

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління експлуатаційною роботою

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ ВОКЗАЛІВ ПРИ  
ОБСЛУГОВУВАННІ ПАСАЖИРІВ МІЖНАРОДНОГО ШВИДКІСНОГО  
СПОЛУЧЕННЯ НА ОСНОВІ ЦИФРОВІЗАЦІЇ

Пояснювальна записка та розрахунки  
до кваліфікаційної роботи

УРЗВО.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 213 –ОПУТ –323  
спеціальності 275/275.02 – Транспортні  
технології (на залізничному транспорті)  
(роботу виконано самостійно, відповідно до  
принципів академічної доброчесності)



Тарас КУРГАНЕВИЧ

Керівник: професор, докт. техн. наук  
Андрій ПРОХОРЧЕНКО

Рецензент: професор, докт. техн. наук  
Олександр ЛАВРУХІН

2025

## АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 16 слайдів презентації, 83 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 15 рисунків, 30 літературних джерел.

Ключові слова: МІЖНАРОДНЕ ШВИДКІСНЕ СПОЛУЧЕННЯ, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ВОКЗАЛ.

Об'єктом дослідження є процес організації роботи залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів міжнародного швидкісного сполучення.

Метою дослідження є підвищення ефективності роботи залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів міжнародного сполучення на основі цифровізації системи орієнтування та організації пасажиропотоків швидкісних поїздів з врахуванням операцій з прикордонного контролю. Це дозволить звести до мінімуму дезорієнтацію і розгубленість пасажирів, підвищити безпеку пасажирів швидкісних поїздів міжнародного сполучення, які знаходяться на залізничних вокзалах прикордонних залізничних станцій.

В межах даної кваліфікаційної магістерської роботи удосконалено роботу залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів міжнародного сполучення на основі впровадження цифрової системи орієнтування та організації пасажиропотоків швидкісних поїздів на прикордонному залізничному пасажирському комплексі.

Удосконалено процедуру математичного моделювання руху пасажиропотоків на залізничному вокзалі, яка на відміну від існуючих, враховує особливості індивідуального характеру поведінки кожного пасажирів швидкісного поїзду міжнародного сполучення в потоці.

Набула подальшого розвитку: задача автоматизації роботи залізничного вокзалу на основі впровадження цифрової платформи для управління пасажиропотоками швидкісних поїздів міжнародного сполучення на залізничному вокзалі.

## ABSTRACT

This qualification work includes 16 presentation slides, 83 A4 pages of explanatory notes, featuring 15 figures, and 30 references.

Keywords: INTERNATIONAL HIGH-SPEED TRAVEL, RAILWAY STATION.

The object of the study is the process of organizing the work of railway stations when serving passengers of international high-speed transport.

The purpose of the study is to increase the efficiency of the work of railway stations when serving passengers of international transport based on the digitalization of the orientation system and the organization of passenger flows of high-speed trains, taking into account border control operations. This will minimize disorientation and confusion of passengers, increase the safety of passengers of high-speed trains of international transport, who are at the railway stations of border railway stations.

Within the framework of this qualification master's thesis, the work of railway stations when serving passengers of international transport was improved based on the implementation of a digital orientation system and the organization of passenger flows of high-speed trains at the border railway passenger complex.

The procedure for mathematical modeling of passenger traffic at the railway station has been improved, which, unlike existing ones, takes into account the individual characteristics of the behavior of each passenger of an international high-speed train in the flow.

The task of automating the operation of the railway station based on the implementation of a digital platform for managing passenger traffic of international high-speed trains at the railway station has been further developed.

## 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

\_\_\_\_\_ Буцько Т.В.

« 30 » грудня \_\_\_\_\_ 2025 р.

### **ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Курганевичу Тарасу Миколайовичу

1 Тема роботи «Удосконалення роботи залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів міжнародного швидкісного сполучення на основі цифровізації» керівник Прохорченко Андрій Володимирович, професор, доктор техн. наук затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень від від «30» вересня 2024 р. № 12/24.



2 Строк подання студентом роботи 30 грудня 2024 року.

