

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
ВАНТАЖІВ ЗА УЧАСТІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи

ПЕПВ.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 211-ОПУТ-Д24

спеціальності 275 / 275.02

(роботу виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)

 Нікіта ПОТУШАНСЬКИЙ
(підпис)

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Ольга ШАПАТІНА

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

Тетяна ГОЛОВКО

2026

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 17 слайдів презентації, 72 аркуші пояснювальної записки формату А4, що включає 19 рисунків, 6 таблиць, 28 літературних джерел.

Ключові слова: БІМОДАЛЬНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, НАПІВВАГОН, ПІД'ІЗНА КОЛІЯ, МОДЕРНІЗОВАНИЙ АВТОТЯГАЧ.

Об'єктом дослідження є процес організації інтермодальних вантажних перевезень.

Мета роботи полягає у розробленні пропозицій щодо підвищення ефективності інтермодальних вантажних перевезень шляхом застосування технічних рішень, що дозволяють змінювати ходову частину вагонів і використовувати автотягачі, адаптовані для руху залізничними коліями.

У кваліфікаційній роботі розроблено інтермодальну (бімодальну) технологію транспортування вантажів, яка передбачає переобладнання ходової частини вагона із залізничної на автомобільну для його подачі за допомогою автотягача. При цьому, коли власник вантажу має залізничну під'їзну колію, то маневрові операції пропонується виконувати модернізованим (оновленим) автотягачем замість маневрового локомотива, отримавши можливість перевезення вантажів без зміни ходової частини.

Розроблені математичні моделі руху напіввагона за двома технологіями представлено у вигляді графів станів та систем диференціальних рівнянь, дозволяють визначати раціональні режими руху на заданих маршрутах. Це, у свою чергу, сприяє підвищенню ефективності управління інтермодальними (бімодальними) вантажними перевезеннями.

У результаті удосконалення єдиної технології роботи під'їзної колії відбудеться підвищення рівня безпеки руху, забезпечення схоронності вантажів, зросте продуктивність системи взаємодії.

ABSTRACT

This qualification work includes 17 presentation slides, 72 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 19 figures, 6 tables, and 28 literature references.

Keywords: BIMODAL TRANSPORTATION, GONDOLA, ACCESS TRACK, MODERNIZED TRACTOR.

The object of the study is the process of organizing intermodal freight transportation.

The purpose of the study is to develop proposals for improving the efficiency of intermodal freight transportation by applying technical solutions that allow changing the running gear of wagons and using truck tractors adapted for movement on railway tracks.

In the qualification work, an intermodal (bimodal) cargo transportation technology was developed, which involves modifying the running gear of a wagon from rail to road for delivery using a truck tractor. In this case, when the cargo owner has a railway siding, it is proposed to carry out shunting operations with a modernized (updated) truck tractor instead of a shunting locomotive, thus enabling cargo transportation without changing the running gear.

The developed mathematical models of a half-car's motion according to two technologies, presented in the form of state graphs and systems of differential equations, allow for determining rational movement modes on given routes. This, in turn, contributes to increasing the efficiency of managing intermodal (bimodal) freight transportation.

As a result of improving the unified technology for the operation of the access track, there will be an increase in traffic safety, ensuring the security of cargo, and an increase in the productivity of the interaction system.

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

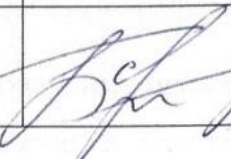
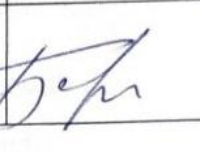
«24» жовтня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Потушанському Никіті Олександровичу

