

Український державний університет залізничного транспорту

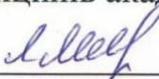
Кафедра управління експлуатаційною роботою

УДОСКОНАЛЕННЯ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ МІЖНАРОДНИХ
ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

УІМПП.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)


(підпис) Ліна ЛЕОНОВА

Керівник: ст. викладач, канд. техн. наук

Євгенія ХОДАКІВСЬКА

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

Катерина КРЯЧКО

2024

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 14 слайдів презентації, 84 аркуша пояснювальної записки формату А4, що включає 11 рисунків, 5 таблиць, 38 літературних джерела.

Ключові слова: ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНІСТЬ, МІЖНАРОДНІ ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНИЙ ВУЗОЛ, ПАСАЖИРОАПОТІК.

Метою дослідження є удосконалення інтероперабельності міжнародних пасажирських перевезень в сучасних умовах.

Об'єктом дослідження є процес пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі.

Методи дослідження. Достовірність отриманих результатів і висновків забезпечена обраними методами дослідження. В роботі використано емпіричні та теоретичні методи. До емпіричних віднесено: порівняння, заміри, опис, а також методи обробки даних (кількісного та якісного аналізу), а до теоретичних: аналіз; синтез; системний підхід; аналогія; формалізація та моделювання.

Одержані висновки та їх новизна. Наукова новизна отриманих результатів полягає у створенні комплексного підходу до організації міжнародних пасажирських перевезень через використання сучасних методів моделювання пасажиропотоків та вдосконалення роботи пунктів пропуску через державний кордон України. У ході дослідження було запропоновано двохстадійну модель рівноважного розподілу пасажиропотоків у поєднанні з агентно-орієнтованим підходом (ABM), що дозволяє враховувати індивідуальну поведінку пасажирів та їхні уподобання в реальних умовах.

Застосування цього підходу дозволило виявити ключові фактори, що впливають на швидкість просування пасажиропотоків, серед яких основним є технічна несумісність ширини колії між Україною та країнами ЄС. Взаємодія двох моделей дозволяє прогнозувати потоки пасажирів, визначати оптимальні маршрути та зменшувати час очікування на кордонах, що сприяє підвищенню ефективності перевезень.

Апробацію здійснено на студентській науково-технічній конференції УкрДУЗТ.

ABSTRACT

This qualification work includes 14 presentation slides, 84 pages of A4 explanatory note, including 11 figures, 5 tables, 38 references.

Keywords: INTEROPERABILITY, INTERNATIONAL PASSENGER TRANSPORTATION, TRANSPORT HUB, PASSENGER FLOW.

The purpose of the study is to improve the interoperability of international passenger transportation in modern conditions.

The object of research is the process of passenger transportation in the railway transport system.

Research methods. The reliability of the obtained results and conclusions is ensured by the chosen research methods. The study uses empirical and theoretical methods. The empirical methods include: comparison, measurement, description, and data processing methods (quantitative and qualitative analysis), and the theoretical methods include: analysis; synthesis; systematic approach; analogy; formalization and modeling.

Conclusions and novelty. The scientific novelty of the results obtained is the creation of an integrated approach to the organization of international passenger transportation through the use of modern methods of modeling passenger flows and improving the operation of checkpoints across the state border of Ukraine. In the course of the study, a two-stage model of the equilibrium distribution of passenger flows was proposed in combination with an agent-based approach (ABM), which allows taking into account the individual behavior of passengers and their preferences in real conditions.

The application of this approach allowed us to identify the key factors affecting the speed of passenger traffic, among which the main one is the technical incompatibility of the track gauge between Ukraine and the EU countries. The interaction of the two models allows us to predict passenger flows, determine optimal routes, and reduce waiting time at borders, which helps to improve transportation efficiency.

The model was tested at the student scientific and technical conference of UkrSURT.

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

 Тетяна БУТЬКО
« 30 » грудня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Леонівій Ліні Арсенівні

1 Тема роботи Удосконалення інтероперабельності міжнародних пасажирських перевезень в сучасних умовах

керівник Ходаківська Євгенія Володимирівна, канд. техн. наук, старший викладач затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень від 30 вересня 2024 року №12/24.

