

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління експлуатаційною роботою

ПРИШВИДШЕННЯ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ
СПОЛУЧЕННІ ЗА РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ
ТЕХНІЧНИХ СТАНЦІЙ

Пояснювальна записка та розрахунки

до кваліфікаційної роботи

ПДВМС.300.00.00.000 ПЗ

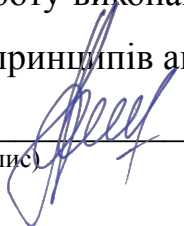
Розробив здобувач групи 211-ТТ-323

спеціальності 275/275.02 – Транспортні

технології (на залізничному транспорті)

(роботу виконано самостійно, відповідно

до принципів академічної доброчесності)


Сергій ЛОСКУЧЕРЯВИЙ

(підпис)

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Віктор ПРОХОРОВ

Рецензент: професор, д-р техн. наук

Олександр ОГАР

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 11 слайдів презентації, 68 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 15 рисунків, 3 таблиці, 16 літературних джерел.

Ключові слова: МІЖНАРОДНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, СИСТЕМА НЕЧІТКОГО ВИВОДУ, ОПЕРАТИВНЕ ПЛАНУВАННЯ РОБОТИ СТАНЦІЙ.

Об'єктом дослідження є процес організації вантажних залізничних перевезень.

Метою дослідження є підвищення ефективності функціонування підсистеми вантажних залізничних перевезень шляхом удосконалення технології оперативного планування роботи сортувальних станцій.

В рамках роботи було досліджено питання удосконалення системи організації міжнародних вагонопотоків на українській залізниці з урахуванням умов своєчасного доставлення вантажів. У роботі проаналізовано існуючі системи організації вагонопотоків та визначено перспективи їх модернізації. Розроблено математичну модель для визначення пріоритетів при обробці вагонів на сортувальних станціях враховуючи міжнародні вагонопотоки, а також створено передумови для автоматизації процесів оперативного планування.

Особливу увагу приділено формуванню вимог до автоматизованої системи оперативного планування роботи сортувальної станції, включаючи розробку інтерфейсів та структури інформаційно-керуючої системи. Проведено оцінку економічної ефективності впровадження запропонованих рішень.

Результати роботи спрямовані на підвищення ефективності управління вагонопотоками, оптимізацію роботи сортувальних станцій і забезпечення своєчасного доставлення вантажів.

ABSTRACT

This qualification work includes 11 presentation slides, 68 pages of an explanatory note in A4 format, containing 15 figures, 3 tables, and 16 references.

Keywords: INTERNATIONAL TRANSPORTATION, FUZZY INFERENCE SYSTEM, OPERATIONAL STATION PLANNING.

The object of the study is the process of organizing freight railway transportation.

The aim of the study is to improve the efficiency of the freight railway transportation subsystem by enhancing the technology of operational planning at sorting stations.

The work explores the improvement of the system for organizing international wagon flows on Ukrainian railways, considering the conditions for timely cargo delivery. The study analyzes existing wagon flow organization systems and identifies prospects for their modernization. A mathematical model was developed to determine priorities for wagon processing at sorting stations, taking into account international wagon flows, and prerequisites were created for automating operational planning processes.

Particular attention is given to the formulation of requirements for an automated operational planning system for sorting stations, including the development of interfaces and the structure of an information management system. The economic efficiency of implementing the proposed solutions was evaluated.

The results of this work aim to enhance the efficiency of wagon flow management, optimize sorting station operations, and ensure the timely delivery of cargo.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра управління експлуатаційною роботою

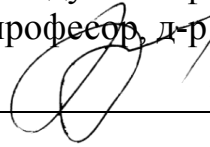
Освітній рівень: магістр

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

Лоскучерявому Сергію Васильовичу

1 Тема роботи «Пришвидшення доставки вантажів у міжнародному сполученні за рахунок удосконалення технології роботи технічних станцій»

керівник Прохоров Віктор Миколайович, канд. техн. наук, доцент

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

2 Строк подання (проекту) роботи 30 грудня 2024 року

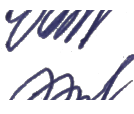
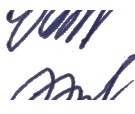
3 Вихідні дані до роботи статистичні дані про динаміку основних кількісних і якісних показників роботи АТ «Укрзаїнська Залізниця» та його філій у галузі вантажних перевезень. Абстрактні дані для моделювання роботи сортувальної станції. Техніко-економічні показники роботи АТ «Укрзаїнська Залізниця».

