

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет «Управління процесами перевезень»

Кафедра «Залізничні станції та вузли»

**ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ ТА КОМПОНУВАННЯ
ПАСАЖИРСЬКИХ СОСТАВІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Пояснювальна записка та розрахунки

до кваліфікаційної роботи

ОММКП.300.00.00.000 ПЗ

**Розробив студент групи 212-ОПУТ-323
спеціальності 275 / 275.02 (роботу виконано
самостійно, відповідно до принципів
академічної доброчесності)**


_____ **Богдан ГУРЬЄВСЬКИЙ**

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Максим КУЦЕНКО

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

Антон КОВАЛЬОВ

2025 р.

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 12 слайдів презентації, 79 аркушів пояснювальної записки формату А4, 29 літературних джерел.

Ключові слова: МАРШРУТНА МЕРЕЖА, ПАСАЖИРСЬКІ СОСТАВИ, ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ЯКІСТЬ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ФОРМУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ СОСТАВІВ.

Об'єктом дослідження є процес функціонування залізничного полігону, а предметом — технологія його роботи в умовах технічної експлуатації.

Метою цієї роботи є підвищення ефективності пасажирських перевезень залізничним транспортом за умови впровадження високошвидкісних магістралей (ВШМ).

У роботі проведено детальний аналіз розвитку високошвидкісних залізничних перевезень у різних країнах світу. Встановлено, що високошвидкісні залізничні перевезення є не лише перспективними, а й реальністю в багатьох розвинутих країнах. Крім того, розроблена математична модель, яка дозволяє визначити оптимальну кількість, призначення та схеми складів пасажирських поїздів. Модель також включає розподіл пасажиропотоку між різними типами рухомого складу з метою максимізації прибутку від перевезень. За підрахунками, економічний ефект від впровадження високошвидкісного руху на протязі п'яти років складає 1 257 478 тис. грн.

ABSTRACT

This qualification work includes 12 presentation slides, 79 pages of explanatory notes in A4 format, and 29 literary sources.

Keywords: ROUTE NETWORK, PASSENGER TRAINS, PASSENGER TRANSPORTATION, TRANSPORTATION QUALITY, PASSENGER TRAIN FORMATION.

The object of the study is the process of functioning of the railway network, while the subject is the technology of its operation under technical exploitation conditions.

The goal of this work is to improve the efficiency of passenger transportation by railway through the implementation of high-speed rail (HSR).

The study includes a detailed analysis of the development of high-speed rail transportation in various countries worldwide. It has been established that high-speed rail transportation is not only a promising prospect but also a reality in many developed countries. Moreover, a mathematical model has been developed to determine the optimal number, scheduling, and configurations of passenger trains. The model also includes the distribution of passenger flow among different types of rolling stock to maximize transportation profits. According to calculations, the economic effect of implementing high-speed rail over five years amounts to 1,257,478 thousand UAH.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет «Управління процесами перевезень»

Кафедра «Залізничні станції та вузли»

Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

професор, д-р техн. наук

 О.М. Огар

(підпис)

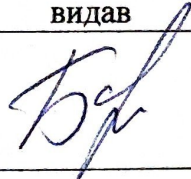
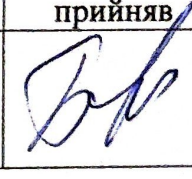
«30» Вересня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Гурьевського Богдана Івановича

- 1 Тема «Оптимізація маршрутної мережі та компонування пасажирських составів для покращення якості перевезень», керівник роботи Куценко Максим Юрійович, канд. техн. наук, доцент затверджені розпорядженням по факультету управління процесами перевезень від 30 вересня 2024 року № 12/24.
- 2 Строк подання студентом закінченої роботи «03» січня 2025 року.
- 3 Вихідні дані: технічна характеристика мережі залізниці; технологія роботи мережі залізниці; показники роботи мережі залізниці.
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): аналіз особливостей розвитку високошвидкісних магістралей на залізницях світу та методик визначення розмірів руху пасажирських поїздів; техніко-експлуатаційна характеристика мережі полігону залізниці; розробка математичної моделі визначення оптимального числа, призначень і схеми складів пасажирських поїздів; техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів.
- 5 Перелік графічного матеріалу: мета та задачі дослідження; об'єкт, предмет, методи дослідження; наукова новизна отриманих результатів; схема полігону залізниці; математична модель визначення оптимального числа, призначень і схеми складів пасажирських поїздів; оцінка економічної ефективності запропонованих заходів (загалом 12 слайдів).

