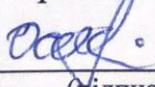


ОПТИМІЗАЦІЯ ВАГОНОПОТОКІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ  
В УМОВАХ ОБМЕЖЕННЯ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ  
ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Пояснювальна записка та розрахунки  
до випускної кваліфікаційної роботи

ОВМСУ 300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 214-ОМП-Д24  
спеціальності 275 / 275.02 – Транспортні  
технології (на залізничному транспорті)  
(роботу виконано самостійно, відповідно  
до принципів академічної доброчесності)

  
\_\_\_\_\_  
(підпис) Станіслав ОСАКОВСЬКИЙ

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Петро ДОЛГОПОЛОВ

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

Валерій КУЛЕШОВ

## АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 12 слайдів презентації, 85 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 12 рисунків, 9 таблиць, 27 літературних джерел.

Ключові слова: ТЕОРІЯ ГРАФІВ, МЕТОД ФОРДА-ФАЛКЕРСОНА, ВАГОНОПОТОК, МІЖНАРОДНЕ СПОЛУЧЕННЯ, ЗАЛІЗНИЧНА ІНФРАСТРУКТУРА, ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ.

Об'єктом дослідження є оптимізація розподілу вагонопотоків в умовах обмеженої пропускної спроможності залізничної інфраструктури.

Метою дослідження є оптимізація розподілу вагонопотоків у міжнародному сполученні в умовах обмеженої пропускної спроможності залізничної інфраструктури.

Побудована модель оптимізації вагонопотоків на залізничному полігоні по найбільш доцільним маршрутам шляхом регулювання насичення ділянок поїздами при допомозі методу Форда-Фалкерсона. Модель дозволяє пропускати вагонопотоки по найбільш раціональним маршрутам, що скорочує витрати на експлуатаційну роботу.

На основі моделі регулювання поїздопотоків розроблена додаткова функціональна задача інформаційно-керуючої системи управління перевезеннями, застосування якої в дозволяє диспетчерському персоналу раціонально планувати пропуск поїздопотоку при перервах роботі об'єктів інфраструктури.

## ABSTRACT

This qualification work includes 12 presentation slides, 85 pages of an explanatory note in A4 format, including 12 figures, 9 tables, and 27 literature references.

Keywords: GRAPH THEORY, FORD-FALKERSON METHOD, WAGON FLOW, INTERNATIONAL COMMUNICATION, RAILWAY INFRASTRUCTURE, INFORMATION TECHNOLOGY.

The object of the study is the optimization of the distribution of wagon flows in conditions of limited capacity of the railway infrastructure.

The purpose of the study is the optimization of the distribution of wagon flows in international communication in conditions of limited capacity of the railway infrastructure.

A model of optimization of wagon flows on the railway test site along the most expedient routes by regulating the saturation of sections with trains using the Ford-Fulkerson method has been built. The model allows passing wagon flows along the most rational routes, which reduces operational costs.

Based on the train flow regulation model, an additional functional task of the information and control system for transportation management has been developed, the use of which allows dispatching personnel to rationally plan the passage of train traffic during interruptions in the operation of infrastructure facilities.

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



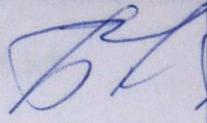
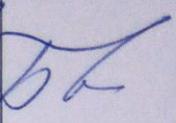
15 . 01 . 2026 р.

## ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Осаковському Станіславу Сергійовичу

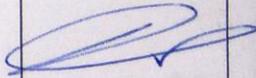
1. Тема роботи «Оптимізація вагонопотоків у міжнародному сполученні в умовах обмеження пропускної спроможності залізничної інфраструктури»  
Керівник Долгополов Петро Віталійович, канд. техн. наук,  
затверджена розпорядженням від 24 жовтня 2025 року № 19/25.
2. Строк подання студентом роботи 15.01.2026 р.
3. Вихідні дані до роботи: Існуюча технологія експлуатаційної роботи і схема базового полігону, основні кількісні і якісні показники роботи базового полігону, дані про обсяги вагонопотоків і вагонопотоків у міжнародному сполученні по напрямкам, функціональний склад інформаційних систем управління вантажними перевезеннями, що експлуатуються на полігоні.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Аналіз існуючих інформаційно-керуючих систем управління залізничними перевезеннями. Техніко-експлуатаційна характеристика базового полігону. Розробка заходів по створенню регіонального центру управління залізницею для оптимізації перевізного процесу. Побудова моделі оптимізації вагонопотоків в умовах обмеження пропускної спроможності інфраструктури. Формування заходів з оптимізації управління вагонопотоками на основі АРМ оперативних працівників. Визначення економічної ефективності оптимізації розподілу вагонопотоків.
5. Перелік графічного матеріалу. Елементи загальної характеристики роботи (актуальність, мета і задачі дослідження, наукова новизна, предмет і об'єкт дослідження, практичне значення отриманих результатів роботи тощо). Обробка статистичних даних експлуатаційної роботи полігону. Модель оптимізації розподілення вагонопотоків на базовому полігоні. Структура і інтерфейс користувачів запропонованої інформаційно-керуючої системи. Визначення економічної ефективності реалізації запропонованих розробок.

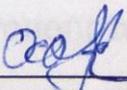
## 6. Консультанти окремих розділів

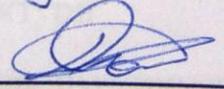
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Визначення економічної ефективності оптимізації розподілу вагонопотоків	Балака Є. І., доцент		

7. Дата видачі завдання 25.10.2025 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання	Примітка
1 Аналіз існуючих інформаційно-керуючих систем управління залізничними перевезеннями. Техніко-експлуатаційна характеристика базового полігону	30.10.25	
2 Розробка заходів по створенню регіонального центру управління залізницею для оптимізації перевізного процесу	20.11.25	
3 Побудова моделі оптимізації вагонопотоків в умовах обмеження пропускної спроможності інфраструктури	11.12.25	
4 Формування заходів з оптимізації управління вагонопотоками на основі АРМ оперативних працівників	25.12.25	
5 Визначення економічної ефективності оптимізації розподілу вагонопотоків	10.01.26	

Студент  Станіслав ОСАКОВСЬКИЙ

Керівник  Петро ДОЛГОПОЛОВ

## Зміст

Вступ	7
1 Аналіз існуючих інформаційно-керуючих систем управління залізничними перевезеннями. Техніко-експлуатаційна характеристика базового полігону	10
1.1 Аналіз існуючих інформаційно-керуючих систем управління залізничними перевезеннями	10
1.2 Аналіз закордонного досвіду керування перевезеннями на основі інформації	16
1.3 Техніко-експлуатаційна характеристика залізничної інфраструктури на базовому полігоні	19
2 Розробка заходів по створенню регіонального центру управління залізницею для оптимізації перевізного процесу	21
2.1 Формування основних принципів роботи центру управління перевезеннями на базовому полігоні	21
2.2 Удосконалення диспетчерського управління експлуатаційною роботою залізничними ділянками	22
2.3 Оптимізація роботи залізничної ділянки в умовах запланованих технологічних «вікон»	26
2.4 Оптимізація варіантного ГРП на період надання «вікон» на дільниці	32
3 Побудова моделі оптимізації вагонопотоків в умовах обмеження пропускної спроможності інфраструктури	38
3.1 Розрахунок потрібної і наявної пропускних спроможностей ділянок базового полігону	38

ОВМСУ 300.00.00.000 ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Оптимізація вагонопотоків у міжнародному сполученні в умовах обмеження пропускної спроможності залізничної інфраструктури	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Осаковський	<i>[Signature]</i>	14.01.20			5	85
Перевір.		Долгополов	<i>[Signature]</i>	15.01.20				
Зам. директ.			<i>[Signature]</i>					
Н. Контр.		Долгополов	<i>[Signature]</i>	15.01.20				
Затверд.		Буцько						
						УкрДУЗТ		



## Вступ

В умовах глибокого реформування економіки держави залізничному транспорту належить вирішувати надзвичайно складні проблеми адаптації до роботи в умовах конкуренції і забезпечення зростаючих вимог до якості транспортних послуг. В умовах сьогодення є актуальним питання підвищення швидкості доставки вантажу і скорочення часу перевезення вантажів, зменшення тривалості непродуктивних простоїв рухомого складу на залізничних станціях і дільницях.

