

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління експлуатаційною роботою

УДОСКОНАЛЕННЯ РОЗПОДІЛУ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ
ЗАЛІЗНИЧНОЇ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ ДОВГОСТРОКОВОГО ПЛАНУВАННЯ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

УРПСЗ.300.00.00.000 ПЗ

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



Владислав ТОВСТОПЯТ

Керівник: професор, докт. техн. наук
Андрій ПРОХОРЧЕНКО

Рецензент: професор, докт. техн. наук
Олександр ЛАВРУХІН

2025

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 17 слайдів презентації, 80 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 14 рисунків, 16 літературних джерел.

Ключові слова: ПРОПУСКНА СПРОМОЖНІСТЬ, ПЛАНУВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, МОРСЬКІ ПОРТИ

Об'єктом дослідження є процес перевезень на залізничному транспорті України..

Метою дослідження є підвищення пропускної та провізної спроможності залізничної мережі України на основі удосконалення процедури розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень. Це дозволить зменшити експлуатаційні витрати на перевізний процес та досягти кращої продуктивності залізничної системи.

В межах даної кваліфікаційної магістерської роботи удосконалено розподіл пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень. Вперше:

- для розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень розроблено метод визначення раціональної межі резервування наявної пропускної спроможності за довгостроковими договорами з урахуванням обчислення максимального потоку на графі мережі, виявлення обмежень пропускної спроможності та послідовного аналізу впливу частки довгострокових договорів на загальну пропускну спроможність мережі;

- набув подальшого розвитку: комплекс функціональних задач системи АСК ВП УЗ-Є на основі формування системи підтримки прийняття рішень щодо розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень.

ABSTRACT

This qualification work includes 17 presentation slides, 80 sheets of explanatory notes in A4 format, including 14 figures, 16 literary sources.

Keywords: CAPACITY, TRANSPORTATION PLANNING, SEA PORTS

The object of the study is the process of transportation on the railway transport of Ukraine.

The purpose of the study is to increase the capacity and carrying capacity of the railway network of Ukraine based on improving the procedure for distributing the capacity of the railway network based on long-term transportation planning. This will reduce operating costs for the transportation process and achieve better productivity of the railway system.

Within the framework of this qualification master's work, the distribution of the capacity of the railway network based on long-term transportation planning has been improved. For the first time:

- for the allocation of the capacity of the railway network based on long-term transportation planning, a method was developed to determine the rational limit for reserving the available capacity under long-term contracts, taking into account the calculation of the maximum flow on the network graph, the identification of capacity limitations and a sequential analysis of the flow of the share of long-term contracts in the total capacity of the network;

- further developed: a set of functional tasks of the ASK system of the UZ-E enterprise based on the formation of a decision support system for the allocation of the capacity of the railway network based on long-term transportation planning.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра управління експлуатаційною роботою

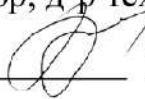
Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук

 Бутько Т.В.

« 19 » березня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Товстоп'яту Владиславу Валентиновичу

1 Тема роботи «Удосконалення розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень» керівник Прохорченко Андрій Володимирович, професор, доктор техн. наук затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень від від «24» лютого 2025 р. № 04/25.

2 Строк подання студентом роботи 15 червня 2025 року.

3 Вихідні дані до роботи: Техніко-експлуатаційні показники роботи залізничного транспорту України в цілому, технічна характеристика досліджуваного залізничного полігону, нормативна документація щодо довгострокового планування в АТ «Укрзалізниця», на залізниці Canadian Pacific, PKP, BNSF.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1 Аналіз ринку вантажних перевезень та експлуатаційної роботи залізничного транспорту України в діючих умовах. 2 Аналіз наукових публікацій за темою дослідження. 3 Аналіз нормативної бази залізничних систем світу щодо розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень. 4 Формалізація процедури виявлення перевантажених дільниць та розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокових договорів на перевезення. 5 Розробка вимог до системи підтримки прийняття рішень щодо розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень. 6 Економічне обґрунтування від впровадження системи підтримки прийняття рішень щодо розподілу

пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень. Висновки

5 Перелік графічного матеріалу.