3 Вихідні дані до роботи: Техніко-експлуатаційні показники роботи залізничного транспорту України в цілому, статистичні дані щодо обсягів перевезень пасажирів в міжнародному сполученні, технологічний процес роботи залізничного вокзалу.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1 Аналіз ринку залізничних пасажирських перевезень в Україні. 2 Аналіз наукових і практичних досліджень щодо удосконалення роботи залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів міжнародного швидкісного сполучення на основі цифровізації. 3 Математичне моделювання динаміки руху міжнародних пасажиропотоків на залізничному вокзалі 4 Розробка вимог щодо структури системи підтримки прийняття рішень системи орієнтування на залізничних вокзалах при обслуговуванні пасажирів швидкісних поїздів міжнародного сполучення. 5 Економічна оцінка ефективності удосконалення роботи залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів міжнародного швидкісного сполучення на основі цифровізації. Висновки.

5 Перелік графічного матеріалу. Діаграма кількості відправлених пасажирів за 2021-2023 рр, діаграма розподілу частки в обсягах міжнародних перевезень пасажирів за видами сполучення за 2021-2023 рр, Схеми міжнародних маршрутів пасажирських поїздів у графіку руху 2023-2024 р., маршрути руху пасажирів міжнародного сполучення; ескізи інтерфейсів додатку для пасажирів та системи підтримки прийняття рішень з орієнтування та організації пасажиропотоків на залізничному вокзалі

#### 6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Оцінка економічної ефективності проектного рішення	Євгеній БАЛАКА, доцент, к.е.н		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
Вступ. 1 Аналіз ринку залізничних пасажирських перевезень в Україні	07.09.2024	
2 Аналіз наукових і практичних досліджень щодо удосконалення роботи залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів міжнародного швидкісного сполучення на основі цифровізації	14.10.2024	
3 Математичне моделювання динаміки руху міжнародних пасажиропотоків на залізничному вокзалі	04.11.2024	
4 Розробка вимог щодо структури системи підтримки прийняття рішень системи орієнтування на залізничних вокзалах при обслуговуванні пасажирів швидкісних поїздів міжнародного сполучення.	30.11.2024	
5 Економічна оцінка ефективності удосконалення роботи залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів міжнародного швидкісного сполучення на основі цифровізації.	16.12.2024	
Висновки. Оформлення роботи	23.12.2024	

Студент



Тарас КУРГАНЕВИЧ


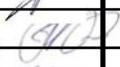



Керівник



Андрій ПРОХОРЧЕНКО

## Зміст

Вступ	8
1 Аналіз ринку залізничних пасажирських перевезень в Україні	11
2 Аналіз наукових і практичних досліджень щодо удосконалення роботи залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів міжнародного швидкісного сполучення на основі цифровізації	19
2.1 Аналіз наукових праць щодо удосконалення роботи залізничних вокзалів на основі цифровізації	19
2.2 Аналіз практичних досліджень щодо удосконалення роботи залізничних вокзалів на основі цифровізації	30
2.3 Організація пасажиропотоків на залізничних вокзалах	39
3 Математичне моделювання динаміки руху міжнародних пасажиропотоків на залізничному вокзалі	43
3.1 Розробка моделі визначення часу пересадки пасажирів на залізничному вокзалі	43
3.2 Побудова системи орієнтування пасажирів на вокзалі	52
4 Розробка вимог щодо структури системи підтримки прийняття рішень системи орієнтування на залізничних вокзалах при обслуговуванні пасажирів швидкісних поїздів міжнародного сполучення	65
4.1 Розробка системи підтримки прийняття рішень з орієнтування пасажирів на залізничних вокзалах з використанням WEB-технологій	65
4.2 Розробка системи транзиту інформаційних потоків в пасажирських перевезеннях при організації структури бази даних в системі підтримки прийняття рішень	68

УРЗВО.300.00.00 ПЗ								
Змі.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення роботи залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів міжнародного швидкісного сполучення на основі цифровізації	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Курганевич Т						
Перевір.		Прохорченко А.В					6	89
Реценз.						УкрДУЗТ		
Н. Контр.		Прохорченко А.						
Затверд.		Буцько Т.В.						