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ; аналіз умов здійснення вантажних залізничних перевезень; аналіз існуючих систем організації вагонопотоків; формування математичної моделі побудови оперативного плану роботи сортувальної станції в умовах забезпечення дотримання термінів доставки вантажів; формування вимог до впровадження запропонованої автоматизованої системи та її інтеграції до системи АСК ВП УЗ Є; оцінка економічної ефективності від впровадження запропонованої автоматизованої системи.

5 Перелік графічного матеріалу: тема магістерської кваліфікаційної роботи; мета і задачі дослідження, об'єкт дослідження, предмет дослідження; наукова новизна отриманих результатів; аналіз динаміки основних кількісних і якісних показників роботи АТ «Укрзаїнська Залізниця»; аналіз динаміки штрафних виплат за недотримання терміну доставки вантажів; модель побудови оперативного плану

роботи сортувальної станції; оперативний план роботи технічної станції; структура інформаційно-керуючої системи; економічні розрахунки.


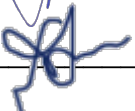
6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування запропонованого проектного рішення	Наталія ГРИЦЕНКО, доцент, к.е.н.		

7. Дата видачі завдання 30 вересня 2024 р.


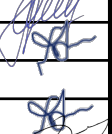


КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Аналіз умов здійснення вантажних залізничних перевезень.	15.10.2024	
2. Аналіз систем організації вагонопотоків	30.10.2024	
3. Формування математичної моделі побудови оперативного плану роботи сортувальної з урахуванням аналізу термінів доставки вантажів	20.11.2024	
4. Формування вимог до впровадження автоматизованої системи до АСК ВП УЗ Є	10.12.2024	
5. Оцінка економічної ефективності впровадження	15.12.2024	
Оформлення роботи	30.12.2024	

Здобувач  Сергій ЛОСКУЧЕРЯВИЙ
Керівник  Віктор ПРОХОРОВ

Зміст

Вступ	7
1 Умови здійснення вантажних залізничних перевезень в Україні	11
2 Аналіз існуючих систем організації вагонопотоків та перспективи удосконалення системи організації вагонопотоків на українській залізниці	18
2.1 Аналіз системи організації вагонопотоків на українській залізниці	18
2.2 Аналіз важливості забезпечення умов для своєчасного доставлення вантажів на етапі оперативного планування роботи сортувальної станції	19
2.3 Формування моделі визначення пріоритетів при обробці вагонів на основі аналізу терміну доставки вантажу	21
2.4 Передумови автоматизації процесів оперативного планування роботи сортувальних станцій	29
2.5 Розробка математичної моделі побудови оперативного плану роботи сортувальної станції	37
3 Формування вимог до створення автоматизованої системи оперативного планування роботи технічної станції	51
3.1 Визначення вимог до інтерфейсів АРМ клієнтського рівня інформаційно-керуючої системи	51
3.2 Визначення структури та режиму функціонування інформаційно-керуючої системи	54
4 Визначення економічної ефективності від впровадження автоматизованої системи оперативного планування роботи сортувальної станції	59
Висновки	65
Список використаних джерел	67

					ПДВМС 300.00.00 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Лоскучерявий			Пришвидшення доставки вантажів у міжнародному сполученні за рахунок удосконалення технології роботи технічних станцій	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Прохоров					6	68
<i>Н. контр.</i>		Прохоров			УкрДУЗТ			
<i>Замв.</i>		Бутько						

Вступ

У сучасних умовах високої конкуренції на транспортному ринку забезпечення надійності функціонування транспортних систем є одним із ключових факторів залучення клієнтів. Залізнична транспортна система загалом відповідає цим вимогам, проте останнім часом спостерігається тенденція до нестабільності основних технічних та експлуатаційних показників її роботи. Така нестабільність негативно впливає на здатність залізниці відповідати клієнтським вимогам щодо точності та своєчасності доставки вантажів. Ці проблеми значною мірою обумовлені недоліками в існуючій системі оперативного планування та управління транспортними процесами.

