

Український державний університет залізничного транспорту

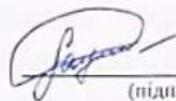
Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТУВАННЯ  
ЕКСПОРТНИХ ВАНТАЖІВ ЗАЛІЗНИЦЕЮ

Пояснювальна записка і розрахунки  
до кваліфікаційної роботи

УТТЕВ.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 212-ОПУТ-Д23  
спеціальності 275 / 275.02 (роботу виконано  
самостійно, відповідно до принципів  
академічної доброчесності)



(підпис)

Антон ГАЗУК

Керівник: доцент, канд. техн. наук  
Ганна БОГОМАЗОВА

Рецензент: доцент, канд. техн. наук  
Тетяна ГОЛОВКО

## АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 12 слайдів презентації, 86 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 15 рисунків, 2 таблиці, 41 літературних джерел.

Ключові слова: ЕКСПОРТНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ, ПРИКОРДОННА СТАНЦІЯ, ЗАТРИМКА ВАГОНІВ, ПРОСТІЙ ВАГОНІВ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ, ВИТРАТИ ЧАСУ.

Об'єктом дослідження є процес просування вагонопотоків у напрямку західних кордонів України.

Предметом дослідження є технологія перевезення експортних вантажів залізничним транспортом.

Метою роботи є підвищення ефективності перевезення експортних вантажів за рахунок раціонального використання об'єктів транспорту, що сприятиме усуненню затримок у перевізному процесі.

У кваліфікаційній роботі сформовано математичну модель технології процесу просування вагонопотоків з урахуванням їх можливих затримок на прикордонних станціях та на підходах до них з урахуванням визначення імовірності виникнення затримки вагонів та величини додаткових витрат через знаходження вагонів у черзі. Отримано прямо-пропорційну залежність загальних експлуатаційних витрат від часу затримок вагонів на прикордонній станції та на підходах до неї.

Запропонована технологія є основою формування автоматизованої технології управління вагонопотоками, яку пропонується реалізувати у вигляді системи підтримки прийняття рішень диспетчерського апарату на напрямку перевезення.

Практичні результати роботи полягають у формуванні процедури оптимального управління параметрами перевезення у напрямку західних кордонів України з урахуванням імовірності виникнення фінансових втрат у випадку появи черги з вагонів. Така технологія веде до зменшення простоїв вагонів на підходах до прикордонних станцій та на самих станціях, що виникають у зв'язку із завантаженістю станції, в очікуванні вантажних операцій, неприйняттям вагонів іноземним перевізником тощо.

## ABSTRACT

This qualification work includes 12 presentation slides, 86 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 15 figures, 2 tables, and 41 literature references.

Keywords: EXPORT CARGO TRANSPORTATION, BORDER STATION, WAGON DELAY, WAGON IDLENESS, OPERATING COSTS, TIME WASTE.

The object of the research is the process of advancing car flows in the direction of the western borders of Ukraine.

The subject of the study is the technology of transporting export goods by rail.

The purpose of the work is to increase the efficiency of the transportation of export goods due to the rational use of transport facilities, which will contribute to the elimination of delays in the transportation process.

In the qualification work, a mathematical model of the technology of the process of advancing car flows was formed, taking into account their possible delays at border stations and at the approaches to them, taking into account the determination of the probability of the occurrence of a delay of cars and the amount of additional costs due to the presence of cars in a queue. The direct-proportional dependence of total operating costs on the time of delays of wagons at the border station and on the approaches to it was obtained.

The proposed technology is the basis of the formation of the automated technology of wagon flow management, which is proposed to be implemented in the form of a decision-making support system for the dispatching apparatus in the direction of transportation.

The practical results of the work consist in the formation of a procedure for optimal management of transportation parameters in the direction of the western borders of Ukraine, taking into account the probability of financial losses in the event of a queue of wagons. This technology leads to a reduction in the downtime of wagons on the approaches to border stations and at the stations themselves, which arise in connection with station congestion, waiting for cargo operations, non-acceptance of wagons by a foreign carrier, etc.