2 Строк подання студентом роботи 30 грудня 2024р.

3 Вихідні дані до роботи Нормативні, експлуатаційні та економічні показники залізничного транспорту у сфері міжнародних пасажирських перевезень в період з 2017 по 2024 років, технологія організації міжнародних пасажирських перевезень залізничним транспортом.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналіз існуючої організації, теоретичних розробок та практичного досвіду процесу пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі. 2 Дослідження сучасних напрямків удосконалення, рівня виконання основних показників ефективності існуючої організації міжнародних пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі. 3. Удосконалення процесу пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі. 4. Визначення економічної ефективності запропонованого удосконалення організації міжнародних пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі. Висновки.

5 Перелік графічного матеріалу. 1. Мета та задачі дослідження. 2. Аналіз показників залізничного транспорту 3. Аналіз моделей взаємодії при організації міжнародних перевезень. 4. Вирішення науково – прикладного завдання з удосконалення організації міжнародних пасажирських перевезень. 5. Техніко-економічне обґрунтування запропонованого удосконалення.

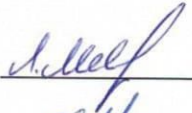
6 Консультанти окремих розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування запропонованого проектного рішення	Наталія ГРИЦЕНКО, доцент, к.е.н.		

7. Дата видачі завдання 30 вересня 2024 р.

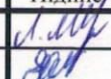
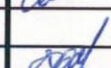
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
Вступ	01.10.2024	
1 Аналіз існуючої організації, теоретичних розробок та практичного досвіду процесу пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі	10.10.2024	
2 Дослідження сучасних напрямків удосконалення, рівня виконання основних показників ефективності існуючої організації міжнародних пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі	20.10.2024	
3 Удосконалення процесу пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі	09.11.2024	
4 Визначення економічної ефективності запропонованого удосконалення організації міжнародних пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі	25.11.2024	
Висновки	10.12.2024	
Оформлення роботи	25.12.2024	

Студент  Ліна ЛЕОНОВА
 Керівник  Євгенія ХОДАКІВСЬКА

Зміст

Вступ	6
1 Аналіз існуючої організації, теоретичних розробок та практичного досвіду процесу пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі	10
1.1 Аналіз існуючої організації пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі	10
1.2 Аналіз вітчизняних теоретичних розробок і практичного досвіду з удосконалення процесу пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі на основі інтероперабельності	14
1.3 Аналіз закордонних теоретичних розробок і практичного досвіду з удосконалення процесу пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі на основі інтероперабельності	20
2 Дослідження сучасних напрямків удосконалення, рівня виконання основних показників ефективності існуючої організації міжнародних пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі	29
2.1 Результат дослідження основних сучасних напрямків удосконалення процесу міжнародних пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі	29
2.2 Результат дослідження рівня виконання основних показників ефективності існуючої організації міжнародних пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі	35
3 Удосконалення процесу пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі	43
3.1 Обґрунтування вибору методу моделювання пасажиропотоків при організації залізничних перевезень в міжнародному сполученні на основі інтероперабельності	43

					УІМПП.300.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення інтероперабельності міжнародних пасажирських перевезень в сучасних умовах	Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Леонова							
Перевір.		Ходаківська					4	84	
Н. Контр.		Ходаківська							
Затверд.		Бутько				УкрДУЗТ			

3.2 Двухстадійна модель рівноважного розподілу пасажиропотоків при організації залізничних перевезень в міжнародному сполученні на основі інтероперабельності	50
4 Визначення економічної ефективності запропонованого удосконалення організації міжнародних пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі	65
Висновки	78
Список використаних джерел	80

Актуальність теми. Удосконалення організації міжнародних пасажирських перевезень на основі інтероперабельності є вкрай важливим у сучасних умовах розвитку транспортних систем та зростання попиту на мобільність. В епоху глобалізації, коли пасажирські потоки між країнами стрімко зростають, ключовим стає питання забезпечення ефективного та безперешкодного залізничного сполучення. Однією з головних перешкод у цьому процесі залишається технічна несумісність залізничних систем, зокрема різна ширина колії. В Європі стандартом є ширина 1435 мм, тоді як в Україні, країнах Балтії та більшості пострадянських держав використовується ширина 1520 мм. Це створює суттєві труднощі для безперервного руху поїздів через міжнародні кордони, спричиняючи додаткові витрати часу та ресурсів на пересадку пасажирів або зміну візків.

