

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління експлуатаційною роботою

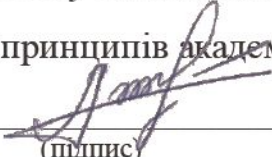
ПОШУК РАЦІОНАЛЬНОЇ ТОПОЛОГІЇ МЕРЕЖІ ПАСАЖИРСЬКИХ
ШВИДКІСНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Пояснювальна записка та розрахунки

до кваліфікаційної роботи

ПРТМП.300.00.00.000 ПЗ

Розробив здобувач групи 211 – ТТ – 323
спеціальності 275/275.02 – Транспортні
технології (на залізничному транспорті)
(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)


Наталія Адморок
(підпис)

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Лариса
ПАРХОМЕНКО

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

Аліна КОЛІСНИК

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 14 слайдів презентації, 85 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 13 рисунків, 6 таблиць, 25 літературних джерела.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ, ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ШВИДКІСНІ ПОЇЗДИ, ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ, ТОПОЛОГІЯ МЕРЕЖІ.

Об'єкт дослідження є процес організації пасажирських перевезень швидкісними поїздами на залізничній мережі.

Метою роботи є вдосконалення залізничної системи пасажирських перевезень через формалізацію процесу розподілу поїздопотоків. Це передбачає визначення оптимальної топології залізничної мережі для руху швидкісних поїздів, що дозволяє теоретично обґрунтувати ефективність впровадження чинних і перспективних проектів із підвищення швидкості пасажирських перевезень на залізницях України.

Для досягнення цієї мети в роботі удосконалено автоматизовану систему стратегічного управління пасажирськими перевезеннями, яка включає систему підтримки прийняття рішень (СППР) для стратегічного планування швидкісних пасажирських перевезень на залізничному транспорті. Основою СППР є вдосконалена математична модель оптимального розподілу пасажирських поїздопотоків, яка враховує формування топології залізничної мережі для швидкісного та звичайного руху. Модель базується на мультиагентних методах оптимізації та відображає особливості функціонування залізничної системи пасажирських перевезень з урахуванням розвитку транспортної інфраструктури відповідно до попиту на перевезення.

Виконана економічна оцінка ефективності застосування запропонованого підходу щодо визначення раціональної топології залізничної мережі швидкісних пасажирських перевезень.

ABSTRACT

This qualification work includes 14 presentation slides, 85 pages of A4 explanatory note, including 13 figures, 6 tables, 25 references.

Keywords: RAILWAY TRANSPORT, PASSENGER TRANSPORTATION, HIGH-SPEED TRAINS, DEMAND FORECASTING, NETWORK TOPOLOGY.

The object of study is the process of organizing passenger transportation by high-speed trains on the railway network.

The purpose of the study is to improve the railway passenger transportation system by formalizing the process of train flow distribution. This involves determining the optimal topology of the railway network for high-speed trains, which allows to theoretically substantiate the effectiveness of the implementation of existing and future projects to increase the speed of passenger transportation on the railways of Ukraine.

To achieve this goal, the paper improves the automated system of strategic management of passenger transportation, which includes a decision support system (DSS) for strategic planning of high-speed passenger transportation by rail. The basis of the DMS is an improved mathematical model of the optimal distribution of passenger train flows, which considers the formation of the topology of the railway network for high-speed and regular traffic. The model is based on multiagent optimization methods and reflects the peculiarities of the functioning of the railway passenger transportation system, considering the development of transport infrastructure in accordance with the demand for transportation.

An economic evaluation of the effectiveness of the proposed approach to determining the rational topology of the railway network for high-speed passenger transportation is carried out.

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 2024р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Адморок Наталії Миколаївни

1 Тема роботи «Пошук раціональної топології мережі пасажирських швидкісних залізничних перевезень»

керівник Пархоменко Лариса Олексіївна доцента, к.т.н.

затверджена розпорядження по факультету управління процесами перевезень від 30 вересень 2024 року №12/24

2 Строк подання студентом роботи 30 грудня 2024р.

3 Вихідні данні до роботи. статистика пасажирообороту, літературні джерела.



