевезень, і спрямована на мінімізацію витрат та підвищення ефективності перевезень у міжнародному сполученні. Також удосконалено структуру і функціональні завдання автоматизованої інформаційно-керуючої системи, яка інтегрує сучасні технології штучного інтелекту, що підвищують зручність та оперативність роботи диспетчерського апарату, а також якість управління перевезеннями. Запропоновані рішення дозволяють оптимізувати маршрути, враховуючи змінні умови, і забезпечують створення ефективної системи управління міжнародними перевезеннями, що дозволяє оперативно адаптуватися до змін та оптимізувати витрати.

ABSTRACT

This qualification work includes 12 presentation slides, 70 A4 pages of explanatory notes, featuring 13 figures, 4 tables, and 27 literary sources.

Keywords: freight flow management, international connections, transportation optimization, information and control system.

The object of the research is the production process of freight flow management in railway transport.

The goal of the research is to improve the organization of freight flows heading towards state borders by developing a mathematical model based on genetic algorithms, utilizing modern artificial intelligence technologies, and implementing an automated management system that will optimize transportation processes and increase their efficiency in international connections.

Based on the research conducted, the technology for organizing freight flows has been improved through the developed mathematical model based on genetic algorithms. The model enables dispatchers to make optimal decisions regarding the organization of freight flows, taking into account various factors that affect the transportation process. It is aimed at minimizing costs and improving transportation efficiency in international connections. Additionally, the structure and functional tasks of the automated information and control system have been enhanced, integrating modern artificial intelligence technologies that improve the convenience and efficiency of the dispatcher's operations and the quality of transportation management. The proposed solutions allow for route optimization, taking into account changing conditions, and ensure the creation of an effective management system for international transportation, enabling rapid adaptation to changes and cost optimization.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра управління експлуатаційною роботою

Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

професор, д-р техн. наук

 Тетяна БУТЬКО

«30» грудня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Непран Анні Олексіївни

1 Тема «Удосконалення організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів»

керівник Рибальченко Лілія Ігорівна, канд. техн. наук, доц.

затверджена розпорядженням по факультету Управління процесами перевезень від 30 вересня 2024 року №12/24



2 Строк подання здобувачем закінченої роботи – 30 грудня 2024 року

3 Вихідні дані: техніко-економічні показники роботи регіональних філій України, кількість перевезених вантажів залізницями України, експорт, імпорт вантажів, транзитні перевезення, аналіз існуючих наукових досліджень в області організації вантажних перевезень у міжнародному сполученні.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1 Аналіз функціонування міжнародної транспортної системи України. 2 Формалізація технології організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів. 3 Удосконалення структури та комплексу задач інформаційно-керуючої системи з організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів. 4 Розрахунок економічної ефективності впровадження автоматизованої технології для удосконалення організації вагонопотоків. Висновки.

5 Перелік графічного матеріалу: мета, предмет, об'єкт, задачі дослідження, наукова новизна, аналіз статистичних даних основних показників експлуатаційної роботи, статистичні дані вантажних перевезень, оптимізаційна модель формалізації технології організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів, структурна схема роботи генетичного алгоритму пошуку оптимального варіанту організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів, обґрунтування економічної доцільності від впровадження розробленої автоматизованої технології, висновки.

6 Консультанти окремих розділів


Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Оцінка економічної ефективності проектного рішення	Наталія ГРИЦЕНКО, доцент, к.е.н		

7 Дата видачі завдання 30 вересня 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН





Назва етапів	Строк виконання	Примітка
1 Аналіз функціонування міжнародної транспортної системи України	21.10.2024	виконано
2 Формалізація технології організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів	11.11.2024	виконано
3 Удосконалення структури та комплексу задач інформаційно-керуючої системи з організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів	02.12.2024	виконано
4 Розрахунок економічної ефективності впровадження автоматизованої технології для удосконалення організації вагонопотоків	22.12.2024	виконано
Оформлення роботи	26.12.2024	виконано