Особливо гостро дане питання стоїть в умовах масових перевезень вантажів у міжнародному сполученні, коли виконують ремонтні роботи із закриттям колій на станціях та перегонах.

Необхідність рішення цієї задачі передбачено Концепцією та Програмою реструктуризації залізничного транспорту України, директивами ЄС 91/440, Програмою інформатизації, в яких основним положенням є удосконалення існуючих та створення нових технологій перевізного процесу у тому числі щодо залізничних напрямків [1].

**Актуальність теми.** На даний час перевізний процес часто стикається з проблемою невідповідності залізничної інфраструктури потрібним розмірам вагонопотоків. Це скорочує маршрутну швидкість і збільшує експлуатаційні витрати через збільшення обігу рухомого складу. Тому актуальною є задача оптимального розподілу вагонопотоків з урахуванням інфраструктурних обмежень на базі нових технологій.

Особливо актуальною дана задача постає під час проведення ремонтних робіт із закриттям колій, коли є необхідним більш ефективно використання пропускної спроможності залізничної інфраструктури для прискорення доставки вантажів, у тому числі у міжнародному сполученні.

Таким чином, **метою досліджень** даної роботи є оптимізація розподілу вагонопотоків у міжнародному сполученні в умовах обмеженої пропускної спромо-

жності залізничної інфраструктури.

**Предмет дослідження** – вагонопотоки.

**Об'єкт дослідження** – оптимізація розподілу вагонопотоків в умовах обмеженої пропускної спроможності залізничної інфраструктури.

**Методи дослідження.** Наукові дослідження проведено із застосуванням математичних методів теорії графів, статистичного аналізу, теорії ймовірностей і математичної статистики, методу спрямованого перебору варіантів і методу Форда-Фалкерсона.

**Задачі дослідження** наступні:

- аналіз існуючих інформаційно-керуючих систем управління залізничними перевезеннями;
- розробка заходів по створенню регіонального центру управління залізницею для оптимізації перевізного процесу;
- побудова моделі оптимізації вагонопотоків в умовах обмеження пропускної спроможності інфраструктури;
- формування заходів з оптимізації управління вагонопотоками на основі АРМ оперативних працівників;
- визначення економічної ефективності оптимізації розподілу вагонопотоків.

**Елементи наукової новизни отриманих результатів.** У даній кваліфікаційній роботі вирішено наступні науково-прикладну задачі:

- вперше оптимізовано маршрути слідування вагонопотоків у міжнародному сполученні під час тимчасових обмежень пропускної спроможності при ремонтних роботах із закриттям колій на основі математичної моделі у термінах теорії графів;
- доопрацьовано технологію управління вагонопотоками на основі математичних методів спрямованого перебору варіантів та Форда-Фалкерсона;
- доопрацьовано функціональний склад інформаційно-керуючої системи управління вагонопотоками і АРМ диспетчерського персоналу на в умовах регіонального центру управління перевезеннями.

**Практичне значення отриманих результатів.** Розроблена математична

модель регулювання вагонопотоків на залізничному полігоні, що базується на теорії графів, необхідна для вибору оптимального розподілу вагонопотоків на значних полігонах. Удосконалення автоматизованих робочих місць на основі нових функціональних задач значно прискорить отримання інформації, яка видається в реальному режимі часу. Це дозволить завчасно планувати і ефективніше управляти вагонопотоками, у тому числі, у міжнародному сполученні.

Використовуючи оперативну інформацію диспетчерський апарат отримує можливість планувати розподіл вагонопотоків у міжнародному сполученні при регулюванні насичення ділянок поїздами, наданні «вікон» і інших перервах руху поїздів.