5 Економічна оцінка ефективності удосконалення роботи залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів міжнародного швидкісного сполучення на основі цифровізації.	71
Висновки	79
Список використаних джерел	80

					УРЗВО.300.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

## Вступ

У сучасних умовах розвитку транспорту залізничний транспорт відіграє ключову роль у забезпеченні ефективного, швидкого та екологічного перевезення пасажирів. Особливого значення набуває обслуговування пасажирів міжнародного швидкісного сполучення, що вимагає високого рівня сервісу, мінімізації часу очікування, чіткого управління пасажиропотоками та інтеграції різних транспортних систем.

Впровадження цифрових технологій у роботу залізничних вокзалів є невід'ємною складовою удосконалення системи обслуговування пасажирів. Використання цифровізації дозволяє автоматизувати процеси обробки даних, покращити якість сервісу, підвищити точність прогнозування пасажиропотоків та забезпечити зручний доступ до інформації для пасажирів.

На тлі зростання попиту на міжнародні перевезення, інтеграція цифрових рішень, таких як інтелектуальні інформаційні системи, навігаційні платформи, мобільні додатки для пасажирів, а також автоматизація управління операційними процесами на вокзалах, є критично важливою для підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту.

Крім того, цифровізація сприяє підвищенню безпеки, економічній ефективності та сталому розвитку залізничного транспорту, що відповідає глобальним тенденціям екологічної відповідальності та інноваційного прогресу.

Таким чином, тема удосконалення роботи залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів міжнародного швидкісного сполучення на основі цифровізації є вкрай актуальною, оскільки дозволяє вирішувати нагальні задачі розвитку транспортної інфраструктури в умовах динамічних змін глобального ринку.



*Метою* дослідження підвищення ефективності роботи залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів міжнародного сполучення на основі цифровізації системи орієнтування та організації пасажиропотоків швидкісних поїздів з врахуванням операцій з прикордонного контролю. Це дозволить звести до мінімуму дезорієнтацію і розгубленість пасажирів, підвищити безпеку пасажирів швидкісних поїздів міжнародного сполучення, які знаходяться на залізничних вокзалах прикордонних залізничних станцій.

*Основні завдання:*

- провести аналіз ринку залізничних пасажирських перевезень;
- провести дослідження технологічних процесів роботи залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів швидкісних поїздів Інтерсіті+ у міжнародному сполученні та наукових розробок з їх удосконалення;
- удосконалити математичну модель динаміки руху пасажиропотоків на залізничному вокзалі з можливістю визначення “вузьких місць” при організації пасажиропотоків швидкісних поїздів з урахуванням прикордонних операцій на вокзальному комплексі;
- провести моделювання організації руху пасажирів з урахування локацій розміщення пасажирів на вокзалі;
- розробити вимоги щодо цифрового додатку системи орієнтування пасажирів на залізничних вокзалах при обслуговуванні пасажирів швидкісних поїздів міжнародного сполучення;
- провести обґрунтування ефективності впровадження цифрової системи орієнтування і розподілу пасажирів швидкісних поїздів міжнародного сполучення на вокзалах.

*Об'єктом* дослідження є процес організації роботи залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів міжнародного швидкісного сполучення.

*Предметом* дослідження вокзальна система орієнтування та організації пасажиропотоків швидкісних поїздів на основі цифровізації.

*Елементи наукової новизни:* В межах даної кваліфікаційної магістерської роботи удосконалено роботу залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів міжнародного сполучення на основі впровадження цифрової системи орієнтування та організації пасажиропотоків швидкісних поїздів на прикордонному залізничному пасажирському комплексі.

В роботі удосконалено процедуру математичного моделювання руху пасажиропотоків на залізничному вокзалі, яка на відміну від існуючих, враховує особливості індивідуального характеру поведінки кожного пасажир швидкісного поїзду міжнародного сполучення в потоці. Результати моделювання дозволили удосконалити систему орієнтування, проаналізувати час пересадки пасажирів міжнародного сполучення з урахуванням операцій на прикордонній і митній контролі, що надає можливість цифровізувати систему орієнтування та організації пасажирів на залізничному вокзалі при обслуговуванні пасажирів міжнародного сполучення.

Набула подальшого розвитку: задача автоматизації роботи залізничного вокзалу на основі впровадження цифрової платформи для управління пасажиропотоками швидкісних поїздів міжнародного сполучення на залізничному вокзалі.

Матеріали кваліфікаційної магістерської роботи опубліковані у фахових виданнях МОН України [29,30].

