

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ  
ВАГОНОПОТОКАМИ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ НАПРЯМКАХ

Пояснювальна записка і розрахунки  
до кваліфікаційної роботи

УАТУВ.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 213-ОПУТ-Д23  
спеціальності 275 / 275.02 (роботу виконано  
самостійно, відповідно до принципів  
академічної доброчесності)



Віталій ДАВИДЕНКО

(підпис)

Керівник: доцент, канд. техн. наук  
Ганна БОГОМАЗОВА

Рецензент: доцент, канд. техн. наук  
Тетяна ГОЛОВКО

## АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 12 слайдів презентації, 90 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 13 рисунків, 3 таблиці, 39 літературних джерел.

Ключові слова: ВАГОНОПОТІК, ПЕРША МИЛЯ, ОСТАННЯ МИЛЯ, ЗАЛІЗНИЧНІ НАПРЯМКИ, АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ, ОПТИМІЗАЦІЙНА МОДЕЛЬ, ЗАТРИМКА ВАГОНОПОТОКІВ.

Об'єктом дослідження є процес просування вагонопотоків на полігоні значної довжини.

Предметом дослідження є технологія управління вагонопотоками на залізничних напрямках.

Метою дослідження є удосконалення технології управління вагонопотоками на залізничних напрямках на основі формування автоматизованої системи диспетчерського керування перевізним процесом в ув'язці зі станціями відправлення та призначення вантажу, яка дасть можливість диспетчерському апарату в оперативному режимі приймати обґрунтовані рішення щодо раціонального використання об'єктів транспорту та сприятиме усуненню затримок на шляху прямування.

У роботі формалізовано технологію процесу просування вагонопотоків на залізничних напрямках у вигляді оптимізаційної моделі, що враховує ефект «першої та останньої милі». Застосування такої технології дозволяє диспетчерському персоналу приймати обґрунтовані рішення, що сприятимуть усуненню затримок на всьому шляху просування вагонопотоків.

Запропонована технологія оптимального управління перевезеннями дозволяє зменшити експлуатаційні витрати приблизно на 10 % у порівнянні із витратами, що розраховуються за існуючою методикою визначення фактичної собівартості перевезень вантажів за базовий період. Такий показник зображує доцільність впровадження запропонованої технології в економічному відношенні.

Оптимізаційна модель є основою формування автоматизованої технології управління вагонопотоками, яку пропонується реалізувати у вигляді системи підтримки прийняття рішень (СПІР) диспетчерського апарату. СПІР пропонується інтегрувати до автоматизованого робочого місця єдиного диспетчера на напрямку.

## ABSTRACT

This qualification work includes 12 presentation slides, 90 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 13 figures, 3 tables, and 39 literature references.

Keywords: CAR FLOW, FIRST MILE, LAST MILE, RAILWAY DIRECTIONS, AUTOMATED SYSTEMS, OPTIMIZATION MODEL, CAR FLOW DELAY.

The object of the study is the process of advancing car flows on a long railway directions.

The subject of the research is the technology of managing car flows on railway routes.

The purpose of the study is to improve the technology of managing car flows on railway routes based on the formation of an automated system of dispatching control of the transportation process in connection with the stations of departure and destination of the cargo, which will enable the dispatching apparatus in operational mode to make informed decisions about the rational use of transport facilities and will contribute elimination of delays on the route.

The paper formalizes the technology of the process of advancing car flows on railway routes in the form of an optimization model that takes into account the effect of the "first and last mile". The use of such technology allows the dispatching staff to make informed decisions that will contribute to the elimination of delays along the entire path of train traffic.

The proposed technology of optimal transportation management allows to reduce operational costs by approximately 10% compared to the costs calculated according to the existing method of determining the actual cost of transportation of goods for the base period. Such an indicator depicts the feasibility of implementing the proposed technology in economic terms.

The optimization model is the basis of the formation of the automated technology of train flow management, which is proposed to be implemented in the form of a decision support system (DSS) of the dispatching apparatus. It is proposed to integrate the DSS into the automated workplace of a single dispatcher in the direction.

# Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

доцент, канд. техн. наук

Антон КОВАЛЬОВ

« 30 » вересня 2024 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Давиденку Віталію Сергійовичу

1 Тема «Удосконалення автоматизованої технології управління вагонопотоками на залізничних напрямках»

керівник Богомазова Ганна Євгенівна, канд. техн. наук, доцент

затвердені розпорядженням по факультету Управління процесами перевезень від 30 вересня 2024 року № 12/24

2 Строк подання студентом роботи 03 січня 2025 року



3 Вихідні дані. Технологічний процес роботи вантажної станції. Статистичні показники роботи залізничного транспорту та їх аналіз. Організація роботи припортових станцій.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Аналіз показників перевезення вантажів залізницею. Визначення умов функціонування початкових і кінцевих станцій на напрямках перевезення. Передумови удосконалення технології перевезення вантажів. Виявлення основних причин, що впливають на виникнення ефекту «першої та останньої милі». Формалізація технологічного процесу перевезення вантажів у вигляді математичної моделі. Удосконалення системи підтримки прийняття рішень єдиного диспетчера на напрямку перевезення. Оцінка економічної доцільності від впровадження автоматизованої технології управління перевізним процесом на визначеному напрямку.

5 Перелік графічного матеріалу. Мета та задачі дослідження. Об'єкт, предмет дослідження, наукова новизна. Обсяги перевезення вантажів залізницями України. Аналіз експортних перевезень. Фактори, що впливають на своєчасність доставки вантажу на певному технологічному процесі. Дослідження часу простою місцевих вагонів на станціях. Математична модель

технології управління вагонопотоками на напрямках з урахуванням можливих затримок на “першій та останній милі”. Графічна інтерпретація результату моделювання. Структура системи підтримки прийняття рішення, що реалізується на автоматизованому робочому місці єдиного диспетчера на напрямку. Розрахунок економічного ефекту від впровадження автоматизованої технології управління вагонопотоками на напрямку. Загальні висновки.

#### 6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Оцінка економічної доцільності від впровадження автоматизованої технології управління перевізним процесом на визначеному напрямку	Наталія ГРИЦЕНКО, доцент, канд. екон. наук		

7 Дата видачі завдання 30 вересня 2024 р.

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

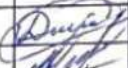
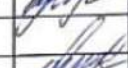


Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Аналіз показників перевезення вантажів залізницею	18.10.2024	виконано
2 Визначення умов функціонування початкових і кінцевих станцій на напрямках перевезення	08.11.2024	виконано
3 Формування удосконаленої технології процесу просування вагонопотоків на залізничних напрямках	29.11.2024	виконано
4 Розробка вимог до автоматизованої технології процесу просування вагонопотоків на напрямках перевезення та оцінка економічної ефективності її впровадження	20.12.2024	виконано
Оформлення роботи	03.01.2025	виконано

Студент  Віталій ДАВИДЕНКО

Керівник  Ганна БОГОМАЗОВА

## Зміст

Вступ	8
1 Аналіз показників перевезення вантажів залізницею	12
1.1 Аналіз техніко-експлуатаційних показників вантажних перевезень України	12
1.2 Визначення напрямку дослідження	15
1.3 Аналіз наукових досліджень в сфері перевезення вантажів залізницями	21
2 Визначення умов функціонування початкових і кінцевих станцій на напрямках перевезення	24
2.1 Характеристика початкових станцій відправлення вантажів	24
2.2 Технологія роботи кінцевої станції на напрямку перевезення	34
2.3 Загальні умови функціонування автоматизованої системи управління вантажними перевезеннями на українській залізниці	40
3 Формування удосконаленої технології процесу просування вагонопотоків на залізничних напрямках	47
3.1 Передумови удосконалення технології перевезення вантажів	47
3.2 Формалізація технологічного процесу перевезення вантажів у вигляді математичної моделі	56
3.3 Результати моделювання технології управління процесом перевезення вантажів на залізничному напрямку	65
4 Розробка вимог до автоматизованої технології процесу просування вагонопотоків на напрямках перевезення та оцінка економічної ефективності її впровадження	68

УАТУВ.300.00.00.000 ПЗ					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	
		Давиденко		01.12.15	Удосконалення автоматизованої технології управління вагонопотоками на залізничних напрямках
		Богомазова		23.01.15	
		Богомазова		23.01.15	
		Ковальов		23.01.15	
					Літ.
					Арк.
					Акрушів
					i       4   90
					УкрДУЗТ 6

4.1 Удосконалення структури системи підтримки прийняття рішення єдиного диспетчера на залізничному напрямку	68
4.2 Оцінка економічної доцільності від впровадження автоматизованої технології управління перевізним процесом на визначеному напрямку	72
Висновки	83
Список використаних джерел	85

