

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра залізничних станцій та вузлів

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАКОПИЧЕННЯ КОНТЕЙНЕРОПОТОКІВ НА  
ЛОГІСТИЧНИХ ХАБАХ

Пояснювальна записка та розрахунки  
до кваліфікаційної роботи

ДПНКХ.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 214-МКТ-Д23  
спеціальності 275 / 275.02 (роботу  
виконано самостійно, відповідно  
до принципів академічної доброчесності)

  
(підпис)

Дмитро КУЛІНЧЕНКО

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Аліна КОЛІСНИК

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

Лариса ПАРХОМЕНКО

## АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 15 слайдів презентації, 81 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 31 рисунок, 4 таблиці, 36 літературних джерел.

Ключові слова: КОНТЕЙНЕРОПОТОКИ, ЛОГІСТИЧНІ ХАБИ, ПРОГНОЗУВАННЯ НАДХОДЖЕННЯ, ІНТЕНСИВНІСТЬ ПОТОКУ, НЕЙРОННА МЕРЕЖА.

Об'єктом дослідження є процес надходження контейнерів до логістичних хабів.

Метою дослідження є дослідження природи надходження контейнеропотоків до логістичних хабів для створення моделі прогнозування їх надходження і впровадження нових модулів в мережу середовища інформаційно-керуючої системи.

У кваліфікаційній роботі досліджено природу надходження контейнерів від вантажовідправників до логістичних хабів та обрано метод прогнозування контейнеропотоків серед існуючих.

Сформувано модель прогнозування надходження контейнеропотоків на базі рекурентної нейронної мережі.

Удосконалено інформаційно-керуючу систему вантажних перевезень за рахунок впровадження в об'єднаному комплексі автоматизованих робочих місць (АРМ) менеджера з логістики з використанням сучасних методів моделювання контейнеропотоків а саме запропонованої прогнозної моделі надходження контейнеропотоків до логістичних хабів

## ABSTRACT

This qualification work includes 15 presentation slides, 81 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 31 figures, 4 tables, and 36 literature references.

Keywords: CONTAINER FLOWS, LOGISTICS HUBS, ARRIVAL FORECASTING, FLOW INTENSITY, NEURAL NETWORK.

The object of the study is the the process of receiving containers at logistics hubs. In the qualification work, the nature of container flows from shippers to logistics hubs is investigated and a method for predicting container flows is selected from among the existing ones.

A model for predicting container flows based on a recurrent neural network has been developed.

The information and management system of freight transportation has been improved by introducing a logistics manager's automated workstation (AWS) in the integrated complex using modern methods of modelling container flows, namely the proposed forecast model of container flows to logistics hubs

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра залізничних станцій та вузлів

Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри,  
професор, д-р техн. наук

 Олександр ОГАР

«30» вересня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Кулінченку Дмитру Михайловичу

1. Тема проекту (роботи) «Дослідження процесу накопичення контейнеропотоків на логістичних хабах»

керівник Колісник Аліна Володимирівна, канд. техн. наук, доцент  
затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень від 30 вересня 2024 року № 12/24.

2. Строк подання студентом роботи 25 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Дослідження надходження контейнерів до логістичних хабів різних країнах, статистичні дані вантажних перевезень в Україні і за кордоном 2020-2024 роки.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ.

1 Аналіз розвитку та стану транспортно-логістичної інфраструктури в Україні та за кордоном.



2 Дослідження статистичних даних обсягів перевезення вантажів у контейнерах в Україні та країнах Європи.

3 Аналіз технології обробки контейнерів на логістичних хабах 4 Проведення моделювання та отримання прогностичних даних надходження контейнерів до логістичних хабів. 5 Удосконалення структури інформаційно-керуючої системи. перевізного процесу за рахунок використання моделі прогнозування надходження контейнеропотоків. 6 Визначення економічної ефективності від впровадження автоматизованої технології на основі прогнозування надходження контейнеропотоків. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)








1. Мета та завдання дослідження 2. Об'єкт, предмет дослідження, елементи наукової новизни 3. Аналіз статистичних даних вантажних перевезень в Україні 4. Схеми логістичних хабів. 5. Дослідження процесу обробки контейнеропотоків на прикордонних станціях. 7. Аналіз вихідних даних та методів для прогнозування надходження контейнеропотоків 8. Модель прогнозу інтенсивності потоку на базі рекурентної нейронної мережі 9. Структура інформаційно-керуючої системи 10. Розрахунки економічної ефективності запропонованої технології.