4 Зміст розрахунково – пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналіз моделей розвитку швидкісного та високошвидкісного руху на залізницях світу, 2 Дослідження параметрів пасажиропотоків в умовах звичайного та швидкісного руху пасажирських поїздів на залізницях України 3. Удосконалення моделі пошуку раціональної топології мережі швидкісних залізничних пасажирських перевезень на основі методів колективного інтелекту. 4 Удосконалення інформаційно-керуючої системи для стратегічного планування швидкісних пасажирських перевезень на залізничному транспорті. Висновок.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Тема магістерської роботи; мета, об'єкт дослідження, предмет дослідження; проблеми і стан пасажирських перевезень на залізничному транспорті; динаміка пасажирообороту залізниць України; аналіз різних моделей розвитку швидкісного і високошвидкісного руху на залізницях світу; математична модель пошуку раціональної топології залізничної мережі швидкісних перевезень; Інтерфейс системи підтримки прийняття рішень по плануванню швидкісних пасажирських перевезень; економічна оцінка ефективності застосування запропонованого підходу.

ВИСНОВОК

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис дата	
		завдання видав	Завдання прийняв
економічний ефект від впровадження запропонованих заходів	Наталія ГРИЦЕНКО, доцент, к. е. н.		

6. Дата видачі завдання 30.09.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН



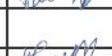
№ з/п	Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Вступ	10.10.24	
1	Аналіз моделей розвитку швидкісного та високошвидкісного руху на залізницях світу	20.10.24	
2	Дослідження параметрів пасажиропотоків в умовах звичайного та швидкісного руху пасажирських поїздів на залізницях України	30.10.24	
3	Удосконалення моделі пошуку раціональної топології мережі швидкісних залізничних пасажирських перевезень на основі методів колективного інтелекту	10.11.24	
4	Удосконалення інформаційно-керуючої системи для стратегічного планування швидкісних пасажирських перевезень на залізничному транспорті.	20.11.24	
5	Економічна оцінка ефективності застосування запропонованого підходу	10.12.24	
	Висновки	20.12.24	

Здобувач  Наталія АДМОРОК

Керівник  Лариса ПАРХОМЕНКО

Зміст

Вступ	6
1 Аналіз моделей розвитку швидкісного та високошвидкісного руху на залізницях світу, 3.	10
2 Дослідження параметрів пасажиропотоків в умовах звичайного та швидкісного руху пасажирських поїздів на залізницях України	21
3 Удосконалення моделі пошуку раціональної топології мережі швидкісних залізничних пасажирських перевезень на основі методів колективного інтелекту	45
3.1 Аналіз інфраструктури залізничних мереж та їх моделей експлуатації для курсування швидкісних і високошвидкісних поїздів	44
3.2 Ентропійний опис статистичних властивостей залізничної системи швидкісних пасажирських перевезень	48
3.3 Формалізація процедури розподілу пасажиропотоків шляхом визначення раціональної топології залізничної мережі для курсування швидкісних і звичайних поїздів	50
4 Удосконалення інформаційно-керуючої системи для стратегічного планування швидкісних пасажирських перевезень на залізничному транспорті.	64
4.1 Загальні принципи формування системи стратегічного управління залізничним пасажирськими перевезеннями	64
4.2 Структура та функції відділу стратегічного планування на залізничному транспорті України	67
4.3 Економічна оцінка ефективності застосування запропонованого підходу	72
Висновки	79
Список використаних джерел	81

					ПРТМП.300.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Пошук раціональної топології мережі пасажирських швидкісних залізничних перевезень	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Адморок						
Перевір.		Пархоменко					6	85
Н. Контр. Затв.		Пархоменко Буцько				УкрДУЗТ		

Вступ

Актуальність роботи. Формування ефективної системи швидкісних і високошвидкісних пасажирських перевезень на залізничному транспорті є ключовим напрямом розвитку сучасної транспортної інфраструктури. У світовій практиці застосовуються різні підходи до організації таких перевезень, які базуються на технічних, економічних та організаційних аспектах.

Розвиток швидкісного та високошвидкісного руху залежать від інфраструктурних рішень та характеристик рухомого складу:

Модернізація існуючих залізничних ліній – передбачає покращення колійного господарства, сигналізації, контактної мережі та системи керування рухом для підвищення швидкості поїздів (до 200-250 км/год).

Будівництво спеціалізованих високошвидкісних магістралей (VHS) – передбачає створення нових ліній для швидкостей 300-400 км/год, що мінімізує взаємодію з іншими видами перевезень і забезпечує стабільність руху.

Економічна доцільність розвитку швидкісних залізниць визначається через: використання державних інвестицій, державно-приватного партнерства (ДПП) або повністю приватних ініціатив; аналіз попиту на перевезення, прогнозування пасажиропотоків, визначення тарифної політики та термінів окупності проектів; застосування державних субсидій, кредитних програм та залучення міжнародних фінансових організацій.