6 Консультанти окремих розділів

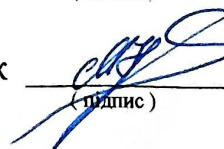
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів	Балака Є. І., доцент, к. е. н.		

7 Дата видачі завдання «30» вересня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН


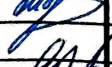


Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Аналіз особливостей розвитку високошвидкісних магістралей на залізницях світу та методик визначення розмірів руху пасажирських поїздів	04.11.2024 р.	10%
2 Техніко-експлуатаційна характеристика полігону залізниці.	18.11.2024 р.	20%
3 Вибір типу рухомого складу пасажирських швидкісних магістралей	16.12.2024 р.	50%
4 Розробка математичної моделі визначення оптимального числа, призначень і схеми складів пасажирських поїздів	30.12.2024 р.	70%
5 Техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів	02.01.2025 р.	90%
6 Оформлення пояснювальної записки	03.01.2025 р.	100%

Студент  Богдан ГУРЬЄВСЬКИЙ
(підпис)

Керівник  Максим КУЦЕНКО
(підпис)

Зміст

Вступ	6
1 Аналіз особливостей розвитку високошвидкісних магістралей на залізницях світу та методик визначення розмірів руху пасажирських поїздів	8
2 Техніко-експлуатаційна характеристика полігону залізниці. Вибір типу рухомого складу пасажирських швидкісних магістралей	15
3 Математична модель визначення оптимального числа, призначень і схеми складів пасажирських поїздів	20
3.1 Загальні положення	20
3.2 Формалізація цільової функції з обмеженнями	25
3.3 Вихідні дані до моделювання	40
3.4 Результати моделювання	44
4 Техніко-економічні розрахунки при впровадженні запропонованих заходів	49
4.1 Розрахунок показників пасажирських перевезень заданого полігону	49
4.2 Розрахунок економічного ефекту	59
Висновки	64
Список використаних джерел	66
Додаток А Рухомий склад швидкісних магістралей	70
Додаток Б Результати моделювання визначення розмірів руху пасажирських поїздів на ЕОМ	72

ОММКП.300.00.00.000 ПЗ									
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Оптимізація маршрутної мережі та компонування пасажирських составів для покращення якості перевезень	Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Гурьевський						5	79
Перевір.		Кущенко							
Н. контр.		Шаповал							
Затв.		Огар							
						УкрДУЗТ			

Вступ

Залізничний транспорт, як складова частина загальної транспортної системи країни, відіграє важливу роль у забезпеченні стабільного функціонування всіх секторів економіки та зміцненні обороноздатності України, що є ключовими факторами для інтеграції до Європейського Союзу [1].

Одним з основних завдань залізничного транспорту є досягнення максимального ефекту при раціональному використанні його транспортних і виробничих ресурсів. Рішення цих задач дозволить покращити ефективність використання рухомого складу та інфраструктури, а також підвищити якість обслуговування пасажирів на залізниці.

Однак сучасні тенденції на ринку транспортних послуг, зокрема зменшення частки залізничних перевезень пасажирів та зростання популярності автомобільного і авіаційного транспорту, вимагають вжиття заходів для підвищення конкурентоспроможності залізничних перевезень. Це можна досягти через впровадження високошвидкісних магістралей (ВШМ).

Ці заходи дозволяють галузі залізничного транспорту зберегти та ефективно використати наявний технічний потенціал для здійснення структурних змін та збереження конкурентних переваг порівняно з іншими видами транспорту.