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 14 жовтня 2024 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

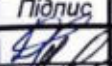
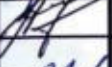

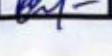
Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Аналіз розвитку та стану транспортно-логістичної інфраструктури в Україні та за кордоном	24.10.2024	
2 Дослідження статистичних даних обсягів перевезення вантажів у контейнерах в Україні та країнах Європи	04.11.2024	
3. Аналіз технології обробки контейнерів на логістичних хабах	10.11.2024	
4 Проведення моделювання та отримання прогнозних даних надходження контейнерів до логістичних хабів	30.11.2024	
5 Удосконалення структури інформаційно-керуючої системи перевізного процесу за рахунок використання моделі прогнозування надходження контейнеропотоків	10.12.2024	
6 Визначення економічної ефективності від впровадження автоматизованої технології на основі прогнозування надходження контейнеропотоків	20.12.2024	
Оформлення роботи	25.12.2024	

Студент  Дмитро КУЛІНЧЕНКО

Керівник  Аліна КОЛІСНИК

## Зміст

Вступ	6
1 Аналіз розвитку та стану транспортно-логістичної інфраструктури в Україні та за кордоном	10
1.1 Огляд функціонального значення створення логістичних хабів	10
1.2 Перспективи розвитку логістичних хабів в сучасних умовах в Україні	14
1.3. Огляд наукових досліджень з питань впливу логістичних принципів на розвиток вантажних перевезень залізницею в Україні	20
2. Дослідження статистичних даних обсягів перевезення вантажів у контейнерах в Україні та країнах Європи	23
2.1 Аналіз статистичних даних контейнерних перевезень в Україні	21
2.2 Дослідження обсягів контейнерних перевезень в країнах Європи	25
3 Аналіз технології обробки контейнерів на логістичних хабах	31
3.1 Огляд обробки контейнерів на логістичних хабах країн Європи	31
3.2 Технологія обробки контейнерів на контейнерних терміналах України	34
3.3 Дослідження часу обробки контейнеропотоків на контейнерному терміналі	35
3.4 Аналіз вихідних даних та методів для прогнозування надходження контейнеропотоків	40
4 Проведення моделювання та отримання прогнозних даних надходження контейнерів до логістичних хабів	52
4.1 Формування моделі прогнозу інтенсивності потоку на базі рекурентної нейронної мережі	52
4.2 Обробка вихідних даних оптимізаційної моделі та моделювання параметрів потоків надходження контейнерів	57

ДПНKH.300.00.00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Кулінченко Д.М.		
Перевір.		Колісник А.В.		
Н. Контр.		Шаповал Г.В.		
Затверд.		Огар О.М.		
Дослідження процесу накопичення контейнеропотоків на логістичних хабах				
		Літ.	Арк.	Акрушів
		6	81	
УкрДУЗТ				

5	Удосконалення структури інформаційно-керуючої системи перевізного процесу за рахунок використання моделі прогнозування надходження контейнеропотоків.....	62
5.1	Аналіз розвитку автоматизованих систем управління вантажними перевезеннями на залізничному транспорті	62
5.2	Удосконалення інформаційно-керуючої системи взаємодії логістичних хабів і прикордонних станцій в умовах міжнародних перевезень	66
6	Визначення економічної ефективності від впровадження автоматизованої технології на основі прогнозування надходження контейнеропотоків .....	71
	Висновки.....	77
	Список використаних джерел	78

## Вступ

*Актуальність теми.* Логістичні хаби успішно виконують ключову роль у сучасній системі вантажних перевезень, забезпечуючи ефективне управління потоками товарів і ресурсів. З розвитком міжнародної торгівлі та глобалізації, функціонування логістичних послуг стало єдиним з кінцевих ланок у ланцюгу постачання, особливо в контексті інтеграції різних видів транспорту – автомобільного, залізничного, морського та авіаційного. Сучасна логістика вимагає від таких центрів високої гнучкості, автоматизації процесів та оптимального використання ресурсів.

Особливу увагу в дослідженні приділено участі залізничного транспорту як невід’ємної складової вантажних перевезень у логістичних хабах. Залізниця залишається одним із найбільш економічно ефективних та екологічно чистих видів транспорту, що робить її стратегічно важливою для розвитку логістичних центрів. Взаємодія між залізничним транспортом та іншими видами перевезень у хабах дозволяє забезпечити більш ефективні операції з транспортування вантажів на різні відстані, знижуючи витрати та час доставки.

