

Український державний університет залізничного транспорту


Кафедра управління експлуатаційною роботою

УДОСКОНАЛЕННЯ ШВИДКІСНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА  
ОСНОВІ УПРАВЛІННЯ СХЕМАМИ МАРШРУТІВ ПОЇЗДІВ

Пояснювальна записка та розрахунки  
до випускної кваліфікаційної роботи

УШППО.300.00.00.000 ПЗ

Розробила здобувачка групи 211-ТТ-324  
спеціальності 275/275.02 – Транспортні  
технології (на залізничному транспорті)  
(роботу виконано самостійно, відповідно до  
принципів академічної доброчесності)

  
Олена СЛОБОДЯНЮК  
(підпис)

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Віктор ПРОХОРОВ

Рецензент: професор, док. техн. наук

Олександр ЛАВРУХІН

# Український державний університет залізничного транспорту

Відділ міжнародних зв'язків


Спеціальність: 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

«Менеджер високошвидкісних залізничних систем»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри,  
професор, д-р техн. наук

 Т. В. Бутько

« 12 » січня \_\_\_\_\_ 2026 р.

## **ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

*Слободянюк Олені Анатоліївни*

1 Тема роботи «Удосконалення швидкісних пасажирських перевезень на основі управління схемами маршрутів поїздів»

Керівник Прохоров Віктор Миколайович, канд. техн. наук, доцент  
затверджені розпорядженням по факультету управління процесами перевезень  
від 24 жовтня 2025 року № 19/25

2 Строк подання студентом роботи 8 січня 2026 року.

3 Вихідні дані до роботи статистичні дані щодо дослідження пасажиропотоків та населеності вагонів в дальніх та міжрегіональних швидкісних поїздах; схеми маршрутів пасажирських поїздів; статистичні дані щодо об'ємів перевезених пасажиропотоків за різні проміжки часу та населеність пасажирських поїздів.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ; аналіз існуючої схеми розподілу пасажирських поїздів; проведення статистичних досліджень щодо розподілу пасажиропотоків; розробка моделі прогнозування параметрів пасажиропотоків; формування моделі побудови схеми курсування пасажирських поїздів; структура автоматизованої системи побудови плану формування пасажирських поїздів; оцінка економічної ефективності впровадження системи оперативного корегування плану формування швидкісних поїздів.

5 Перелік графічного матеріалу: тема магістерської кваліфікаційної роботи; мета і задачі дослідження, об'єкт дослідження, предмет дослідження; наукова новизна отриманих результатів; схема курсування поїздів класів ІнтерСіті та ІнтерСіті+; модель прогнозування параметрів пасажиропотоків; модель

формування схеми курсування швидкісних поїздів; структура автоматизованої системи побудови плану формування поїздів; 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	Гриценко Н.В., доцент, к.е.н.		

7. Дата видачі завдання 25 жовтня 2025 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
Консультація з керівником щодо організації роботи	25.10.2025	
Огляд джерел інформації, матеріалів та збір статистичних даних	30.10.2025	
Аналіз особливостей і принципів організації систем залізничних пасажирських перевезень розвинених країн світу і України.	05.11.2025	
Аналіз статистичних даних щодо функціонування системи залізничних пасажирських перевезень в Україні та оформлення результатів у вигляді відповідного розділу дипломної роботи	12.11.2025	
Розробка моделі прогнозування пасажиропотоків	18.11.2025	
Формування моделі побудови схеми курсування швидкісних поїздів	10.12.2025	
Розробка питань формування СППР на основі розроблених моделей її інтеграції в автоматизовану систему керування пасажирськими залізничними перевезеннями	23.12.2025	
Виконання економічних розрахунків та оформлення дипломної роботи	08.01.2026	

Студентка Олена СЛОБОДЯНЮК

Керівник Віктор ПРОХОРОВ

## АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 12 слайдів презентації, 82 аркуші пояснювальної записки формату А4, що містить 17 рисунків, 4 таблиці та 21 літературне джерело.

Ключові слова: ШВИДКІСНІ ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, УПРАВЛІННЯ МАРШРУТИЗАЦІЄЮ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ, ПЛАН ФОРМУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ.