Інтеграція швидкісного руху з існуючою мережею передбачає взаємодію високошвидкісних маршрутів із традиційними перевезеннями для зручності пасажирів. Маршрутне планування з вибором оптимальних напрямків з урахуванням щільності населення, транспортного попиту та конкурентоспроможності щодо інших видів транспорту. А також запровадження інтелектуальних систем управління рухом, електронного бронювання та аналізу пасажиропотоків для підвищення ефективності.

Реалізація швидкісних залізничних перевезень відбувається за різними моделями в різних країнах. У Японії (Shinkansen) – спеціалізовані високошвидкісні лінії з ізольованою системою колій, Франція (TGV) –

інтеграція швидкісного руху з традиційною залізничною мережею, Китай (CRH) – масштабне будівництво високошвидкісних магістралей з великою щільністю станцій, Німеччина (ICE) – комбінація швидкісних та звичайних ліній для забезпечення гнучкості маршрутів.

Аналіз існуючих підходів до формування системи швидкісних і високошвидкісних залізничних перевезень дозволяє визначити оптимальні стратегії для розвитку таких перевезень в Україні. Поєднання модернізації існуючих маршрутів із будівництвом нових високошвидкісних магістралей, ефективне фінансування та інтеграція з іншими видами транспорту є ключовими факторами успіху, тому магістерська робота являється актуальною.

Метою роботи є вдосконалення залізничної системи пасажирських перевезень через формалізацію процесу розподілу поїздопотоків. Це передбачає визначення оптимальної топології залізничної мережі для руху швидкісних поїздів, що дозволяє теоретично обґрунтувати ефективність впровадження чинних і перспективних проектів із підвищення швидкості пасажирських перевезень на залізницях України.

Об'єкт дослідження є процес організації пасажирських перевезень швидкісними поїздами на залізничній мережі.

Предмет дослідження це система пасажирських залізничних перевезень.

У виконаних дослідженнях використано комплексний підхід, який поєднує аналіз ринку швидкісних пасажирських перевезень, математичні методи та моделювання процесів оптимізації. Основу дослідження становлять: методи аналізу даних – застосування теорії ймовірностей та математичної статистики для вивчення пасажиропотоків та визначення тенденцій розвитку швидкісного руху; методи нечіткої алгебри – для моделювання невизначеностей у процесах прийняття рішень щодо топології залізничної мережі; методи статистичної фізики та теорії графів – для аналізу та оптимізації структури залізничних маршрутів; метод Дейкстри – для визначення оптимальних маршрутів пасажирських перевезень з урахуванням швидкісного та звичайного руху; мультиагентний метод оптимізації на основі моделювання переміщення бактерій – застосовано для побудови ентропійної математичної моделі, яка визначає раціональну топологію залізничної мережі; Методи

аналізу інформаційних потоків – для розробки інформаційно-керуючої системи, що реалізує систему підтримки прийняття рішень (СППР) у стратегічному плануванні швидкісних пасажирських перевезень.

Застосування цих методів забезпечує комплексний підхід до вдосконалення залізничної мережі та оптимізації перевезень, що сприяє ефективному управлінню транспортними процесами.

Наукова новизна одержаних результатів

У роботі здійснено теоретичне обґрунтування процесу визначення раціональної топології залізничної мережі для швидкісних пасажирських перевезень. Це дозволяє запропонувати новий підхід до формування залізничної інфраструктури, заснований на математичному моделюванні та мультиагентних методах оптимізації. Теоретично обґрунтувати ефективність реалізації чинних і перспективних проектів з підвищення швидкості руху пасажирських поїздів на залізницях України. Удосконалити методи аналізу та розподілу пасажиропотоків, що сприяє підвищенню ефективності функціонування транспортної системи.

Отримані результати можуть бути використані для розробки стратегічних рішень щодо розвитку швидкісних залізничних перевезень, підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту та оптимізації управління транспортною мережею.

Висновки.

У роботі проведено порівняльний аналіз моделей розвитку швидкісного та високошвидкісного руху на залізницях світу, що дозволило виявити їхні переваги та недоліки, а також дослідити структуру і топологію високошвидкісних залізничних мереж.

Аналіз динаміки пасажирських перевезень різними видами транспорту свідчить про посилення конкуренції між залізничним та автомобільним транспортом. Одним із ключових напрямків підвищення конкурентоспроможності залізничних пасажирських перевезень є реалізація проектів з підвищення швидкості руху поїздів.

