

Український державний університет залізничного транспорту

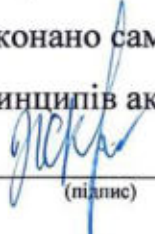
Кафедра залізничних станцій та вузлів

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ КОНТЕЙНЕРОПОТОКІВ НА
ЗАЛІЗНИЧНІЙ ТЕРМІНАЛЬНІЙ СТАНЦІЇ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

УТПК.300.00.00.000 ПЗ

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


_____ Каріна ГОЛУБНИЧА
(підпис)

Керівник: доцент, кандидат техн. наук

Аліна КОЛІСНИК

Рецензент: доцент, кандидат техн. наук

Олег ШАНДЕР

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 12 слайдів презентації, 77 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 17 рисунків, 1 таблицю, 32 літературних джерела.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЧНІ ТЕРМІНАЛЬНІ СТАНЦІЇ, КОНТЕЙНЕРОПОТОКИ, МІЖНАРОДНЕ СПОЛУЧЕННЯ, АВТОМАТИЗОВАНЕ РОБОЧЕ МІСЦЕ.

Об'єктом дослідження є процес організації контейнерних перевезень.

Метою дослідження є удосконалення роботи залізничних термінальних станцій на основі моделювання руху потоків контейнерів при функціонуванні автоматизованої технології для управління контейнеропотоками в мережі середовища інформаційно-керуючої системи.

У кваліфікаційній роботі проведено дослідження особливостей структури і параметрів контейнеропотоків та отримати залежності кількісних характеристик з використанням теорії випадкових потоків. Формалізовано технологію накопичення контейнерів на залізничних термінальних станціях та транспортування контейнеропотоків залізницею через прикордонні передавальні станції у міжнародному сполученні.

Впровадження розробленої автоматизованої технології управління накопиченням контейнеропотоків на залізничній термінальній станції та подальшого транспортування залізницею до прикордонної станції надасть можливість для скорочення невиробничих простоїв контейнерів та фітінгових платформ.

ABSTRACT

This qualification work includes 12 presentation slides, 77 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 17 figures, 1 table, and 32 literature references.

Keywords: RAILWAY TERMINAL STATIONS, CONTAINER TRAFFIC, INTERNATIONAL TRAFFIC, AUTOMATED WORKPLACE.

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

The purpose of the research is to improvement of railway terminal stations based on modelling the movement of container flows in the operation of automated technology for managing container flows in the network environment of the information management system.

The qualification work proposes the peculiarities of the structure and parameters of container flows were studied and the dependencies of quantitative characteristics were obtained using the theory of random flows. The technology of accumulation of containers at railway terminal stations and transportation of container flows by rail through border transfer stations in international traffic is formalised.

The implementation of the developed automated technology for managing the accumulation of container flows at the railway terminal station and their further transportation by rail to the border station will help reduce non-productive downtime of containers and fitting platforms.

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

 О.М.Орап

«30» вересня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Голубничій Каріні Сергіївні

1. Тема проекту (роботи) «Удосконалення технології обробки контейнеропотоків на залізничній термінальній станції»

керівник Колісник Аліна Володимирівна, канд. техн.наук, доцент
затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень
від 30 жовтня 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 К, статистичні дані з техніко-експлуатаційних показників станції за 2019-2024 роки.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1 Обґрунтування розвитку та стану дослідження технології контейнерних перевезень в Україні 2 Аналіз технології роботи залізничної термінальної станції К 3 Формалізація процесу накопичення контейнерів на залізничних термінальних станціях та подальшого транспортування залізницею 4. Удосконалення структури інформаційно-керуючої системи перевізного процесу 6. Визначення економічної ефективності від впровадження автоматизованої технології взаємодії прикордонної станції і залізничних термінальних станцій. Висновки.

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. Схема станції К. 6. Дослідження надходження контейнеропотоків на залізничні термінальні 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 12 жовтня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН





Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Обґрунтування розвитку та стану дослідження технології контейнерних перевезень в Україні	25.10.2024	виконано
2 Аналіз існуючої технології роботи станції К	01.11.2024	виконано
3 Формалізація процесу накопичення контейнерів на залізничних термінальних станціях та подальшого транспортування залізницею	15.11.2024	виконано
4 Удосконалення структури інформаційно-керуючої системи перевізного процесу	30.11.2024	виконано
5 Визначення економічної ефективності від впровадження автоматизованої технології взаємодії прикордонної станції і залізничних термінальних станцій	10.12.2024	виконано
6 Оформлення роботи	25.12.2024	виконано