Магістерська робота присвячена дослідженню ролі логістичних хабів у вантажних перевезеннях із фокусом на залізничний транспорт, визначенню основних тенденцій розвитку таких центрів та аналізу сучасних підходів до управління логістичними процесами. Методом роботи є вивчення впливу логістичних послуг на ефективність вантажних перевезень, а також виявлення основних проблем і перспектив їх розвитку в умовах інтенсифікації міжнародної торгівлі.

Для покращення організації контейнерних перевезень в Україні необхідно забезпечити узгоджену та ритмічну взаємодію всіх учасників процесу перевезення вантажів. Це можна досягти шляхом впровадження автоматизованої технології управління надходженням і транспортуванням контейнерних потоків. Запропонована технологія передбачає використання автоматизованих робочих



місце (АРМ) менеджера з логістики у системі підтримки прийняття рішень, що базується на сучасних методах моделювання контейнеропотоків і прогнозування їхнього надходження.

Зважаючи на це, тема магістерської кваліфікаційної роботи є актуальною та спрямована на вирішення важливих питань вдосконалення технології контейнерних перевезень шляхом прогнозування їх надходження від вантажовідправників [1].

*Метою магістерської кваліфікаційної роботи* є дослідження природи надходження контейнеропотоків до логістичних хабів для створення моделі прогнозування їх надходження і впровадження нових модулів в мережу середовища інформаційно-керуючої системи.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні *завдання*:

- дослідити стан розвитку логістичних хабів на території України і за кордоном ;
- провести дослідження статистичних даних обсягу вантажних перевезених залізницею, зокрема у контейнерах;
- дослідити природу надходження контейнерів від вантажовідправників до логістичних хабів та обрати метод прогнозування контейнеропотоків серед існуючих;
- сформулювати модель прогнозування надходження контейнеропотоків у на базі рекурентної нейронної мережі;
- удосконалити інформаційно-керуючу систему взаємодії логістичних хабів, сортувальних та прикордонних станцій;
- провести техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів.

*Об'єкт дослідження* – процес надходження контейнерів до логістичних хабів.

*Предмет дослідження* – автоматизована технологія управління транспортуванням контейнеропотоків на основі прогнозної моделі їх надходження до логістичних хабів.

*Елементи наукової новизни.* Математичні моделі прогнозування надходження контейнеропотоків до логістичних хабів від вантажовідправників.

## Висновки

В роботі проведено статистичні дослідження, які виявили значну нерівномірність обсягів надходження контейнерів від вантажовідправників до логістичних хабів. Це призводить до непродуктивних простоїв вантажів у контейнерах під час транспортування залізницею, що несе за собою додаткові витрати.

З метою зменшення простоїв контейнерів, фітінгових платформ при транспортуванні вантажів залізницею в даній роботі було вирішено науково-практичне завдання з дослідження процесу надходження контейнеропотоків до логістичних хабів за рахунок впровадження в об'єднаному комплексі автоматизованих робочих місць (АРМ) менеджера з логістики з використанням сучасних методів моделювання контейнеропотоків а саме запропонованої прогнозної моделі надходження контейнеропотоків. Після обробки всієї інформації та прогнозу надходження контейнерної партії до логістичного хабу, який виконується на основі застосування методів нейронних мереж, визначається оптимальний час завершення накопичення контейнерної партії та варіант відправки контейнерів. СППР інтегрується до автоматизованого робочого місця чергових по станції (АРМ ДСП), маневрового диспетчера (АРМ ДСЦ) на залізничних термінальних і прикордонних станціях і АРМ менеджера з логістики на логістичних хабах, що підключене до Єдиної автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці. На основі розробленої моделі були сформовані інформаційно-керуючі мережі для інтеграції до складу системи АСК ВП УЗ Є з метою підтримки прийняття рішень оперативного керівного персоналу залізниці, прикордонної станції при взаємодії з менеджером з логістики.

Проведені розрахунки економічного ефекту від впровадження запропонованих автоматизованих систем, який досягається за рахунок зменшення простою контейнерів та фітінгових платформ на коліях залізничних термінальних та прикордонних станцій. Очікуваний сумарний економічний ефект за 10 років експлуатації з урахуванням приведення економічного результату і витрат до першого року розрахункового періоду склав біля 10 млн. грн, що підтверджує раціональність запропонованих рішень.