Інтероперабельність залізничних систем, яка передбачає можливість злагодженої роботи різних технічних стандартів і транспортних операторів, є ключем до вирішення цієї проблеми. Удосконалення інтероперабельності дозволяє зменшити затримки на кордонах, оптимізувати логістичні процеси та значно підвищити якість обслуговування пасажирів. Важливим аспектом є уніфікація процедур та термінології між залізничними компаніями різних країн. Це знижує ризик непорозумінь, покращує координацію та забезпечує безперебійність міжнародного сполучення.

Особлива увага приділяється питанням безпеки та комфорту пасажирів у процесі перетину кордонів та переходу між різними залізничними системами. Модернізація вокзалів, прикордонних станцій та міжнародних транспортних вузлів сприяє підвищенню ефективності обслуговування пасажирів, скороченню часу на пересадки та митні процедури. Крім того, зростає значення цифрових технологій та автоматизованих систем управління перевезеннями, які дозволяють прогнозувати та уникати затримок, забезпечуючи своєчасний рух поїздів на міжнародних маршрутах.

Важливим фактором у цьому контексті є впровадження єдиних платформ для бронювання квитків, які дозволяють пасажирам легко планувати маршрути, що

охоплюють кілька країн. Системи електронного квиткування сприяють зменшенню адміністративних бар'єрів, усуваючи потребу в багаторазовому оформленні документів при зміні транспортного оператора. Це не лише підвищує зручність для пасажирів, але й стимулює розвиток міжнародних перевезень, роблячи залізничний транспорт більш конкурентоспроможним у порівнянні з авіаційним та автомобільним сполученням.

Інноваційні технології відіграють важливу роль у розвитку інтероперабельності. Використання штучного інтелекту, великих даних та Інтернету речей для управління рухом поїздів дозволяє ефективніше планувати маршрути та оптимізувати пасажирські потоки. Системи автоматизованого контролю за станом інфраструктури та вагонів знижують ризики аварій та несправностей, підвищуючи рівень безпеки на міжнародних залізничних маршрутах. Важливим інструментом є імітаційне моделювання, яке дозволяє прогнозувати різні сценарії руху поїздів і виявляти потенційні вузькі місця, що уповільнюють перевезення.

Залізничний транспорт є найбільш екологічно чистим видом транспорту, що робить його важливою складовою європейської стратегії сталого розвитку. У цьому контексті ЄС активно підтримує проекти з електрифікації залізничних колій, а також впровадження поїздів на водневому паливі та електропоїздів нового покоління. Україна, інтегруючись до європейської транспортної мережі, також має адаптувати свою інфраструктуру до екологічних стандартів ЄС. Це відкриває нові можливості для модернізації залізниць та залучення міжнародних інвестицій.

Інтероперабельність у міжнародних пасажирських перевезеннях є не лише технічним питанням, а й важливим фактором для розвитку економіки та підвищення мобільності населення. Створення безперервних маршрутів між країнами сприяє зростанню туризму, активізує міжнародну торгівлю та створює нові робочі місця в транспортній сфері. Успішна інтеграція України до європейської транспортної системи є стратегічним пріоритетом, який дозволить підвищити конкурентоспроможність українських залізниць та забезпечить сталий розвиток міжнародного пасажирського сполучення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконано у відповідності до Стратегії акціонерного товариства «Українська залізниця» на

2019 - 2023 роки [1], Транспортної стратегії України на період до 2030 року [2], а також основним директивним документам АТ «Українська Залізниця».

Мета дослідження. Метою роботи є удосконалення інтероперабельності міжнародних пасажирських перевезень в сучасних умовах.