Важливість розв'язання цієї проблеми підкреслюється в "Концепції Державної програми реформування залізничного транспорту України", схваленій Кабінетом Міністрів України 27 грудня 2006 року (розпорядження № 651-р). Одним із ключових напрямів реформування є впровадження сучасних підходів до організації вантажних перевезень шляхом розвитку системи оперативного планування роботи сортувальних станцій, які є важливим елементом вантажної залізничної системи України.

Актуальність цієї проблеми підтверджується офіційними статистичними даними "Укрзалізниці", які свідчать про суттєве погіршення основних показників роботи за останнє десятиліття. Наприклад, середній час простою вантажних вагонів під час виконання однієї операції збільшився більш ніж на 30 годин. Загальний обсяг перевезень вантажів знизився на 22%, а середній оборот вантажного вагона зріс із 4,34 діб у 2005 році до 9,6 діб у сучасний період.

Додатково, значне скорочення локомотивного парку також негативно вплинуло на ефективність роботи. Зокрема, кількість магістральних вантажних локомотивів зменшилася на 23,3%, а маневрових локомотивів — на 40,7%. Скорочення парку супроводжувалося зменшенням чисельності персоналу

локомотивного господарства на 41%, що перевищує темпи скорочення експлуатованих локомотивів (32,4%).

Усе це свідчить про необхідність розроблення нових підходів до планування та управління вантажними перевезеннями, які враховують сучасні виклики та обмеження. Особливу увагу слід приділити вдосконаленню технологічних процесів на сортувальних станціях, інтеграції автоматизованих систем управління та оптимізації використання наявних ресурсів. Такий комплексний підхід здатен підвищити надійність роботи залізничної системи, зменшити витрати та забезпечити високу конкурентоспроможність залізничного транспорту на ринку.

Збільшення обороту вантажних вагонів спричинило зростання вартості залізничних перевезень, що змусило адміністрацію залізниць підвищити тарифи. У свою чергу, це загострило проблему дефіциту вантажних вагонів. Наразі залізниця працює на межі своїх технічних і організаційних можливостей, намагаючись задовольнити потреби промислових і аграрних виробників у перевезеннях. Проте це вже змушує багатьох клієнтів шукати альтернативні способи транспортування, зокрема автомобільним транспортом, який пропонує вищу гнучкість та передбачуваність.

Ще однією суттєвою причиною погіршення ситуації у вантажних перевезеннях є значні коливання обсягів вантажопотоків. Ці коливання призводять до перевищення планових вагонопотоків на технічних станціях, через що заплановані обсяги формування поїздів не відповідають реальним умовам. Невідповідність між плановими та фактичними обсягами спричиняє перевантаження станцій і затримки у виконанні операцій.

Одним із перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є впровадження системи оперативного коригування плану формування поїздів. Проте позитивний ефект від такого коригування може бути нівельований інертністю сортувальних станцій, які часто не здатні швидко адаптуватися до змін. Особливо це стосується великих сортувальних станцій із високим рівнем складності технологічних процесів. Для підвищення швидкості та ефективності реагування станцій на зміни необхідно автоматизувати процес оперативного планування їхньої роботи.

Розв'язання цього науково-практичного завдання вимагає формалізації математичної моделі роботи сортувальних станцій і визначення основних параметрів автоматизованої системи оперативного планування. Такий підхід дозволить мінімізувати технологічні витрати, що виникають під час функціонування станцій, та зменшити додаткові втрати вагоно-годин при переході до системи, в якій вантажні поїзди відправляються за графіком. Більшість таких поїздів матиме жорсткий розклад, що сприятиме підвищенню точності й передбачуваності перевезень.

Перехід до системи організації вагонопотоків із використанням графікових перевезень є не лише засобом покращення показників роботи залізниць, але й важливим інструментом для підвищення якості обслуговування клієнтів. Завдяки збільшенню прогнозованості термінів доставки вантажів залізничний транспорт може зберегти свою конкурентоспроможність у порівнянні з автомобільними перевезеннями, які вже зараз відбирають значну частку ринку.

Мета дослідження: підвищення ефективності функціонування підсистеми вантажних залізничних перевезень шляхом удосконалення технології оперативного планування роботи сортувальних станцій. Це дозволить мінімізувати витрати вагоно-годин у підсистемі розформування-формування завдяки впровадженню технологій оперативного коригування плану формування поїздів та автоматизації процесів оперативного планування роботи сортувальних станцій.

Об'єкт дослідження: процес організації вантажних залізничних перевезень.