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: 20.03.2025.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Аналіз ринку вантажних перевезень та експлуатаційної роботи залізничного транспорту України в діючих умовах	20.03.25	вик
2 Аналіз наукових публікацій за темою дослідження	05.04.25	вик
3 Аналіз нормативної бази залізничних систем світу щодо розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень	25.04.25	вик
4 Формалізація процедури виявлення перевантажених діляниць та розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокових договорів на перевезення	01.05.25	вик
5 Розробка вимог до системи підтримки прийняття рішень щодо розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень	12.05.25	вик
6 Економічне обґрунтування від впровадження системи підтримки прийняття рішень щодо розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень	05.06.25	вик
Висновки. Оформлення роботи.	15.06.25	вик

Студент



Владислав ТОВСТОПЯТ

Керівник



Андрій ПРОХОРЧЕНКО

Зміст

Вступ	8
1 Аналіз ринку вантажних перевезень та експлуатаційної роботи залізничного транспорту України в діючих умовах	11
1.1 Аналіз ринку вантажних перевезень в Україні	11
1.2 Роль морських портів у формуванні попиту на залізничну інфраструктуру	15
2 Аналіз наукових публікацій за темою дослідження	21
3 Аналіз нормативної бази залізничних систем світу щодо розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень	37
3.1 Аналіз довгострокового планування перевезень на залізниці Canadian Pacific	37
3.2 Аналіз довгострокового планування перевезень на залізниці BNSF Railway	41
3.3 Довгострокове інфраструктурне планування в системі PKP Polskie Linie Kolejowe	45
4 Формалізація процедури виявлення перевантажених діляниць та розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокових договорів на перевезення	51
5 Розробка вимог до системи підтримки прийняття рішень щодо розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень	58

					УРПС3.200.00.00 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Товстопят В.						
Перевір.		Прохорченко					6	80
Реценз.						УкрДУЗТ		
Н. Контр.		Прохорченко						
Затверд.		Бутько						

6 Економічне обґрунтування від впровадження системи підтримки прийняття рішень щодо розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень	62
Висновки	77
Список використаних джерел	79

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

Вступ

У сучасних умовах зростаючого попиту на перевезення та необхідності підвищення ефективності функціонування транспортної системи України особливого значення набуває удосконалення механізмів розподілу пропускної спроможності залізничної мережі. В умовах обмежених ресурсів інфраструктури та нерівномірного просторово-часового розподілу попиту на перевезення, традиційні підходи, орієнтовані на короткострокове оперативне планування, не забезпечують достатнього рівня адаптивності та стійкості мережі. Використання концепції довгострокового планування перевезень дозволяє враховувати стратегічні цілі розвитку галузі, прогностичну структуру вантажопотоків, зміну інфраструктурних можливостей, а також інтеграцію з міжнародними транспортними коридорами. Такий підхід сприяє оптимізації використання наявних потужностей, зменшенню експлуатаційних витрат, підвищенню якості транспортного обслуговування та забезпеченню недискримінаційного доступу перевізників до інфраструктури. Актуальність теми посилюється у контексті інтеграції України до європейського транспортного простору та переходу до ринкових механізмів регулювання доступу до залізничної інфраструктури.

Метою дослідження є підвищення пропускної та провізної спроможності залізничної мережі України на основі удосконалення процедури розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень. Це дозволить зменшити експлуатаційні витрати на перевізний процес та досягти кращої продуктивності залізничної системи.