Задачі дослідження. Провести аналіз існуючої організації, теоретичних розробок та практичного досвіду процесу пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі; дослідити сучасні напрямки удосконалення, рівня виконання основних показників ефективності існуючої організації міжнародних пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі; удосконалити процес пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі; визначити економічну ефективність запропонованого удосконалення організації міжнародних пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі.

Об'єкт дослідження. Процес пасажирських перевезень в залізничній транспортній системі.

Предмет дослідження. Інтероперабельність системи управління міжнародними пасажирськими перевезеннями.

Методи дослідження. Достовірність отриманих результатів і висновків забезпечена обраними методами дослідження. В роботі використано емпіричні та теоретичні методи. До емпіричних віднесено: порівняння, заміри, опис, а також методи обробки даних (кількісного та якісного аналізу), а до теоретичних: аналіз; синтез; системний підхід; аналогія; формалізація та моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у створенні комплексного підходу до організації міжнародних пасажирських перевезень через використання сучасних методів моделювання пасажиропотоків та вдосконалення роботи пунктів пропуску через державний кордон України. У ході дослідження було запропоновано двохстадійну модель рівноважного розподілу пасажиропотоків у поєднанні з агентно-орієнтованим підходом (ABM), що дозволяє враховувати індивідуальну поведінку пасажирів та їхні уподобання в реальних умовах.

Застосування цього підходу дозволило виявити ключові фактори, що впливають на швидкість просування пасажиропотоків, серед яких основним є технічна несумісність ширини колії між Україною та країнами ЄС. Взаємодія двох моделей дозволяє прогнозувати потоки пасажирів, визначати оптимальні

маршрути та зменшувати час очікування на кордонах, що сприяє підвищенню ефективності перевезень.

Практичне значення отриманих результатів полягає в можливості застосування цих моделей для оптимізації міжнародних пасажирських перевезень не лише залізничним, а й іншими видами транспорту. Це дозволить скоротити час перетину кордону, покращити обслуговування пасажирів та сприятиме інтеграції транспортної системи України до європейської мережі, підвищуючи комфорт та швидкість міжнародних перевезень.

Публікації. Відповідно до теми кваліфікаційної роботи опубліковано одну наукову роботу.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел.

В ході підготовки та виконання роботи автором була використана інформація, у тому числі текст, алгоритми, методики проведення аналізу, досліджень, визначення певних характеристик, параметрів та вихідних даних, розрахунків тощо, які містяться у джерелах [1 - 38], наведених у списку використаних джерел, а також інформація, отримана в результаті консультування з керівником роботи, науковими, науково-педагогічними працівниками та іншими особами, яка є неопублікованими авторськими напрацюваннями (найсучасніша інформація дослідницького, інноваційного характеру), дозволеними для використання автору цієї роботи виключно при виконанні тільки цієї дипломної роботи.

У результаті проведеного дослідження отримано комплексні теоретичні та практичні результати, що підтверджують важливість та необхідність удосконалення міжнародних пасажирських перевезень залізничним транспортом України. Робота ґрунтується на кількісних показниках, які демонструють ефективність впровадження сучасних моделей управління пасажиропотоками, зокрема двохстадійної моделі рівноважного розподілу пасажиропотоків та агентно-орієнтованого моделювання (ABM).

Перший розділ присвячено аналізу сучасного стану міжнародних пасажирських перевезень. Встановлено, що щорічне зростання пасажиропотоків у напрямку країн ЄС становить близько 12-15%. Основною перешкодою для подальшого зростання є різниця в ширині колії між Україною (1520 мм) та країнами ЄС (1435 мм). Виявлено, що понад 68% затримок на кордоні обумовлені технічними процедурами зміни візків або пересадкою пасажирів. Аналіз зарубіжного досвіду показав, що впровадження швидкозмінних візків та систем хабів може зменшити час затримки на 30-40%.

