

Український державний університет залізничного транспорту

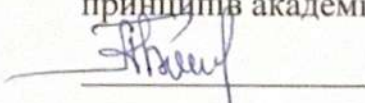
Кафедра управління експлуатаційною роботою

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ  
ТЕРМІНАЛІВ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ З РІЗНИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ

Пояснювальна записка та розрахунки  
до кваліфікаційної роботи

УОФІТ.300.00.00.000 ПЗ

Розробив здобувач групи 216 – ОМП – Д23  
спеціальності 275/275.02 – Транспортні  
технології (на залізничному транспорті)  
(роботу виконано самостійно, відповідно до  
принципів академічної доброчесності)

  
\_\_\_\_\_ Андрій БОЖЕНКО  
(підпис)

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Олег ШАНДЕР

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

Максим КУЦЕНКО

## АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 14 слайдів презентації, 82 аркуши пояснювальної записки формату А4, що включає 24 рисунки, 3 таблиці, 36 літературних джерел.

Ключові слова: ОРГАНІЗАЦІЯ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, КОНТЕЙНЕРНИЙ ТЕРМІНАЛ, МЕРЕЖА ПЕТРІ, САМОСИНХРОНІЗАЦІЯ.

Об'єктом дослідження є процес організації роботи на інтермодальних терміналах.

Метою магістерської роботи є удосконалення організації взаємодії різних видів транспорту на інтермодальних терміналах.

В кваліфікаційній роботі надано теоретичного обґрунтування процесу удосконалення технології роботи терміналу, що підвищить ефективність взаємодії різних видів транспорту на інтермодальних терміналах.

Для формалізації цієї технології було сформовано дескриптивну модель двохпортального терміналу, функціонування якого забезпечується процесами самосинхронізації руху автоматизованих платформ, здійснюючих перевезення контейнерів між автомобільним та залізничним порталами.

Удосконалено структуру інформаційної мережі, що реалізує систему підтримки прийняття рішень для оперативного управління терміналом.

## ABSTRACT

This qualification work includes 14 presentation slides, 82 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 18 figures, 17 tables, and 39 literature references.

Keywords: INTERMODAL TRANSPORT ORGANIZATION, CONTAINER TERMINAL, PETRI NETWORK, SELF-SYNCHRONIZATION.

The object of the research is the process of organizing operations at intermodal terminals.

The aim of the master's thesis is to improve the organization of interaction between different modes of transport at intermodal terminals.

The qualification work provides a theoretical justification for improving the terminal operation technology, which will enhance the efficiency of the interaction between various transport modes at intermodal terminals.

To formalize this technology, a descriptive model of a two-port terminal has been developed, where its operation is ensured by self-synchronization processes of automated platforms that transport containers between the road and railway portals.

The structure of the information network has been improved, which implements a decision support system for the operational management of the terminal.

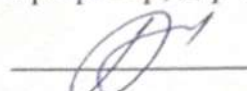
Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень  
Кафедра управління експлуатаційною роботою  
Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології  
275.02 «Транспортні технології (залізничний транспорт)»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри,  
професор, д-р техн. наук



 Тетяна БУТЬКО  
«27» грудня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

*Боженку Андрію Анатолійовичу*

- 1 Тема проекту (роботи) «Удосконалення організації функціонування інтермодальних терміналів при взаємодії з різними видами транспорту»  
керівник Шандер Олег Едуардович, канд. техн. наук, доцент  
затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень від 30 вересня 2024 року № 12/24
- 2 Строк подання здобувачем проекту (роботи) 30 грудня 2024 року.
- 3 Вихідні дані до проекту (роботи): Статистичні дані, щодо інтермодальних перевезень, технологія організації та управління інтермодальними перевезеннями.
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ; 1 Аналіз умов функціонування інтермодальних перевезень за кордоном; 2 Організація інтермодальних перевезень в Україні; 3 Формування моделі взаємодії різних видів транспорту на інтермодальних терміналах; 4 Інформаційно-керуюча система організації інтермодальних перевезень; 5 Економічний ефект від впровадження запропонованої технології взаємодії на інтермодальних терміналах; Висновок; Список використаних джерел.
- 5 Перелік графічного матеріалу: Динаміка кількості перевезених контейнерів; Дескриптивна модель інтермодального контейнерного терміналу; Формалізація технологічного процесу графом мережі Петрі для двох платформ; Фрагмент інтерфейсу моделі дослідження функціонування інтермодального терміналу.