Здобувач  Анна НЕПРАН

Керівник  Лілія РИБАЛЬЧЕНКО

Зміст

Вступ	8
1 Аналіз функціонування міжнародної транспортної системи України	11
1.1 Актуальний стан залізничного транспорту України в контексті міжнародних вантажоперевезень	11
1.2 Аналіз організації процесу управління вагонопотоками	14
1.2.1 Основні характеристики вагонопотоків	14
1.2.2 Порядок прямування вагонопотоків та плану формування вантажних поїздів у міжнародному сполученні	17
1.3 Аналіз системи управління вагонопотоками на закордонних залізницях	31
1.4 Аналіз останніх наукових досягнень в області організації вагонопотоків у міждержавному сполученні	36
2 Формалізація технології організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів	37
2.1 Передумови створення математичної моделі організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів	37
2.2 Розробка математичної моделі організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів	42

					УОВПН 200.00.00 ПЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів	Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.	Непран АО								
Перевір.	Рибальченко Л.						6	70	
Реценз.						УкрДУЗТ			
Н. Контр.	Рибальченко Л.								
Затверд.	Буцько Т.В.								

3	Удосконалення структури та комплексу задач інформаційно-керуючої системи з організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів	54
4	Розрахунок економічної ефективності впровадження автоматизованої технології для удосконалення організації вагонопотоків	66
	Висновки	72
	Список використаних джерел	74

					УОВПН 200.00.00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Організація вагонопотоків до державних кордонів – ключове завдання залізничної логістики. Глобалізація економіки й зростання міжнародної торгівлі вимагають ефективності, гнучкості та надійності транспортних систем. Україна як транзитний вузол між Європою й Азією забезпечує стабільне перевезення вантажів, що підкреслює важливість дослідження цієї теми.

Сучасні виклики, такі як зростання обсягів перевезень, адаптація до попиту та відповідність міжнародним стандартам, потребують системного підходу до транспортної логістики. Проблеми з управлінням вагонопотоками, перевантаженістю інфраструктури й координацією операторів впливають на своєчасність перевезень.

Актуальність роботи зумовлена необхідністю оптимізації ресурсів, зниження витрат і забезпечення стабільності вантажоперевезень. Інтеграція України до світових ринків і впровадження європейських стандартів вимагають нових підходів до логістики.

Таким чином, обране дослідження відповідає сучасним вимогам транспортної галузі та робить вагомий внесок у вдосконалення організації міжнародних вантажоперевезень.

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів.

Реалізація поставленої мети потребує постановки та вирішення таких основних задач дослідження:

- провести статистичний аналіз основних показників експлуатаційної роботи регіональних філій АТ «Укрзалізниця»;
- провести аналіз сучасного стану залізничної транспортної системи України в системі міжнародних перевезень;
- провести аналіз останніх наукових досягнень в області організації

вагонопотоків у міждержавному сполученні;

- формалізувати технологію організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів;

- удосконалити структуру та комплекс задач інформаційно-керуючої системи з організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів;

- обґрунтувати економічну доцільність від впровадження автоматизованої технології організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів.

Об'єкт дослідження – процес управління вагонопотоками на залізничному транспорті.

Предмет дослідження – технологія організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів.

Методи дослідження. Дослідження, які виконувались у роботі засновані на використанні методів системного аналізу та моніторингу параметрів вантажних перевезень із подальшим застосуванням математичного апарату генетичного алгоритму для формалізації процесу технології організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів.

Елементи наукової новизни отриманих результатів. В межах даної кваліфікаційної роботи надано теоретичне обґрунтування щодо підвищення якості перевезень у міжнародному сполученні за рахунок удосконалення існуючих технологій, а саме технології організації вагонопотоків на основі використання штучного інтелекту, який дозволить враховувати велику кількість факторів впливу на прийняття рішення оперативного персоналу та оптимізувати експлуатаційні витрати.

Для формалізації даного процесу було сформовано математичну модель організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів, яка базується на застосуванні методу генетичних алгоритмів і дозволяє диспетчерському апарату приймати рішення щодо організації

вагонопотоків з урахуванням всіх діючих вплив на цей процес факторів.

Дістали подальшого розвитку: комплекс функціональних задач, що вирішуються на автоматизованому робочому місці оперативних працівників шляхом інтеграції автоматизованої технології, що призначена для удосконалення технології організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів.