Метою цієї роботи є підвищення ефективності пасажирських перевезень залізничним транспортом за умови впровадження високошвидкісних магістралей (ВШМ). Одним із напрямків вирішення цієї проблеми є вдосконалення існуючих математичних моделей для визначення оптимальних параметрів руху пасажирських поїздів у рамках функціонування ВШМ.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі завдання дослідження:

- аналіз особливостей розвитку високошвидкісних магістралей на залізницях світу та методів визначення параметрів руху пасажирських поїздів;

- розробка математичної моделі для визначення оптимальної кількості, складу і схеми пасажирських поїздів з огляду на економію ресурсів та мінімізацію експлуатаційних витрат, використовуючи комплексний підхід;

- оцінка економічної ефективності запропонованих рішень.

Об'єктом дослідження є процес функціонування залізничного полігону, а предметом — технологія його роботи в умовах технічної експлуатації.

Методи дослідження ґрунтуються на принципах системного підходу, лінійного програмування, методах обробки результатів моніторингу, а також комбінаторного та економічного аналізу.

Наукова новизна роботи полягає у вирішенні прикладної задачі з підвищення ефективності пасажирських перевезень на залізничному транспорті шляхом впровадження високошвидкісного руху поїздів. Це здійснюється через максимізацію прибутку пасажирської компанії при ресурсозбереженні.

Зокрема, розроблено математичну модель для визначення числа, призначення та схем складів пасажирських поїздів, яка забезпечує повне освоєння пасажиропотоку та оптимальний розподіл пасажирів за типами вагонів, щоб компанія-перевізник могла отримати максимальний прибуток від перевезень. Модель базується на комплексному підході, що враховує пасажиропотік, робочий парк вагонів на високошвидкісних поїздах, а також обмеження по пропускній здатності проміжних станцій.

Робота виконана відповідно до діючих стандартів оформлення текстової та конструкторської документації [28, 29] і складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та двох додатків.

Висновки

Дана магістерська робота виконана в рамках Транспортної стратегії України на період до 2030 року, що включає здійснення заходів, спрямованих на підвищення безпеки перевезень, енерго- та ресурсозбереження в секторі транспорту. Незважаючи на те, що ринок транспортних послуг для пасажирів сьогодні стикається із посиленням конкуренції з боку автомобільного та авіаційного транспорту, залізничний сектор залишається важливою складовою частиною національної транспортної системи. Тому підвищення конкурентоспроможності залізничного пасажирського транспорту є одним із ключових завдань у стратегії розвитку галузі.

Одним із найбільш ефективних способів зміцнення конкурентоспроможності залізничного транспорту є розвиток високошвидкісних магістралей. Такий розвиток дозволить не лише підвищити швидкість перевезень, а й зробить залізничні перевезення більш привабливими для пасажирів, зокрема на довгих дистанціях, що в свою чергу допоможе знизити тиск на авіаційний і автомобільний транспорт. Це дозволить використовувати потужності транспорту більш ефективно, відволікаючи значну частину пасажиропотоку до залізниць і створюючи сприятливі умови для розвитку економіки країни.

У рамках цієї роботи була вирішена прикладна задача підвищення ефективності пасажирських перевезень залізничним транспортом за умов впровадження високошвидкісного руху поїздів. Завдання було поставлене з точки зору ресурсозбереження при максимізації прибутку та мінімізації експлуатаційних витрат. Це дозволило досягти наступних результатів:

Аналіз розвитку високошвидкісних магістралей: У роботі проведено детальний аналіз розвитку високошвидкісних залізничних перевезень у різних країнах світу. Встановлено, що високошвидкісні залізничні

перевезення є не лише перспективними, а й реальністю в багатьох розвинутих країнах. В Україні ці процеси також поступово набирають обертів, хоча і потребують подальших інвестицій у розвиток інфраструктури та технологій.

