

Український державний університет залізничного транспорту


Кафедра управління експлуатаційною роботою

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ
ДИРЕКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

ОПСДЗ.300.00.00.000 ПЗ

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


(підпис) Діана Корнійчук

Керівник: доцент, канд. техн. наук
Тетяна КАЛАШНІКОВА

Рецензент: доцент, канд. техн. наук
Світлана Продашук

2024

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 16 слайдів презентації, 84 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 24 рисунки, 11 таблиць, 28 літературних джерел.

Ключові слова: ДИРЕКЦІЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ПРОПУСКНА СПРОМОЖНІСТЬ.

Об'єктом дослідження є процес організації роботи дирекції залізничних перевезень.

Метою дослідження є підвищення ефективності роботи дирекції залізничних перевезень шляхом оптимізації пропускної спроможності.

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз стану пропускної спроможності дільниць та напрямків залізниць України.

Досліджено техніко- експлуатаційну характеристику та технологію роботи дирекції залізничних перевезень.

Досліджено динаміку обсягів роботи дирекції залізничних перевезень.

Проведено моделювання пропускної спроможності напрямків дирекції залізничних перевезень.

Визначено напрямки підвищення пропускної спроможності дільниць.

Визначено економічну ефективність від створення регіональних диспетчерських центрів на залізницях України.

ABSTRACT

This qualification work includes 16 presentation slides, 84 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 24 figures, 11 tables, and 28 literature references.

Keywords: DIRECTORATE OF RAILWAY TRANSPORTATION, ORGANIZATION OF TRANSPORTATION, CAPACITY.

The object of the study is the process of organizing the work of the Directorate of Railway Transportation.

The purpose of the research is to increase the efficiency of the railway transportation directorate by optimizing the capacity.

The qualification work includes an analysis of the capacity of railway sections and directions in Ukraine.

The technical and operational characteristics and the operational technology of the railway transportation directorate were studied.

The dynamics of the work volumes of the railway transportation directorate were analyzed.

Modeling of the capacity of the transportation directorate's directions was carried out.

Directions for improving the capacity of railway sections were identified.

The economic efficiency of establishing regional dispatch centers on Ukrainian railways was determined.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра управління експлуатаційною роботою

Освітній рівень: магістр

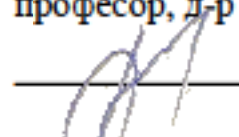
Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

професор, д-р техн. наук

 Тетяна БУТЬКО

« 30 вересня 2024 р. »

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Корнійчук Діані Ігорівні

1. Тема проекту (роботи) Оптимізація пропускної спроможності дирекції залізничних перевезень

керівник Калашнікова Тетяна Юріївна, канд. техн. наук, доцент

затверджено розпорядженням факультету управління процесами перевезень

від 30 вересня 2024 року №12/24

2. Строк подання здобувачем роботи 30 грудня 2024 року



3. Вихідні дані до проекту (роботи): статистичні дані по кількісних та якісних показниках роботи дирекції, схема дирекції, Технологічний процес роботи дирекції.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1 Аналіз стану пропускної спроможності дільниць та напрямків залізниць України. 2 Техніко-експлуатаційна характеристика та технологія роботи дирекції. 3 Моделювання пропускної спроможності напрямків дільниць дирекції. 4 Напрямки підвищення пропускної спроможності дільниць. 5 Визначення економічної ефективності від створення регіональних диспетчерських центрів. Висновки.

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

тема магістерської роботи; мета і задачі дослідження; об'єкт дослідження та предмет дослідження; елемент наукової новизни та практичне значення; схема підрозділу; динаміка зміни основних показників роботи підрозділу; результати моделювання; розрахунок економічного ефекту.