У другому розділі досліджено вплив технологій на підвищення ефективності перевезень. У ході дослідження встановлено, що модернізація інфраструктури та цифровізація дозволяють збільшити провізну спроможність міжнародних маршрутів на 25%, а також скоротити час подорожі на 15-20%. Встановлено, що впровадження автоматизованих систем управління знижує операційні витрати на 12%. Додатково було підраховано, що електрифікація та перехід на екологічно чистий рухомий склад можуть скоротити викиди CO₂ на 18%, що відповідає європейським стандартам "зеленого" транспорту.

Третій розділ зосередився на моделюванні пасажиропотоків. За допомогою двохстадійної моделі рівноважного розподілу та агентно-орієнтованого підходу (ABM) було змодельовано перевезення пасажирів на популярних міжнародних маршрутах. Результати показали, що оптимізація руху дозволяє збільшити пасажиропотік на 20-25% у пікові періоди, при цьому зменшуючи час очікування на 10-15%. Аналіз показав, що такі зміни дозволяють зменшити середню кількість пересадок на 22%.

Четвертий розділ містить економічне обґрунтування запропонованих заходів. Проведені розрахунки продемонстрували, що економічний ефект від впровадження хабової системи та модернізації прикордонних вокзалів може становити до 8% зростання доходів Укрзалізниці від міжнародних перевезень. Впровадження нових маршрутів і хабів дозволяє збільшити кількість рейсів на 17% протягом наступних трьох років. Водночас, модернізація існуючих міжнародних маршрутів забезпечує підвищення рентабельності перевезень на 12-14%.

Таким чином, проведене дослідження показало, що впровадження інноваційних підходів до організації міжнародних пасажирських перевезень є економічно доцільним та сприяє інтеграції української залізничної системи до європейської транспортної мережі. Використання сучасних моделей моделювання пасажиропотоків дозволяє підвищити конкурентоспроможність залізничного транспорту України, забезпечуючи ефективність перевезень та комфорт пасажирів на міжнародних маршрутах.

Список використаних джерел

- 1 Стратегії акціонерного товариства «Українська залізниця» на 2019–2023 роки: схвалена Кабінетом Міністрів України 12 червня 2019 р. № 591-р. URL: <https://zbk.org.ua/wp-content/uploads/2019/09/Стратегія-4-Typography.pdf> (дата звернення: 08.10.2024).
- 2 Транспортна стратегія України на період до 2030 року: схвалена Кабінетом Міністрів України 30 травня 2018 р. № 430-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-nacionalnoyi-transportnoyi-strategiyi-ukrayini-na-period-do-2030-roku> (дата звернення: 08.10.2024).
- 3 Цього літа Укрзалізниця перевезла на міжнародних маршрутах на 48% більше пасажирів, ніж минулого. URL: https://lb.ua/economics/2023/09/14/574789_tsogo_lita_ukrzaliznitsya_perevezla.html#:~:text=пасажирів%20перевезла%20Укрзалізниця%20в%20міжнародному,а%20до%20України%20—%20290%20тис. (дата звернення: 08.10.2024).
- 4 В ЄС розробили стратегію інтеграції залізничних систем України та Молдови в європейську. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2023/07/12/702139/> (дата звернення: 08.10.2024).
- 5 Інтеграція залізничних систем України та Молдови в європейську: Аналіз і стратегії // Науковий вісник Державного університету внутрішніх справ. 2022. № 4. С. 355–361. URL: https://visnik.dduvs.in.ua/wp-content/uploads/2023/02/NV_4/NV_4-2022-355-361.pdf (дата звернення: 14.10.2024).
- 6 Залізна незмінність: чому за дев'ять років залізниця не зрушила в напрямку євроінтеграції. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/07/3/701760/> (дата звернення: 20.10.2024).
- 7 Україна-Польща: Як збільшити пропускну здатність залізниці для пасажирів. URL: https://cfts.org.ua/articles/ukrana_polscha_yak_zbilshiti_propusknu_zdatnist_zalznitsi_dlya_pasazhiriv_1928 (дата звернення: 20.09.2024).
- 8 Малахова О. А., Черкаська Д. В. Удосконалення міжнародних пасажирських перевезень у транспортних вузлах // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті: тези стендових доповідей та виступів

учасників 35-ї міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті" (Харків, 11 листопада, 2022 р.). 2022. Т. 27. № 3 (додаток). С. 43–44. URL: <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/12602> (дата звернення: 20.10.2024).