Об'єктом дослідження є процес організації швидкісних пасажирських перевезень..

Метою дослідження є удосконалення технології швидкісних пасажирських перевезень через впровадження автоматизованої системи корегування планів формування поїздів відповідно до динаміки попиту.

В рамках роботи було проведено аналіз існуючих систем планування та управління рухом швидкісних поїздів та виявлено резерви для їх адаптації до мінливого пасажиропотоку. Також було досліджено питання оптимізації маршрутної мережі швидкісних поїздів з метою підвищення населеності поїздів і одночасного задоволення попиту на швидкісні пасажирські перевезення і якості транспортного сервісу. Також розроблено відповідну оптимізаційну математичну модель планування маршрутів відповідно до прогнозних пасажиропотоків на мережі, яка фактично є елементом концепції Transit Network Design.

Особливу увагу приділено розробці моделі прогнозування пасажиропотоків, яка враховує параметри перевезень та взаємний вплив кореспонденцій пасажирів між станціями мережі. Окреслено передумови для формування відповідної СППР у складі автоматизованої системи керування пасажирськими перевезеннями. Проведено оцінку економічної ефективності запропонованих заходів.

Результати роботи спрямовані на підвищення гнучкості та надійності системи швидкісних перевезень, максимальне задоволення пасажирського попиту та зниження експлуатаційних витрат перевізника.

## ABSTRACT

This qualification work includes 12 presentation slides, 82 pages of an A4 explanatory note containing 17 figures, 4 tables, and 21 literary sources.

Keywords: HIGH-SPEED PASSENGER TRANSPORTATION, PASSENGER TRAIN ROUTING MANAGEMENT, PASSENGER TRAIN FORMATION PLAN.

The object of the study is the process of organizing high-speed passenger transportation.

The goal of the research is to improve the technology of high-speed passenger transportation through the implementation of an automated system for adjusting train formation plans according to demand dynamics.




Within the work, an analysis of existing systems for planning and managing the movement of high-speed trains was conducted, and reserves for their adaptation to variable passenger flow were identified. The issue of optimizing the high-speed train route network was also investigated to increase train load factor while simultaneously meeting the demand for high-speed passenger transportation and the quality of transport service. A corresponding optimization mathematical model for route planning based on forecasted passenger flows on the network was developed, which is essentially an element of the Transit Network Design concept.

Particular attention is paid to the development of a passenger flow forecasting model that takes into account transportation parameters and the mutual influence of passenger correspondences between network stations. The prerequisites for forming a corresponding Decision Support System (DSS) within an automated passenger transportation management system are outlined. An assessment of the economic efficiency of the proposed measures was conducted.

The results of the work are aimed at increasing the flexibility and reliability of the high-speed transportation system, maximizing the satisfaction of passenger demand, and reducing the carrier's operational costs.

## Зміст

Вступ	8
1 Аналіз перспектив розвитку швидкісного і високошвидкісного пасажирського залізничного транспорту	11
2 Аналіз поточного стану міжрегіональних пасажирських залізничних перевезень в Україні	15
3. Формування моделі для прогнозування пасажиропотоків	23
3.1 Ризик «ефекту тунелювання» та його вплив на прогнозування пасажиропотоків	23
3.2 Методологія просторово-часового прогнозування пасажиропотоків на основі багатовимірних часових рядів	26
4 Формування моделі побудови плану формування пасажирських поїздів	48
4.1 Методологія планування мережі швидкісних поїздів на існуючій інфраструктурі: баланс між охопленням та швидкістю	48
4.2 Планування пасажирських перевезень на залізничному транспорті	51
4.3 Формалізація процесу побудови плану формування пасажирських поїздів	52
4.4 Застосування принципів проектування транспортних мереж (Transit Network Design) для формування системи швидкісного залізничного сполучення	55
4.5 Удосконалення моделі формування схеми курсування швидкісних пасажирських поїздів	59
4.6 Вибір механізму оптимізації моделі та здійснення моделювання	64
5 Інтеграція розроблених моделей до автоматизованої системи керування пасажирськими перевезеннями на Укрзалізниці	67