6. Консультанти окремих розділів


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 2 жовтня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН


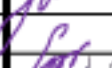


Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
Вступ	05.10.2024	
1 Аналіз стану пропускної спроможності дільниць та напрямків залізниць України	10.10.2024	
2 Техніко-експлуатаційна характеристика та технологія роботи дирекції	20.10.2024	
3 Моделювання пропускної спроможності напрямків дільниць дирекції	29.10.2024	
4 Напрямки підвищення пропускної спроможності дільниць	20.11.2024	
5 Визначення економічної ефективності від створення регіональних диспетчерських центрів	15.12.2024	
Висновки	25.12.2024	

Здобувач  Діана КОРНІЙЧУК

Керівник  Тетяна КАЛАШНІКОВА

Зміст

Вступ	8
1 Аналіз стану пропускної спроможності дільниць та напрямків залізниць України	10
2 Техніко-експлуатаційна характеристика та технологія роботи дирекції	23
2.1 Техніко-експлуатаційна характеристика роботи дирекції	23
2.2 Технологія обробки вагонопотоків	30
2.3 Дослідження динаміки основних показників роботи дирекції	36
3 Моделювання пропускної спроможності напрямків дільниць дирекції	46
4 Напрямки підвищення пропускної спроможності дільниць	61
4.1 Європейська система управління залізничним транспортом (ERTMS)	62
4.2 Вплив цифровізації на пропускну спроможність залізниці	68
5 Визначення економічної ефективності від створення регіональних диспетчерських центрів	70
5.1 Розробка пропозицій щодо організації сучасної структури управління рухом поїздів	70

					ОПСДЗ.300.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Відпис	Дата	Оптимізація пропускної спроможності роботи дирекції залізничних перевезень	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Корнійчук					6	84
Перевір.		Калашнікова				УкрДУЗТ		
Реценз.								
Н. Контр.		Калашнікова						
Затверд.		Бутько			6			

5.2 Визначення економічної доцільності удосконалення від реорганізації диспетчерських центрів	72
Висновки	78
Список використаних джерел	82

					ОПСДЗ	Арх.
Змін.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Вступ

Актуальність теми. В умовах російського вторгнення, активних бойових дій на території України та блокування морських портів у Чорному морі, переорієнтація вантажних потоків у західному напрямку стала визначальним фактором для забезпечення стійкості транспортних перевезень. Це, своєю чергою, сприяє значному зміцненню економічної стабільності країни. Водночас залучення залізничного транспорту України до міжнародних інфраструктурних проєктів відкриває нові можливості для диверсифікації логістичних маршрутів і відіграє важливу роль у досягненні стратегічних цілей євроінтеграції.

Однак недостатній рівень розвитку залізничної інфраструктури, зокрема її обмежена пропускна здатність, створює перешкоди для обслуговування зростаючих обсягів перевезень. Вузькі місця на окремих ділянках залізничної мережі обмежують ефективність її функціонування. У цьому контексті питання вдосконалення організації роботи залізничної дирекції через оптимізацію пропускної здатності залишається надзвичайно актуальним і потребує подальшого дослідження.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності роботи дирекції залізничних перевезень шляхом оптимізації пропускної спроможності.

Для досягнення зазначеної мети необхідне вирішення наступних завдань:

- проведення аналізу стану пропускної спроможності дільниць та напрямків залізниць України;
- дослідження техніко- експлуатаційної характеристики та технології роботи дирекції залізничних перевезень;
- дослідження динаміки обсягів роботи дирекції залізничних перевезень;
- моделювання пропускної спроможності напрямків дирекції залізничних перевезень;
- визначення напрямків підвищення пропускної спроможності дільниць;

- визначення економічної ефективності від створення регіональних диспетчерських центрів на залізницях України.

Методи дослідження. Математична статистика, метод динаміки середніх (довгострокове прогнозування), теорія транспортних потоків.

Об'єкт дослідження. Процес організації роботи дирекції залізничних перевезень.

Предмет дослідження. Технологія організації руху поїздів по дільницях дирекції.

Елемент наукової новизни полягає у наступному. Адаптовано модель пропускної спроможності до напрямків дирекції за критерієм стійкості руху поїздів, яка в цілому характеризується максимально можливою затримкою поїздів, що не тягне за собою запізнення наступних поїздів.

Практичне значення. Розроблено пропозиції щодо підвищення пропускної спроможності дільниць дирекції, у тому числі за рахунок впровадження європейської системи управління залізничним транспортом (ERTMS), подальшої цифровізації залізниць та реорганізації диспетчерських центрів.

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, наведених у списку використаних джерел.

Публікації. За результатами магістерської роботи надруковано тезу доповіді у науковому фаховому виданні [1].

Висновки

В результаті проведеної роботи отримано нижче наведені результати.