Студент  Каріна ГОЛУБНИЧА

Керівник  Аліна КОЛІСНИК

Зміст

Вступ	8
1 Обґрунтування розвитку та стану дослідження технології контейнерних перевезень в Україні	11
1.1 Аналіз стану вантажних перевезень в Україні	11
1.3 Визначення вартості та порядку розрахунків за перевезення вантажів у складі інтермодального поїзда	24
1.3 Аналіз функціонування існуючих залізничних термінальних станцій при організації пропуску контейнеропотоків	26
2 Аналіз технології роботи залізничної термінальної станції К	28
2.1 Організація вантажної та комерційної роботи на станції К	28
2.2 Аналіз обробки контейнеропотоків та вагонопотоків на залізничних термінальних станціях	34
2.3 Дослідження процесу надходження контейнеропотоків до залізничних термінальних станцій	39
3 Формалізація процесу накопичення контейнерів на залізничних термінальних станціях та подальшого транспортування залізницею	49
3.1. Побудова математичної моделі обробки контейнеропотоків на залізничних термінальних станціях	49
3.2 Оптимізація моделі	55
4 Удосконалення структури інформаційно-керуючої системи перевізного процесу	60
4.1 Аналіз розвитку автоматизованих систем управління вантажними перевезеннями на залізничному транспорті	60

УТКЗС.300.00.00.000 ПЗ									
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення технології обробки контейнеропотоків на залізничній термінальній станції	Літ.	Арк.	Акрушів	
		Голубнича К.С.						6	77
		Колісник А.В.							
		Шаповал Г.В.							
		Озар О.М.						УкрДУЗТ	

4.2 Удосконалення інформаційно-керуючої системи взаємодії залізничних термінальних і прикордонних станцій в умовах контейнерних перевезень	64
5 Визначення економічної ефективності від впровадження автоматизованої технології взаємодії прикордонної станції і залізничних термінальних станцій	67
Висновки	73
Список використаних джерел	73

						УТКЗС.300.00.00.000 ПЗ	Арк
							7
Зм.	Арк	№ документа	Підпис	Дата			

Вступ

Актуальність теми. Розвиток залізничного транспорту в Україні є вкрай актуальною темою через його стратегічну роль у соціально-економічному розвитку країни та міжнародних перевезеннях. Залізниця є основою транспортної системи України. Вона забезпечує перевезення понад 60% вантажів та значну частину пасажиропотоку. Це критично важливо для таких галузей, як аграрна, металургійна та енергетична, оскільки залізниця ефективно транспортує важкі вантажі (зерно, руду, вугілля). Україна має вигідне географічне розташування між Європою та Азією, що робить її залізничну мережу ключовою для міжнародного транзиту. Ініціативи, такі як розвиток коридорів "Шовкового шляху" чи інтеграція до європейських транспортних мереж (TEN-T), відкривають можливості для збільшення транзитних перевезень.

Щодо перевезень у міжнародному сполученні, Україна є великим експортером зерна, металів та продукції хімічної промисловості, які переважно транспортуються залізницею. Особливо важливим є розвиток залізничної логістики у зв'язку з перебоями у морських перевезеннях через воєнний стан. Після початку широкомасштабної агресії залізничний транспорт став ключовим для евакуації населення, перевезення гуманітарної допомоги та військових вантажів. "Укрзалізниця" відіграла важливу роль у забезпеченні життєдіяльності країни в умовах війни.

Залізничний транспорт в Україні є основою економіки, ключовим інструментом для експорту та міжнародної торгівлі, а також незамінним у соціальних і військових умовах. Його модернізація та адаптація до сучасних викликів (економічних, екологічних, воєнних) мають першочергове значення для майбутнього країни. З метою подальшого покращення ефективності та конкурентоспроможності залізничного транспорту важливим напрямом є впровадження інтегрованих та комплексних підходів до надання транспортних послуг.

Інтермодальні перевезення є складним транспортним процесом, який визначається значною кількістю випадкових подій. Це пояснюється тим, що при транспортуванні вантажів цим способом задіяні різні види транспорту, і для координації їх роботи між собою виникає потреба в удосконаленні технології взаємодії під час транспортування вантажів у складі інтермодальних перевезень. У зв'язку з використанням різних видів транспорту, таких як автомобільний, залізничний, морський або авіаційний, інтермодальні перевезення вимагають вдосконалення технологій для оптимізації переходів між різними видами транспорту та забезпечення їх ефективної координації. Це може включати в себе розвиток інтегрованих систем управління, використання сучасних технологій інформаційної зв'язку, а також впровадження стандартів інтермодальної логістики. Удосконалення цих аспектів допоможе забезпечити ефективну та безперебійну роботу різних видів транспорту під час організації інтермодальних перевезень.