## 6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування запропонованого проектного рішення	Наталія ГРИЦЕНКО доцент, канд. екон. наук		

7 Дата видачі завдання 30 вересня 2024 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН



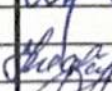
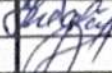
Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
Вступ	07.10.2024 р.	визначено
1 Аналіз умов функціонування інтермодальних перевезень за кордоном	15.10.2024 р.	визначено
2 Організація інтермодальних перевезень в Україні	01.11.2024 р.	визначено
3 Формування моделі взаємодії різних видів транспорту на інтермодальних терміналах	15.11.2024 р.	визначено
4 Інформаційно-керуюча система організації інтермодальних перевезень	05.12.2024 р.	визначено
5 Економічний ефект від впровадження запропонованої технології взаємодії на інтермодальних терміналах	23.12.2024 р.	визначено
Висновки, оформлення роботи	29.12.2024 р.	визначено

Здобувач  Андрій БОЖЕНКО

Керівник  Олег ШАНДЕР

## Зміст

Вступ	7
1 Аналіз умов функціонування інтермодальних перевезень за кордоном	9
2 Організація інтермодальних перевезень в Україні	26
3 Формування моделі взаємодії різних видів транспорту на інтермодальних терміналах	38
4 Інформаційно-керуюча система організації інтермодальних перевезень	56
5 Економічний ефект від впровадження запропонованої технології взаємодії на інтермодальних терміналах	68
Висновки	76
Список використаних джерел	78

УОФІТ.300.00.00.000 ПЗ								
Зми.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення організації функціонування інтермодальних терміналів при взаємодії з різними видами транспорту	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Боженко			27.12.24				
Перевір.	Шандер			27.12.24			6	82
Реценз.						УкрДУЗТ		
Н. Контр.	Малахова			27.12.24				
Затверд.	Буцько			27.12.24				

## Вступ

У сучасних умовах одним з найбільш динамічних способів організації доставки вантажів у міжнародному сполученні є інтермодальні технології, розвиток яких зумовлений міжвидовою конкуренцією на транспорті, модернізацією транспортної інфраструктури та підвищенням вимог щодо якості транспортного обслуговування. Тенденція зростання обсягів інтермодальних перевезень характеризується глобалізацією світової економіки, розвитком великих портових центрів, розташованих в основних стратегічних пунктах руху вантажопотоку на напрямках Азія–Європа, розробкою інноваційних транспортних стратегій та будівництвом перевантажувальних терміналів. Важливим елементом у взаємодії різних видів транспорту відіграють термінали, на яких виконуються великий розмір перевантажувальних операцій. Тому за таких умов, важливим є дослідження умов взаємодії різних видів транспорту на інтермодальних терміналах, що робить дану тему актуальною.

Для досягнення ефективного функціонування перевантажувальних терміналів необхідним є удосконалення технологічного процесу роботи терміналу за умови задоволення основних вимог різних видів транспорту. Технологічний процес роботи інтермодального терміналу повинен забезпечувати велику ступінь узгодження при виконанні перевантаження та дозволити збільшити паралельність процесів [1]. Тому запропоновано вдосконалення технології роботи інтермодального терміналу на основі формування моделі для обробки контейнерів з використанням мереж Петрі, яка дозволяє покращити умови взаємодії на термінальному комплексі. Привабливість цього способу побудови моделі функціонування контейнерного терміналу полягає у тому, що для систем управління, самосинхронний підхід дозволяє підвищити рівень злагодженості при перевантаженні з різних засобів транспорту. Такий спосіб дозволить збільшити кількість перероблених

контейнерів на терміналі та зменшити питомі витрати на переробку контейнерів.