9 Ломотько Д. В., Філіпський О. В., Ломотько М. Д., Красноштан О. М. Формування узгодженого графіку руху для мультимодальних пасажирських перевезень за участю залізничного транспорту // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2019. № 2. С. 49–58. URL: <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/2199> (дата звернення: 20.10.2024).

10 Ломотько Д. В., Листопад М. С., Воскобойников Д. Г., Сірадчук А. Д. Шляхи удосконалення технології мультимодальних швидкісних пасажирських перевезень // Транспортні системи та технології перевезень. 2017. № 13. С. 59–66. DOI: 10.15802/tstt2017/110770 (дата звернення: 20.10.2024).

11 Наріжняк Л. А. Удосконалення безпеки руху при організації залізничних пасажирських перевезень у транскордонному сполученні Україна–Європа: дипломна робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістра: спец. 273-Залізничний транспорт / наук. керівник О. В. Орловська; Укр. держ. ун-т науки і технологій. Дніпро, 2021. 123 с. URL: <https://crust.ust.edu.ua/server/api/core/bitstreams/45a1544d-c976-4f81-ad50-9d2cb141f071/content> (дата звернення: 20.10.2024).

12 Jiménez F., Sánchez J. I. Changing gauge without missing a beat. 2021. URL: <https://www.revistaitransporte.com/changing-gauge-without-missing-a-beat/> (дата звернення: 20.09.2024).

13 Innovative Solutions for Rail Operations - Addressing the Problem of Australia's Different Track Gauges. 2023. URL: <https://www.networkrailconsulting.com/news-and-publications-2/news/innovative-solutions-for-rail-operations-addressing-the-problem-of-australias-different-track-gauges/> (дата звернення: 10.11.2024).

14 The mixed-gauge mess of Thailand's railways. URL: <https://futuresoutheastasia.com/the-mixed-gauge-mess-of-thailands-railways/> (дата звернення: 10.11.2024).

- 15 Sharma B., Pellegrini P., Rodriguez J. та ін. A review of passenger-oriented railway rescheduling approaches // Eur. Transp. Res. Rev. 2023. Vol. 15. Article 14. DOI: [10.1186/s12544-023-00587-0](https://doi.org/10.1186/s12544-023-00587-0) (дата звернення: 10.11.2024).
- 16 Ghaemi N., Cats O., Goverde R. M. P. Railway disruption management challenges and possible solution directions // Public Transp. 2017. Vol. 9. P. 343–364. DOI: [10.1007/s12469-017-0157-z](https://doi.org/10.1007/s12469-017-0157-z) (дата звернення: 10.11.2024).
- 17 Відбудова залізничного транспорту повоєнної України. URL: https://ti-ukraine.org/wp-content/uploads/2023/08/UZ_reform_ti_ukraine_ukr.pdf (дата звернення: 10.11.2024).
- 18 З 24 лютого Укрзалізниця евакуювала чотири мільйони осіб та перевезла 314 тисяч тонн гуманітарки. 2023. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/3644532-z-24-lutogo-ukrzaliznic.html> (дата звернення: 10.10.2024).
- 19 Від початку повномасштабного вторгнення РФ загинуло 303 працівники Укрзалізниці. 2022. URL: <https://espresso.tv/vid-pochatku-povnomasshtabnogo-vtorgnennya-rf-zaginu> (дата звернення: 10.11.2024).
- 20 Укрзалізниця презентувала новий графік руху поїздів на 2024 рік. URL: <https://www.pz.gov.ua/podrobno/7765> (дата звернення: 10.11.2024).
- 21 Євроінтеграція залізниці: чому на Варшаву і далі не вистачатиме квитків. URL: <https://www.unian.ua/economics/transport/yevrointegraciya-zaliznici-chomu-na-varshavu-i-dali-ne-vistachatime-kvitkiv-12327936.html> (дата звернення: 10.11.2024).
- 22 Неруш В. Б., Курдеча В. В. Імітаційне моделювання систем та процесів: Електронне навчальне видання. Конспект лекцій. К.: НН ІТС НТУУ «КПІ», 2012. 115 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/15598/1/Konspekt_lekciy_Imit_modelyr_syst_process%28CHANGED%29.pdf (дата звернення: 19.10.2024).
- 23 Малецька О. М. Система моделювання поведінки натовпу [Бакалаврська робота, Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського]. 2020. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/41024/1/Maletska_bakalavr.pdf (дата звернення: 19.11.2024).
- 24 Gasnikov A. V., Dorn Yu. V., Nesterov Yu. E., Shpirko S. V. O trekhstadiynoy versii modeli stacionarnoy dinamiki transportnykh potokov // Matematicheskoe modelirovanie. 2014. Vol. 26(6). P. 34–70.