1 Проведено аналіз стану пропускної спроможності дільниць та напрямків залізниць України. Так, переорієнтація вантажопотоків у західному напрямку перевантажила прикордонні переходи, які не були розраховані на такі обсяги перевезень. Визначено основні проблеми у пропускній спроможності УЗ та їх причини, до яких відносяться економічні обмеження та хронічна нестача інвестицій у модернізацію інфраструктури й рухомого складу створюють додаткові перешкоди; відсутність інтеграції з європейськими стандартами, зокрема перехід на європейську ширину колії, обмежує конкурентоспроможність залізничних перевезень.

2 Досліджено техніко-експлуатаційну характеристику та технологію роботи дирекції залізничних перевезень Р, яка є підрозділом регіональної філії “Львівська залізниця”. Дирекція залізничних перевезень Р є вантажною, за місцем розташування – прикордонною і за обсягом роботи віднесена до 1 групи з оплати праці керівників.

3 На підставі зібраного статистичного матеріалу щодо якісних та кількісних показників роботи дирекції проведено його аналіз по обсягах роботи, а також якості її ведення у часовому та просторовому вимірі. Результатами розрахунку статистичних показників є максимальне значення, мінімальне, математичне очікування, дисперсія, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт нерівномірності.

Аналізом поїзної роботи дирекції визначено, що на приміський рух припадає 38% поїздів, вантажні поїзди займають 33%, найменша доля – пасажирський рух-29%.

Зазначений результат було деталізовано по окремих дільницях. Визначено, що найбільш завантаженою за поїзною роботою дільницею як в цілому так і по окремих категоріях поїздів є дільниця Кр, найменш –Сок.

Дослідженням розподілу вантажної роботи по дільницях дирекції визначено, що найбільш завантаженою дільницею по обсягах навантаження є

дільниця Сар, по обсягах вивантаження- дільниця Ст; найменш завантаженою дільницею по обсягах навантаження є дільниця Сок, по обсягах вивантаження- дільниця Сар.

Динаміка навантаження по найбільш навантажувальній станції дирекції свідчить про нерівномірність обсягів роботи протягом року. Найменші обсяги роботи припадають на січень, лютий; найбільші- протягом всіх інших місяців. Зростання відбувається за лінійною залежністю $N=56,352*t+3430$.

Проведено також довгострокове прогнозування обсягів навантаження зазначеної станції методом найменших квадратів за даними 2022-2023 років, яким визначено загальну тенденцію зниження даного показника за тенденцією $N=-35,505*t+3856$.

4 Проведено моделювання пропускнуої спроможності напрямків дирекції залізничних перевезень, що дозволяє врахувати різні категорії поїздів при визначенні пропускнуої спроможності на основі європейського підходу до формування варіантів організації руху (в загальному випадку- різношвидкісного, змішаного), де пропускна спроможність визначається співвідношенням різних значень параметрів: кількістю поїздів за одиницю часу, стійкістю руху поїздів, кількістю типів поїздів та швидкістю поїздів.

При цьому кількість поїздів задається попитом. Стійкість руху поїздів оцінюється як вплив 1 хвилини затримки одного поїзда на затримки інших поїздів в розкладі, яка в загальному випадку характеризується максимально можливою затримкою поїздів, що не тягне за собою запізнення наступного поїзда; величина відносна, позначає максимально допустиму межу запізнення. Кількість типів поїздів визначається ринком перевізників, а швидкість- конструктивними особливостями рухомого складу.

З метою моделювання пропускнуої спроможності напрямків, що враховує зазначені параметри, проведено збір вихідних даних. По диспетчерських дільницях дирекції Р обрано напрямки, які мають різні експлуатаційні характеристики: за протяжністю, засобами СЦБ, кількість головних колій тощо.

Визначено, що на напрямку Зд-Ожидів (двоколійна, АБ) дільниці Кр дирекції Р при існуючих розмірах руху та мінімально можливому значенні

стійкості можлива максимальна швидкість становить близько 132 км/год (за умови забезпечення відповідного технічного оснащення та рухомого складу). При існуючій максимальній швидкості та зниженні рівня стійкості до мінімального можливі розміри руху на годину складають 7год-1, що дозволяє визначити можливий резерв.