*Апробація.* Автор роботи є співавтором фахової публікації [12].

## Висновки

У даній кваліфікаційній роботі розроблена математична модель регулювання поїздопотоків на залізничному полігоні, що базується на теорії графів. Реалізація розробленої моделі на виробництві на основі інформаційно-керуючих систем дозволяє оптимізувати розподіл поїздопотоків на розгалужених полігонах, так як для створення оптимальних умов роботи ділянки необхідно регулювати їх насичення поїздами.

У рамках досліджень виконано наступні наукові задачі:

- проаналізовані існуючі інформаційно-керуючі системи управління залізничними перевезеннями;
- розроблені заходи по створенню регіонального центру управління залізницею для оптимізації перевізного процесу;
- побудована модель оптимізації вагонопотоків в умовах обмеження пропускної спроможності інфраструктури;
- сформовані заходи з оптимізації управління вагонопотоками на основі АРМ оперативних працівників;
- визначена економічна ефективність оптимізації розподілу вагонопотоків.

Використовуючи радницьку інформацію диспетчерський апарат може планувати розподіл збільшеного поїздопотоків при регулюванні насичення ділянок поїздами, наданні «вікон» і інших перервах руху поїздів. Така технологія дозволяє перейти від управління рухом поїздів на окремих ділянках до управління поїздопотоків на розгалужених полігонах залізниці і регіонах мережі.

При визначенні економічної доцільності удосконалення технології роботи базового залізничного полігону при функціонуванні розроблених моделей в рамках комплексу АРМ оперативних працівників зроблено висновок про можливість скорочення пробігу поїздів у період надання технологічних «вікон» та інших експлуатаційних показників.

Так, щорічний економічний ефект внаслідок скорочення пробігу поїздів на

полігоні становить біля 20955,9 тис. грн. При цьому термін окупності одноразових вкладень у розмірі 7430,96 тис. грн складає менше одного року, що менше нормативного терміну окупності для технічного забезпечення інформаційних систем.

Тому в повній мірі можна зробити висновок про доцільність впровадження запропонованої технології організації вагонопотоків на залізниці.

## Список використаних джерел

1 Концепція державної програми реформування залізничного транспорту України / Схвалено розпорядженням КМУ №651-р від 27.12.2006. К.: Магістраль, №1 (1179) 10-16 січня 2007 р. – С. 6.

2 Розпорядження Кабінету Міністрів України від 16.12.2009 р., № 1557-р «Про затвердження плану заходів із запровадження електронного документообігу, пов'язаного з перевезенням вантажів залізничним транспортом». URL: <http://www.kmu.gov.ua>. (Дата звернення 28.10.2025).

3 Стратегія АТ «Укрзалізниця» на 2019-2023 роки. – Режим доступу: <https://agropolit.com/spetsproekty/572--strategiya-at-ukrzhelznitsya-na-2019-2023-roki>. (Дата звернення 28.10.2025).

4 Лаврухін О. В., Долгополов П. В., Петрушов В. В., Ходаківський О. М. Інформаційні системи та технології при управлінні залізничними перевезеннями : навч. посібник. Харків: ТОВ «СМІТ», 2010. 118 с.

5 Данько М. І., Мойсеєнко В. І., Рахматов В. З. та ін. Мікропроцесорна диспетчерська централізація «Каскад»: навч. посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2005. 176 с.

6 Гапанович В. А., Грачѐв А. А., Ковалѐв В. И. и др. Системы автоматизации и информационные технологии управления перевозками на железных дорогах: Учебник для вузов ж.-д. транспорта. М.: Маршрут, 2006. 544с.

7 Лецкий Э. К., Крепкая З. А., Маркова И. В. и др. Проектирование информационных систем на железнодорожном транспорте: учебник для вузов ж.-д. транспорта. М.: Маршрут. 2003. 408 с.

8 Левин Д. Ю., Аветякин А. М. Инновационные информационные технологии в управлении перевозочным процессом *Железнодорожный транспорт*. 2009. №10. С. 36-39.

