

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра залізничних станцій та вузлів

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ
ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ВАНТАЖНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ В УМОВАХ
МІЖНАРОДНОГО СПОЛУЧЕННЯ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

ПЕАТ.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 215-МКТ-Д23
спеціальності 275 / 275.02 (роботу
виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)



(підпис)

Юлія БИЧЕНКО

Керівник: доцент, кандидат техн. наук

Аліна КОЛІСНИК

Рецензент: доцент, кандидат техн. наук

Ольга ШАПАТІНА

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 12 слайдів презентації, 69 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 11 рисунків, 1 таблицю, 31 літературних джерела.

Ключові слова: АВТОМАТИЗОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ, ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ПРИКОРДОННІ СТАНЦІЇ, ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС.

Об'єктом дослідження є процес організації вантажних перевезень.

Метою дослідження є підвищення ефективності функціонування автоматизованої технології управління вантажними перевезеннями у міжнародному сполученні на основі моделювання руху потоків вантажів у контейнерах при взаємодії сортувальної і прикордонної станції в межах середовища інформаційно-керуючої системи.

У кваліфікаційній роботі розроблено оптимальну технологію транспортування вантажів залізницею від сортувальних станцій до прикордонних станцій з урахуванням місткості перевантажувального комплексу на прикордонній станції. Ця технологія дозволяє в реальному часі визначати найбільш економічний спосіб доставки вантажів залежно від їхньої накопиченої кількості: вантажними поїздами прямого сполучення — для великих обсягів вантажів, які потребують швидкої доставки або контейнерними поїздами — для середніх або малих обсягів, що дозволяє зменшити експлуатаційні витрати. Такий підхід забезпечує скорочення простоїв вантажів, зокрема у контейнерах на шляху прямування, зменшення часу проходження контейнерів через прикордонні станції в міжнародному сполученні.

ABSTRACT

This qualification work includes 12 presentation slides, 69 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 11 figures, 1 table, and 31 literature references.

Keywords: AUTOMATED TECHNOLOGY, FREIGHT TRANSPORT, BORDER STATIONS, TRANSSHIPMENT COMPLEX.

The object of the study is the the process of organising freight transport.

The purpose of the research is to improving the efficiency of the automated technology of freight transport management in international traffic based on modelling the movement of cargo flows in containers in the interaction of a sorting and border station within the environment of an information management system.

The qualification work developed an optimal technology for transporting goods by rail from marshalling yards to border stations, taking into account the capacity of the transshipment complex at the border station. This technology makes it possible to determine in real time the most cost-effective way of delivering goods depending on their accumulated quantity: by direct freight trains for large volumes of goods requiring fast delivery or by container trains for medium or small volumes, which reduces operating costs. This approach reduces freight downtime, in particular in containers en route, and reduces the time it takes for containers to pass through border stations in international traffic.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра залізничних станцій та вузлів

Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук

 Олександр ОГАР

«30» вересня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Биченко Юлії Віталіївни

1. Тема проекту (роботи) «Підвищення ефективності функціонування автоматизованої технології управління вантажними перевезеннями в умовах міжнародного сполучення»

керівник Колісник Аліна Володимирівна, канд. техн. наук, доцент
затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень від 30 вересня 2024 року № 12/24

2 Строк подання студентом роботи 25 грудня 2024 року



3. Вихідні дані до проекту (роботи) Технологічний процес, техніко-експлуатаційна характеристика станції Клепарів, статистичні дані з техніко-експлуатаційних показників станції Клепарів за 2021-2024 роки.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1 Аналіз вантажних перевезень в Україні 2 Аналіз технології роботи сортувальної станції. 3 Формалізація процесу управління транспортування вагонопотоків залізницею в умовах міжнародних перевезень. 4 Удосконалення структури інформаційно-керуючої системи перевізного процесу 5 Визначення економічної ефективності від впровадження автоматизованої технології взаємодії сортувальної і прикордонної станцій.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Мета та завдання дослідження 2 Об'єкт, предмет дослідження, елементи наукової новизни 3 Аналіз статистичних даних вантажних перевезень в Україні 4. Дослідження причин затримок вагонів на прикордонних станціях 5. Схеми станції Клепарів 6. Аналіз кількісних та якісних показників станції 6. Дослідження надходження контейнеропотоків на сортувальні та прикордонні станції 7. Математичні моделі транспортування контейнеропотоків до прикордонної передавальної станції 8. Структура інформаційно-керуючої системи 9. Розрахунки економічної ефективності запропонованої технології. 10. Висновки.

