

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра управління вантажною і комерційною роботою

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ВУЗЛА НА БАЗІ ВИКОРИСТАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ПРИНЦИПІВ

Пояснювальна записка і розрахунки  
до кваліфікаційної роботи

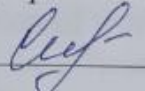
ПЕОРЗ.200.00.00.000 ПЗ

Розробила студентка групи

212-ОПУТ-Д23

спеціальності 275 / 275.02

(роботу виконано самостійно,  
відповідно до принципів академічної  
добросесності)

 Єлизавета СТРОГАНОВА

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Ярослав ЗАПАРА

Рецензент: професор, д-р. техн. наук

Олександр ОГАР

## АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 13 слайдів презентації, 77 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 8 рисунків, 3 таблиці, 21 літературних джерел.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЧНИЙ ВУЗОЛ, ОПОРНА СТАНЦІЯ, ОБІГ ВАГОНА, ЛОГІСТИЧНІ ПРИНЦИПИ, ТЕХНОЛОГІЯ РОБОТИ.

Об'єктом дослідження є організація роботи у залізничних вузлах.

Метою дослідження є підвищення ефективності роботи залізничного вузла в частині управління обробки вагонопотоків.

Запропонована імітаційна (агентна) модель перевізного процесу у залізничному вузлі. Модель, алгоритм якої, незалежно від складності, фізичної конфігурації, кореспонденції та інших місцевих умов розвинених вузлів, дозволяє визначити оптимальне місце концентрації технічної роботи із місцевими вагонами, оптимальний час на обробку транзитних вагонів відповідно до вибраних параметрів та критеріїв оцінки.

Представлено критерій якості функціонування системи, по якому можна відслідкувати рівень організації роботи залізничного вузла та його ефективність. Визначення оптимального часу знаходження вагонів пропонується виконувати за двома критеріями: мінімум часу та мінімум фінансових витрат на технологію.

## ABSTRACT

This qualification work includes 13 presentation slides, 77 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 8 figures, 3 tables, and 21 literature references.

Keywords: RAILWAY NODE, SUPPORT STATION, RAILWAY CIRCULATION, LOGISTICS PRINCIPLES, WORK TECHNOLOGY.

The object of the study is the organization of work in railway junctions.

The purpose of the study is to increase the efficiency of the railway junction in terms of managing the processing of wagon flows.

A simulation (agent) model of the transportation process in a railway junction is proposed. The model, the algorithm of which, regardless of the complexity, physical configuration, correspondence and other local conditions of developed junctions, allows you to determine the optimal place of concentration of technical work with local wagons, the optimal time for processing transit wagons in accordance with the selected parameters and evaluation criteria.

A criterion for the quality of the functioning of the system is presented, by which you can monitor the level of organization of the railway junction and its efficiency. It is proposed to determine the optimal time for the carriages to be located according to two criteria: minimum time and minimum financial costs for the technology.

# 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» 03 2024 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Строгановій Єлизаветі Сергіївні

1. Тема «Підвищення ефективної організації роботи залізничного вузла на базі використання логістичних принципів»

керівник Запара Ярослав Вікторович, канд. техн. наук, доцент

затверджені розпорядженням по факультету управління процесами перевезень від 30 вересня 2024 року №12/24.

2. Строк подання студентом роботи – 02 січня 2025 року

3. Вихідні дані: Статистичні показники роботи залізничних вузлів;

схема залізничного вузла регіональної філії;

технічно-розпорядчий акт опорної станції вузла;

технологічний процес роботи опорної станції вузла;

основні кількісні та якісні показники роботи станцій залізничного вузла за 2019-2023 роки;

показники обігу вантажного вагона за 2021-2023 роки, 9 місяців 2024 року тощо.