- 1 Тема «Підвищення ефективності інтермодальних перевезень вантажів за участі залізничного транспорту»
керівник Шапатіна Ольга Олександрівна, канд. техн. наук, доцент
затверджені розпорядженням по факультету Управління процесами перевезень від 24 жовтня 2025 року № 19/25
- 2 Строк подання студентом роботи 16 січня 2026 року
- 3 Вихідні дані. Статистичні дані щодо функціонування різних транспортних засобів. Опис технологічного процесу роботи вантажної залізничної станції. Послідовність операцій у технологічному процесі функціонування під'їзної колії. Організація координації та взаємодії між видами транспорту.
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Аналіз і формування напрямків розвитку технологій інтермодальних перевезень вантажів. Технологія інтермодальних перевезень вантажів. Формалізація технології інтермодальних вантажних перевезень. Економічна оцінка впровадження комплексу технічних засобів.
- 5 Перелік графічного матеріалу. Мета і задачі, об'єкт, предмет дослідження. Показники вантажообігу для окремих видів транспорту. Існуючі бімодальні системи доставлення вантажів. Частка вагонів на ринку вантажних перевезень. Технологія транспортування вантажів у залізничних вагонах та спосіб їх розвантаження за допомогою роторного вагоноперекидача. Конструктивна схема оновленого транспортного засобу. Математична модель, що використовується для вибору оптимальної технології інтермодальних вантажних перевезень. Результати моделювання режимів руху залізничних вагонів зі зміною ходової частини та без її заміни. Економічний ефект від впровадження запропонованої технології. Висновки.

6 Консультанти окремих розділів

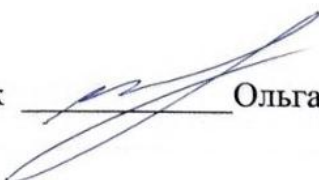
Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів	Балака Є.І., доцент, канд. екон. наук		

7 Дата видачі завдання 24 жовтня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Аналіз і формування напрямків розвитку технологій інтермодальних перевезень вантажів	10.11.2025	Виконано
2 Технологія інтермодальних перевезень вантажів	24.11.2025	Виконано
3 Формалізація технології інтермодальних вантажних перевезень	15.12.2025	Виконано
4 Економічна оцінка впровадження комплексу технічних засобів	05.01.2026	Виконано
Оформлення роботи	16.01.2026	Виконано

Студент  Нікіта ПОТУШАНСЬКИЙ

Керівник  Ольга ШАПАТІНА

Зміст

Вступ	7
1 Аналіз і формування напрямків розвитку технологій інтермодальних перевезень вантажів	10
1.1 Основна характеристика розвитку інтермодальних перевезень	10
1.2 Передумови розвитку інтермодальних технологій перевезень вантажів в Україні	14
1.3 Огляд міжнародного досвіду інтермодальних вантажних перевезень	17
1.4 Аналіз наукових підходів до вирішення задачі удосконалення технології інтермодальних перевезень	20
2 Технологія інтермодальних перевезень вантажів	22
2.1 Сучасні технології інтермодальних перевезень вантажів	22
2.2 Застосування оновленого колісного транспортного засобу	37
3 Формалізація технології інтермодальних вантажних перевезень	46
3.1 Розроблення процедури інтермодальних перевезень із використанням залізничного вагону зі змінною ходовою частиною	46
3.2 Розроблення процедури інтермодальних перевезень із використанням залізничного вагону без зміни ходової частини	51
4 Економічна оцінка впровадження комплексу технічних засобів	56
Висновки	68
Список використаних джерел	70

					ПЕПВ.300.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Підвищення ефективності інтермодальних перевезень вантажів за участі залізничного транспорту	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.	Потушанський			16.01		i		
Перевір.	Шапатіна			16.01			6	72
Н. контр.	Шапатіна			16.01		УкрДУЗТ		
Затв.	Ковальов			16.01				

Інтермодальні перевезення – це така форма транспортування вантажів, за якої для доставки використовується кілька різних видів транспорту, але весь шлях супроводжується єдиним перевізним документом. У процесі переміщення відбувається перевантаження товарів у спеціально обладнаних пунктах між різними транспортними засобами без безпосередньої участі вантажовласника. Основна ідея інтермодальної логістичної системи полягає у створенні єдиного транспортно-технологічного ланцюга, що функціонує як цілісна система під управлінням одного оператора, із застосуванням наскрізного тарифу та спільного документа на перевезення. Таким чином забезпечується доставка товарів у будь-яку точку світу з мінімальними організаційними витратами.

Необхідною умовою ефективної роботи інтермодальної системи є впровадження сучасних інформаційних технологій. Саме вони забезпечують виконання перевізних договорів – від планування та управління маршрутом до контролю всіх етапів транспортування. Інформаційні потоки супроводжують вантаж упродовж усього логістичного циклу – від моменту замовлення до завершення доставки, забезпечуючи прозорість і керованість процесів.