# 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

Газуку Антону Івановичу

- 1 Тема «Удосконалення технології транспортування експортних вантажів залізницею»  
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 прикордонної станції. Статистичні показники вантажної роботи станції та їх аналіз. Організація взаємодії роботи станції з іноземними перевізниками. Аналіз процесу доставки вантажів до західних кордонів України.
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Аналіз роботи прикордонної станції, організація її експлуатаційної та місцевої роботи. Розрахунок норм часу перебування вагонів на станції. Дослідження причин, що ведуть до затримок у перевізному процесі. Формування оптимізаційної математичної моделі технології управління вантажними вагонами. Результат моделювання імовірності затримки поїзда у напрямку кордонів. Розрахунок економічної ефективності від впровадження інтелектуального блоку до СППР диспетчера на напрямку.
- 5 Перелік графічного матеріалу. Мета та задачі дослідження. Об'єкт, предмет дослідження, наукова новизна. Середньодобова передача вагонів в експортному сполученні на переходах. Черга вагонів з вантажами у напрямку залізничних прикордонних переходів. Дослідження часу простою вагонів у черзі. Причини тимчасової затримки вагонів на прикордонних станціях та на підходах до них. Математична модель технології процесу просування вагонопотоків з

урахуванням їх можливих затримок на прикордонних станціях та на підходах до них. Залежність загальних витрат на перевезення вантажу від часу затримок вагонів на прикордонних станціях та на підходах до них. Удосконалена структура системи підтримки прийняття рішення управління вантажними перевезеннями. Економічний ефект від впровадження додаткового інтелектуального блоку до СІПР управління вантажними перевезеннями на напрямку Кривий Ріг – Чоп. Загальні висновки.

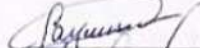
#### 6 Консультанти окремих розділів

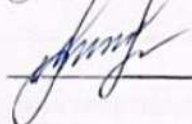
Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування впровадження автоматизованої технології управління перевізним процесом експортних вантажів	Наталія ГРИЦЕНКО, доцент, канд. екон. наук		

7 Дата видачі завдання 30 вересня 2024 р.

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

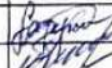
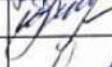
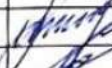

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Аналіз основних показників роботи залізничного транспорту у напрямку західних кордонів України	18.10.2024	<i>виконано</i>
2 Організація роботи прикордонних станцій та визначення основних проблем в їх роботі	08.11.2024	<i>виконано</i>
3 Формування математичної моделі управління вагонами на прикордонній станції та на підходах до неї	29.11.2024	<i>виконано</i>
4 Техніко-економічне обґрунтування впровадження автоматизованої технології управління перевізним процесом експортних вантажів	20.12.2024	<i>виконано</i>
Оформлення роботи	03.01.2025	<i>виконано</i>

Студент  Антон ГАЗУК

Керівник  Ганна БОГОМАЗОВА

## Зміст

Вступ	7
1 Аналіз основних показників роботи залізничного транспорту у напрямку західних кордонів України	10
1.1 Дослідження ринку вантажних перевезень	10
1.2 Дослідження обсягів перевезення вантажів, що слідують у напрямку західних кордонів України	18
1.3 Аналіз наукових досліджень в сфері організації взаємодії залізничного транспорту із різними перевізниками	23
2 Організація роботи прикордонних станцій та визначення основних проблем в їх роботі	27
2.1 Аналіз вантажної роботи прикордонних станцій України	27
2.2 Шляхи покращення технології транспортування експортних вантажів залізничним транспортом	32
3 Формування математичної моделі управління вагонами на прикордонній станції та на підходах до неї	47
3.1 Визначення основних причин затримки вагонів при прямуванні вантажів на експорт	47
3.2 Формалізація технології процесу просування вагонопотоків з урахуванням їх можливих затримок на прикордонних станціях та на підходах до них	57
4 Техніко-економічне обґрунтування впровадження автоматизованої технології управління перевізним процесом експортних вантажів	69
Висновки	80
Список використаних джерел	82