Окрім економічної доцільності, експлуатація швидкісних залізничних ліній сприяє значному соціально-економічному ефекту. Це виражається у підвищенні мобільності населення, стимулюванні ділової активності та, як наслідок, зростанні валового внутрішнього продукту країни.

Удосконалено ентропійну модель оптимального розподілу пасажирських поїздопотоків з урахуванням топології залізничної мережі як для швидкісного, так і для звичайного руху. Модель базується на мультиагентних методах оптимізації та враховує особливості функціонування залізничної системи пасажирських перевезень, адаптуючись до змін у попиті на перевезення та сприяючи ефективному розвитку транспортної інфраструктури.

Вирішено задачу удосконалення структури управління залізничними пасажирськими перевезеннями шляхом створення системи стратегічного управління, що забезпечує підвищення ефективності процесу розробки та впровадження рішень щодо розвитку топології залізничної мережі швидкісних перевезень.

Для інформаційної підтримки організаційної структури управління запропоновано удосконалити автоматизовану систему стратегічного управління пасажирськими перевезеннями, яка включає систему підтримки прийняття рішень (СППР), яку пропонується реалізувати на основі локальної комп'ютерної мережі з розробкою додаткових задач для автоматизованих робочих місць (АРМ) інженерного персоналу. Дана система інтегрується до АСК ПП УЗ, що дозволяє підвищити якість управлінських рішень та

ефективність розвитку швидкісного руху на залізницях України.

Приріст економічного ефекту з наростаючим підсумком з варіантом топології мережі, яка була визначена з використанням моделювання в порівнянні з діючою топологією мережі швидкісних перевезень станом на 2024 рік складає 2,197 млрд. грн. в розрахунку на 25 років за умови приведення витрат і результатів різних років до останнього року. Окупність проекту настає на 10 рік експлуатації мережі, тоді як початок окупності діючого варіанту мережі припадає на 11 рік

Таким чином, реалізація запропонованого підходу сприяє прискоренню повернення інвестицій, підвищенню ефективності використання залізничної інфраструктури та зростанню економічної вигоди від розвитку швидкісного руху.

Списки використаних джерел

1. Прохорченко, А.В. Розроблення раціональної топології мережі швидкісних залізничних пасажирських перевезень на основі методів колективного інтелекту [Текст] / А.В. Прохорченко, Л.О. Пархоменко, А.І. Дудчак, Є.О. Сільченко // Збірник наукових праць УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 133. – С. 39-45.
2. Пархоменко, Л.О. Розробка математичної моделі визначення раціональних варіантів ув'язки оберту составів приписки різних залізниць в загальний обіг [Текст] / Л.О. Пархоменко, В.С. Дюкарев // Збірник наукових праць УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 139. – С. 176-181.
3. Пархоменко, Л.О. Дослідження напрямків розвитку швидкісного і високошвидкісного пасажирського руху поїздів на залізницях України [Текст] / Л.О. Пархоменко // Збірник наукових праць УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 145. – С. 44-50.
4. Бутько, Т.В. Перспективи використання інтелектуальних технологій на залізничному транспорті [Текст] / Т.В. Бутько, А.В. Прохорченко, С.І. Музикіна, Л.А. Пархоменко // Програма III міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології на залізничному транспорті», (Тель-Авів, 26 лютого-4 березня 2012 р.) - С.3.
5. Бутько Т.В. Формування моделі розвитку транспортної системи швидкісних залізничних пасажирських перевезень на основі інтелектуальних технологій [Текст] / Т.В. Бутько, А.В. Прохорченко, Л.О. Пархоменко // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні технології на транспорті, в промисловості та освіті», (Дніпропетровськ, 17-18 листопада 2012 р.) – Д.: ДНУЖТ, 2012. – С. 16-17.
6. Удосконалення підходів щодо розрахунку кореспонденцій потоків пасажирів в умовах впровадження швидкісного руху пасажирських поїздів [Текст] / Т.В. Бутько, Л.О. Пархоменко // Тезиси XXXVI науково-технічної