Розробка математичної моделі для оптимізації руху пасажирських поїздів: У роботі розроблена математична модель, яка дозволяє визначити оптимальну кількість, призначення та схеми складів пасажирських поїздів. Модель також включає розподіл пасажиропотоку між різними типами рухомого складу з метою максимізації прибутку від перевезень. Враховано також важливі фактори, такі як колійний розвиток на проміжних станціях та розподіл пасажиропотоку по маршруту. Цей підхід дозволяє забезпечити максимальну ефективність роботи високошвидкісних ліній.

Визначення економічного ефекту від впровадження ресурсозберігаючих заходів: Було визначено економічний ефект від впровадження запропонованих ресурсозберігаючих заходів. За підрахунками, економічний ефект від впровадження високошвидкісного руху на протязі п'яти років складає 1 257 478 тис. грн. Це свідчить про значний потенціал для зниження витрат і підвищення ефективності використання залізничного транспорту в країні.

Таким чином, дана робота вносить вклад у розвиток теоретичних і практичних аспектів організації високошвидкісного руху на залізницях України, пропонуючи ефективні рішення для забезпечення безпеки, економічності та екологічної сталості перевезень. Розроблені рекомендації можуть бути використані при плануванні та реалізації проектів з розвитку високошвидкісних залізничних ліній в Україні, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності залізничного транспорту на ринку пасажирських перевезень.

Список використаних джерел

- 1 Транспортна стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс] / Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2020 р. № 2174-р – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2174-2020-p>.
- 2 Semenova, O. Improvement of Characteristics of the Railway Direction Kharkiv-Dnipro with the Purpose of Introducing the high-speed Passenger Traffic [Text] / M. Kutsenko, S. Zmii, O. Rozsokha, G. Shapoval and O. Semenova // SHS Web Conf. – 2019. – Volume 67. – P. 1 – 6.
- 3 Chen, H., & Gupta, R. (2017). "Technological Innovations Driving the Future of High-Speed Passenger Transport." *Technology Trends*, 12(4), 200-215
- 4 Park, H., & Gupta, S. (2013). "Urban Development and High-Speed Rail Corridors: Case Studies." *Urban Studies*, 22(4), 180-195
- 5 Yamamoto, T., & Lee, S. (2015). "Passenger Experience and Satisfaction in High-Speed Rail Services." *Journal of Travel Research*, 30(2), 75-90.
- 6 Концепція Державної цільової програми впровадження на залізницях швидкісного руху пасажирських поїздів на 2005-2015 роки [Електронний ресурс] / Розпорядження Кабінету Міністрів України від 31 грудня 2004 р. № 979-р – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/979-2004-p>.
- 7 Божок, Н.О. Напрямки впровадження швидкісних пасажирських перевезень в Україні [Текст] / Н.О. Божок // Зб. наук. праць. – Дніпропетровськ : ДНУЗТ. – 2013. – Вип. 5. – С. 46-56.
- 8 Анісімов, П.С. Високошвидкісні залізничні магістралі та пасажирські поїзда [Текст] / П.С. Анісімов, А.А. Іванов. – М. : Навчально-методичний центр з освіти на залізничному транспорті – 2011. – 542 с.
- 9 Пазойський, Ю.О. Організація пасажирських перевезень на залізничному транспорті (в прикладах та задачах) [Текст] / Ю.О. Пазойський, Л.С. Рябуха, В.Г. Шубко; під ред. В.Г. Шубко – М. : Транспорт, 1990. – 240 с.

10 Грунтов, П.С. Управління експлуатаційною роботою та якістю перевезень [Текст] : підручник / під. ред. П.С. Грунтова – М. : Транспорт, 1994. – 544 с.

11 Кочнев, Ф.П. Управління експлуатаційною роботою залізниць [Текст] : навч. посібник / Ф.П. Кочнев, И.Б. Сотніков. – М. : Транспорт, 1990. – 424 с.

12 Бутько, Т.В. Пасажирські перевезення (залізничний транспорт) [Текст] : навч. посіб. / Т.В. Бутько, О.А. Малахова, А.В. Прохорченко, Д.В. Константинов. – Харків : Райдер, 2014. – 260 с.