Актуальність теми. Сучасна економіка демонструє зростання ролі транспортного комплексу, що є наслідком поглиблення поділу праці та спеціалізації виробництва. Транспорт із чинника, який впливає лише на зниження витрат, перетворюється на ключовий елемент формування конкурентоспроможності як підприємств, так і цілих регіонів. Відтак ефективна транспортна система стає одним із визначальних інструментів розвитку ринку.

Стратегічні завдання залізничного транспорту на перспективу охоплюють [1]:

- удосконалення взаємодії між перевізником і користувачами транспортних послуг;
- підвищення технічної та технологічної ефективності роботи залізниці;

- забезпечення високих стандартів безпеки руху;
- формування механізмів самоокупності й самофінансування;
- поліпшення економічних показників діяльності;
- оптимізацію управлінських структур та модернізацію матеріально-технічної бази.

Реалізація цих завдань потребує значних фінансових ресурсів і часу. Оскільки залізничний транспорт тривалий час функціонує в умовах обмеженого державного фінансування, основний акцент нині слід робити на використанні власних коштів. При цьому збільшення доходів має відбуватися не стільки за рахунок зростання обсягів перевезень, скільки завдяки підвищенню якості транспортних послуг. Саме тому питання підвищення ефективності експлуатаційної роботи залізниць набуває особливої актуальності та потребує наукового аналізу якісних аспектів перевізного процесу, враховуючи теперішній і перспективний стан інфраструктури.

Пошук резервів розвитку пов'язаний із реалізацією комплексу заходів, спрямованих на раціональне використання пропускну та провізної спроможності мережі, рухомого складу, технічного оснащення та станційної інфраструктури. Важливим напрямом є налагодження ефективної взаємодії залізничного транспорту з іншими видами перевезень, а також упровадження інноваційних технологічних рішень на станціях і під'їзних коліях. Максимальна ефективність використання наявних ресурсів досягається шляхом вибору оптимальних управлінських рішень, які забезпечують найбільший економічний результат при мінімальних витратах.

Об'єкт дослідження. Процес організації інтермодальних вантажних перевезень.

Предмет дослідження. Технологічні аспекти реалізації інтермодальних транспортних операцій.

Мета і задачі дослідження. Мета роботи полягає у розробленні пропозицій щодо підвищення ефективності інтермодальних вантажних перевезень шляхом застосування технічних рішень, що дозволяють змінювати ходову частину вагонів і використовувати автотягачі, адаптовані для руху залізничними коліями.

Реалізація даної мети потребує постановку та вирішення таких основних задач:

- вивчення існуючих технологій інтермодальних вантажних перевезень;
- розроблення нових варіантів організації перевізного процесу;
- створення моделі, яка відображає можливі варіанти переміщення вантажів від відправника до отримувача;
- проведення техніко-економічної оцінки доцільності впровадження запропонованих рішень.

Методи дослідження. У роботі застосовано системний підхід, елементи теорії масового обслуговування, математичне моделювання та методи економічного аналізу.

Елементи наукової новизни. Створено модель, що дозволяє підвищити ефективність інтермодальних перевезень за рахунок скорочення часу вантажних операцій і зменшення витрат.

Практичне значення. Розроблені рекомендації та моделі можуть бути використані для вдосконалення технологій інтермодальних перевезень, сприяючи зниженню собівартості транспортування та підвищенню конкурентоспроможності залізничного транспорту.

Публікації. Основні положення роботи доповідались, обговорювались та схвалені на 85 студентській науково-технічній конференції Українського державного університету залізничного транспорту (м. Харків, 10-11 грудня 2025 року) [2].

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Список використаних джерел складається із 28 назв.

Повний обсяг магістерської роботи складає 72 сторінки.

Висновки

1. У роботі систематизовано основні характеристики та чинники, що визначають розвиток інтермодальних вантажних перевезень в Україні. Окрему увагу приділено аналізу міжнародного досвіду організації таких перевезень, а також порівняльному дослідженню вантажообігу між різними видами транспорту з урахуванням сучасних тенденцій транспортної логістики.