6 Консультанти окремих розділів

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

7 Дата видачі завдання 14 жовтня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

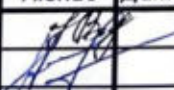
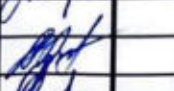
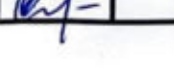

Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Аналіз стану дослідження вантажних перевезень в Україні	20.10.2024	<i>виконано</i>
2 Аналіз технології роботи сортувальної станції К	10.11.2024	<i>виконано</i>
3 Формалізація процесу управління транспортування вагонопотоків залізницею в умовах міжнародних перевезень	20.11.2024	<i>виконано</i>
4 Удосконалення структури інформаційно-керуючої системи перевізного процесу	10.12.2024	<i>виконано</i>
5 Визначення економічної ефективності від впровадження автоматизованої технології взаємодії сортувальної та прикордонної станції	20.12.2024	<i>виконано</i>
6 Оформлення роботи	25.12.2024	<i>виконано</i>

Студент  Юлія БИЧЕНКО

Керівник  Аліна КОЛІСНИК

Зміст

Вступ	7
1 Аналіз розвитку вантажних перевезень в Україні	11
1.1 Дослідження стану вантажних перевезень в Україні	11
1.2 Огляд наукових досліджень щодо удосконалення технології роботи залізничних станцій	17
1.3. Дослідження статистичних даних кількості обробки вантажів на прикордонних залізничних переходах	21
2 Аналіз технології роботи сортувальної станції К	25
2.2 Визначення кількісних та якісних показників роботи станції	30
3 Формалізація процесу управління транспортуванням вагонопотоків залізницею в умовах міжнародних перевезень	41
3.1. Побудова математичної моделі управління вагонопотоками при взаємодії сортувальної і прикордонної станції в умовах міжнародних перевезень	41
3.2 Оптимізація моделі	49
4 Удосконалення структури інформаційно-керуючої системи перевізного процесу в умовах міжнародного сполучення	53
4.1 Аналіз діючих автоматизованих систем керування на сортувальній станції	53
4.2 Удосконалення інформаційно-керуючої системи взаємодії сортувальної і прикордонної станції в умовах міжнародних перевезень	56
5 Визначення економічної ефективності від впровадження автоматизованої технології взаємодії сортувальної та прикордонної станції	59
Висновки	65
Список використаних джерел	67

ПЕАТ.300.00.00.000 ПЗ								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Підвищення ефективності функціонування автоматизованої технології управління вантажними перевезеннями в умовах міжнародного сполучення	Літ.	Арк.	Акрушіє
Розроб.		Биченко Ю.В.				6	69	
Перевір.		Колісник А.В.				УкрДУЗТ		
Н. Контр.		Шаповал Г.В.						
Затверд.		Огар О.М.						

Вступ

Актуальність теми. Запровадження перехідної технології для митного оформлення експортних вантажів в АСК ВП УЗ Є є важливим кроком у напрямку модернізації логістичних процесів в Україні. Це впровадження спрямоване на оптимізацію митних формальностей та зменшення адміністративних бар'єрів, що дозволить підвищити ефективність транспортної системи країни та її конкурентоспроможність на міжнародному ринку. Це новий сервіс, який реалізується у межах глобальної діджиталізації процесів взаємодії АТ «Укрзалізниця» та Державної митної служби України. Завдяки можливості здійснювати митні процедури на шляху прямування вантажу або в будь-якій митниці України, зменшується час, витрачений на формальності. Децентралізація митного процесу: уникнути перевантаження прикордонних митних пунктів і рівномірно розподілити навантаження між митними установами.