Матеріали кваліфікаційної магістерської роботи опубліковані у фаховому виданні МОН України [5].

Висновки

У кваліфікаційній роботі вирішено науково-прикладне завдання удосконалення організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів.

Основні результати та висновки полягають у наступному:

Проведено аналіз статистичних даних основних показників експлуатаційної роботи філій АТ «Укрзалізниця», який показав, що на даному етапі їх роботи загальні показники залишаються більш-менш стабільними. Обсяги перевезених вантажів та вантажообіг регіональних філій демонструють позитивну динаміку порівняно з попередніми роками. Особливо слід відзначити зростання перевезень агропродукції, що стало наслідком зміщення структури вантажопотоків у бік товарів сільськогосподарського сектору.

Транзитні перевезення залізничним транспортом України залишаються на стабільному рівні, однак їхня частка у загальному обсязі перевезень обмежена через геополітичні чинники та розвиток альтернативних транзитних маршрутів іншими країнами.

У результаті аналізу обігу вантажного вагона було виявлено, що його показники залишаються високими, що свідчить про необхідність вдосконалення існуючих технологій управління експлуатаційною роботою. Потребує оптимізації також система управління залізничним транспортом для забезпечення ефективності перевезень, скорочення часу обігу вагонів та покращення організації логістичних процесів.

Проведено аналіз сучасного стану залізничної транспортної системи України в системі міжнародних перевезень. Було підтверджено, що чинні технології та методи організації перевезень потребують подальшого вдосконалення. Це стосується автоматизації процесів, модернізації інфраструктури та оптимізації управління для підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту на міжнародному ринку.

Таким чином, залізнична транспортна система України має значний потенціал для розвитку, але вимагає впровадження нових технологій і удосконалення управлінських підходів для забезпечення ефективності перевезень та подальшого розвитку в умовах зростаючого попиту на міжнародні перевезення.

Проведено аналіз існуючих підходів щодо організації вагонопотоків та виявлено, що існує деяка недосконалість сучасної системи організації вагонопотоків, а саме: не всі фактори, що мають вплив беруться до уваги в умовах оперативної обстановки.

Формалізовано технологію організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів на основі оптимізаційної моделі, яка базується на застосуванні еволюційного методу. Перевагою моделі є відносна швидкість надання раціонального рішення, незважаючи на велику кількість умов і факторів і спроможність до адаптування, що дуже важливо для поставленої задачі.

Удосконалено структуру та комплекс задач інформаційно-керуючої системи з організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів шляхом інтеграції сформованої оптимізаційної моделі у систему підтримки прийняття рішення до автоматизованого робочого місця поїзного диспетчера, яке пов'язано та базується на інформації, яка надається із системи АСК ВП УЗ-Є.

В результаті обґрунтування економічної доцільності від впровадження автоматизованої технології організації вагонопотоків, що прямують в напрямку державних кордонів виявлено, що економічний ефект від впровадження розробленої системи за 5 років становить 6802433,49 грн., а коефіцієнт рентабельності – 0,19.

Список використаних джерел

1. Про залізничний транспорт: Закон України від 4 липня 1996 року № 273/96-ВР. *Відомості Верховної Ради України*. 1996. № 40. С. 183.
2. Центр транспортних стратегій [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cfts.org.ua> – (Дата звернення: 12.10.2024).
3. Державна служба статистики України. Архів оперативної статистики: Перевезення вантажів залізничним транспортом [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/tr.htm – (Дата звернення: 13.10.2024).
4. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс]: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 р. № 430-р. — Київ, 2018. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text> – (Дата звернення: 15.10.2024).
5. Рибальченко Л. І., Непран А. О. Удосконалення управління вагонопотоками, які прямують в напрямку кордону. *Інтелектуальні транспортні технології: тези доп. 5-ї міжнар. наук.-техн. конф., м. Харків, 2024 р.* Харків : УкрДУЗТ, 2024. С. 135–136.
6. Про інноваційну діяльність: Закон України від 04.07.2002 р. № 40-ІV. *Голос України*. 2002. 5 лип. (№ 125). С. 10–12.
7. Про транзит вантажів: Закон України за станом на 20 жовтня 1999 р. / Верховна Рада України. – *Офіційне видання*. – Київ: Парламентське вид-во, 1999.
8. Шевченко, А. І. Резерви транзитності вагонопотоків. *Залізн. трансп. України*. 2008. № 2. С. 40–42.
9. Андрющенко В. О. Удосконалення процесів експлуатації вагонних парків з урахуванням особливостей їх обліку і використання: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20. Дніпро, 2008. 20 с.