Основні завдання:

- 1 Провести аналіз ринку вантажних перевезень та експлуатаційної роботи залізничного транспорту України в діючих умовах;

2 Провести аналіз діючих процедур розподілу пропускної спроможності залізничної інфраструктури з урахуванням довгострокових зобов'язань в Україні та світі;

3 Провести аналіз нормативної бази залізничних систем світу щодо розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень;

4 Формалізувати процедуру виявлення перевантажених ділянок та розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокових договорів на перевезення;

5 Розробити вимоги до системи підтримки прийняття рішень щодо розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень;

6 Провести економічне обґрунтування від впровадження автоматизованої системи підтримки прийняття рішень при маршрутизації поїздопотоків на розгалужених залізничних полігонах.

Об'єктом дослідження є процес перевезень на залізничному транспорті України.

Предметом дослідження є процедура розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень.

Елементи наукової новизни: В межах даної кваліфікаційної магістерської роботи удосконалено розподіл пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень. Вперше:

– для розподілу пропускної спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень розроблено метод визначення раціональної межі резервування наявної пропускної спроможності за довгостроковими договорами з урахуванням обчислення максимального потоку на графі мережі, виявлення обмежень пропускної спроможності та

послідовного аналізу впливу частки довгострокових договорів на загальну пропускну спроможність мережі;

– набув подальшого розвитку: комплекс функціональних задач системи АСК ВП УЗ-Є на основі формування системи підтримки прийняття рішень щодо розподілу пропускнуої спроможності залізничної мережі на основі довгострокового планування перевезень.

Матеріали кваліфікаційної магістерської роботи опубліковані у фаховому виданні МОН України [1].

Висновки

В межах даної кваліфікаційної магістерської роботи удосконалено процедуру маршрутизації поїздопотоків на розгалуджених залізничних полігонах. Зроблені наступні висновки:

- на підставі проведеного аналізу експлуатаційної роботи залізничного транспорту України в діючих умовах виявлено, що з 24 лютого 2022 року обсяги перевезень вантажів впали з причин російської широкомасштабної війни, а вже у 2024 році спостерігається збільшення перевезень у експортному сполученні на 14,5% у порівнянні з 2023 роком. Змінилась структура просторового напрямлення поїздопотоків – у 2022 року з причин блокування морських портів. Вантажопотік був спрямований на західні прикордонні переходи, але вже у 2024 основні потоки відновили рух до портів Великої Одеси та Дунаю. За таких мінливих умов важливим завданням є удосконалення процедур маршрутизації поїздопотоків на розгалуджених залізничних полігонах.

- обсяги експортних перевезень вантажу мають пікові періоди, коли у вересні – жовтні досягається значне навантаження на залізничну мережу, що призводить до перевантаження, виникнення заторів та неефективного використання пропускної спроможності. В таких умовах важливим є виконати маршрутизацію поїздопотоків з урахуванням виявлення “вузьких місць” на мережі. Паралельний аналіз доходів АТ «Укрзалізниця» показує наявність ресурсів для розвитку залізничної інфраструктури. У 2024 році АТ «Укрзалізниця» планує отримати приблизно 80 млрд грн доходів від вантажних перевезень. Це на 7 млрд грн більше, ніж компанія отримала у 2023 році;

- проведений аналіз діючих процедур розподілу та нормативної бази залізничних систем світу щодо маршрутизації поїздопотоків на розгалуджених залізничних полігонах показав важливість визначення

найбільш перевантажених елементів залізничної інфраструктури та встановлення спеціальних правил маршрутизації згідно до Директиви 2001/14/ЄС. Запропоновано зміни до нормативного забезпечення зміни маршрутизації поїздопотоків на залізничній мережі АТ «Укрзалізниця»;

- для формалізації процедури маршрутизації поїздопотоків на розгалужених залізничних полігонах розроблено метод макроаналізу взаємозалежності руху пасажирських і вантажних поїздопотоків з урахуванням обчислення максимального потоку на графі мережі за допомогою алгоритму Едмондса-Карпа, виявлення обмежень пропускної спроможності на мережі та послідовного розв'язку багатопродуктової оптимізаційної задачі розподілу поїздопотоку при простовій зміні маршрутів руху для виявлення обмежень та пошуку комплексного розвитку інфраструктури;