Предмет дослідження: технологія оперативного планування роботи технічних станцій.

Завдання дослідження.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

- Провести аналіз стану вантажних залізничних перевезень на основі статистичних даних експлуатаційної роботи підрозділів АТ «Укрзалізниця».
- Дослідити досвід організації вагонопотоків на залізницях інших країн.

- Проаналізувати вітчизняний досвід організації вагонопотоків та виявити основні чинники, що спричиняють збільшення простоїв вагонів на сортувальних станціях.

- Формалізувати процес планування оперативної роботи сортувальної станції з урахуванням аналізу термінів доставки вантажів.

- Визначити вимоги до запропонованої моделі та способи її інтеграції в систему АСК ВП УЗ Є та АРМ оперативних керівників сортувальних станцій.

- Оцінити економічну ефективність впровадження запропонованих рішень.

Наукова новизна отриманих результатів

У процесі дослідження було удосконалено:

- Процедуру визначення пріоритетів черговості обробки вагонів на основі аналізу термінів доставки вантажів.

- Процедуру оперативного планування роботи сортувальної станції.

- Автоматизовану систему керування АСК ВП УЗ Є шляхом інтеграції до її складу системи підтримки для АРМ маневрового диспетчера сортувальної станції.

Інформаційна база дослідження

Під час виконання роботи автором було використано інформацію, зокрема вихідні дані, текст, методики, визначення характеристик, параметрів, розрахунків тощо, які містяться у джерелах [1–28], зазначених у списку використаних джерел.

Публікації: за темою магістерської роботи опубліковано одні тези доповіді [1].

Висновки

Технічні станції є ключовими елементами підсистеми вантажних перевезень залізничної транспортної системи України. Будь яке удосконалення технології вантажних залізничних перевезень впершу чергу повинно починатись із удосконалення і оптимізації технології роботи технічних станцій.

Проведено статистичні дослідження техніко-експлуатаційних показників роботи підсистеми вантажних залізничних перевезень. Виявлені негативні тенденції до падіння кількісних показників роботи і продуктивності вантажного вагона і залізниці в цілому та досить високе значення часу обігу вантажного вагона.

Виявлена кореляція між показником обігу і середньою величиною простою вантажного вагона на технічних станціях. Наслідком таких негативних тенденції є значне збільшення випадків перевищення граничних термінів доставки вантажів, про що свідчить майже десятикратне збільшення середньомісячних штрафних виплат Укзалізниці. Значний внесок до загальних обсягів виплат вносять випадки, пов'язані з перевезеннями у міжнародному сполученні. В першу чергу це наливні вантажі, затримка доставки яких також часто пов'язана з складнощами перевантаження на рухомий склад з європейським стандартом колеї, адже процес переливання однієї цистерни на прикордонній станції всередньому триває від 8 до 15 годин.

Для пошуку раціональних шляхів виходу із даного становища і підвищення ефективності і конкурентоспроможності галузі вантажних залізничних перевезень в Україні проведений аналіз технологій управління вантажними перевезеннями на залізницях країн Європи та США. Проведений аналіз вітчизняного досвіду з організації вагонопотоків та технології управління роботою сортувальних станцій.

Виявлено тенденції до підвищення часу простоїв вагонів на технічних станціях, збільшення величини обігу вантажного вагона на фоні критичного рівня зносу виробничих фондів залізниці і значних коливань обсягів вагонопотоків.

Крім того було виявлено, що таке погіршення кількісних і якісних показників використання рухомого складу загрожує значним збільшенням кількості випадків недотримання термінів доставки вантажів, що у свою чергу може призвести ПАТ «Укрзалізниця» до значних збитків.

З метою вирішення цього завдання було формалізовано процес планування оперативної роботи сортувальної станції із застосуванням теорії розкладу. Сформовано математичну модель і вирішено оптимізаційну задачу побудови оперативного плану роботи сортувальної станції в умовах забезпечення дотримання терміну доставки вантажів, особливу увагу приділено вагонам, що перевозять вантажі, які прямують у міжнародному сполученні.

Визначено вимоги до інтеграції даної задачі у вигляді автоматизованої системи оперативного планування роботи сортувальної станції до складу задач, які вирішуються у системі АСК ВП УЗ Є. Визначено основні вимоги до її впровадження і застосування на АРМ оперативних керівників сортувальних станцій.