На сьогодні виникає питання підвищення ефективності функціонування автоматизованої технології управління вантажними перевезеннями в умовах міжнародних перевезень. Підвищення якості залізничних перевезень у міжнародному сполученні є ключовою метою для розвитку логістичної системи України. Одним із найважливіших кроків у цьому напрямку є впровадження автоматизованих технологій управління процесами обслуговування вантажних поїздів з урахуванням координації роботи прикордонних і сортувальних станцій. Сортувальна станція Клепарів є однією з ключових ланок транспортної системи України, відіграючи вирішальну роль у перевезенні вантажів у міжнародному сполученні. Її стратегічне розташування та функціональність роблять її важливим елементом Європейського транспортного коридору. Клепарів слугує опорною станцією для вантажів, що прямують між Україною та ЄС. Завдяки своєму розташуванню на перетині ключових залізничних маршрутів, вона забезпечує ефективну переробку вантажів, що перевозяться у контейнерах та вагонах. Станція виконує функцію сортування вагонів для формування поїздів у

відповідності до напрямків перевезень. Це дозволяє оптимізувати перевізний процес і скоротити час доставки вантажів. Клепарів є частиною міжнародних транспортних коридорів, таких як коридор Балтія – Чорне море. Станція сприяє збільшенню пропускної здатності залізничної мережі на цьому напрямку. Оскільки Україна має ширину колії 1520 мм, а країни ЄС – 1435 мм, Клепарів виконує функцію адаптації вантажопотоків до різних стандартів. Це включає перевантаження вантажів із вагонів однієї колії на іншу, а також використання контейнерних перевезень для спрощення процесів. На станції забезпечується оперативне митне оформлення та контроль вантажів, що прямують у міжнародному сполученні. Автоматизація цих процесів дозволяє значно скоротити час обробки вантажів. Станція оснащена сучасними сортувальними пристроями та автоматизованими системами управління рухом. Станція Клепарів є невід’ємною частиною української залізничної мережі, особливо у контексті міжнародних перевезень. Її розвиток і модернізація сприятимуть підвищенню якості обслуговування вантажопотоків, інтеграції України до європейських транспортних коридорів та зміцненню позицій АТ «Укрзалізниця» на міжнародному ринку перевезень.

Виконання на високому рівні цих видів робіт потребує відповідного технічного оснащення сортувальної станції, розробки і впровадження в дію досконалої технології роботи та кадрового забезпечення висококваліфікованими працівниками.

Основним резервом для подальшого нарощування обсягів перевезень та покращення якісних показників роботи станції є впровадження нових технологій, що зумовлює потребу в розробці прогресивного технологічного процесу роботи сортувальної станції.

Станція Клепарів є зв’язуючим звеном в організації міжнародних перевезень вантажів залізницею, а саме більшість поїздів, що надходять на сортувальну станцію прямують до прикордонної станції Мостиська. Злагоджена робота на всіх етапах організації вантажних перевезень у міжнародному сполученні призведе до швидкої доставки вантажів з найменшими витратами.

Організація ритмічної роботи самої станції або прилежного до нього мультимодального терміналу можлива за рахунок створення автоматизованої технології для управління вантажопотоками з впровадження в об'єднаному комплексі автоматизованих робочих місць (АРМ) логістів системи підтримки прийняття рішень з використанням сучасних методів моделювання контейнеропотоків.

Враховуючи вищенаведене, тема магістерської кваліфікаційної роботи є актуальною і зорієнтованою на вирішення важливих питань підвищення ефективності функціонування автоматизованої технології управління вантажними перевезеннями в умовах міжнародного сполучення [1].

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності функціонування автоматизованої технології управління вантажними перевезеннями у міжнародному сполученні на основі моделювання руху потоків вантажів у контейнерах при взаємодії сортувальної і прикордонної станції в межах середовища інформаційно-керуючої системи.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести дослідження стану вантажних перевезень в Україні;
- провести аналіз техніко-експлуатаційних характеристик сортувальної станції К ;
- - провести дослідження статистичних даних кількості обробки вантажів на прикордонних залізничних переходах і виявити причини затримок;
- провести дослідження особливостей структури і параметрів контейнеропотоків;
- формалізувати технологію накопичення контейнерів на сортувальних станціях та транспортування контейнеропотоків залізницею через прикордонні станції у міжнародному сполученні;
- удосконалити інформаційно-керуючу систему взаємодії сортувальних та прикордонних станцій;
- провести техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів.

Об'єкт дослідження – процес організації вантажних перевезень.

Предмет дослідження – автоматизована технологія управління вантажними перевезеннями.

Елементи наукової новизни. Математичні моделі надходження та накопичення вантажопотоків на сортувальних станціях та процес транспортування вантажів залізницею до прикордонної станції у міжнародному сполученні при взаємодії залізничних сортувальних та прикордонних станцій.