9 Информационные технологии на железнодорожном транспорте: Учеб. для вузов ж.-д. трансп. / Э. К. Лецкий, В. И. Панкратов, В. В. Яковлев и др.; Под ред. Э. К. Лецкого, Э. С. Поддавашкина, В. В. Яковлева. М.: УМК МПС, 2001. 668с.

10 Про затвердження плану заходів із запровадження електронного документообігу, пов'язаного з перевезенням вантажів залізничним транспортом». Розп. КМУ від 16.12.2009 р., № 1557-р – Режим доступу: <http://www.kmu.gov.ua>. (Дата звернення 26.10.2025).

11 Грунтов П. С., Макарович А. М., Шубко В. Г. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте: учебник для вузов ж.-д. транспорта. М.: Транспорт, 1994. 543с.

12 Долгополов П. В., Осаковський С. С., Хлебик Р. І. Оптимізація вагонопотоків у міжнародному сполученні в умовах обмеження пропускної спроможності залізничної інфраструктури / *6-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології»*: Тези доповідей. Харків: УкрДУЗТ, 2025. С. 50–51.

13 Долгополов П. В., Петрушов В. В. Оптимізація порожніх вагонопотоків з використанням математичного апарату задач на графах / *Зб. наук. праць ДонІЗТ*. Донецьк: ДонІЗТ, 2008. №16. С. 14–19.

14 Ветухов Е. А., Аветикян М. А. Комплексные методы сокращения простоя вагонов. М.: Транспорт, 1986. 206с.

15 Кириченко А.И. Логистический подход к управлению грузопотоками на основе информационных технологий / *Залізничний транспорт України*. 2000. Вип. 1. С.10–14.

16 Інструкція з забезпечення руху поїздів при виконанні робіт з технічного обслуговування та ремонту пристроїв сигналізації, централізації та блокування на залізницях України. К.: Транспорт України, 1999. 106с.

17 Кудрявцев В. А., Грошев Г. М., Платонов Г. А. и др. Пособие поездному диспетчеру и дежурному по отделению: учеб. пособие. М.: Транспорт, 1992. 368с.

18 Інструкція зі складання графіку руху поїздів України. К.: Транспорт України, 2002. 164 с.

19 Інструкція з розрахунків пропускної спроможності залізниць України. К.: Транспорт України, 2002. 376с.

20 Інструкція з визначення станційних і міжпоїзних інтервалів ЦД-0034. К.: Транспорт України, 2001. 149 с.

21 Сотников И. Б. Эксплуатация железных дорог: (В примерах и задачах): учеб. пособие для техникумов и высших учебных заведений. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1984. 224с.

22 Балашевич В. А. Математические методы в управлении производством. Минск: Вышэйшая школа, 1976. 184с.

23 Лещинский Е. Имитационное моделирование на железнодорожном транспорте: пер. с польск. М.: Транспорт, 1997. 176с.

24 Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник. М.: Высшая школа, 2000. 478 с.

25 Балака Є. І., Зоріна О. І., Колесникова Н. М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: навч. посібнику Х.: УкрДАЗТ, 2005. 212с.

26 Позднякова Л.О., Жердев М.Д., Куделя В.І. та ін. Техніко-економічні розрахунки та обґрунтування проектних рішень: загальні положення, методика та нормативно-довідкові матеріали до виконання дипломних проектів для студ. спец. 7.100.403 «Управління процесами перевезень на залізничному транспорті» всіх форм навчання. Харків: УкрДАЗТ, 2007. Ч. 1. 30с.

27 Позднякова Л.О., Жердев М.Д., Куделя В.І. та ін. Техніко-економічні розрахунки та обґрунтування проектних рішень: загальні положення, методика та нормативно-довідкові матеріали до виконання дипломних проектів для студ. спец. 7.100.403 «Управління процесами перевезень на залізничному транспорті» всіх форм навчання. Харків: УкрДАЗТ, 2007. Ч. 2.18с.