Метою магістерської роботи є удосконалення організації взаємодії різних видів транспорту на інтермодальних терміналах.

Поставлена мета визначила наступні задачі дослідження:

- провести аналіз закордонного досвіду розвитку інтермодальних перевезень;
- провести аналіз організації інтермодальних перевезень в Україні;
- сформулювати модель взаємодії різних видів транспорту на інтермодальних терміналах;
- обґрунтувати економічну доцільність удосконалення технології взаємодії різних видів транспорту на інтермодальних терміналах.

Об'єкт дослідження – процес організації роботи на інтермодальних терміналах.

Предмет дослідження – інтермодальний термінал.

*Елементи наукової новизни.* В кваліфікаційній роботі надано теоретичного обґрунтування процесу удосконалення технології роботи терміналу, що підвищить ефективність взаємодії різних видів транспорту на інтермодальних терміналах.

Для формалізації цієї технології було сформовано дескриптивну модель двохпортального терміналу, функціонування якого забезпечується процесами самосинхронізації руху автоматизованих платформ, здійснюючих перевезення контейнерів між автомобільним та залізничним порталами.

За темою магістерської роботи надруковано тези у науковому фаховому виданні [20].



## Висновки

В кваліфікаційній роботі удосконалено технологію взаємодії різних видів транспорту на інтермодальних терміналах.

Важливу роль в узгодженні роботи різних видів транспорту грає раціональне розподілення обсягів вантажів, що перевозяться, в тому числі й переключення частки обсягів вантажів з одного виду транспорту на інший. Важливим елементом у взаємодії різних видів транспорту відіграють термінали, на яких виконуються великий розмір перевантажувальних операцій. Неефективна взаємодія різних видів транспорту на терміналах знижує ефективність розвитку інтермодальних перевезень, продуктивність праці та збільшує собівартість перевезень і терміни доставки вантажів. Як показав аналіз доля інтермодальних перевезень з кожним роком збільшується, тому важливим є пошук новітніх технологій в організації інтермодальних перевезень.

Розроблену модель управління можна впроваджувати на всіх інтермодальних терміналах. Але основним фактором при впровадженні є проведення аналізу умов функціонування різних термінальних комплексів, так як кожний комплекс має свій технологічний процес. Всі ці фактори ще раз підтверджують ефективність функціонування інтермодального терміналу при запропонованій моделі управління. Розроблена модель управління на інтермодальному терміналі дозволяє встановити залежність між інтенсивністю надходження транспортних засобів та оцінити витрати часу на виконання окремих операцій.

Ефективна взаємодія різних видів транспорту на терміналах інтермодальних перевезень вантажів можлива за умови технологічної синхронізації операцій завантаження-розвантаження. Це надасть змогу уникнути вимушених зупинок роботи кранових механізмів і навантажувачів для перевезення контейнерів.

В роботі формалізовано процес самосинхронізації на терміналі. Модель розроблена за допомогою мереж Петрі. Цей математичний апарат дуже зручний для моделювання динамічних дискретних систем та дозволяє дослідити послідовне виконання всіх процесів, що відбуваються на інтермодальному терміналі. На основі моделювання доведено, що середній простій контейнера на терміналі зменшується, що дозволяє збільшити переробну спроможність та зменшити питомі витрати на переробку контейнера на терміналі.

Створення досконалих комп'ютерних моделей для потреб організації взаємодії різних видів транспорту на інтермодальних терміналах як проектно-конструкторську задачу треба вирішувати у поєднанні дескриптивних та аналітичних моделей. Також важливим є виділення програмних та апаратних компонентів, забезпечуючих умови здійснення концепції самосинхронізації руху навантажувачів.

