

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
Факультет «Управління процесами перевезень»
Кафедра «Транспортні системи та логістика»

Пояснювальна записка

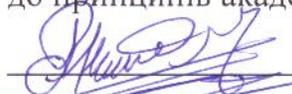
до випускної роботи магістра

на тему:

**Удосконалення роботи сортувальної станції з вантажним вагонопотоком
на основі ресурсозбереження
УРССВР 300.00.00.000 ПЗ**

Виконав студент групи 211-ОПУТ-Д24
спеціальності 275 / 275.02

(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)

 Нахаба Р.Ю.

Керівник: доцент кафедри ТСЛ, к.т.н.

 Лючков Д. С

Рецензент:  Зайара В.М

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра транспортні системи та логістика

Освітній рівень: магістр

Спеціальність 275 – транспортні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
професор, д-р техн. наук

 Д.В. Ломотко

«__» _____ 2026р.

**ЗАВДАННЯ
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Нахаба Роман Юрійович

1. Тема проекту (роботи) «Удосконалення роботи сортувальної станції з вантажним вагоно потоком на основі ресурсозбереження»
керівник Лючков Дмитро Степанович, доцент, к. техн. наук
затверджені розпорядженням по факультету Управління процесами перевезень від _____ року № _____
2. Строк подання студентом закінченої роботи 30 грудня 2025р
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Технологічна характеристика об'єкта, операційні показники, технологічні нормативи , вартісні показники та коефіцієнти.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити: Аналіз роботи сортувальної станції «Д», аналіз експлуатаційних показників за останні 5 років, вплив зовнішніх факторів та воєнних ризиків на стабільність технологічних процесів дослідження технологічного процесу та вияв технологічних вузьких місць в роботі, технічна характеристика сортувальних систем, порівняльний аналіз норм опрацювання поїздів з фактичними показниками, розробка методів удосконалення, техніко-економічне обґрунтування запропонованих варіантів удосконалення роботи станції

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
.Схематичний план станції «Д»

6. Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування запропонованого проектного рішення	Балака Є.І. доцент, к.е.н.		

Дата видачі завдання 10 вересня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

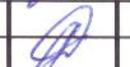
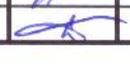
Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
Вступ	10.09-15.09	
Аналіз організації роботи сортувальної станції на прикладі станції «д»	02.09-19.09	
Розробка варіантів удосконалення роботи сортувальної станції	19.09-13.10	
Розробка математичної моделі	13.10-05.11	
Техніко-економічне обґрунтування запропонованих варіантів удосконалення роботи сортувальної станції	06.11-20.12	
Висновки	24.12-30.12	
Оформлення роботи	01.12-05.12	

Студент  Р.Ю. Нахаба

Керівник  Д. С. Лючков

Зміст

Вступ.....	6
1. Аналіз організації роботи сортувальної станції на прикладі станції «Д»	8
1.1 Аналіз технологічного процесу роботи сортувальної станції.....	8
1.2. Технологічні норми опрацювання поїздів і вагонів у парку станції Д..	13
1.3. Міжнародний досвід роботи Сортувальних станцій.....	17
1.4 Висновок до першого розділу:.....	18
2. Розробка варіантів удосконалення роботи сортувальної станції.....	19
2.1 Вихідні передумови та проблеми у роботі станції «Д»	19
2.2 Варіанти удосконалення технології роботи сортувальної гірки	20
2.3 Висновки до розділу 2	23
3. Розробка математичної моделі для заходів покращення роботи сортувальної станції.....	23
3.1 Вибір математичного апарату для розробки адаптивного графіку подачі поїздів у розформування.....	24
3.2 Розрахунок адаптивного графіку.....	28
3.3 Висновок до розділу 3	32
4. Техніко-економічне обґрунтування запропонованих варіантів удосконалення роботи сортувальної станції «Д»	34
4.1 Характеристика запропонованих інноваційних заходів та роль АСУ	34
4.2 Методологічний апарат розрахунку економічної привабливості інвестиційного проекту	35
4.3 Аналітичний огляд вихідних даних та цінних показників АТ «Укрзалізниця»	37
4.4 Технологічний аналіз вузьких місць та розрахунок втрат від неефективності	38
4.3 Розрахунок амортизаційних відрахувань та динаміка залишкової вартості активів	40

					МРУ.300.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Нахаба Р.Ю.			Удосконалення роботи сортувальної станції з вантажним вагонопотоком на основі ресурсозбереження	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Лючков Д.С.					4	53
Реценз.						УкрДУЗТ		
Н. контр		Лючков						
Затв.		Лоніцько						

Вступ

Ефективне функціонування залізничного транспорту є однією з ключових умов стабільного розвитку економіки України. У сучасних умовах зростання обсягів перевезень, підвищення вимог до якості транспортного обслуговування та необхідності раціонального використання наявних матеріально-технічних ресурсів особливого значення набуває оптимізація роботи сортувальних станцій. Саме вони є головною ланкою в організації вагонопотоків, забезпечуючи безперервність технологічного процесу перевезень, формування маршрутів і раціональне використання вагонного парку.