					УАТУВ.300.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Вступ

**Актуальність теми.** Сьогодні стають все більш очевидними вияви застарілої форми управління ресурсами залізниці, що не відповідає актуальним тенденціям світового транспортного ринку і призводить до зниження рівня конкурентоспроможності залізничної галузі. В останні роки спостерігається тенденція до скорочення обсягів перевезення вантажів залізничним транспортом, збільшується обіг вагона, підвищується їх простій в очікуванні локомотивів. Дослідження елементів обігу вантажних вагонів доводить, що більше ніж у 50 % випадків вагони простоюють на початкових та кінцевих станціях маршруту, тобто на «першій та останній милі». Однією з основних проблем роботи залізничного транспорту є незадовільний стан вантажного рухомого складу та тягових ресурсів. У зв'язку з чим, усе частіше відбувається прострочення термінів доставки вантажу, що призводить до фінансових ризиків у вигляді виплати штрафу.

Основними аспектами Стратегії розвитку АТ «Укрзалізниця» є задоволення потреб України у залізничних перевезеннях та логістиці відповідно до планів економічного *розвитку* країни та мобільності населення підвищення якості управління діяльністю, прозорості та готовності до відкриття конкурентних ринків пасажирських і вантажних перевезень в умовах євроінтеграції (реформування), виконання термінів доставки вантажів та прискорення обігу вагонів, удосконалення системи управління, підвищення ефективності управління рухом, збільшення гнучкості, прозорості та швидкості прийняття рішень диспетчерським персоналом, зменшення операційних витрат. На сьогоднішній день управління перевезеннями здійснюється на рівні регіональних філій залізниць, дирекцій та станцій, тобто состави поїздів передаються від одного диспетчера до іншого, що ускладнює експлуатаційну роботу. Перехід від регіональних принципів управління перевізним процесом до організації руху поїздів на напрямках значної довжини передбачено



Директивами ЄС. Тому актуальною задачею є удосконалення процесу просування вагонопотоків на залізничних напрямках в ув'язці із роботою станцій відправлення та призначення вантажу, що надає змогу диспетчерському апарату залізниці в оперативному режимі приймати швидкі раціональні рішення щодо усунення затримок у перевізному процесі при мінімальних експлуатаційних витратах в умовах невизначеності.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Кваліфікаційна робота виконувалась відповідно до Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р), Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони (Угоду ратифіковано із заявою Законом від 16.09.2014 р. № 1678-VII), Програми розвитку залізничних станцій та переходів, що межують з країнами ЄС та Молдовою на 2022–2025 рр..

**Мета і задачі дослідження.** Метою роботи є удосконалення технології управління вагонопотоками на залізничних напрямках на основі формування автоматизованої системи диспетчерського керування перевізним процесом в ув'язці зі станціями відправлення та призначення вантажу, яка дасть можливість диспетчерському апарату в оперативному режимі приймати обґрунтовані рішення щодо раціонального використання об'єктів транспорту та сприятиме усуненню затримок на шляху прямування.

Реалізація цієї мети потребує постановки та вирішення таких задач дослідження:

- провести аналіз статистичних даних щодо перевезення вантажів залізницею;
- формалізувати технологічний процес просування вагонопотоків на напрямках з урахуванням ефекту «першої та останньої милі» у вигляді оптимізаційної математичної моделі;
- розробити автоматизовану технологію управління вагонопотоками на

залізничних напрямках, яку доцільно реалізувати у вигляді системи підтримки прийняття рішень (СППР) диспетчерського апарату;

– визначити економічну доцільність від впровадження системи диспетчерського керування вагонопотоками на залізничному напрямку від станції відправлення до станції призначення вантажу.

**Об’єкт дослідження** – процес просування вагонопотоків на полігоні значної довжини.

**Предмет дослідження** – технологія управління вагонопотоками на залізничних напрямках.

**Методи дослідження.** У роботі використано: метод математичної статистики для проведення аналізу основних експлуатаційних показників роботи залізничного транспорту; інтеграл Лебега-Стітьєса для відтворення природи невизначеності часу перебування вагонів на «першій та останній милі»; метод стохастичного програмування для формування процедури оптимального управління параметрами перевезення з найменшими експлуатаційними витратами залізниці.

**Наукова новизна.** У роботі формалізовано технологію процесу просування вагонопотоків на залізничних напрямках у вигляді оптимізаційної моделі, що враховує ефект «першої та останньої милі». Застосування такої технології дозволяє диспетчерському персоналу приймати обґрунтовані рішення, що сприятимуть усуненню затримок на всьому шляху просування вагонопотоків.