Величина економічного ефекту з наростаючим підсумком складає 438 017 грн., що свідчить про прибутковість і доцільність впровадження запропонованого інноваційного проекту.

## Список використаних джерел

- 1 Петрушов В. В., Кривцун М. О. Проблеми інтермодальних перевезень в Україні. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. 2013. № 70 (1043). С. 86–91.
- 2 Бутько Т. В., Шандер О. Е. Формалізація процесу управління парком вантажних вагонів операторських компаній. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2014. Т. 2, № 3 (68). С. 55–58. Doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.22798>.
- 3 Коцюк О.Я. Взаємодія видів транспорту : навч. посібник. – К. : УТУ, 2009. – 107 с.
- 4 Дмитриченко М.Ф. Транспортні технології в системах логістики К. : Інформавтодор, 2007. 676 с.
- 5 Кость І.П. Конструктивні особливості транспортних засобів для здійснення контрейлерних перевезень *Щорічний наукововиробничий журнал НТУ:Проектування, виробництво та систематизація автотранспортних засобів*. К. : НТУ, – 2011, №219 – С. 182–187.
- 6 Li L., Negenborn R. R., De Schutter B. Intermodal freight transport planning – A receding horizon control approach // *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. 2015. Vol. 60. P. 77–95. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.08.002>.
- 7 Macharis C., Van Hoesck E., Pekin E., Van Lier T. A decision analysis framework for intermodal transport: Comparing fuel price increases and the internalisation of external costs. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2010. Vol. 44, Issue 7. P. 550–561. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.tra>.
- 8 Dragović B., Tzannatos E., Park N. K. Simulation modelling in ports and container terminals: literature overview and analysis by research field, application area and tool. *Flexible Services and Manufacturing Journal*. 2016. Vol. 29, Issue 1. P. 4–34. doi: <https://doi.org/10.1007/s10696-016-9239-5>

- 9 Yang X., Low J. M. W., Tang L. C. Analysis of intermodal freight from China to Indian Ocean: A goal programming approach. *Journal of Transport Geography*. 2011. Vol. 19, Issue 4. P. 515–527. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.05.007>.
- 10 Cho J. H., Kim H. S., Choi H. R. An intermodal transport network planning algorithm using dynamic programming – A case study: from Busan to Rotterdam in intermodal freight routing. *Applied Intelligence*. 2010. Vol. 36, Issue 3. P. 529–541. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10489-010-0223-6>.
- 11 Monios J., Wilmsmeier G. The role of intermodal transport in port regionalization. *Transport Policy*. 2013. Vol. 30. P. 161–172. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2013.09.010>.
- 12 Limao N. Infrastructure, Geographical Disadvantage, Transport Costs, and Trade. *The World Bank Economic Review*. 2001. Vol. 15, Issue 3. P. 451–479. Doi: <https://doi.org/10.1596/1813-9450-2257>.
- 13 Dooms M., van der Lugt L., de Langen P. W. International strategies of port authorities: The case of the Port of Rotterdam Authority // *Research in Transportation Business & Management*. 2013. Vol. 8. P. 148–157. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2013.06.004>.
- 14 Погребна Г. Ю., Петрушов В. В. Удосконалення роботи контейнерного терміналу на станції Харків-Ліски та розрахунок його переробної спроможності. *Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту*. 2014. Вип. 145. С. 78–81.
- 15 Peterson G. The theory of Petri nets and modeling of systems. : *Mir*, 1984. 264 p.
- 16 Прокудін Г.С. Моделі і методи оптимізації перевезень у транспортних системах /Г.С. Прокудін. К. : НТУ, 2006. 224 с.
- 17 Логістичні інформаційні системи. Режим доступу <http://readbookz.com/book/24/1147.html>. (Дата звернення 17.10.2024).