					<b>УШППО 300.00.00 ПЗ</b>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення швидкісних пасажирських перевезень на основі управління схемами маршрутів поїздів	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Слободянюк						<b>6</b>	<b>82</b>
Перевір.	Прохоров					<b>УкрДУЗТ</b>		
Н. контр. Затв.	Прохоров Бутько							

5.1 Аналіз технології функціонування системи АСК ПП УЗ	67
5.2 Склад інформаційного забезпечення	68
6 Оцінка економічної ефективності впровадження запропонованих рішень	72
Висновки	79
Список використаних джерел	80

					УШППО 300.00.00 ПЗ	Арк
						7
Зм.	Арк	№ документа	Підпис	Дата		

## Вступ

Залізничний транспорт залишається однією з найважливіших основ сучасного суспільства, забезпечуючи мобільність населення та переміщення вантажів на значні відстані. Його роль як екологічно чистого, енергоефективного та безпечного виду транспорту лише зростає в умовах світових тенденцій до сталого розвитку. Щорічно залізничні системи у всьому світі перевозять мільярди пасажирів та мільярди тонн вантажів, демонструючи свою незамінність як для локальних, так і для глобальних економічних процесів. Розвиток ефективних залізничних систем не лише сприяє економічному зростанню, але й вирішує критичні суспільні проблеми: зменшує затори на автомобільних дорогах, знижує викиди шкідливих речовин та підвищує рівень транспортної безпеки.

Сучасні розвинені країни стикаються з необхідністю розвивати інтелектуальні транспортні системи, здатні відповідати викликам зростаючої мобільності населення. Особливе значення в цьому контексті набувають швидкісні та високошвидкісні залізниці, які забезпечують не лише високу швидкість переміщення, але й новий рівень комфорту та надійності перевезень. В Україні, де швидкісний рух було запроваджено відносно недавно, цей напрямок є пріоритетним для розвитку транспортної галузі. Постає комплексне завдання забезпечення ефективного функціонування швидкісних перевезень, яке поєднує в собі технічні, економічні та організаційні аспекти.

*Актуальність* даної магістерської роботи зумовлена потребою розробки сучасних підходів до управління швидкісними залізничними перевезеннями, зокрема в частині планування та корегування руху поїздів. Ефективність пасажирських залізничних систем значною мірою залежить від якості управлінських рішень, прийнятих на етапах як проектування, так і експлуатації. Особливої важливості набуває завдання динамічного адаптування схем курсування до мінливого попиту, що дозволяє оптимізувати використання



рухомого складу та інфраструктури, підвищити рівень задоволеності пасажирів і забезпечити економічну ефективність перевезень.

Дослідження виконується відповідно до ключових програмних документів, серед яких Концепція розвитку транспортно-дорожнього комплексу України до 2030 року, Концепція реструктуризації залізничного транспорту, а також європейські директивні документи, що регулюють розвиток залізничної інфраструктури та управління пропускнуою здатністю. Це забезпечує відповідність роботи сучасним стандартам та вимогам до організації залізничних перевезень.

*Метою даного дослідження є удосконалення технології швидкісних пасажирських перевезень через впровадження автоматизованої системи корегування планів формування поїздів відповідно до динаміки попиту. Ця система має ґрунтуватися на сучасних математичних методах прогнозування пасажиропотоків та оптимізації маршрутів, зокрема на векторних авторегресійних моделях, здатних одночасно враховувати взаємозалежність потоків на всіх ділянках мережі. Такі підходи дозволять забезпечити раціональне використання ресурсів, підвищити якість планування та прийняття управлінських рішень на оперативному, тактичному та стратегічному рівнях.*

*Об'єкт дослідження – процес організації швидкісних пасажирських перевезень.*

*Предмет дослідження – технологія планування маршрутів швидкісних пасажирських поїздів.*

Реалізація поставленої мети потребує постановки та вирішення таких основних задач:

- здійснення аналізу існуючої схеми розподілу швидкісних пасажирських поїздів
- дослідження параметрів і розподілу пасажиропотоків;
- удосконалення методів прогнозування пасажиропотоків в умовах їх коливань;
- формування моделі побудови плану формування швидкісних пасажирських поїздів;

- розробки методу автоматизованої побудови плану формування пасажирських поїздів;

- удосконалення системи АСК ПП УЗ Є шляхом інтеграції до її складу автоматизованої системи розрахунку плану формування швидкісних пасажирських поїздів.