## Список використаних джерел

1. Берестов І.В., Колісник А.В., Кулінченко Д.М., Биченко Ю.В. Використання штучного інтелекту для оптимізації перевізного процесу на залізничному транспорті. 5-та міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології» (25-27 листопада 2024 р.), Харків, 2024. - [Електронний ресурс]: тези. – URL: <https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2023/11/zbirnik-tez-dopovidej-itt2023-1.pdf>
2. Stefan Huber, Daniela Luft, Jens Klauenberg, Carina Kehrt. Integration of Transport Logistics Hubs in Freight Transport Demand Modelling. *European Transport Research Review* 7(4). 2014. P.1-21.
3. Alla Grechan, Artem Bezuglyi, Olena Parfentieva and other. Fulfillment of sustainable development goals by the example of the transport and logistics sector. *Financial and credit activity: problems of theory and practice* Volume 4 (45), 2022.P.191-201.
4. José Holguín-Veras, Ellen Thorson. Trip Length Distributions in Commodity-Based and Trip-Based Freight Demand Modeling: Investigation of Relationships. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board* 1707(1).2000.P. 37-48.
5. Michael Meyer. Freight Demand Modeling: Tools for Public-Sector Decision Making. URL: [https://www.academia.edu/115515265/Freight\\_Demand\\_Modeling\\_Tools\\_for\\_Public\\_Sector\\_Decision\\_Making](https://www.academia.edu/115515265/Freight_Demand_Modeling_Tools_for_Public_Sector_Decision_Making)
6. Drewes Nielsen, L., Jespersen, P.H., Petersen, T., Hansen, L.G. Freight transport growth – a theoretical and methodological framework. *European Journal of Operations Research*, 144. 2003. P. 295-305.
7. Чайка-Петегирич Л. Б. Мультиmodalьні та інтерmodalьні вантажоперевезення в системі міжнародної транспортної логістики. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Випуск 33. Ч. 2. 2020. P.114-117.

8. Nikola Besinovi, Lorenzo De Donato, Francesco Flammini. Artificial Intelligence in Railway Transport: Taxonomy, Regulations and Applications. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems PP (99). 2021.
9. X. Wei, Z. Yang, Y. Liu, D. Wei, L. Jia, and Y. Li. Railway track fastener defect detection based on image processing and deep learning techniques: A comparative study. Engineering Applications of Artificial Intelligence, vol. 80, pp. 66 – 81. 2019.
10. Примаченко Г. Основи організації логістики у мультимодальних транспортних системах за участю залізничного транспорту [Електронний ресурс]. URL: <https://ukrtsa.org.ua/wp-content/uploads/2024/04/transport2-76-107.pdf> (дата звернення 15.11.2024)
11. Запара В.М., Запара Я.В. Гергель І.Г. Удосконалення технології роботи залізничного вузла шляхом застосування сучасних логістичних підходів. URL: [https://www.researchgate.net/publication/329761982\\_UDOSKONALENNA\\_TEHNOLOGI\\_I\\_ROBOTI\\_ZALIZNICNOGO\\_VUZLA\\_SLAHOM\\_ZASTOSUVANNA\\_SUCASNIH\\_LOGISTICNIH\\_PIDHODIV](https://www.researchgate.net/publication/329761982_UDOSKONALENNA_TEHNOLOGI_I_ROBOTI_ZALIZNICNOGO_VUZLA_SLAHOM_ZASTOSUVANNA_SUCASNIH_LOGISTICNIH_PIDHODIV) ( дата звернення 15.11.2024).
12. Обсяг залізничних контейнерних перевезень в Україні у 2024 році є найбільшим за сім років. URL: <https://www.apk-inform.com/uk/news/1544469> ( дата звернення 15.11.2024)
13. Укрзалізниця вперше запустила контейнерний поїзд з експортним вантажем до Китаю. URL: <https://espresso.tv/ukrzaliznitsya-vpershe-zapustila-konteynerniy-poizd-z-ekspornim-vantazhem-do-kitayu>
14. Укрзалізниця планує запустити поїзди до порту Дуйсбург: URL: [https://www.uz.gov.ua/press\\_center/up\\_to\\_date\\_topic/632782/](https://www.uz.gov.ua/press_center/up_to_date_topic/632782/) ( дата звернення 17.11.2024)
15. Міжнародні транспортні проекти як стратегічний чинник розвитку залізничного транспорту. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/mizhnarodni-transportni-proekty-yak-stratehichnyy-chynnyk-rozvytku> ( дата звернення 19.11.2024)
16. Freight transported in containers - statistics on unitisation URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Freight\\_transportedin\\_containers\\_statistics\\_on\\_unitisation&oldid=649461](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Freight_transportedin_containers_statistics_on_unitisation&oldid=649461) ( дата звернення 17.11.2024)