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

1 Дослідження технології роботи опорної станції залізничного вузла

2 Дослідження транспортного процесу у залізничному вузлі та оцінка ефективності його роботи


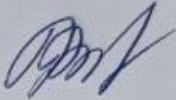
3 Побудова імітаційної моделі перевізного процесу залізничного вузла

4 Оцінка техніко-економічної ефективності від впровадження системи підтримки прийняття рішень автоматизованого робочого місця поїзного (вузлового) диспетчера

5. Перелік графічного матеріалу:

Структурна схема організації управління опорною станцією вузла. Схема взаємодії підсистем залізничного вузла при організації його роботи. Обіг вантажного вагону за 2013-2024 роки. Обіг вагону за 2023-2024 роки по регіональній філії «Південна залізниця». Схема обробки вантажного вагону у вузлі. Схема визначення технології роботи вузла на певний період

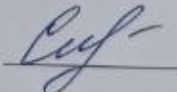
6. Консультанти окремих розділів

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
1 Дослідження технології роботи опорної станції залізничного вузла	23.10.24 р.	Виконано
2 Дослідження транспортного процесу у залізничному вузлі та оцінка ефективності його роботи	13.11.24 р.	Виконано
3 Побудова імітаційної моделі перевізного процесу залізничного вузла	04.12.24 р.	Виконано
4 Оцінка техніко-економічної ефективності від впровадження системи підтримки прийняття рішень автоматизованого робочого місця поїзного (вузлового) диспетчера	25.12.24 р.	Виконано
5 Оформлення роботи, отримання рецензії	02.01.25 р.	Виконано





Студентка  Єлизавета СТРОГАНОВА

Керівник  Ярослав ЗАПАРА

## Зміст

Вступ	6
1 Дослідження технології роботи опорної станції залізничного вузла	9
1.1 Створення опорної станції залізничного вузла	9
1.2 Дослідження технології роботи опорної станції залізничного вузла	16
1.3 Функціонування автоматизованих систем керування на опорній станції залізничного вузла	24
2 Дослідження транспортного процесу у залізничному вузлі та оцінка ефективності його роботи	30
2.1 Дослідження транспортного процесу у залізничному вузлі	30
2.2 Аналіз наукових досліджень щодо підвищення ефективності функціонування транспортних вузлів	36
2.3 Критерії оцінки транспортного процесу у залізничному вузлі	46
3 Побудова імітаційної моделі перевізного процесу залізничного вузла	51
3.1 Побудови структури залізничного вузла як логістичної системи	51
3.2 Розробка агентної імітаційної моделі організації перевізного процесу у залізничному вузлі	52
4 Оцінка техніко-економічної ефективності від впровадження системи підтримки прийняття рішень автоматизованого робочого місця поїзного (вузлового) диспетчера	64
Висновки	72
Список використаних джерел	75

ПЕОР3.200.00.00.000 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Літ.	Арк.	Аркушів
		Строганова		25.12	Підвищення ефективної організації роботи залізничного вузла на базі використання логістичних принципів			
Розроб.		Запара		25.12			5	77
Перевір.						УкрДУЗТ		
Н. контр.		Запара		25.12				
Затверд.		Ковальов		03.01.25				5

## Вступ

Залізничний транспорт, як ключовий компонент транспортної системи, активно взаємодіє зі своїми користувачами та іншими видами транспорту. Завдяки впровадженню сучасних інформаційних технологій в управління можна наблизити транспортну інфраструктуру держави до європейських і світових стандартів.

Залізничні вузли є найважливішими, найпотужнішими і найскладнішими елементами залізничної транспортної мережі, що вимагають постійного вдосконалення як з технічної, так і з технологічної точки зору.

Актуальність теми. Вантажний вагон до 80% свого часу обігу проводить на станціях залізничних вузлів. З цього часу лише близько 20% припадає на рух, а решта витрачається на виконання технологічних операцій або очікування їх виконання на вантажних і опорних (технічних) станціях.

Тривале перебування вагонів у межах залізничних вузлів зумовлене низкою факторів, серед яких основними є: коливання обсягів перевезень, неефективне використання виробничих потужностей вузла (зокрема маневрових засобів), а також відсутність узгодженості між учасниками перевізного процесу (залізниця, промислові підприємства з під'їзними коліями, митні та суміжні служби).