2. Здійснено узагальнення та критичний аналіз наукових підходів до вдосконалення технологічних рішень у сфері інтермодальних (бімодальних) перевезень. Результати дослідження свідчать, що більшість існуючих технологій характеризуються низьким рівнем ресурсоефективності, що обумовлює значні експлуатаційні витрати та, як наслідок, зростання вартості транспортних послуг. Проведений аналіз підтвердив доцільність застосування системного підходу до оптимізації взаємодії автомобільного і залізничного транспорту шляхом математичного моделювання. У межах дослідження сформульовано завдання скорочення експлуатаційних витрат за рахунок впровадження комплексу заходів з удосконалення технології роботи під'їзних колій.

3. Проаналізовано поточний стан функціонування інтермодальних вантажних перевезень. Встановлено, що при залученні залізничного транспорту не забезпечується стабільний технологічний ритм і належна регулярність перевезень, а загальна ефективність процесу залишається низькою. Це зумовлено неповним використанням технічних засобів як за потужністю, так і за тривалістю роботи. Зокрема, маневрові тепловози експлуатуються лише на 25–30% свого потенціалу, а до 40% робочого часу перебувають у простої, що призводить до перевитрат пального та нераціонального використання локомотивного парку. У зв'язку з цим обґрунтовано доцільність застосування технології подавання вагонів на під'їзні колії зі зміною ходової частини з залізничної на автомобільну. У такій схемі замість маневрового локомотива пропонується використовувати модернізований автотягач.

4. Розроблено математичні моделі руху вагона зі змінною ходовою частиною та з використанням модернізованого автотягача, представлені у вигляді графів станів і систем диференціальних рівнянь. Запропонований інструментарій дозволяє визначати раціональні режими руху за заданими маршрутами та підвищувати якість управління інтермодальними (бімодальними) перевезеннями в межах інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень. Реалізація цих моделей можлива в інформаційному середовищі АСК ВП УЗ-Є з використанням автоматизованих робочих місць оперативного персоналу залізниць. Впровадження розглянутих технологічних рішень в умовах України створює передумови для зростання фінансових результатів за рахунок скорочення витрат.

5. Виконано техніко-економічне порівняння двох альтернативних варіантів: застосування технології зі зміною ходової частини вагона та використання комплексу технічних рішень без її зміни на основі модернізованого автотягача. За результатами розрахунків економічний ефект за прогнозний період становить 1 970 358 грн для першого варіанту та 4 165 513 грн – для другого. Отже, найбільш економічно доцільним є варіант із використанням модернізованого автотягача без зміни ходової частини вагона, коли власник вантажу має залізничну під'їзну колію.

Список використаних джерел

- 1 Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2025-2027 роках. URL: <https://mindev.gov.ua/npas/pro-sxvalennia-nacionalnoyi-transportnoyi-strategiyi-ukrayini-na-period-do-2030-roku-ta-zatverdzennia-operaciinogo-planu-zaxodiv-z-yiyi-realizaciyi-u-2025-2027-rokah> (дата звернення: 03.11.2025).
- 2 Шапатіна О., Потушанський Н., Глуган І. Новітні технологічні рішення у сфері інтермодальних перевезень: тези доповідей 85 студентської науково-технічної конференції Українського державного університету залізничного транспорту (м. Харків, 10-11 грудня 2025 року). Харків: УкрДУЗТ, 2025. С. 340-341.
- 3 Agamez-Arias, A.-M.; Moyano-Fuentes, J. Intermodal transport in freight distribution: A literature review. *Transp. Rev.* 2017, 37, 782–807.
- 4 Марченко В. М., Шутюк В. В. Логістика: підручник, 2-ге вид., доповн. Київ: НУХТ, 2022. 334 с.
- 5 Державна служба статистики України. Обсяг перевезених вантажів за видами транспорту. URL: <https://ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 03.11.2025).
- 6 Zhen, L.; Wu, J.; Wang, S.; Li, S.; Wang, M. Optimizing automotive maritime transportation in Ro-Ro and container shipping. *Transp. Res. Part B Methodol.* 2025, 194, 103175.
- 7 Яцківський Л. Ю., Зеркалов Д. В. Загальний курс транспорту: навч. посіб. К.: Арістей, 2007. 504 с.
- 8 Інтермодальні перевезення. URL: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/intermodal_transportation/ (дата звернення: 03.11.2025).
- 9 Пасічник В. І. Ефективність інтермодальних перевезень як елемент забезпечення високої якості транспортних послуг / В.І. Пасічник, Ю.С. Грисюк, О.В. Пацьора // Управління проектами, системний аналіз і логістика. К.: НТУ, 2013. Вип. 12. С. 123-129.