- набув подальшого розвитку комплекс функціональних задач системи АСК ВП УЗ-Є на основі формування системи підтримки прийняття рішень диспетчерського апарату при маршрутизації поїздопотоків на розгалужених залізничних полігонах з урахуванням ефективного використання пропускної спроможності;

- економічне обґрунтування запропонованих заходів доводить, що після введення СППР економічна ефективність з наростаючим підсумком від впровадження запропонованої автоматизованої системи за період 2025-2029 рр., становить близько 635 тис. грн., обсяг експорту збільшиться на 964 вагона на добу.

Список використаних джерел

1. Киман А. М., Кравченко М. А., Товстопят В. В., Прохорченко А. В. Аналіз методів управління розвитком залізничної мережі в умовах виявлення обмежень її пропускної спроможності // IV-та міжнародна науково-практична конференція «Транспорт: наука та практика» (15 травня 2025 р., Одеса–Київ) : зб. тез доп. – 2025. – С.
2. Сайт АТ «Укрзалізниця» Загальна інформація URL: <https://uz.gov.ua/> (дата звернення: 05 квітня 2025 р.).
3. Як логістика адаптувалася до війни URL:: <https://www.epravda.com.ua/> (дата звернення: 6 груд. 2023 р.).
4. Прохорченко А. В. Формування методів управління розподілом пропускної спроможності залізничної інфраструктури в умовах недискримінаційного доступу : дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.01 / Андрій Володимирович Прохорченко. – Харків, 2016. – 400 с.
5. Логвінова Н. О. Підвищення ефективності організації руху поїздів на залізничних напрямках з паралельними ходами : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Наталія Олександрівна Логвінова. – Харків, 2013. – 200 с.
6. Burdett R. L. Optimisation models for expanding a railway's theoretical capacity // European Journal of Operational Research. – 2016. – Vol. 252, No. 1. – P. 89–103. – DOI: 10.1016/j.ejor.2015.12.018.
7. Wang B., Huang J., Xu J. Capacity optimization and allocation of an urban rail transit network based on multi-source data // Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing. – 2019. – Vol. 10, No. 1. – P. 373–383. – DOI: 10.1007/s12652-017-0599-9.
8. Zhou H., Zhou L., Xu B., Zou D. Evaluating Passing Capacity in High-Speed Rail Hub Stations: Multi-Objective Optimization for Multi-Directional Train Routes // Sustainability. – 2024. – Vol. 16, No. 23. – Article 10298. – DOI: 10.3390/su162310298.

9. Виговська І. А. Удосконалення методу управління транспортними потоками на мережі автомобільних доріг : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Виговська Інна Анатоліївна ; Нац. трансп. ун-т. – Київ, 2024. – 26 с. : рис., табл.
10. Канадська тихоокеанська залізниця Вікіпедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/F> (дата звернення: 20 берез. 2025 р.).
11. BNSF Railway Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/BNSF_Railway (дата звернення: 05 квітня 2025 р.).
12. PKP Polskie Linie Kolejowe Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/PKP_Polskie_Linie_Kolejowe (дата звернення: 05 квітня 2025 р.).
13. PKP Polskie Linie Kolejowe URL:: <https://en.plk-sa.pl/press/maps> (дата звернення: 20 квітня 2025 р.).
14. Середня швидкість перевезення за добу, 2024 рік // Офіційний сайт ЦТЛ. – URL:: https://uz.gov.ua/cargo_transportation/tariff_conditions/stavky/average_speed_24/ (дата звернення: 20 квітня 2025 р.).
15. Методичні рекомендації ДС / Державний науково-дослідний центр залізничного транспорту України (ДНДЦ УЗ). – Київ, 2008. – 495 с.
16. Оцінка ефективності інноваційних процесів на підприємстві URL:: <https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/> (дата звернення: 01 травня 2025 р.).