## Висновки

На основі проведеного аналізу ринку залізничних пасажирських перевезень виявлено високий попит на перевезення пасажирів в швидкісних поїздах Інтерсіті+ у міжнародному сполучення. Відсутність пасажирського рухомого складу і обмеження в пропускній спроможності призводять до незадоволення попиту на транспортні послуги;

Проведені дослідження технологічних процесів роботи залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів міжнародного сполучення довели важливість підвищення рівня орієнтування пасажирів на вокзалах для зменшення часу їх пересадок, і як наслідок, підвищення продуктивності використання пасажирського рухомого складу. Виявлено за досвідом залізниць Японії, що одним із дієвих напрямів удосконалення роботи вокзалів є цифровізація системи орієнтування для індивідуального користування пасажиром на мобільних додатках.

В роботі удосконалено математичну модель динаміки руху пасажиропотоків на залізничному вокзалі з можливістю визначення “вузьких місць” при організації пасажиропотоків з урахуванням прикордонних операцій на вокзальному комплексі. Результати моделювання пересадки на вокзалі Перемишль-Головний довели важливість зменшення впливу обмежень при проходженні прикордонного контролю та побудови системи орієнтування. Це дозволяє скоротити час на пересадку одного пасажиром міжнародного сполучення на 17,2% від діючого показника.

Економічне обґрунтування ефективності впровадження системи орієнтування і розподілу пасажирів міжнародного сполучення на вокзалах доводить, що за рахунок впровадження запропонованих заходів за п'ять років можна отримати економічний ефект до 478 тис грн.

## Список використаних джерел

1. Показники пасажирських перевезень. Офіційний сайт АТ «Укрзалізниця». URL: [http://www.uz.gov.ua/cargo\\_transportation/general\\_information/indicators\\_of\\_transit](http://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/general_information/indicators_of_transit) (дата звернення 10.09.2024).
2. Транспорт і зв'язок України-2022. Статистичний збірник. Вид. офіц. К. : Державна служба статистики України.2022. 221 с.
3. Задоя В. О., Купцов Ю. В. Вплив цифровізації на конкурентоспроможність пасажирських залізничних перевезень. *Транспортні системи і технології*. 2023. № 4. С. 142–149. DOI: <https://doi.org/10.15802/rtem2023/300529>.
4. Руденко М. В. Цифрова трансформація пасажирського залізничного транспорту: оцінка ефективності встановлення цифрових екранів та впровадження інтерактивних інформаційних систем в поїздах. *Економічний вісник Дніпровського державного технічного університету*. 2024. № 1(8). С. 110-122. DOI: [https://doi.org/10.31319/2709-2879.2024iss1\(8\).306486pp110-122](https://doi.org/10.31319/2709-2879.2024iss1(8).306486pp110-122).
5. Ващенко, О. Можливості та тенденції застосування цифровізації в організації залізничних пасажирських перевезень в Україні. *Review of transport economics and management*.2024. 10(26), 290–298. <https://doi.org/10.15802/rtem2023/300886>
6. Даніл'ян В. О., Масан В. В., Сидорець Д. П. Цифровий розвиток залізничного транспорту в умовах глобальних перспектив та викликів. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2023. № 83. С. 165–175. Режим доступу: <https://btie.kart.edu.ua/article/view/300193> (дата звернення: 11.10.2024).
7. Обруч Г. В. Цифрова трансформація підприємств залізничного транспорту в умовах розбудови глобального цифрового транспортно-