17. File: Rail transport of intermodal transport units, 2020 (% share of total rail freight transport, based on tonne-kilometres). URL: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Rail\\_transport\\_of\\_intermodal\\_transport\\_units,\\_2020\\_\(%25\\_share\\_of\\_total\\_rail\\_freight\\_transport,\\_based\\_on\\_tonne-kilometres\).png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Rail_transport_of_intermodal_transport_units,_2020_(%25_share_of_total_rail_freight_transport,_based_on_tonne-kilometres).png)
18. Про затвердження положення "Про порядок митного оформлення перевезень товарів та інших предметів між митницями". URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0246342-93#Text>
19. Положення про порядок здійснення контролю за доставкою вантажів у митниці призначення. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0042-99#Text>
20. Функціонування транспортного сектору України в умовах правового режиму воєнного стану. URL: <https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/funktsionuvannya-transportnoho-sektoru-ukrayiny-v-umovakh-pravovoho/>
21. Методика розрахунку логістичних витрат. URL: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/66d98c43-12ca-4e89-a7a2-88b029fba6b7/content>
22. Крамер, Г. Математические методы статистики [Текст] / Г. Крамер; пер. с англ. А. С. Мони́на и А. А. Петро́ва; под ред. А. Н. Колмогоро́ва. – 2-е изд., стер. – М.: Мир, 1975. – 648 с.
23. Butko T., Prokhorov V., Kolisnyk A., Parkhomenko L. Devising an automated technology to organize the railroad transportation of containers for intermodal deliveries based on the theory of point. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2020. Vol. 1, № 3 (103). P. 6–12. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.156098.
24. Hochreiter S., Schmidhuber, J. Long short-term memory. *Neural Computation*. 1997. № 9 (8). P. 1735–1780.
25. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning. *Nature*. 2015. № 521 (7553). P. 436–444.
26. Покровская М. А. Метод прогнозирования изменения трафика с использованием нейросетевой модели. *Телекоммуникации и Транспорт*. 2012. №6. С. 27–30.

27. Колісник А. В. Формування автоматизованої технології транспортування контейнерів залізницею на основі теорії випадкових потоків: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.10.20. Харків. 2020. 195 с.
28. Музикіна С. І., Музикін М. І., Нестеренко Г. І. Дослідження пропускної спроможності сортувальної станції. Наука та прогрес транспорту. 2016. № 2. С. 47–60.
29. Kramer, H. Matematycheskiye metody statystyky [Tekst] / H. Kramer; per. s anhl. A. S. Monyna y A. A. Petrova; pod red. A. N. Kolmohorova. – 2-e yzd., ster. – M.: Myr, 1975. – 648 s. [in Russian].
30. Скалозуб В. В., Соловьев В. П., Жуковицкий И. В., Гончаров К. В. Интеллектуальные транспортные системы железнодорожного транспорта (основы инновационных технологий: пособие. Издательство Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта им. акад. В.Лазаряна. 2013. 207 с.
31. Бутько Т. В. Шумик Д. В. Сучасні інформаційні технології в управлінні залізничними підрозділами: конспект лекцій. Харків: УкрДАЗТ. 2014. 85с.
32. Лаврухін О. В., Долгополов П. В., Петрушов В. В., Ходаківський О. М. Інформаційні системи та технології при управлінні залізничними перевезеннями: навчальний посібник. Харків. 2011. 118с.
33. 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.
34. Збірник тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом у межах України та пов'язані з ними послуги та коефіцієнти до збірника тарифів. URL:[https://www.uz.gov.ua/cargo\\_transportation/tariff\\_conditions/transportation\\_in\\_ukraine/](https://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/tariff_conditions/transportation_in_ukraine/)
35. Тарифное руководство №4 железных дорог Украины / [отв. за выпуск Чорный В.В.]. – К.: ЛОГОС, 2001. – 403с.
36. Наказ, Технологічна схема від 19.10.2004 № 600/928/158. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0600483-04#Text>