Сортувальні станції виконують складний комплекс операцій, пов'язаних із прийманням, розформуванням і формуванням поїздів, переробкою вагонопотоків, накопиченням вагонів і подачею їх під навантаження або вивантаження. З огляду на те, що більшість станцій функціонує в умовах обмежених технічних потужностей, а також через зростання навантаження на існуючу інфраструктуру, виникає необхідність впровадження заходів, спрямованих на підвищення ефективності використання вагонного парку як основного ресурсу перевізного процесу.

Система управління вагонопотоками на сортувальній станції визначає ритмічність роботи, рівень простоїв вагонів, продуктивність сортувальних гірок та станційних пристроїв. Раціональна організація цих процесів безпосередньо впливає на економічні показники залізничного транспорту, зокрема на зменшення витрат, скорочення часу обігу вагонів та підвищення пропускної спроможності станцій. Тому дослідження питань удосконалення технології роботи сортувальної станції на основі ресурсозбереження є надзвичайно актуальним завданням сучасного транспортного комплексу України.

Мета роботи — підвищення ефективності роботи сортувальної станції на основі ресурсозбереження шляхом розробки адаптивної моделі графіку

розформування поїздів (алгоритм DWSPT) та обґрунтування техніко-економічної доцільності

Для досягнення поставленої мети у роботі сформульовано такі **завдання**;

- Дослідити динаміку вагонообігу та показників роботи станції Дарниця в період 2019–2024 рр., враховуючи вплив воєнних ризиків та зміну логістичних маршрутів.
- Провести аудит виконання технологічних норм і виявити «вузькі місця» в процесах підготовки, розформування та накопичення составів.
- Проаналізувати світові практики автоматизації сортувальних вузлів (досвід США та ЄС) для інтеграції інтелектуальних систем управління.
- Розробити алгоритм адаптивного планування розформування поїздів (DWSPT), який автоматично враховує поточну заповненість колій сортувального парку.
- Розрахувати сукупний економічний ефект (NPV), термін окупності та внутрішню норму дохідності (ВНД) запропонованих інноваційних заходів.
- Визначити ефект від впровадження АСУ щодо зниження витрат палива, підвищення безпеки праці та покращення екологічних показників роботи станції.

Об’єкт дослідження — процес технологічного опрацювання поїздів та вагонів на сортувальній станції «Д».

Предмет дослідження — методи адаптивного планування розформування поїздів, а також техніко-економічні показники ефективності модернізації сортувального процесу.

Актуальність теми — дипломного проєкту обумовлена стратегічним значенням сортувальної станції «Д» як ключового позакласного вузла

Київського транспортного регіону, що забезпечує переробку вагонопотоків. В умовах повномасштабного вторгнення роль станції критично зросла через зміну логістичних ланцюгів та необхідність оперативного перерозподілу вантажів. Тому розробка адаптивної моделі графіку розформування є необхідною для ліквідації черг, підвищення пропускної спроможності вузла та прискорення обороту вагона по всій мережі Укрзалізниці.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у впровадженні динамічного коефіцієнта штрафу в алгоритм планування, що дозволяє автоматично коригувати черговість розформування залежно від поточної заповненості колій сортувального парку, запобігаючи технічним зупинкам гірки.

Висновки

На основі комплексного аналізу технологічного процесу сортувальної станції «Д» та застосування методів математичного моделювання було розроблено та обґрунтовано заходи з удосконалення сортувальної роботи. За результатами дослідження можемо зробити наступні висновки:

1. **Стратегічний статус та динаміка обсягів роботи.** Станція «Д» залишається центральним позакласним вузлом Київського транспортного регіону, що забезпечує переробку вагонопотоків стратегічних напрямків (Гребінка, Ніжин, Бровари, Фастів).¹ Аналіз експлуатаційних показників за 2019–2024 рр. підтвердив тенденцію до стабілізації вагонообігу після спаду у 2022 році: прогнозований обсяг переробки у 2024 році досяг 1480334 вагонів, що вимагає впровадження гнучких технологій управління.