Таким чином, забезпечення безперебійного перевізного процесу повинно ґрунтуватися на оперативному реагуванні на нерівномірність вантажопотоків, врахуванні інтересів усіх сторін, залучених до перевезення, і вдосконаленні технологій роботи станцій шляхом ефективного використання виробничих ресурсів.

Тема є важливою та актуальною

Об'єкт дослідження – організація роботи у залізничних вузлах.

Предмет дослідження – технологія роботи елементів залізничного вузла в частині переробки вагонопотоків.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є підвищення ефективності роботи залізничного вузла в частині управління обробки вагонопотоків.

Реалізація цієї мети потребує постановки та вирішення таких основних задач:

- проведення дослідження технології роботи опорної станції залізничного вузла;
- проведення дослідження транспортного процесу у залізничному вузлі та оцінка ефективності його роботи;
- побудова імітаційної моделі перевізного процесу у залізничному вузлі;
- оцінка техніко-економічної ефективності від впровадження системи підтримки прийняття рішень автоматизованого робочого місця поїзного (вузлового) диспетчера.

Методи дослідження – системний аналіз процесів і систем, системний факторний аналіз, теорія множин, статистичний та математичний аналіз; теорія масового обслуговування; імітаційне моделювання; математична логіка і теорія алгоритмів.

Елементи наукової новизни. За допомогою моделі було вирішено науково-прикладну задачу підвищення ефективності роботи Харківського залізничного вузла, зокрема шляхом скорочення часу перебування вагонів на його елементах. Це досягнуто за рахунок впровадження додаткових функцій в автоматизовані системи оперативного персоналу, які виконують роль системи підтримки прийняття рішень.

Практичне значення розроблених моделей полягає в підвищенні ефективності роботи залізничного вузла в частині оптимального часу перебування вантажного вагона на елементах вузла за рахунок введення додаткових функцій у АРМ ДНЦ, що дозволяє зменшити середній час знаходження місцевого вагона до 4 годин, а транзитного до 1,8 годин у залізничному вузлі.

Публікації. За темою даної кваліфікаційної роботи опубліковані тези доповідей XVI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті»: (Одеса, 29-31 травня 2024 р.) «Шляхи удосконалення транспортно-експедиторської роботи із контейнерними поїздами» [1].

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Повний обсяг магістерської роботи складає 77 сторінки. Список використаних джерел включає 21 найменування.

Додатково надруковано «Служба роботи станцій» Станція Одеса та «Служба роботи станцій» Станція Харків (структурально) Харківського вузів.

До складу станції Одеса, як опорної станції, входить 17 відділів та підрозділів (РП):

- Структурально станції – Одеса;
- Вантажні станції – Харків-Слобідська, Індустріальна, Харків-Вантажний;
- Пасажирські станції – Харків-Левада (від станції керівництва станції Харків-Вантажний), Досюк (від станції керівництва станції Харків);
- Проміжні станції – Новомихалівка, Рогань, Тарнава, Жуків;
- Роз'їзди – 2 км, 8 км (від станції керівництва станції Харків-Слобідський), та кооперативні пост 18 км (від станції керівництва станції Індустріальна)

Порядок виконання технічних робіт розподіляється за видами на станції Одеса, встановлюється технічно-регламентними актами станції (ТРА), які регламентують безпеку і безперебійність виконання відправлень і прибуттів поїздів через станції, а також службову роботу експедиторської роботи. ТРА складаються з загальної інструкції по станції, технічної інструкції експедиторської роботи на залізничних Україна, Інструкції з виконання експедиторської роботи на залізничних Україна, Інструкції з виконання експедиторської роботи на залізничних Україна, Інструкції з виконання експедиторської роботи на залізничних Україна.



## Висновки

1 Досліджено технологію роботи опорної станції залізничного вузла. Зокрема розглянуто процес створення опорної станції, її функції, місце та значення в організації транспортного процесу Харківського вузла. Одним із основних задач опорної станції є координація управління вантажних, пасажирських та проміжних станцій в межах вузла. Оцінити ефективність структурних змін в умовах створення опорних станцій поки не є можливим із-за короткого терміна впровадження цього пілотного проекту.