**Практичне значення одержаних результатів.** Наукові положення та висновки підтверджуються практичною реалізацією математичної моделі оптимізації експлуатаційних витрат залізниці на всьому шляху просування вантажних вагонів. Реалізація моделі оптимізації експлуатаційних витрат залізниці дозволяє єдиному диспетчеру на залізничному напрямку перевезення приймати обґрунтовані рішення щодо усунення ефекту «першої та останньої милі», тобто проходження вагонопотоку на напрямку без затримок і зменшенню фінансових втрат як з боку залізничного транспорту, так і з боку вантажовідправників та вантажоодержувачів.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення роботи доповідались, обговорювались та схвалені на 84 студентській науково-технічній конференції, що проходила в Українському державному університеті залізничного транспорту 11-12 грудня 2024 р. (м. Харків). Опубліковано тези доповіді.

## Висновки

У роботі вирішено задачу формування ефективної автоматизованої технології управління вагонопотоками на залізничних напрямках, яка дає можливість диспетчерському апарату приймати обґрунтовані рішення щодо усунення затримок у перевізному процесі з урахуванням «першої та останньої милі». Основні результати та висновки полягають у наступному:

1. Проведені дослідження показали, що основним видом сполучення за обсягами перевезення є внутрішнє, на другому місці – експорт. При цьому найбільший вантажообіг припадає на експортні вантажі. Найбільш стабільними та наймасовішими є експортні перевезення, які слідують в напрямку порту або західного кордону України. Такі напрямки є найбільш завантаженими, на яких найчастіше виникають труднощі із пропуском поїздів. Тому доцільно досліджувати особливості організації вагонопотоків саме на напрямку перевезення експортних вантажів. Виявлено, що у разі завантаженості напрямку перевезення значно зростає як кількість затриманих поїздів, так і час затримки, що спричинений простоем поїздів як на початковому, так і на завершальному етапі перевезення.

2. Для більш чіткої організації перевізного процесу формалізовано технологічний процес перевезення вантажів на залізничних напрямках у вигляді оптимізаційної математичної моделі процесу просування вагонопотоків. Цільова функція моделі представляє сукупні експлуатаційні витрати та заснована на використанні інтеграла Лебега-Стільтьеса, що враховує ефект «першої та останньої милі». Враховуючи отримані дані щодо імовірності несвоєчасного прибуття вагонів, сформована математична модель дозволяє управляти часом перебування вагонів на «першій та останній милі».

3. На основі запропонованої оптимізаційної моделі сформовано автоматизовану технологію управління вагонопотоками, що реалізується у

вигляді СППР диспетчерського апарату. СППР інтегрується до АРМ ДНЦ-Є на напрямку, що підключене до єдиної автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці. Сформована автоматизована технологія управління перевізним процесом надає інформаційну та технологічну підтримку диспетчеру для раціонального управління перевезеннями на напрямку при зменшенні витрат залізниці на транспортування вантажу в умовах невизначеності.

4. Реалізація автоматизованої технології оптимального управління перевезеннями зменшує експлуатаційні витрати приблизно на 10 % у порівнянні з витратами, що розраховуються за існуючою методикою визначення фактичної собівартості перевезень вантажів. Такий показник підтверджує доцільність впровадження запропонованої технології в економічному відношенні. Визначення економічного ефекту з наростаючим підсумком на певному напрямку надало можливість отримати 50,28 млн грн на п'ятий рік застосування запропонованої автоматизованої технології управління вагонопотоками.

## Список використаних джерел

1 Богомазова Г.Є. Удосконалення технології перевезення масових вантажів залізницями України в умовах ринку транспортних послуг. *Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України*: тези доповідей на 4-й міжнар. наук.-практ. конф. Вісник економіки транспорту і промисловості. (сmt Коктебель, 2–7 червня 2008 р.). Харків: УкрДАЗТ, 2008. Вип. 22. Спеціальний випуск. С. 48.

2 Ганчук А. А., Соловійов В. М., Чабаненко Д. М. Методи прогнозування. Навч. посібник.– Черкаси: Брама Україна, 2012.– 140 с.

3 Время перемен. Как железная дорога пережила год и чего ждать в следующем. Главный информационно-аналитический центр. Rail Инсайдер. № 4 деабрь. Киев, 2018. 47 с.

4 Данько М.І., Богомазова Г.Є. Комплексна оцінка доцільності організації маршрутних перевезень. *Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту*. 2009. Вип. 102. С. 31–39.