На основі запропонованої математичної моделі створене програмне забезпечення та проведено моделювання.

Було проведено розрахунки економічного ефекту від впровадження запропонованої системи, який досягається за рахунок зменшення обігу вантажного вагона. Очікуваний сумарний економічний ефект за розрахунковий період з урахуванням приведення економічного результату і витрат до першого року розрахункового періоду склав більше 105,85 млн. грн, що підтверджує раціональність запропонованих рішень.

Список використаних джерел

1. Лоскучерявий С.В., Прохоров В.М. Пришвидшення доставки вантажів у міжнародному сполученні за рахунок удосконалення технології роботи технічних станцій. Тези доповідей 5-ої міжнародної міжнародної науково-технічної конференції "Інтелектуальні транспортні технології", ІТТ. 2024. (Харків, 25–27 листопада 2024 р), Харків, 2024. С. 96–97.
2. Музикіна Г. І., Болвановська Т. В., Жорова Є. М. Вплив параметрів накопичення вагонів на їх простій на сортувальній станції. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. 2008. №20. С. 198–201.
3. Вернигора Р. В., Єльнікова Л. О. Аналіз інтенсивності вантажних поїздопотоків на сортувальних станціях України. *Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна.* 2013. №6. С. 32–35.
4. Музикіна Г. І., Болвановська Т. В. Скорочення простою вагонів на сортувальних станціях за рахунок підвищення ефективності їх роботи. *Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту. Сер. : Транспортні системи і технології.* 2007. №12. С. 131–136.
5. Вернигора, Р. В., Єльнікова Л. О. Перспективи створення адаптивної системи оперативного управління роботою локомотивів та локомотивних бригад. Зб. наук. праць ДНУЗТ: Серія “Транспортні системи і технології перевезень”. 2012. № 4. С. 25–29.
6. Прохоров В. М., Калашнікова Т. Ю., Прокопов, А. О. Формування нечіткої моделі визначення пріоритету обробки вагонів на сортувальних станціях на основі аналізу факторів поточної затримки. *Science, engineering and technology: global and current trends : Proceedings of International scientific and practical conference.* (Prague, Czech Republic , september 25–26, 2020). Riga : Baltija Publishing, 2020. Part 2. P. 168–172.

7. Малахова О. А., Тищенко О. В. Визначення величини простою составів в очікуванні відправлення на сортувальних станціях. *Вісник Національного технічного університету «ХПИ»*. 2011. №58. С. 99–102.
8. Прохоров В. М. Розробка автоматизованої технології управління вагонопотоками на основі системної оптимізації плану формування поїздів : дис. ... канд техн. наук : 05.22.01 / Укр. держ. ун-т. зал. тр-ту. Харків, 2017. 189 с.
9. Čamaj, J., Šulko, P., Pečený, L. The new applications for operational planning and evaluation of train routes with the support of information systems in Slovak conditions. *Transport Means - Proceedings of the International Conference, 2019, 2019-October*, pp. 240-247
10. Буцько Т. В. Лаврухін О. В., Доценко Ю. В. Удосконалення управління процесом просування поїздопотоків на основі стабілізації обігу вантажного вагону. *Зб. наук. праць ДонІЗТ*. 2010. №22. С.18–26.
11. Марценюк, Л.В. Факторний аналіз обігу вантажних вагонів. Проблеми підвищення ефективності інфраструктури. *Зб. наук. праць НАУ*. 2012. №33. С. 141–147.
12. Буцько Т. В., Прохоров В. М., Чехунов Д. М. Технологія інтелектуального управління сортувальною станцією на основі багатоцільової оптимізації з використанням генетичних алгоритмів. *ІКСЗТ*. 2018. №4. С. 45–55.
13. Інструкція з оперативного планування поїзної і вантажної роботи на залізницях України ЦД-0052. Київ: Укрзалізниця, 2004.
14. Косолапов А. А. Системні характеристики АСК сортувальних станцій. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2014. №4. С.47–48.
15. Методичні вказівки з визначення норм часу на маневрові роботи, які виконуються на залізничному транспорті. Київ: Транспорт України. 2003. 96 с.
16. Методичні рекомендації щодо розробки економічної частини випускної роботи магістрів за спеціальністю «Транспортні технології на залізничному транспорті» : метод. вказів. / Є. І. Балака та ін. Харків: УкрДУЗТ, 2018. 11 с.