УТПЕВ.300.00.00.000 ПЗ							
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Аркуців
Розроб.		Газук		03.01.25	Удосконалення технології транспортування експортних вантажів залізницею	4	86
Перевір.		Богомазова		03.01.25		УкрДУЗТ	6
Н. контр.		Богомазова		03.01.25			
Затв.		Ковальов		03.01.25			

## Вступ

**Актуальність теми.** Стан транспортного комплексу України на даний час характеризується низкою гострих проблем, пов'язаних із застарілою технологією і організацією перевезень. 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. За останні 5 років спостерігається тенденція до скорочення обсягів перевезення вантажів залізничним транспортом, збільшується обіг вагона, підвищується їх простій в очікуванні локомотивів, обробки вагонів, прийняття станцією призначення. Особливо гостро це відчувається на підходах до прикордонних станцій. Дослідження елементів обігу вантажних вагонів доводить, що більше ніж у 50% випадків вагони простоюють на початкових та кінцевих станціях маршруту. Однією з основних проблем роботи залізничного транспорту є незадовільний стан вантажного рухомого складу та тягових ресурсів. Крім того негативні показники збільшилися з початком повномасштабного вторгнення на територію України у 2022 році. У зв'язку з чим, усе частіше відбувається прострочення термінів доставки вантажу, що призводить до фінансових ризиків у вигляді виплати штрафу.

Тому актуальною задачею є удосконалення технологічної, організаційної та управлінської взаємодії залізничного транспорту з іноземними перевізниками, оскільки залізничні експортні перевезення у більшості здійснюються через західні прикордонні станції з переходом на колії іноземних перевізників, що підтверджується стійким зростанням обсягів навантаження на мережі залізниць на адресу західних партнерів.

**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 підвищення ефективності перевезення експортних вантажів за рахунок раціонального використання об'єктів транспорту, що сприятиме усуненню затримок у перевізному процесі.

Реалізація цієї мети потребує постановки та вирішення таких задач дослідження:

- провести аналіз статистичних даних перевезення вантажів залізницею у напрямку західних кордонів України;
- виявити причини, що ведуть до затримки переміщення вагонів на прикордонних станціях та на підходах до них;
- формалізувати технологічний процес просування експортного вагонопотоку з урахуванням затримок у вигляді оптимізаційної математичної моделі;
- визначити економічну доцільність від впровадження додаткового блоку до СППР управління експортними вантажними перевезеннями.

**Об'єкт дослідження** – процес просування вагонопотоків у напрямку західних кордонів України.

**Предмет дослідження** – технологія перевезення експортних вантажів залізничним транспортом.

**Методи дослідження.** У роботі використано: метод математичної статистики для проведення аналізу основних експлуатаційних показників роботи залізничного транспорту; аналіз Парето для виявлення основних причин тимчасової затримки вагонів; метод кореляційної залежності між часом знаходження вагонів на підходах до прикордонної станції та часом знаходження вагонів на прикордонній станції; метод стохастичного програмування для



формування процедури оптимального управління параметрами перевезення з найменшими експлуатаційними витратами залізниці; метод лінійної регресії у вигляді біваріативного нормального закону розподілу для визначення величини фінансового ризику у випадку знаходження вагонів у черзі.

**Наукова новизна.** У роботі формалізовано технологію процесу просування експортних вагонопотоків у вигляді оптимізаційної моделі, що враховує затримку вагонів на прикордонних станціях та на підходах до них. Застосування такої технології дозволяє визначити імовірнісний час затримки вагонів та величину додаткових витрат через знаходження вагонів у черзі.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практичні результати роботи полягають у формуванні процедури оптимального управління параметрами перевезення у напрямку західних кордонів України з урахуванням імовірності виникнення фінансових втрат у випадку появи черги з вагонів. Запропонована технологія на основі оптимізаційної моделі надає можливість в автоматизованому режимі управляти вагонопотоками завдяки її впровадженню до системи підтримки прийняття рішень управління вантажними перевезеннями, що підключене до АСК ВП УЗ – Є. Така технологія веде до зменшення простоїв вагонів на підходах до прикордонних станцій та на самих станціях, що виникають у зв'язку із завантаженістю станції, в очікуванні вантажних операцій, неприйняттям вагонів іноземним перевізником тощо.