- 25 Sandholm W. H. Evolutionary implementation and congestion pricing // Review of Economic Studies. 2002. Vol. 69. P. 81–108.
- 26 Nesterov Y., de Palma A. Stationary Dynamic Solutions in Congested Transportation Networks: Summary and Perspectives // Networks Spatial Econ. 2003. Vol. 3(3). P. 371–395.
- 27 Ortúzar J. D., Willumsen L. G. Modelling transport. John Wiley & Sons, 2011.
- 28 Sandholm W. H. Evolutionary implementation and congestion pricing // Review of Economic Studies. 2002. Vol. 69. P. 81–108.
- 29 Babicheva T. S., Gasnikov A. V., Gasnikova E. V., Dvurechensky P. E., Lagunovskaya A. A. Efficient calculation of stochastic equilibriums in the Beckmann's and stable dynamic models // Computational Mathematics and Mathematical Physics. 2016. arXiv:1505.07492.
- 30 Sheffi Y. Urban transportation networks: Equilibrium analysis with mathematical programming methods. N.J.: Prentice–Hall Inc., Englewood Cliffs, 1985.
- 31 Nesterov Yu. Universal gradient methods for convex optimization problems. CORE Discussion Paper 2013/63. 2013.
- 32 Гаврильченко О. Удосконалення організації пасажирських перевезень у міжнародному сполученні на основі інтероперабельності // Тези доповіді 83-ї студентської науково-технічної конференції, 12–14 грудня 2023 року. Харків: УкрДУЗТ. URL: https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2023/12/programa_sntk-83-.pdf (дата звернення: 28.11.2024).
- 33 Гаврильченко О. М., Охмат І. В., Писарєв С. М. Удосконалення організації міжнародних пасажирських перевезень в умовах інтероперабельності // Тези доповіді IV-ї міжнародної науково-технічної конференції «Інтелектуальні транспортні технології». Харків, 27–28 листопада 2023 р. Харків: УкрДУЗТ, 2023. С. 73–75. URL: <https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2023/11/zbirnik-tez-dopovidej-itt2023-1.pdf> (дата звернення: 28.11.2024).
- 34 Сайт пошуку роботи №1 в Україні. URL: <https://www.work.ua/ru/jobs-kyiv-керівник+проекту/> (дата звернення: 30.11.2024).
- 35 Грабовська Я. В. Удосконалення організації міжнародних залізничних пасажирських перевезень в умовах інформатизації: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього рівня магістр. Харків: УкрДУЗТ, 2019.

- 36 Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: навч. посіб. / Балака Є. І., Зоріна О. І., Колесникова Н. М., Писаревський І. М. Харків: УкрДАЗТ, 2005. 210 с.
- 37 Методичні рекомендації щодо розробки економічної частини випускної роботи магістрів за спеціальністю Транспортні технології (на залізничному транспорті). Харків: УкрДУЗТ, 2023. 11 с. URL: <https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2020/02/metodichka-po-jeknom-chasti-dp-2023.pdf> (дата звернення: 30.11.2024).
- 38 Леонова Л. Удосконалення інтеперабельності міжнародних пасажирських перевезень в сучасних умовах // Матеріали 84-ї студентської науково-технічної конференції. Харків: УкрДУЗТ, 2024.