Висновки

Сортувальні станції виконують роль ключових вузлів у процесі організації вагонопотоків залізничної мережі у міжнародному сполученні. В Україні функціонує 42 сортувальні станції, основні завдання яких включають: приймання, пропуск і відправлення транзитних поїздів; формування та розформування передаточних складів; виконання технічного обслуговування рухомого складу. Серед українських сортувальних станцій особливе місце займає станція Клепарів. Це позакласна станція, що характеризується: наявністю однієї сортувальної системи з 19 сортувальними коліями; середнім добовим вагонообігом у 2800 вагонів; обробкою 1800 вагонів на добу. Структура вагонопотоку складає 62% — транзит із переробкою; 37% — транзит без переробки; 1% — вагони місцевого призначення. Для підвищення ефективності роботи станції важливо провести аналіз параметрів технічного обладнання та знайти шляхи вдосконалення основних показників, таких як продуктивність, швидкість обробки вагонів і якість виконуваних операцій.

Для зменшення простоїв контейнерів, фітінгових платформ та зниження експлуатаційних витрат при транспортуванні вантажів у контейнерах у міжнародному сполученні у даній роботі було розв'язано науково-практичне завдання, основна мета якого — підвищення ефективності функціонування автоматизованої технології управління вантажними перевезеннями в умовах міжнародного сполучення. Цього вдалося досягти завдяки впровадженню в об'єднаний комплекс автоматизованих робочих місць (АРМ) сервіс менеджера системи підтримки прийняття рішень. У процесі роботи використано сучасні методи: моделювання контейнеропотоків; розрахунку розкладу взаємодії різних видів транспорту у транспортному вузлі.

Запропоноване рішення спрямоване на оптимізацію роботи сортувальної станції, прикордонної станції в умовах міжнародного сполучення, скорочення простоїв і

підвищення ефективності взаємодії різних елементів транспортної інфраструктури.

На основі проведених досліджень розроблено оптимальну технологію транспортування контейнерів від сортувальних станцій до прикордонних станцій з урахуванням місткості перевантажувального комплексу на прикордонній станції. Ця технологія дозволяє в реальному часі визначати найбільш економічний спосіб доставки контейнерів залежно від їхньої накопиченої кількості: поїздами прямого сполучення — для великих обсягів контейнерів, які потребують швидкої доставки або контейнерними поїздами — для середніх або малих обсягів, що дозволяє зменшити експлуатаційні витрати. Такий підхід забезпечує скорочення простоїв контейнерів на залізничних терміналах, зменшення часу проходження контейнерів через прикордонні станції в міжнародному сполученні.

Реалізація цієї технології сприяє підвищенню ефективності логістичних процесів та скороченню витрат, пов'язаних із контейнерними перевезеннями.

На основі розробленої моделі були сформовані інформаційно-керуючі мережі для інтеграції до складу системі АСК ВП УЗ Є з метою підтримки прийняття рішень оперативного керівного персоналу залізниці, сортувальної прикордонної станції при взаємодії з сервіс менеджером.

Результати розрахунків демонструють значний економічний ефект від впровадження запропонованих автоматизованих систем. Основні заощадження досягаються завдяки зменшенню простоїв контейнерів та фітінгових платформ на коліях залізничних термінальних і прикордонних станцій. За 10 років експлуатації, з урахуванням приведення економічного результату та витрат до першого року розрахункового періоду, очікуваний сумарний економічний ефект перевищує 20 млн грн. Цей результат підтверджує доцільність та ефективність запропонованих рішень, спрямованих на оптимізацію логістичних процесів і зниження експлуатаційних витрат.

Список використаних джерел

1. Берестов І. В., Колісник А.В., Кулінченко Д.М., Биченко Ю.В. Використання штучного інтелекту для оптимізації перевізного процесу на залізничному транспорті. Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції (25-27 листопада 2024 р.). – Харків : УкрДУЗТ, 2024. – С. 254-255. URL: <https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2024/12/zbirnik-tez-dopovidej-itt2024-1.pdf>
2. У 2023 році в Україні перевезено 327,9 млн тонн вантажів. Попередні дані опубліковано на сайті Державної служби статистики України. URL: <https://skilky-skilky.info/u-2023-rotsi-vantazho-ta-pasazhyroperevezennia-zrosly-na-3-i-27/>
3. Вантажопереvezення в Україні збільшилися на 18% у першому півріччі 2024 року. URL: https://cfts.org.ua/news/2024/09/27/vantazhoperevezennya_v_ukrani_zbilshilis_na_18_u_pershomu_pivrichchi_2024_roku_80604
4. Моніторингове дослідження ринку вантажних перевезень України та Польщі. 2024 рік. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/monitoringovoe-issledovanie-rynka-gruzovyh-perevozok-ukrainy-i-polshi-2024-god>
5. Improving Procedures for Maintaining Existing Railway Station Infrastructure in Poland as an Element of the Sustainable European Ecological Transformation. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/22/10124>
6. Operational planning of international freight trains considering the dynamic demands and capacities of border ports. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360835223006824>
7. Modeling strategies for effectively routing freight trains through complex networks. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0968090X1500323X>