Досліджено технологію роботи та функціонування автоматизованих систем керування опорної станції залізничного вузла. Раціональне використання інфраструктури в межах існуючих інформаційних систем дозволять підвищити ефективність роботи опорної станції вузла по обробці вагонопотоків.

2 Досліджено транспортний процесу у залізничному вузлі. Значний час перебування рухомого складу на елементах залізничних вузлів є наслідком багатьох факторів, основними з яких є: значні коливання (зменшення чи зростання) обсягів перевезень, неефективне використання виробничих потужностей вузла (в першу чергу маневрових засобів), неузгодженість у роботі учасників перевізного процесу (залізниця та промислові підприємства, які мають під'їзні колії; залізниця та суміжні структури, зокрема митниця).

Результати аналізу обігу вагонів (обіг навантаженого вагона, вантажного вагона, місцевого вагона) на регіональній філії «Південна залізниця» свідчать про те, що у 2023 року всі 3 показники були на високому рівні. У 2024 році (за перші 10 місяців) ситуація трошки поліпшилася, але значення залишається на високому рівні. Це вказує на те, що робота елементів залізничних вузлів, організація вантажного руху та взаємодія з клієнтами та суміжними структурами потребують подальшого удосконалення.

Враховуючи сучасні тенденції розвитку транспортних систем зробимо

висновок, що основну увагу необхідно приділити удосконаленню технології роботи залізничного вузла шляхом підвищення ефективності функціонування його елементів на основі логістичних принципів враховуючи взаємодію учасників перевізного процесу.

Ефективність роботи вузла, як цілісної системи, що має на меті отримання синергетичного ефекту, визначається за допомогою критерію якості функціонування системи, по якому можна відслідкувати рівень організації роботи вузла.

3 Побудова імітаційна (агентна) модель перевізного процесу у залізничному вузлі. Модель, алгоритм якої, незалежно від складності, фізичної конфігурації, кореспонденції та інших місцевих умов розвинених вузлів, дозволяє визначити оптимальне місце концентрації технічної роботи із місцевими вагонами, оптимальний час на обробку транзитних вагонів відповідно до вибраних параметрів та критеріїв оцінки. Застосування моделі дозволяє:

- визначити середню довжину маршрутів слідування вагонів у вузлі за прибуттям та за відправленням, структурні складові протяжності відповідних маршрутів;
- визначити середній час перебування транзитного та місцевого вагона у вузлі, структурні складові часу.

Розроблення моделі та її реалізація виконано на прикладі кореспонденцій вагонопотоків виконаної роботи Харківського залізничного вузла за 2022-2024 роки. Визначення оптимального часу знаходження вагонів виконувалось за двома критеріями: мінімум часу та мінімум фінансових витрат на технологію.

Шляхом зміни параметрів системи, за результатами моделювання, час знаходження вантажного вагона можливо зменшити до 4 годин для місцевих вагонів і до 1,8 годин для транзитних. Скорочення стало можливим (як варіант) за рахунок швидшого проходження комерційного огляду та сортування з подальшим формуванням вантажного вагона у передавальний поїзд.

4 Сумарний приріст економічного ефекту (наростаючий) з урахуванням

приведення грошових потоків до останнього року розрахункового періоду – 18031,755 тис. грн.

Для комплексної оцінки ефективності проекту, крім визначення суми економічного ефекту, одержуваного за розрахунковий період, доцільно розрахувати період часу від початку проекту, протягом якого відшкодовуються всі одноразові витрати, необхідні для їх здійснення.

Таким чином, повернення одноразових витрат відбудеться на першому році впровадження нової системи, враховуючи позитивне значення економічного ефекту.

## Список використаних джерел

1. Запара Я. В., Гур'єв Б. Ю., Сватко О.О., Строганова Є. С. Шляхи удосконалення транспортно-експедиторської роботи із контейнерними поїздами. *Тези XVI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті»* (Одеса, 29-31 травня 2024 р.) Одеса: Херсонська державна морська академія. С.220-223.