5 Лаврухін О.В., Бауліна Г.С., Богомазова Г.Є. Обґрунтування доцільності удосконалення перевезень масових вантажів залізницями України. *Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті*: тези доповідей 77-ї Міжнар. наук.-техн. конф. Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. (Харків, 21–23 квітня 2015 р.). Харків: УкрДАЗТ, 2015. Вип. 151. С. 148–149.

6 Грузопотоки железных дорог Украины – 2017 // Центр транспортных стратегий. URL:

[https://cfts.org.ua/infographics/gruzopotoki\\_zheleznykh\\_dorog\\_ukrainy\\_2017](https://cfts.org.ua/infographics/gruzopotoki_zheleznykh_dorog_ukrainy_2017).

7 Державна служба статистики України. Київ, 1998–2019. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

8 Кто и сколько покупает украинского зерна: инфографика // Ліга Бізнес. URL: <https://biz.liga.net/uaexport/prodovolstvie/novosti/kto-i-skolko-pokupaet-ukrainskogo-zerna-infografika>.

9 Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року: Розпорядження Кабінету міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р / Кабінет міністрів України. Офіційний вісник України. 2018. № 52. С. 533. Ст. 1848. Код акта 90720/2018.

10 Мироненко В. К., Кацман М. Д., Мацюк В. І. Підвищення ефективності бойового застосування підрозділів ліквідації наслідків надзвичайної ситуації при залізничних перевезеннях небезпечних вантажів з урахуванням економічного аспекту. *Системи озброєння і військова техніка: науковий журнал*. Х.: Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, 2015. №2(42). С. 168 – 172.

11 Кацман М. Д., Мироненко В. К., Мацюк В. І. Практичне застосування мережецентричних методів для управління реагуванням на залізничні надзвичайні ситуації. *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*. 2016. № 2(47). С. 196–199.

12 Прохорченко А. В. Формування методів управління розподілом пропускної спроможності залізничної інфраструктури в умовах недискримінаційного доступу: дис. ... доктора техн. наук: 05.22.01. Харків, 2015. 412 с.

13 Мироненко В. К., Мацюк В. І., Родкевич О. Г. Методика визначення вартості та «справедливої ціни» доступу до інфраструктури залізничного транспорту загального користування. *Залізничний транспорт України*. Київ, 2015. Вип. 2. С. 28–32.

14 Bobrovskiy V., Kozachenko D., Vernigora R. Functional simulation of railway stations on the basis of finite-state automata. *Transport Problems*. 2014. Т. 9, з. 3. Р. 57–65.

15 Котенко А.М. Управління вантажною і комерційною роботою на залізничному транспорті: підручник. Харків, 2005. Ч. 1. 388 с.

16 Щербина О.В., Шибаев А.Г. Эвристический метод отбора судов для согласованной работы водного транспорта. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту*. 2018. № 1(73). С. 112–120.

17 Butko T., Prokhorov V., Chekhunov D. Devising a method for the automated calculation of train formation plan by employing genetic algorithms. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 1. Iss. 3 (85). P. 55–61.

18 Ковальов А.О., Бауліна Г.С., Богомазова Г.Є., Керницький І.В., Мигалатій Є.А. Удосконалення процесу перевезення вантажів маршрутами у напрямку західних кордонів України. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*, 2023. № 206, С. 139-152. DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.206.2023.296786>.

19 Про затвердження Статуту залізниць України: Постанова Кабінету Міністрів України від 6 квітня 1998 р. № 457 / Кабінет Міністрів України. *Офіційний вісник України*. 1998. № 14. С. 150. Ст. 548. Код акта 5167/1998.

20 Правила перевезення вантажів. URL: [https://www.uz.gov.ua/cargo\\_transportation/legal\\_documents/terms\\_of\\_freight/](https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/legal_documents/terms_of_freight/).

21 Практичні рекомендації щодо складання технологічного процесу роботи вантажної станції. Київ: Державна адміністрація залізничного транспорту України, 2011. 191 с.

22 Технологічний процес роботи вантажної станції Золотнишине: затверджено наказом начальника філії від 28.04.2016 № 167/Н / ПАТ «Українська залізниця», Регіональна філія «Південна залізниця», Виробничий підрозділ «Полтавська дирекція залізничних перевезень», 2016. 194 с.

23 Технологічний процес роботи станції Чорноморськ – Порт: затверджено наказом «Одеська залізниця» ПАТ «Укрзалізниця» від 28.06.2017



№ 184-Н/од / ПАТ «Українська залізниця», Регіональна філія «Одеська залізниця», 2017. 197 с.