8. Optimal rail-road container terminal locations on the European network. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S136655450800149X>
9. Real-time control of freight forwarder transportation networks by integrating multimodal transport chains. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221709000411>
10. Daley D., Vere-Jones D. An Introduction to the Theory of Point Processes. Volume I: Elementary Theory and Methods. 2nd Edition. Springer, New York, 2003. 471 p.
11. Hoorn M. Algorithms and Approximations for Queueing Systems. // PhD thesis, Vrije Universiteit te Amsterdam, Mathematical Center, Amsterdam, 1990.
12. Колмогоров, А. Н. Упрощенное доказательство эргодической теоремы Биркгофа–Хинчина. *УМН*. 1938. № 5. С. 52–56.
13. Oppenheim A., Willsky, A., Hamid Nawab, S. Signals & Systems (2Nd Ed.). *Upper Saddle River, NJ, USA : Prentice-Hall, Inc.*, 1996. 1000 p.
14. Большаков И. А., Ракошиц В. С. Прикладная теория случайных потоков. М: Советское радио. 1978. 248 с.
15. Daley D., Vere-Jones, D. An Introduction to the Theory of Point Processes. Volume II: General Theory and Structure. 2nd Edition. Springer, New York, 2008. 573 p.
16. Koyama S., Shinomoto, S. Histogram bin width selection for time-dependent Poisson processes. *J. Phys. A: Math. Gen.* 2004. №37. P. 7255–7265.
17. Fisher R. A. On an absolute criterion for fitting frequency curves. *Messenger of Mathematics*. 1912. №41. P. 155–160.
18. Wilks S. The large-sample distribution of the likelihood ratio for testing composite hypotheses. *The Annals of Mathematical Statistics*. 1938. №9. P. 60–62.
19. Schoenberg F. P. A note on the consistent estimation of spatial-temporal point process parameters. *Statistica Sinica*. 2016. №26. P. 861–879.
20. Ermoliev Y., Wets R.J-B. (eds.) Numerical Techniques for Stochastic Optimization. Springer-Verlag. Berlin, Germany. 1988. 571 p.
21. Culioli J.C., Cohen G. Optimisation stochastique sous contraintes en espérance. *C.R. Acad. Sci. Paris*. 1995. 320(Série I). P. 753–758.

22. Busetti F. Simulated annealing overview. May 2001. URL:[http://http://www.aiinfinance.com/saweb.pdf](http://www.aiinfinance.com/saweb.pdf).
23. Bohachevsky I. O., Johnson M. E., Stein M. L. Generalized simulated annealing for function optimization. *Technometrics*. 1986. № 28. P. 209–217.
24. Anily S., Federgruen A. Simulated annealing methods with general acceptance probabilities. *Journal of Applied Probability*. 1987. № 24. P. 657–667.
25. Лаврухін О. В., Долгополов П. В., Петрушов В. В., Ходаківський О. М. Інформаційні системи та технології при управлінні залізничними перевезеннями: навчальний посібник. Харків. 2011. 118с.
26. Ballis A., Golias J. Towards the improvement of a combined transport chain performance. *European Journal of Operational Research*. 2003. Vol. 152(2). P.420-436. DOI: 10.1016/S0377-2217(03)00034-1.
27. 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.
28. Збірник тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги та коефіцієнти до збірника тарифів URL:https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/tariff_conditions/transportation_in_ukraine/
29. Соглашение о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС). URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/998_011/page.
30. Тарифное руководство №4 железных дорог Украины / [отв. за выпуск Чорный В.В.]. – К.: ЛОГОС, 2001. – 403с.
31. Наказ, Технологічна схема від 01.04.2004 № 134/420/41. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/LV040027>