13 Пазойський, Ю.О. Математична модель оптимізації пасажирських перевезень у дальньому сполученні [Текст] / Ю.О. Пазойський, Д.В. Глазков // Вісник ВНІЗТ. – М. : ВНІЗТ, 2004. – Вип. 2. – С.46-47.

14 Бутько, Т.В. Розробка моделі нечітких часових рядів з властивостями еволюційної самоорганізації для прогнозування пасажиропотоків [Текст] / Т.В. Бутько, А.В. Прохорченко, Є.В. Чеклова // Зб. наук. праць – Донецьк : ДонІЗТ, 2008. – Вип. 16. – С. 5-14.

15 Бутько, Т.В. Розробка раціональних маршрутів прямування пасажирських поїздів на основі системи мурашиних колоній [Текст] / Т.В. Бутько, А.В. Прохорченко, Є.В. Чеклова // Восточно-европейский журнал передових технологий. – Харьков, 2009. – Вип. 3/5(39). – С. 9-13.

16 Крот, В.С. Аналіз стану безпеки руху в структурі Укрзалізниці у 2014 році [Текст] / В.С. Крот. – К. : Укрзалізниця. Департамент безпеки руху. – 2015. – 122 с.

17 Седлік, С. Л. Аналіз розподілу вагових характеристик вагонів одногрупних і групових призначень. [Текст] / С. Л. Седлік, В. Г. Волок, // Збірник тез 81 студентської науково-технічної конференції Українського державного університету залізничного транспорту. – 2019.

18 Математичні методи в плануванні та економічних розрахунках [Текст] : навч. посібник / А.А. Бакаєв, Ю.М. Єрмольєв, Ю.М. Кузнецов, В.І. Кузубов. – К. : Наукова думка, 1968. – 224с.

19 Хемди А. Таха. Вступ в дослідження операцій [Текст] / Хемди А. Таха – 7-е вид. – М. : «Вільямс», 2007. – 903 с.

20 Акуліч, І.П. Математичне програмування в прикладах і задачах [Текст] / І.П. Акуліч – М. : Вища школа, 1986. – 319 с.

21 Зайченко, Ю.П. Дослідження операцій [Текст] / Ю.П. Зайченко – К.: Вища школа, 1991. – 191 с.

22 Литвиненко, А.Е. Метод спрямованого перебору у системах управління і діагностування [Текст] / А.Е. Литвиненко – К., 2007. – 328 с.

23 Ковальов, М.М. Дискретна оптимізація (цілочисельне програмування) [Текст] / М.М. Ковальов – Мн. : БГУ, 1997 – 192 с.

24 Вагнер, Г. Основи дослідження операцій. Т. 1 [Текст] / Г. Вагнер – М. : Мір, 1973. – 336 с.

25 Вагнер, Г. Основи дослідження операцій. Т. 2 [Текст] / Г. Вагнер – М. : Мір, 1973. – 488 с.

26 Вагнер, Г. Основи дослідження операцій. Т. 3 [Текст] / Г. Вагнер – М. : Мір, 1973. – 502 с.

27 Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті [Текст]: навч. посібник / Є. І. Балака, О. І. Зоріна, Н. М. Колеснікова, І. М. Писаревський . – Харків: Транспорт, 2005. – 186 с.

28 ДСТУ 7.1:2006. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання (ГОСТ 7.1:2003, IDT) [Текст]. – Взамен ГОСТ 7.1-84, ГОСТ 7.16-79, ГОСТ 7.18-79, ГОСТ 7.34-81, ГОСТ 7.40-82 ; введ. 2007-07-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 48 с. (Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи).

29 Козар, Л.М. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна частина). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення. Методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності [Текст]: навч. посібник / Л.М. Козар, Є.В. Коновалов, А.О. Лапко та ін.; за заг. ред. Л.М. Козара – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – 58 с.