2 Обіг напіввагона на мережі УЗ склав 7,6 доби у лютому 2024 року – URL:[https://cfts.org.ua/news/2024/03/15/obig\\_napivvagona\\_na\\_merezhi\\_uz\\_sklav\\_76\\_dobi\\_u\\_lyutomu\\_2023\\_roku\\_78565](https://cfts.org.ua/news/2024/03/15/obig_napivvagona_na_merezhi_uz_sklav_76_dobi_u_lyutomu_2023_roku_78565) (дата звернення: 19.11.2024).

3 Ломотько Д.В., Запара Я.В., Запара Є.В. Використання логістичних підходів та системної оптимізації при функціонуванні транспортних вузлів. *Збірник наукових праць УкрДАЗТ*. 2009. №111. С.17-23.

4 Запара Я.В., Запара Є.В. Удосконалення організації планування технології роботи залізничного вузла. *Збірник наукових праць УкрДАЗТ*. 2011. № 124. С.154-159.

5 Огороков А.М. Удосконалення управління транспортними вантажними комплексами в транспортних вузлах: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.22.01 «Транспортні системи»; ДНУЗТ. Дніпропетровськ, 2013. 21 с.

6 Ломотько Д.В., Запара Я.В. Логістичні підходи до скорочення простоїв вантажних вагонів у залізничних вузлах. *Тези доповідей шостої науково-практичної міжнародної конференції «Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України»* (смт. Коктебель, 7-12 червня 2010 р.) Харків: УкрДАЗТ. 2010. № 30 (додаток). С. 183.

7 Підвищення пропускної спроможності залізниць США. *Управління, логістика та інформатика на транспорті*. 2009. №3. С. 13-19.

8 Бакаєв А.А. Економіко-математичні моделі планування та проектування транспортних систем. Київ: Техніка, 1973. 220 с.

9 Карієва Я.К., Камалова Э.А. Організаційні форми взаємодії різних видів

транспорту у вузлах передачі вантажів. *Логістика: теорія і практика*. 2012. Вип. 1(2). С. 56–60.

10 Забродский Л.А. Оптимізація взаємодії різних видів транспорту на морському термінальному комплексі в системі доставки вантажів. *Збірник наукових праць. Методи та засоби управління розвитком транспортних систем*. 2008. Вип. 14. С. 238–252.

11 Мурадян А.О. Динамічні резерви залізничної підсистеми взаємодії. *Збірник наукових праць. Методи та засоби управління розвитком транспортних систем*. 2012. Вип. 19. С. 184–199.

12 Наумов В.С. Принципова структура імітаційної моделі процесу транспортно-експедиторського обслуговування. *Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В.Даля*. 2009. Вип. 11(141). С. 169–174.

13 Левковець П.Р., Товкун Д.Л. Управління перевезеннями вантажів і логістика. Київ: НТУ, 2002. 145 с.

14 Коробйова Р.Г. Підвищення ефективності експлуатації технічних засобів залізничних вузлів при переробці місцевих вагонопотоків : автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.22.01 «Транспортні системи»; ДНУЗТ. Дніпропетровськ, 2009. 21 с.

15 Мацюк В.І. Удосконалення системи розвозу місцевих вагонів в залізничному вузлі: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.22.01 «Транспортні системи»; ДЕТУТ. Київ, 2008. 22 с.

16 Чибісов Ю.В. Підвищення ефективності вантажних перевезень у залізничному вузлі за рахунок вибору раціонального розподілу поїздопотоків по ділянкам вузла : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 «Транспортні системи»; ДНУЗТ, Дніпропетровськ, 2012. 23 с.

17 Долгополов П.В. Удосконалення технології роботи залізничних вузлів на основі комплексу планетарних моделей : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту»; УкрДАЗТ, Харків, 2004. 20 с.

18 Запара Я.В. Удосконалення технології роботи залізничного вузла на

базі логістичного управління: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 «Транспортні системи»; УкрДАЗТ, Харків, 2013. 21 с.

19 Малахова О.А. Удосконалення технології роботи залізничних вузлів на основі варіантного поїздоутворення : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту»; УкрДАЗТ, Харків, 2004. 23 с.

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

21 Методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності. Харків: УкрДАЗТ. 2014. 55 с.