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

## Висновки

У роботі вирішено задачу формування ефективної технології процесу просування експортних вагонопотоків у вигляді оптимізаційної моделі, що враховує імовірнісний час затримки вагонів на прикордонних станціях та на підходах до них. Застосування такої технології дозволяє визначити величину додаткових витрат через знаходження вагонів у черзі та прийняти додаткові міри для усунення цих затримок. Основні результати та висновки полягають у наступному:

1. Аналіз статистичних даних перевезення вантажів залізницею у напрямку західних кордонів України показав, що за останній час обсяги перевезення вантажів через прикордонні залізничні переходи до країн ЄС збільшилися майже у двічі. Однак як Україні, так і суміжним державам довелося зіткнутися з низкою проблем при зміні маршрутів перевезення, що привело до збільшення часу затримок вагонів на прикордонних станціях та на підходах до них.

2. Затримка вагонів на прикордонних станціях та на підходах до них веде до виникнення черги з вагонів. Причинами появи таких черг є проблеми, що виникають як на українській залізниці, так і проблеми іноземних перевізників. До них відносяться: технічні проблеми, такі як обмежена пропускна здатність залізничних ліній та прикордонних переходів; технологічні (недосконалий процес переміщення вагонопотоків); організаційні, до яких можна віднести наявність «бюрократичних» дублюючих процедур контролюючими органами різних країн; та управлінські, такі як тривале погодження планів перевезень.

3. В роботі формалізовано технологію процесу просування вагонопотоків з урахуванням їх можливих затримок на прикордонних станціях та на підходах до них з урахуванням визначення імовірності виникнення затримки вагонів та величини додаткових витрат через знаходження вагонів у черзі. Час знаходження вагонів на прикордонній станції, а також час

знаходження вагонів на підходах до неї, підпорядковані нормальному розподілу. Крім того, між цими величинами спостерігається наявність кореляційної залежності. Наявність позитивної кореляції між цими двома величинами дає підстави розглянути їх в межах єдиного імовірнісного поля у вигляді біваріативного нормального закону розподілу. Такий підхід надасть можливість більш точно визначати імовірність несвоєчасного прибуття вагонів до кінцевого пункту призначення і відповідно величину фінансових втрат залізниці. Для усунення затримок в процесі перевезення пропонується впровадження додаткового інтелектуального блоку до СППР управління вантажними перевезеннями на певному напрямку.

4. Впровадження СППР на певному напрямку перевезення експортного вантажу дає можливість скоротити затримки поїздів як на підходах до прикордонної станції, так і на самій станції з урахуванням часу прийняття вагонів іноземним перевізником. Визначення економічного ефекту з наростаючим підсумком від впровадження зазначеної технології надало можливість отримати 1702,39 тис. грн на п'ятий рік її застосування. Позитивний ефект від впровадження інтелектуальної технології отримуємо на перший рік експлуатації за рахунок зменшення часу простою поїздів.

## 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 Логістика та перевезення зерна в Україні // УкрАгроКонсалт. URL: <https://ukragroconsult.com/logistik/>.
- 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 Вантажні залізничні перевезення: підсумки 2023 та плани на 2024 рік // Центр транспортних стратегий. URL: [https://cfts.org.ua/infographics/vantazhni\\_zaliznichni\\_perevezennya\\_pidsumki\\_2023\\_ta\\_plani\\_na\\_2024\\_rik](https://cfts.org.ua/infographics/vantazhni_zaliznichni_perevezennya_pidsumki_2023_ta_plani_na_2024_rik).
- 5 Державна служба статистики України. Київ, 1998–2024. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
- 6 Кто и сколько покупает украинского зерна: инфографика // Ліга Бізнес. URL: <https://biz.liga.net/uaexport/prodovolstvie/novosti/kto-i-skolko-pokupaet-ukrainskogo-zerna-infografika>.
- 7 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.
- 8 Naumov V., Nagornyi Iev., Litvinova Y. Model of multimodal transport node functioning. *Archives of Transport*. 2015. Vol. 36, iss.4. P. 43–54.