Напрямок Сарне-Рівне дільниці Сар дирекції Р, який є одноколіїним напрямком з АБ, не має резерву взагалі, бо при існуючих розмірах руху маємо мінімально можливий рівень стійкості.

Результатами моделювання пропускної спроможності напрямку Ківерці-Клевань (двоколіїна з НАБ) дільниці Ст дирекції Р, визначено, що при існуючих розмірах руху та мінімально можливому значенні стійкості можлива максимальна швидкість становить близько 82 км/год (за умови забезпечення відповідного технічного оснащення та рухомого складу). При існуючій максимальній швидкості та зниженні рівня стійкості до мінімального можливі розміри руху на годину складають 5,5год-1, що дозволяє визначити можливий резерв.

На напрямку К-Заболоття дільниці Сок дирекції Р (одноколіїна з НАБ) при існуючих розмірах руху та мінімально можливому значенні стійкості можлива максимальна швидкість становить близько 260 км/год (за умови забезпечення відповідного технічного оснащення та рухомого складу). Крім того, стає можливим підвищення пропускної спроможності до 6 поїздів на годину. При існуючій максимальній швидкості зниження рівня стійкості до мінімального не є можливим, бо існуючі засоби СЦБ, а саме НАБ, та одна головна колія не дозволяють підвищити розміри руху на годину.

Взагалі, результатами моделювання визначено обмеженість пропускної спроможності даних дільниць та необхідність розробки додаткових заходів щодо їх посилення.

Таким чином, для забезпечення стійкого руху на напрямку при 100%-му виконанні графіку руху в умовах реформування УЗ, доцільним є наряду із побудовою додаткових колій (магістралей) по окремих напрямках й удосконалення структури управління рухом поїздів.

5 Розроблено пропозиції щодо підвищення пропускної спроможності дільниць дирекції, у тому числі за рахунок впровадження європейської системи управління залізничним транспортом (ERTMS), подальшої цифровізації залізниць та реорганізації диспетчерських центрів.

6 Проведено розрахунок економічного ефекту від впровадження сучасної структури управління рухом поїздів за рахунок зменшення обслуговуючого персоналу на станціях дільниць України. Зменшено відповідні експлуатаційні витрати на утримання будівель та споруд станцій і скорочення фонду заробітної плати для оплати праці працівників. Визначено приріст економічного ефекту від впровадження регіональних диспетчерських центрів за весь розрахунковий період, який з урахуванням приведення до першого року складає 91477938,79 грн.

Таким чином, проведені дослідження технології роботи підрозділу, результати моделювання пропускної спроможності напрямків, розробка сучасної структури управління рухом поїздів з визначенням ефективності її впровадження дозволяє підвищити ефективність функціонування як окремого підрозділу так і системи залізничного транспорту в цілому.

Список використаних джерел

- 1 Калашнікова Т.Ю., Корнійчук Д.І., Павлов Д.О. Вплив цифрових технологій на ефективність функціонування залізничного підрозділу // *Інтелектуальні транспортні технології: тези доповідей міжнародної наук.-техн. конф.* (м. Харків, Україна, 25–27 листопада 2024 р.). Харків, 2024. С. 50–51.
- 2 Владислав Бондар. Чи достатньо Україні залізничних переходів з країнами Європи. URL: <https://www.railinsider.com.ua/chy-dostatno-ukrayini-zaliznychnyh-perehodiv-z-krayinamy-evropy/> (дата звернення: 27.10.2024).
- 3 Рівненська дирекція залізничних перевезень. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> (дата звернення: 27.09.2024).
- 4 Технологічний процес роботи Рівненської дирекції залізничних перевезень: затв. начальником регіональної філії «Львівська залізниця» ПАТ «Українська залізниця» від 03.06.2019. 141 с.
- 5 Правила технічної експлуатації залізниць України: затв. Наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 20.12.1996 № 411. Із змінами і доповненнями. Київ, 120 с.
- 6 Управління експлуатаційною роботою і якістю перевезень на залізничному транспорті: навч. посіб. / М.І. Данько та ін. Харків, 2009. 183 с.
- 7 Управління експлуатаційною роботою і якістю перевезень на залізничному транспорті: конспект лекцій / М.І. Данько та ін. Харків, 2002. 36 с.
- 8 Управління експлуатаційною роботою. Графік руху поїздів: навч. посіб. / А.В. Прохорченко та ін. Харків, 2021. 262 с.
- 9 Статистичні дані про Українські залізниці. URL: <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-pro-ukrainski-zalznici.html> (дата звернення: 28.09.2024).
- 10 Огірко О.І., Галайко Н.В. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посіб. Львів: ЛьвДУВС, 2017. 292 с.