*Наукова новизна отриманих результатів.*

Удосконалено:

- технологію прогнозування пасажиропотоків за рахунок впровадження моделі просторової векторної авторегресії;

- процедуру побудови плану формування швидкісних пасажирських поїздів;

- систему підтримки прийняття рішень оперативного персоналу з питань планування маршрутів пасажирських поїздів.

В ході підготовки та виконання роботи автором була використана інформація, у тому числі вихідні дані, текст, методики проведення аналізу досліджень, визначення певних характеристик, параметрів, розрахунків тощо, які містяться у джерелах [1– 21], наведених у списку використаних джерел

*Публікації.* Відповідно до теми магістерської роботи опубліковано 1 статтю у фаховому науковому журналі [1].

## Висновки

Проведений аналіз динаміки та розподілу пасажиропотоків засвідчує наявність стійкого структурованого попиту на якісні пасажирські перевезення, що підтверджується високою заповнюваністю поїздів класів ІнтерСіті та ІнтерСіті+ (близько 70% і 80% відповідно). Ці дані свідчать про стратегічну необхідність системного впровадження швидкісного руху як ключового фактора забезпечення європейського рівня сервісу та підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту. Географічні умови України, де відстань між ключовими економічними центрами становить 200-650 км, ідеально відповідають логіці денного прискореного сполучення, що дозволяє подолати їх за 4-5 годин, пропонуючи альтернативу, конкурентну за комфортом та економічною доцільністю авто- та авіаперевезенням.

Отримані результати підкреслюють необхідність переходу від реактивного до проактивного, керованого даними планування. Для цього в рамках дослідження була розроблена та апробована інтегрована методика, яка поєднує два ключові модулі. Перший модуль базується на векторній авторегресійній моделі (VAR), спеціально адаптованій для прогнозування мережових пасажиропотоків. Її перевагою є здатність захоплювати складні просторово-часові залежності та крос-кореляції між різними напрямками руху, що дозволяє генерувати коротко- та середньострокові прогнози з урахуванням ендогенної динаміки системи, сезонності та інших паттернів. Другий модуль реалізує оптимізаційну задачу плану формування поїздів (Transit Network Design) за допомогою генетичного алгоритму. Цей підхід дозволяє ефективно досліджувати величезний простір комбінаторних рішень, знаходячи раціональні компроміси між критеріями освоєння попиту, мінімізації часу подорожі та ефективності використання ресурсів.

Системним результатом дослідження є пропозиція щодо впровадження автоматизованої системи планування як спеціалізованої підсистеми в контур

існуючої АСК ПП УЗ. Ця система підтримки прийняття рішень матиме архітектуру, що інтегрує згадані модулі прогнозування (на базі VAR) та оптимізації (на базі генетичного алгоритму). Її робота дозволить перевести технічне планування на новий рівень: замість коригування історично складної системи на основі узагальнених показників, технолог отримає інструмент для формування та оцінки різних сценаріїв розвитку мережі на основі детальних прогнозів розподілу потоків.

Економічне обґрунтування впровадження підкріплено результатами моделювання, які показують, що використання такого інструменту може забезпечити підвищення заповнюваності швидкісних поїздів на 3%, що в довгостроковій перспективі (10 років) може генерувати додатковий економічний ефект у розмірі приблизно 240 млн грн. Таким чином, запропонований підхід, що поєднує передові методи економетричного прогнозування (VAR) та комбінаторної оптимізації (генетичні алгоритми) в єдиній інформаційній системі, являє собою науково обґрунтовану основу для переходу до логістичної моделі управління пасажирськими перевезеннями, спрямованої на максимальне задоволення попиту та підвищення ефективності роботи залізничного транспорту.