9 Lomotko D.V., Alyoshinsky E.S., Zambrybor G.G. Methodological aspect of the logistics technologies formation in reforming processes on the railways. *Transportation Research Procedia*. 2016. Vol. 14. P. 2762–2766.

10 Нагорний Є.В., Огороков А.М., Переста Г.І. Дослідження розвитку системи транспортного обслуговування вантажовласників у транспортних вузлах. *Вісник дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна*. 2011. № 38. С. 58–62.

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

12 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.

13 Rakhmangulov A., Kolga A., Osintsev N., Stolpovskikh I., Sladkowski A. Mathematical model of optimal empty rail car distribution at railway transport nodes. *Transport Problems*. 2014. Vol. 9. Issue 3. P. 125–132.

14 Fourie C.J., Zhuwaki N.T. A modelling framework for railway infrastructure reliability analysis. *South African Journal of Industrial Engineering*. 2017. Dec. Vol 28(4). P. 150–160.

15 Aly M. H. F., Hemeda H., El-sayed M. A. Computer applications in railway operation. *Alexandria Engineering Journal*. 2016. № 55. P. 1573–1580.

16 Calado M., Barros J., Nobre E., Prata B. A mixed integer programming approach for freight railcar distribution. *Production*. 2017. № 27. DOI: 10.1590/0103-6513.203815.

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 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.

19 Перевезення зерна залізницею через західні кордони значно скоротилося. URL: <https://agroportal.ua/ru/news/ukraina/perevezennya-zerna-zalizniceyu-cherez-zahidni-kordoni-znachno-skorotilosya>.

20 Вышли в плюс. Итоги 2018 года для украинских портов. Динамика перевалки, основные грузы и статистика работы крупнейших портов Украины в 2018 году. URL: [https://cfts.org.ua/articles/vyshli\\_v\\_plyus\\_itogi\\_2018\\_goda\\_dlya\\_ukrainskikh\\_portov\\_1502/106252](https://cfts.org.ua/articles/vyshli_v_plyus_itogi_2018_goda_dlya_ukrainskikh_portov_1502/106252)

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

22 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.

23 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.

24 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/).

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 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.

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 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.

29 Зеленський В., Газук А, Богомазова Г. Удосконалення технології транспортування експортних вантажів залізницею. *83 студентська науково-технічна конференції УкрДУЗТ: тези доповідей*. (Харків, 11 – 12 грудня, 2024 р.). Харків: УкрДУЗТ, 2024 р. С. 252. URL: <https://kart.edu.ua/nauka/stud-ndr/stud-ntk>.

30 Šperka A., Vojtek M., Široký J., Čamaj J. Improvement of the Last Mile-Specific Issues in Railway Freight Transport. *Sustainability*. 2020. 12(23), 10154. URL: <https://doi.org/10.3390/su122310154>.

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

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

33 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.

34 Bohomazova, H., Liuta, O. The importance of forecasting volumes of cargo transportation on the railway. *Міжнародна транспортна інфраструктура, індустриальні центри та корпоративна логістика: тези*

дев'ятнадцятої науково-практичної міжнародної конференції (Харків, 1-2 червня, 2023 р.). Харків: УкрДУЗТ, 2023. С. 44 – 45.

35 Bohomazova H., Musiienko A., Chyrko H. Changes in the logistics of the export of ukrainian grain. *Інтелектуальні транспортні технології: тези IV міжнародної науково-технічної конференції* (Харків, 27-28 листопада, 2023 р.). Харків: УкрДУЗТ, 2023. С. 168-169.

36 Levy R. Probabilistic Models in the Study of Language. November 6, 2012. 264 p.

37 Draper N., Smith H. Applied regression analysis: third edition. New York, 1998. 736 p.

38 Rose C., Smith M. D. The Multivariate Normal Distribution. *Mathematica Journal*. 1996. № 6. P. 32–37.

39 Halmos, Paul R. Measure Theory. Berlin, New York: Springer-Verlag, 1974. ISBN 978-0-387-90088-9.

40 Taylor S. J. Introduction to measure and integration. Cambridge University Press, 1973. ISBN 9780521098045.

41 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.