- 18 O. Shander, D. Shumyk, Y. Shander, O. Ischuka Improving the technology of freight car fleet management of operator company. *Procedia Computer Science* Volume 149, 2019, P. 50-56.
- 19 Petrushov V. Shander O. Study into conditions for the interaction between different types of transport at intermodal terminals. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. №. 6/3 (96). С. 70-76 DOI: 10.15587/1729-4061.2018.151929.
- 20 Шандер О.Е., Боженко А.А., Власенко О.В. Удосконалення організації управління вагонопотоками умовах військового стану. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. Харків, 2024. Вип. 3 (додаток). С. 61-62
- 21 Шандер О.Е., Земськов М.В. Удосконалення організації взаємодії різних видів транспорту на інтермодальних терміналах. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. Харків, 2019. Вип. 4 (додаток). С. 74.
- 22 De Langen P. W., Chouly A. Hinterland access regimes in seaports. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*. 2004. 4(4). P. 361–380.
- 23 Yan B., Zhu X., Lee D-H. Jin J. G., Wang L. Transshipment operations optimization of sea-rail intermodal container in seaport rail terminals. *Computers & Industrial Engineering*. 2020. 141(6):106296.
- 24 Hu Q., Wiegmans B., Corman F., Lodewijks G. Integration of inter-terminal transport and hinterland rail transport. *Flexible Services and Manufacturing Journal*. 2019. 31. P. 807–831.
- 25 Butko T., Prokhorov V., Kolisnyk A. Parkhomenko L. Devising an automated technology to organize the railroad transportation of container for intermodal deliveries based on the theory of point processes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. 1(3). P. 6–12.
- 26 Fathi-Vajargah B., Khoshkar-Foshtomi H. Simulating of poisson point process using conditional intensity function (Hazard function). *International Journal of Advanced Statistics and Probability*. 2014. 2(1). P. 34–41.
- 27 Бутько Т.В., Лаврухін О.В. Планування перевезень вантажу на основі раціональної організації вагонопотоків на залізниці із застосуванням теорії

- нечітких множин. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2004. Спецвипуск 7 [1]. С. 16-19.
- 28 Лаврухін О. В., Долгополов П. В., Петрушов В. В., Ходаківський О. М. Інформаційні системи та технології при управлінні залізничними перевезеннями : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Х.: Компанія СМІТ, 2011. 117 с.
- 29 Бутько Т. В., Головка Т. В. Удосконалення сумісної роботи портів та залізничних вузлів в умовах зростання вантажопотоків. *Зб. наук. праць Дон. ін-ту залізнич. трансп. Укр. держ. акад. залізнич. трансп.* Донецьк, 2006. Вип. 8. С. 5-13.
- 30 Бутько Т. В. Удосконалення сумісної роботи портів та залізничних вузлів на основі логістичних методів. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2007. № 3/6. С. 27.
- 31 Левіков Г. А. Інтермодалізм як транспортна концепція. *Транспорт: наука, техніка, управління*. 2006. №3. С. 19-23.
- 32 Коваленко Н. Н. Інтермодальні перевезення – сучасна форма доставлення вантажів. *Логістика: український наук.-практ. журнал*. 2007. №4. С. 46-56.
- 33 Мостовий М. В. Розвиток інтермодальних перевезень в Україні. *Залізничний транспорт України*. 2004. №5.
- 34 Малахова О. А., Селепі М.Й. Проблеми розвитку міжнародної транспортної системи в умовах удосконалення інтермодальних перевезень. *Вісник нац. техн. ун-ту «ХПІ». Сер. «Інформаційні технології та системи управління»*. 2009. Вип. 8. С. 48-51.
- 35 Балака Є.І., Зоріна О.І., Колесникова Н.М., Писаревський І.М. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті : навч. посіб. Х. : УкрДАЗТ, 2005. 210 с.
- 36 Офіційний веб-сайт Міністерства інфраструктури. Режим доступу: <https://mtu.gov.ua> - (дата звернення: 25.10.2024).