#### Список використаних джерел

1. Прохоров В.М., Пархоменко Л.О., Калашнікова Т.Ю., Слободянюк О.А., Формування моделі Transit Network Design для швидкісного залізничного пасажирського сполучення в контексті парадигми цифрових двійників транспортних систем. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2025. №163(4). С.

2. Інтерсіті+ : веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Інтерсіті%2В> (дата звернення: 10.11.2025).

3. Інтерсіті : веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Інтерсіті> (дата звернення: 15.11.2025).
4. Пархоменко Л. О., Прохоров В. М., Калашнікова Т. Ю., Галуцька А. О., Шешеня І. І. Розробка процедури формування схеми маршрутів поїздів для автоматизованої системи управління швидкісними пасажирськими перевезеннями. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2021. №26(3). С. 18–26.
5. Українська залізнична швидкісна компанія : веб-сайт. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Українська\\_залізнична\\_швидкісна\\_компанія](https://uk.wikipedia.org/wiki/Українська_залізнична_швидкісна_компанія): (дата звернення: 14.11.2025).
6. Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 27 грудня 2006 року N 1196 «Про затвердження Правил перевезення пасажирів, багажу, вантажобагажу та пошти залізничним транспортом України» : веб-сайт. URL: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/Re13577.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/Re13577.html) (дата звернення: 14.10.2021).
7. Василенко М. О. Дослідження та удосконалення технології роботи станції К в умовах невизначеності обсягів пасажиропотоку : маг. квал. роб. : 11.12.20 / ДУІТ, КІЗТ. Київ. 2020. 119 с.
8. Мальковська К. О. Дослідження та удосконалення моделі організації руху пасажирських поїздів на напрямку : маг. квал. роб. : 14.12.20 / ДУІТ, КІЗТ. Київ. 2020. 144 с.
9. Якименко В. В., Петрушов В. В. Перспективи розвитку швидкісного руху у міжнародному сполученні для України. Досвід інших країн у створенні швидкісних пасажирських перевезень. *Scientific Journal "Science Rise"*. 2015. №10/2(15). С. 32–34.
10. Feldwisch W., Ruppert G. *Boutatigkeit der Deutschen Bahn in Berlin. ETR: Eisenbahntechn. Rdsch.* 2000. №6. P. 365–377.
11. Yue Y., Wang S., Zhou L., Tong L., Saat M. R. Optimizing train stopping patterns and schedules for high-speed passenger rail corridors. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 2016. №63. P. 126–146.

12. Kim H. Y., Wunneburger D., Neuman M., An S. Y. Optimizing high-speed rail routes using a Spatial Decision Support System (SDSS): the Texas Urban Triangle (TUT) case. *Journal of Transport Geography*. 2014. № 34. P. 194–201.
13. Wang J., Zhou L., Yue Y., Tang J., Bai Z. Optimizing high-speed railroad timetable with passenger and station service demands: A case study in the Wuhan-Guangzhou corridor. *Journal of advanced transportation*. 2018. № 1. P. 1–18.
14. Kaspi M., Raviv T. Service-oriented line planning and timetabling for passenger trains. *Transportation Science*. 2013. № 47(3). P. 295–311.
15. Cacchiani V., Caprara A., Toth P. A column generation approach to train timetabling on a corridor. *A Quarterly Journal of Operations Research*. 2008. № 6(2). P. 125–142.
16. Lutkepohl, H. Vector autoregressions. In Baltagi, B. (Ed.) *Companion to theoretical econometrics*, chap. 32, Oxford: Blackwell, 2001. 678–699.
17. Übeyli E. D. Adaptive neuro-fuzzy inference system employing wavelet coefficients for detection of ophthalmic arterial disorders. *Expert Systems with Applications*. 2008. №34. P. 2201–2209.
18. Muller-Hannemann M., Frank S., Wagner D. Zaroliagis C., Geraets F. et al. (Eds.). *Timetable Information: Models and Algorithms. Railway Optimization*. 2007. LNCS 4359, P. 67–90.
19. Reeves C. R. A genetic algorithm for flowshop sequencing. *Computers & Operations Research*. 1995. №22. P. 5–13.
20. 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.
21. 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.