Потребує уваги питання удосконалення технології формування контейнерних поїздів, які формуються на мультимодальних терміналах і прямують через прикордонну станцію з переходом стиків з колії 1520 на 1435 мм.

Одним із основних напрямків щодо підвищення ефективності роботи прикордонних станцій є організація ритмічної роботи самої станції або прилежного до нього мультимодального терміналу за рахунок створення автоматизованої технології для управління контейнеропотоками 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 удосконалення технології обробки у контейнеропотоків через прикордонні станції [1].

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є удосконалення роботи залізничних термінальних станцій на основі моделювання руху потоків

контейнерів при функціонуванні автоматизованої технології для управління контейнеропотоками в мережі середовища інформаційно-керуючої системи.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз техніко-експлуатаційних характеристик залізничної термінальної станції;
- аналіз існуючої технології роботи залізничної термінальної станції;
- провести дослідження особливостей структури і параметрів контейнеропотоків та отримати залежності кількісних характеристик з використанням теорії випадкових потоків;
- формалізувати технологію накопичення контейнерів на залізничних термінальних станціях та транспортування контейнеропотоків залізницею через прикордонні передавальні станції у міжнародному сполученні;
- удосконалити інформаційно-керуючу систему взаємодії залізничних термінальних, сортувальних та прикордонних станцій;
- провести техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів.

Об'єкт дослідження – процес організації контейнерних перевезень.

Предмет дослідження – автоматизована технологія управління транспортуванням контейнерів залізницею.

Елементи наукової новизни. Математичні моделі надходження та накопичення контейнеропотоків на залізничних термінальних станціях та процес транспортування залізницею до прикордонної станції в рамках технології транспортування контейнерів у міжнародному сполученні при взаємодії залізничних термінальних, сортувальних та прикордонних станцій.

Висновки

Основною проблемою перевезення вантажів залізницею в умовах воєнного стану є значне скупчення вагонів із вантажами на прикордонних станціях, що прямують у міжнародному напрямку. Це спричиняє тривалі непродуктивні простої та затримки вантажів. Основним чинником цієї ситуації є блокування морських портів, через які раніше транспортувалося 98% зернових вантажів та значна частина інших товарів. Додатковою складністю є те, що процес планування прибуття вантажних поїздів, зокрема тих, які перевозять контейнери, до прикордонних станцій супроводжується великою кількістю випадкових подій. Тому існує нагальна потреба в удосконаленні планування цього технологічного процесу на всьому маршруті прямування.

Першочерговою задачею є вибір правильної стратегії накопичення контейнерів на залізничних термінальних станціях з урахуванням місткості перевантажувального комплексу на прикордонній станції з уникненням виникнення ризиків непродуктивних простоїв.

Для зменшення простоїв контейнерів, фітінгових платформ та зниження експлуатаційних витрат під час транспортування вантажів у контейнерах у цій роботі було вирішено науково-практичне завдання з удосконалення технології пропуску контейнеропотоків через залізничні термінальні станції. Це досягнуто завдяки впровадженню в об'єднаний комплекс автоматизованих робочих місць (АРМ) менеджерів з логістики з запропонованою системою підтримки прийняття рішень. Система базується на сучасних методах моделювання контейнеропотоків і розрахунку розкладів для координації взаємодії різних видів транспорту в межах транспортного вузла.

На основі проведених досліджень було розроблено оптимальну технологію транспортування контейнерів від залізничних термінальних станцій до прикордонних станцій, яка враховує місткість перевантажувального комплексу на прикордонній станції. Ця технологія дозволяє в реальному часі визначати

найбільш економічний спосіб доставки контейнерів залежно від їх часів накопичення на залізничній термінальній станції та ймовірності виникнення ризику непродуктивних простоїв. Запропонований підхід сприяє скороченню часу простою контейнерів на залізничних термінальних станціях і зменшує тривалість їх пропуску через прикордонні станції у міжнародному сполученні.

На основі розробленої моделі були створені інформаційно-керуючі мережі, які інтегруються до складу системи АСК ВП УЗ-Є. Це забезпечує підтримку прийняття рішень оперативним керівним персоналом залізниці та прикордонної станції під час їхньої взаємодії з менеджером з логістики, що сприяє підвищенню ефективності управління контейнерними перевезеннями.