- конференции преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьковской национальной академии городского хозяйства, (г. Харьков 24-26 апреля 2012 г.). Програма і тези доповідей. Ч.2. – С. 64-65.
7. Бутько, Т.В. Процедура еволюційного настроювання моделі прогнозування кореспонденцій на основі нечітких реляційних обчислень [Текст]/ Т.В. Бутько, Л.О Пархоменко // Збірник наукових праць SWorld. SCIENTIFIC RESEARCHES AND THEIR PRACTICAL APPLICATION. MODERN STATE AND WAYS OF DEVELOPMENT '2013, - 1-12 жовтня 2013, м. Іваново. - тези доп. – Вип. 3. Том 2. – С. 94-97.
 8. Бутько, Т.В. Удосконалення підходів щодо розвитку швидкісного руху пасажирських поїздів на залізницях України [Текст]/ Т.В. Бутько, Л.О Пархоменко // Науково-технічний журнал Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 27 міжнародна науково-практична конференція Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 24-26 вересня 2014, м. Харків. – тези доп. – №4 (додаток). – С. 14.
 9. High speed rail. Fast track to sustainable mobility. This brochure is a publication of the INTERNATIONAL UNION OF RAILWAYS (UIC) 16 rue Jean Rey, F-75015 Paris, NOVEMBER 2010. – 18 p.
 10. Vickerman, R. High-speed rail in Europe: experience and issues for future development / R. Vickerman // The Annals of Regional Science, 1997. – 31.– P. 21-38.
 11. Givoni M. Development and impact of the Modern High-Speed Train: A Review/ M. Givoni // Transport Review, 2006. –Vol.26, No.5. – P.593-611.
 12. Phang, S.-Y. Strategic development of airport and rail infrastructure: the case of Singapore/ S.-Y.Phang// Transport Policy.– 2003. – №10.– P. 27-33.
 13. Ginés de Rus Economic Analysis of High Speed Rail in Europe/ Ginés de Rus, Ignacio Barrón, Javier Campos, Philippe Gagnepain, Chris Nash, Andreu Ulied, Roger Vickerman //Fundación BBVA, 2009 Plaza de San Nicolás, 4. 48005 Bilbao. – 140 p.

14. Amos, P. High speed Rail: The Fast Track to Economic Development? The World Bank./ P. Amos, D. Bullock, J. Sondhi // Beijing, – 2010. – 28 p.
15. Preston, John Impact of High Speed Trains on Socio-Economic Activity: The case of Ashford (Kent) / John Preston, Adam Larbie, Graham Wall// 4th Annual Conference on Railroad Industry Structure, Competition and Investment, Universidad Carlos III. Madrid, 2006. – 18 p.
16. Graham, Daniel J. Agglomeration Economies and Transport Investment / Daniel J. Graham // Discussion Paper No. 2007-11, International Transport Forum, Joint Transport Research Centre, OECD, 2007. – 23 p.
17. Global Expansion of High-Speed Rail Gains Steam/ Supriya Kumar // 2013 Worldwatch Institute – 2013. – Режим доступа до журналу: <http://www.worldwatch.org/global-expansion-high-speed-rail-gains-steam>
18. Matsumori D. High-Speed Rail Around the World: A Survey and Comparison of Existing Systems/ Douglas Matsumori, M. Bruce Snyder, Stephen J. Kroes // Report Number 694, August 2010. – 18 p.
19. China's high-speed-rail network and the development of second-tier cities / Nan Wu// Journalists resource – 2014. – Режим доступа до журналу: <http://journalistsresource.org/studies/international/china/china-high-speed-rail-economic-development#sthash.cGBr0fY2.dpuf>
20. Rutzen B. High speed rail: a study of international best practices and identification of opportunities in the U.S. / Beatriz Rutzen, C. Michael Walton // Southwest Region University Transportation Center. Research Report SWUTC/11/476660-00071-1. – 2011. – 135 p.
21. The geography of transport systems / Jean-Paul Rodrigue, Claude Comtois, Brian Slack// Taylor & Francis Group. London and New York: Routledge. – 2006. – 286 p.
22. Hassert, K. Allgemeine Verkehrsgeographie, 2. Aufl. Berlin. W. deGruyter, 1913.

23. Lill, E. Das Reisegesetz und seine Anwendung auf den Eisenbahnverkehr (The Trip Law and its Use for Railway Traffic). Spielhagen & Schurich. German, Wien. – 1891. – 41 p.
24. Lehner, F. Die Verteilung der Reiselängen im innerstädtischen Verkehr / F. Lehner // Verkehrstechn. 1932. – H. 5. – S. 85-87.
25. Grassmann, R.: Die Abschätzung des Verkehrs als Aufgabe der mathematischen Statistik, Habil. Schr. TH Aachen. – 1952.