- 11 Кушлик-Дивульська О.І., Полішук Н.В., Орел Б.П., Штабальок П.І. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посіб. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. 212 с.
- 12 Лукашин Ю.П. Адаптивне методи краткосрочного прогнозування. Москва: Статистика, 1979. 475 с.
- 13 Задоров В.Б., Федусенко Е.В., Федусенко А.О. Застосування методів багатокритеріальної оптимізації до планування вантажних перевезень // Управління розвитком складних систем: зб. наук. праць КНУБА. Київ: КНУБА, 2010. Вип. 2. С. 6–11.
- 14 Інструкція зі складання графіка руху поїздів на залізницях України: затв. наказом Укрзалізниці від 05.04.2002 № 170-Ц (ЦД-0040). Київ.
- 15 Інструкція з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України ЦД-0036: навч.-метод. посіб. / О.Ф. Вергун, Н.В. Липовець, В.М. Боголій. Київ: Транспорт України, 2002. 376 с.
- 16 UIC leaflet 406 R, Capacity. UIC International Union of Railways, France, 2e édition. URL: https://tamannaeci.iut.ac.ir/sites/tamannaeci.iut.ac.ir/files/files_course/uic406 (дата звернення: 29.09.2024).
- 17 Тишкин Е.М. Автоматизация разработки графика движения поездов // Труды Всесоюз. науч.-исслед. ин-та ж.-д. трансп. М.: Транспорт, 1974. Вып. 517. 136 с.
- 18 Самарина Н.А. Составление двухпутного графика движения поездов на ЭВМ. М.: Транспорт, 1973. 123 с.
- 19 Кленов А.С. Теория Кернера трех фаз в транспортном потоке – новый теоретический базис для интеллектуальных транспортных технологий // Труды МФТИ. 2010. Т. 2. № 4. С. 75–89.
- 20 Kerner B.S. Introduction to Modern Traffic Flow Theory and Control. Berlin: Springer, 2009. 278 p.
- 21 Калашнікова Т.Ю., Кучерук Ю.В., Кугай О.Ю. Пропускна спроможність залізничного напрямку за умов швидкісного руху // *International periodic*

- scientific journal SCIENTWORLD & SWorld*. Одеса: Україна, 2018. Том 2. Вип. 9. С. 24–29.
- 22 SNCF випробує технологію MagRail для покращення пропускної спроможності залізниці . URL: <https://www.railinsider.com.ua/sncf-vyprobuye-tehnologiyu-magrail-dlya-pokrashhennya-propusknoyi-spromozhnosti-zaliznyczy/> (дата звернення: 11.10.2024).
- 23 THE EUROPEAN RAIL TRAFFIC MANAGEMENT SYSTEM . URL: https://www.ertms.net/?page_id=40 (дата звернення: 05.10.2024).
- 24 Калашнікова Т.Ю., Петриченко В., Балабан І. Підвищення пропускної спроможності залізниці за рахунок подальшої цифровізації // *Інтелектуальні транспортні технології: тези доповідей міжнародної наук.-техн. конф.* (м. Харків, Україна, 27–28 листопада 2023 р.). Харків, 2023. С. 35–36.
- 25 Гапанович В.А. Спутниковые технологии и инновационной стратегии . URL: <http://www.dissercat.com/content/avtomatizatsiya-upravleniya-vysokoskorostnym-dvizheniem-poezdov#ixzz4RmnxGriN> (дата звернення: 15.11.2024).
- 26 Балака Є.І., Зоріна О.І., Колесникова Н.М., Писаревський І.М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті. Харків: УкрДАЗТ, 2005. 210 с.
- 27 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.
- 28 ДСТУ 8302:2015 Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. URL: <http://aphd.ua/pryklady-oformlennia-bibliohrafichnoho-opysu-vidpovidno-do-dstu-83022015> (дата звернення: 27.12.2024).