Проведені розрахунки показали економічний ефект від впровадження запропонованих автоматизованих систем, який досягається завдяки скороченню простоїв контейнерів та фітінгових платформ на коліях залізничних термінальних і прикордонних станцій. Очікуваний сумарний економічний ефект за 10 років експлуатації, з урахуванням дисконтування економічного результату та витрат до першого року розрахункового періоду, становить понад 20 млн грн, що підтверджує доцільність і ефективність запропонованих рішень.

Список використаних джерел

1. Голубнича К. Сухіна Ю. Дослідження розвитку термінальної інфраструктури в умовах міжнародних перевезень. Тези 84-ї студентської науково-технічної конференції (Харків, 11-12 грудня 2024р.). – с.326-327.
2. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р / Кабінет Міністрів України. Офіційний вісник України. 2018. № 52. С. 533. Ст. 1848. Код акта 90720/2018.
3. Експортні залізничні перевезення зменшилися на 5,8% у 2023 році. URL: <https://gmk.center/ua/infographic/eksportni-zaliznichni-perevezennya-zmenshilisya-na-5-8-u-2023-roci/> (дата звернення 25.11.2024).
4. Експорт зерна у сезоні 2024-2025. URL: <https://ukrvantage.com/railage/ekspost-zerna-u-sezoni-2024-2025-3> (дата звернення 25.11.2024)
5. Технологічний процес роботи станції Клепарів. Львів. 145с.
6. Khintchine, A. *Mathematical Methods in the Theory of Queueing*. — London: Hafner Publishing Company. 1960.184 p.
7. Butko T., Prokhorov V., Kolisnyk A., Parkhomenko L. Devising an automated technology to organize the railroad transportation of containers for intermodal deliveries based on the theory of point. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2020. Vol. 1, № 3 (103). P. 6–12. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.156098.
8. Daley, D. J., Vere-Jones, D. *An Introduction to the Theory of Point Processes: Volume I: Elementary Theory and Methods*. — Springer, 2003. — 471 pages.
9. Gardiner C. W. *Handbook of stochastic methods for physics, chemistry, and the natural sciences*, 3rd ed. New York: Springer. 2004. 415 p.

10. Ross, S. M. Introduction to Probability Models. — Academic Press, 2014. — 784 pages.
11. Mauro R. Traffic and Random Processes. Springer International Publishing Switzerland. 2015. 119 p.
12. 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.
13. Neveu, J. Mathematical Foundations of the Calculus of Probability. Holden-Day Series in Probability and Statistics, 1965, 153 pages.
14. Oppenheim A., Willsky, A., Hamid Nawab, S. Signals & Systems (2Nd Ed.). Upper Saddle River, NJ, USA : Prentice-Hall, Inc., 1996. 1000 p.
15. Kolmogorov, A. N. A Simplified Proof of the Birkhoff-Khinchin Ergodic Theorem. Uspekhi Matematicheskikh Nauk (UMN), 1938, № 5, pp. 52–56
16. 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.
17. Koyama S., Shinomoto, S. Histogram bin width selection for time-dependent Poisson processes. *J. Phys. A: Math. Gen.* 2004. №37. P. 7255–7265.
18. Fisher R. A. On an absolute criterion for fitting frequency curves. *Messenger of Mathematics.* 1912. №41. P. 155–160.
19. Wilks S. The large-sample distribution of the likelihood ratio for testing composite hypotheses. *The Annals of Mathematical Statistics.* 1938. №9. P. 60–62.
20. Schoenberg F. P. A note on the consistent estimation of spatial-temporal point process parameters. *Statistica Sinica.* 2016. №26. P. 861–879.
21. Ermoliev Y., Wets R.J-B. (eds.) Numerical Techniques for Stochastic Optimization. Springer-Verlag. Berlin, Germany. 1988. 571 p.
22. Culioli J.C., Cohen G. Optimisation stochastique sous contraintes en espérance. *C.R. Acad. Sci. Paris.* 1995. 320(Série I). P. 753–758.
23. Busetti F. Simulated annealing overview. May 2001. URL:<http://http://www.aiinfinance.com/saweb.pdf>.

24. Bohachevsky I. O., Johnson M. E., Stein M. L. Generalized simulated annealing for function optimization. *Technometrics*. 1986. № 28. P. 209–217.
25. Anily S., Federgruen A. Simulated annealing methods with general acceptance probabilities. *Journal of Applied Probability*. 1987. № 24. P. 657–667.
26. 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.
27. 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.
28. 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.
29. 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/
30. Соглашение о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС). - Режим доступа: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/998_011/page.
31. Тарифное руководство №4 железных дорог Украины / [отв. за выпуск Чорный В.В.]. – К.: ЛОГОС, 2001. – 403с.
32. Наказ, Технологічна схема від 01.04.2004 № 134/420/41. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/LV040027>