- логістичного простору. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2021. № 74. С. 91–101. DOI: 10.18664/btie.74.280951. Режим доступу: <https://btie.kart.edu.ua/article/view/280951> (дата звернення: 12.10.2024).
8. Sarp S., Kuzlu M., Jovanovic V., Polat Z., Guler O. Digitalization of railway transportation through AI-powered services: digital twin trains. *European Transport Research Review*. 2024. Vol. 16. Article number: 58.– DOI: 10.1186/s12544-024-00679-5. Режим доступу: <https://ctr.springeropen.com/articles/10.1186/s12544-024-00679-5> (дата звернення: 05.11.2024).
9. Zhou Y., Ai B. Quality of Service Improvement for High-Speed Railway Communications. *China Communications*. 2014. Vol. 11, No. 10. P. 45–53. – DOI: 10.1109/CC.2014.6969784.
10. Darsena D., Gelli G., Iudice I., Verde F. Sensing Technologies for Crowd Management, Adaptation, and Information Dissemination in Public Transportation Systems: A Review // arXiv preprint arXiv:2009.12619. – 2020. – arXiv:2009.12619.
11. Zhang J., Chen F., Cui Z., Guo Y., Zhu Y. Deep-learning Architecture for Short-term Passenger Flow Forecasting in Urban Rail Transit .arXiv preprint arXiv:1912.12563. – 2019. – arXiv:1912.12563.
12. Han K., Zhang J., Zhu C., Yang L., Huang X., Li S. Meta-learning Based Short-Term Passenger Flow Prediction for Newly-Operated Urban Rail Transit Stations.arXiv preprint arXiv:2210.07098. – 2022. – arXiv:2210.07098.
13. Cheng Z., Trépanier M., Sun L. Incorporating travel behavior regularity into passenger flow forecasting URL: <https://arxiv.org/abs/2004.00992>(дата звернення 01.11.2024).
14. Xu X., Chen A., Sun L. Passenger flow control with multi-station coordination in subway networks: algorithm development and real-world

- case study. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 2019. Vol. 98. P. 126–146.
15. Wang, Y., & Work, D. B. Estimating the impact of reduced transit service on lower income populations: An examination of Chicago transit authority service cuts during COVID-19. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2021. 153, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.08.009>
  16. Stefanie Schmidt. How to enable smooth and safe passenger flows in train stations URL: <https://blog.ptvgroup.com/en/modeling-planning/station-capacity-planning-uk/> (дата звернення 10.10.2024).
  17. AnyLogic. Rail Library AnyLogic Help. URL: <https://anylogic.help/library-reference-guides/rail-library/index.html>. (дата звернення 12.10.2024).
  18. Network Rail. High-definition departure boards for Euston station passengers URL: <https://www.networkrailmediacentre.co.uk/news/high-definition-departure-boards-for-euston-station-passengers> (дата звернення 15.10.2024).
  19. DB Navigator: Your Personal Travel Companion. Softonic. URL: <https://db-navigator.en.softonic.com/android> (дата звернення 16.10.2024).
  20. Kerner B.S. Three-Phase Traffic Theory and Highway Capacity *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2004. № 333. P. 379-440.
  21. G. Keith Still. Crowd Dynamics: PhD Thesis : University of Warwick, Department of Mathematics. United Kingdom, 2000. 32 p.
  22. Правила перевезення пасажирів, багажу, вантажобагажу та пошти залізничним транспортом України: затверджено і введено в дію наказом Міністерства транспорту та зв'язку України № 1196 від 27.12.2006. К.:Транспорт, 2006. 32 с.
  23. Simwalk Team Savannah Simulations AG: SIMWALK TRANSPORT: веб-сайт. URL: [http://www.simwalk.com/simwalk\\_transport/transport\\_stss.html](http://www.simwalk.com/simwalk_transport/transport_stss.html) (дата звернення 10.01.2024).

24. Italian Railroad Stations: History of Railroad Stations - Retrieved 2008-03-13. 45 p.
25. Marc-André Miserez. Stations were gateways to the world. SwissInfo, 2008. № 2. 34 p.
26. Stations Run by Network Rail: Network Rail. Retrieved 2009-08-23. 31 p.
27. G. Keith Still. Crowd Dynamics: PhD Thesis : University of Warwick, Department of Mathematics. United Kingdom, 2000. 32 p.
28. D. Helbing, I. Farkas, T. Vicsek. Simulating dynamical features of escape panic. Nature, 2000. № 407. P. 487-490.
29. Прохорченко Г.О., Курганевич Т.М., Лукін О.О. Удосконалення роботи залізничних вокзалів при обслуговуванні пасажирів міжнародного швидкісного сполучення на основі цифровізації. 37 міжнародна науково-практична конференція "Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті": матеріали конференції. Україна. Харків. 10-11 жовтня 2024 року, УкрДУЗТ. С. 69-70.
30. Зав'ялова М.Д., Дубініна А.С., Курганевич Т.М., Панченко А.С. Удосконалення швидкісних перевезень пасажирів у внутрішньому та міжнародному сполученні. 5-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 25-27 листопада 2024 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. С. 106-108.