24 Лаврухін О.В., Богомазова Г.Є. Удосконалення технології організації вагонопотоків з місць масового навантаження на основі оптимізаційної моделі. *Перспективи взаємодіяння залізничних і промислових підприємств*: тези 3-й міжнарод. науч.-практ. конф. (Днепропетровск, 27–28 февраля 2014 г.). Днепропетровск: ДНУЖТ, 2014. С. 57–58.

25 Лаврухін О.В., Бауліна Г.С., Богомазова Г.Є. Обґрунтування доцільності удосконалення перевезень масових вантажів залізницями України. *Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті*: тези доповідей 77-ї Міжнарод. наук.-техн. конф. Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. (Харків, 21–23 квітня 2015 р.). Харків: УкрДАЗТ, 2015. Вип. 151. С. 148–149.

26 Лаврухін О.В., Бауліна Г.С., Богомазова Г.Є. Наукові підходи до вдосконалення технології експлуатації вантажних вагонів всіх форм власності. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2015. № 4. С. 48–55.

27 Продащук С.М., Шаповал Г.В., Богомазова Г.Є., Продащук М.В. Дослідження розподілу навантажувально-розвантажувальних ресурсів при виконанні вантажних операцій. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2017. Вип. 172. С. 13–20.

28 Пісковець М., Давиденко В., Богомазова Г. Підвищення ефективності роботи залізничної станції шляхом раціонального розподілу вантажних ресурсів. 84 студентська науково-технічна конференції УкрДУЗТ: тези доповідей. (Харків, 11 – 12 грудня, 2024 р.). Харків: УкрДУЗТ, 2024 р. С. 253. URL: <https://kart.edu.ua/nauka/stud-ndr/stud-ntk>.

29 Ranieri L., Digiesi S., Silvestri B., Roccotelli M. A review of last mile logistics innovations in an externalities cost reduction vision. *Sustainability*. 2018. 10. 782. DOI: 10.3390/su10030782.

30 Bernacki D., Lis C. Statistical estimation and prediction of Annual Average Daily Traffic (AADT) on the first/last mile road sections in the Port of Szczecin. *Ekonomiczne Problemy Usług*. 2017. № 3 (128). P. 67–80.

31 Butko T., Kostiennikov O., Parkhomenko L., Prohorov V., Bogomazova G. Formation of an automated technology of cargo transportation control on the direction. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2019. Vol. 1, № 3(97). P. 6–13. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.156098.

32 Практичні рекомендації з технологічного-економічного управління експлуатаційною роботою залізниць. Київ: Державна адміністрація залізничного транспорту України. Головне управління перевезень, 2006. 54 с.

33 Merkle M., Marinescu D., Merkle M. Lebesgue-Stieltjes integral and Young's inequality. *Applicable Analysis and Discrete Mathematics*. 2014. № 8(1). P. 60–72.

34 Brunt B., Carter M. The Lebesgue-Stieltjes Integral: A practical introduction. undergraduate texts in mathematics. *Springer-Verlag*. 2000. Т. 91. doi:10.1007/978-1-4612-1174-7. ISBN 978-0-387-95012-9.

35 Bohomazova H., Zheliezniakova S., Voiko O. Optimizing the operation of stations of departure and destination of goods. *Інтелектуальні транспортні технології: тези доповідей IV міжнародної науково-технічної конференції (Харків, 27-28 листопада, 2023 р.)*. Харків: УкрДУЗТ, 2023. С. 167-168.

36 Богомазова Г.Є. Проблема вибору раціонального варіанту організації вагонопотоків. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2011. Вип. 1/3 (49). С. 33–35. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.99185.

37 Укрзалізниця продовжує роботу над створенням сучасних центрів управління рухом поїздів // Урядовий портал: єдиний веб – портал органів виконавчої влади України. URL:

[http://old.kmu.gov.ua/kmu/control/uk/publish/article?art\\_id=246210051&cat\\_id=248446167](http://old.kmu.gov.ua/kmu/control/uk/publish/article?art_id=246210051&cat_id=248446167).

38 Про затвердження Методики розрахунку тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом: Наказ Міністерства інфраструктури України від 20.06.2013 р. № 418 / Міністерство інфраструктури України. Офіційний вісник України. 19.07.2013. № 52. С. 212. Ст. 1906. Код акта 67824/2013.

39 Балака Є.І., Зоріна О.І., Колесникова Н.М., Писаревський І.М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: навч. посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2005. 210 с.