10 Контрейлерні перевезення. URL: https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/intermodal_transportation/piggyback/ (дата звернення: 03.11.2025).

11 Реалізація потенціалу транспортної інфраструктури України в стратегії посткризового економічного розвитку. URL: <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2011-04/transport-5a11e.pdf> (дата звернення: 03.11.2025).

12 Klapita V. Analysis of Operational Performance of Intermodal Transport Terminals in Slovakia in the Context of Intermodal Transport Infrastructure Development in EU Countries. *Transp. Res. Procedia* 2024, 77, 201–209.

13 Шапатіна О. О. Визначення сфери ефективності бімодальних перевезень. *Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту*. 2013. Вип. 137. С. 135–141.

14 Котенко А. М., Крашенінін О. С., Шапатіна О. О. Аналіз та перспективи розвитку бімодальних перевезень на українських залізницях. *Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту*. 2012. Вип. 134. С. 37–42.

15 O. Lavrukhin, V. Zapara, Y. Zapara, O. Shapatina, G. Bogomazova, Investigation into the bimodal transportation process by modelling rail module states // *Transport Problems*. Katowice, Poland: Silesian University of Technology, Vol. 12, Issue 2. (2017), p. 99–112.

16 S. Panchenko, O. Lavrukhin, O. Shapatina, Creating a qualimetric criterion for the generalized level of vehicle // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Kharkiv: PC “Technology center”, Vol. 1, № 3(85). (2017), p. 39–45.

17 Diomin J. W. Techniczne problemy przewozów kolejowych Wschód – Zachód. *Przegląd Komunikacyjny*. 2008. Vol. 6. P. 3–7.

18 Dărăbann S., Ștefănescu P., Crisan R. Economic Benefits of Developing Intermodal Transport in the European Union. *Annals of the University of Oradea: Economic Science*. 2012. №1(2). P. 81 – 87.

- 19 Kaderavek P. RailRunner Looks to Europe. Railvolution. 2012. №4/12. P. 126.
- 20 Nobbe et al A. Eisenbahntechnische Rundschau. 2012. №3. P. 26–28.
- 21 Котенко А. М. Крашенінін О. С., Шапатіна О. О. Удосконалення процесу комбінованих перевезень вантажів. Східно–Європейський журнал передових технологій. Харків: 2014. №4/3(70). С. 4–8.
- 22 Спосіб перевезення вантажів залізничним вагоном та його розвантаження на роторному вагоноперекидачі: пат. 119656 Україна, МПК (2017.01) B61F 1/06, B60S 11/00, B65G 67/34, B65G 63/00, B61D 47/00. № a201304011; заявл. 01.04.13, опубл. 10.10.17, Бюл. № 19. 6 с.
- 23 Довідник експедитора. У двох книгах. Книга перша / Зеркалов Д. В. та ін. За редакцією Д. В. Зеркалова. Київ. Основа, 2002. 624 с.
- 24 Спосіб перевезення вантажів залізничним вагоном зі змінними ходовими частинами: пат. 98241 Україна, МПК(2012.01) B61F 7/00, B60S 5/00, B60S 11/00. №a201102163; заявл. 24.02.11, опубл. 25.04.12, Бюл. №8. 5с.
- 25 Спосіб перевезення вантажів залізничним вагоном зі змінними ходовими частинами: пат. 63396 Україна: МПК(2011.01) B61F 7/00, B60S 5/00. №u201102481; заявл. 02.03.11, опубл. 10.10.11, Бюл. №19. 3с.
- 26 Губар О. В. Рекомендації щодо порядку користування колійними машинами на комбінованому рейковому і автомобільному ходу. *Збірник наукових праць ДонІЗТ Української державної академії залізничного транспорту*. Вип. 34. Донецьк, 2013. С. 149–155.
- 27 А. Л. Литвинов. Теорія систем масового обслуговування: навч. посібник. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 141 с.
- 28 Балака Є. І., Зоріна О. І., Колесникова Н. М., Писаревський І. М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті: навч. посіб. Харків: УкрДАЗТ, 2005. 210 с.