10. Кириченко Г. І. Проблематика застосування інформаційних технологій в управлінні процесами доставки вантажу. *Проблеми транспорту*. 2012. Вип. 9. С. 17–27.

11. Кириченко Г. І. Моделювання сценаріїв переміщення вантажів у ланцюгах доставки / Г. І. Кириченко [та ін.]. *Транспортні системи та технології перевезень*: зб. наук. праць / Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпропетровськ, 2016. Вип. 12. С. 32–37.

12. Альошинський Є. С. Дослідження функціонування транспортного комплексу по доставці вантажів при міжнародних залізничних перевезеннях. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2008. № 5–6. С. 26–30.

13. Данько, М. І., Лаврухін, О. В., Рибальченко, Л. І. Оптимізація використання порожнього парку вагонів за допомогою генетичних алгоритмів. *Збірник наукових праць*. 2011. Вип. 122. С. 7.

14. Альошинський Є. С. Розробка моделі функціонування системи залізничних вантажних перевезень в міжнародних транспортних коридорах. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2008. № 2. С. 31–35.

15. Zhang, X., Li, P., Ma, X., Liu, Y. Railway wagon flow routing locus pattern intelligent recognition algorithm based on SST. *Smart and Resilient Transportation*. 2020. Vol. 1, No 1. P. 1–10.

16. Jumayev, S., Khudayberganov, S., Bashirova, A., Akhmedova, M. Measures to reduce the loading of stations depending on their geoposition. *E3S Web of Conferences*. 2023. Vol. 371, 06011. P. 1–10.

17. A Freight Service Design Problem for a Railway Corridor. *Transportation Science*. 2011. Vol. 45, No 2. P. 147–162.

18. Rajasekaran, S., Vijayalakshmi Pai, G. A. Neural Networks, Fuzzy Logic and Genetic Algorithm: Synthesis and Applications (with CD). *PHI Learning Pvt. Ltd.*, 2003. P. 1–456.

19. Fazlollahtabar, H., Saidi-Mehrabad, M., & Balakrishnan, J. (2015). Mathematical optimization for earliness/tardiness minimization in a multiple automated guided vehicle manufacturing system via integrated heuristic algorithms. *Robotics and Autonomous Systems*, 72, 131-138.
20. Qiu, L., Hsu, W.-J., Huang, S.-Y., & Wang, H. (2002). Scheduling and routing algorithms for AGVs: a survey. *International Journal of Production Research*, 40(3), 745-760.
21. Sitek, P. (2014). A hybrid approach to the two-echelon capacitated vehicle routing problem (2E-CVRP). *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 267, 251–263.
22. Данько М. І., Альошинський Є. С., Кіхтєва Ю. В. Розробка методики розрахунку прогновної оцінки по затримкам вагонів на прикордонних передавальних залізничних станціях. *Східно європейський журнал передових технологій*. 2007. № 5/2 (29). С. 61–65.
23. Дьомін Ю. В., Терещак Ю. В. Шляхи розвитку міжнародних перевезень на основі безперевантажувальних технологій. *Залізничний транспорт України*. 2009. № 1. С. 3–6.
24. Козаченко Д. М., Верлан А. І., Германюк Ю. М. Удосконалення методів оцінки залізничного транспорту у сфері міжнародних транзитних перевезень. *Залізничний транспорт України*. 2013. Вип. 2 (99). С. 40–42.
25. Брінь П. В. Інноваційний менеджмент: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – 129 с.
26. Балака Є.І., Зоріна О.І., Колесникова Н.М., Писаревський І.М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: навч. посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – 210 с.
27. Позднякова Л. О., Дейнека О. Г., Жердєв М. Д. та ін. Економіка залізничного транспорту: навч. посібник / за заг. ред. Л. О. Позднякової, О. Г. Дейнеки. Харків: УкрДАЗТ, 2010. 243 с.