2. **Ідентифікація технологічних «вузьких місць».** Технологічний аналіз виявив системні відхилення від нормативів: формування поїздів фактично триває до 110 хв при нормі 40-60 хв (відхилення до +80%), а накопичення составів затягується до 12 годин. Доведено, що основною причиною затримок є не потужність сортувальної гірки, а неефективне відведення вагонів із сортувального парку.

3. **Розробка адаптивної моделі управління.** Для ліквідації черг перед гіркою розроблено математичну модель адаптивного планування на основі алгоритму DWSPT (Dynamic Weighted Shortest Processing Time). Наукова новизна розробки полягає у впровадженні динамічного штрафу за переповнення колій сортувального парку що дозволяє системі автоматично коригувати черговість розпуску та уникати технічного «заморожування» гірки.

4. **Технологічна ефективність.** Застосування запропонованої АСУ спільно з оптимізацією маневрових ресурсів забезпечує сумарне скорочення перебування вантажного вагона на станції на 2 години. Це відповідає скороченню часу виконання технологічних операцій на 18-22% та дозволяє значно прискорити оборот вагона по всій мережі.

5. **Економічна доцільність інвестицій.** Розрахунки підтвердили високу привабливість проекту: при одноразових витратах у розмірі 12000 тис. грн сукупний чистий дисконтований дохід (NPV) за 5 років реалізації складає 32602 тис. грн. Завдяки високій операційній економії проєкт виходить на рівень самоокупності менше ніж за 1 рік.

6. **Фінансова стійкість та мережевий ефект.** Розрахований показник внутрішньої норми дохідності (ВНД) на рівні 115,9% свідчить про надзвичайну стійкість проєкту до макроекономічних ризиків та інфляції. Застосування коефіцієнта мережевого ефекту 2,7 підтвердило, що локальне вдосконалення роботи станції «Д» генерує суттєві додаткові вигоди для АТ «Укрзалізниця» через прискорення вантажних потоків на суміжних дільницях.

7. **Соціально-екологічний вплив.** Окрім фінансових результатів, цифровізація сортувального процесу забезпечує зменшення частки важкої ручної праці складачів поїздів, підвищує безпеку маневрів та дозволяє скоротити споживання дизельного палива маневровими тепловозами на 10%.

На основі вищевикладеного впровадження адаптивної системи управління сортувальним процесом на станції «Д» рекомендується як пріоритетний захід цифрової трансформації вузла, що забезпечує високий технологічний та економічний ефекти.

Список використаних джерел

1. Навчальні посібники та монографії

1. Ломотько Д. В. Удосконалення технології роботи сортувальних станцій в умовах нерівномірності вагонопотоків [Текст] : посібник / Д. В. Ломотько. — Харків: УкрДУЗТ, 2019. — 156 с.
2. Методичні рекомендації щодо розробки економічної частини випускної роботи магістрів за спеціальності Транспортні технології «на залізничному транспорті» [Текст] / уклад. : Т. В. Бутько, О. В. Шмельова та ін. — Харків: УкрДУЗТ, 2023. — 11 с.
3. Економіка залізничного транспорту [Текст] : підручник / за ред. М. В. Гната та ін. — К. : ПАТ «Укрзалізниця», 2017. — 420 с.
4. Бутько Т. В. Автоматизація управління сортувальними процесами на базі інтелектуальних систем [Текст] : монографія / Т. В. Бутько, П. В. Матвієнко. — Харків: УкрДУЗТ, 2021. — 188 с.

2. Наукові статті та дослідження

6. Butko T. V. Investigation into Train Flow System on Ukraine's Railways with Methods of Complex Network Analysis [Electronic resource] / T. V. Butko, A. V. Prokhorchenko, L. O. Parkhomenko // ResearchGate. — 2017.
7. Коваленко О. М. Розрахунок економічного ефекту від впровадження АСУ на залізничній станції [Електронний ресурс] / О. М. Коваленко // Економічний вісник Університету імені Вернадського. — 2019. — № 16.
8. Dushko D. Economic efficiency of railway in Ukraine: railway economies of scale, scope, and density [Electronic resource] : MA thesis / Dmytro Dushko. — Kyiv School of Economics, 2022.
9. Шмельова О. В. Моделювання технологічних процесів сортувальних станцій в умовах цифровізації [Текст] / О. В. Шмельова // Транспортні системи та логістика. — 2023. — Вип. 45.
10. Прохорченко А. В. Дослідження технологій автоматизованого регулювання швидкості відчепів на сортувальних гірках [Електронний

ресурс] / А. В. Прохорченко та ін. // Crust: Автоматизація залізничного транспорту. — 2021.

3. Аналітичні звіти та ринкові огляди

11. Shunting Locomotives Market - Global Forecast 2025-2030 [Electronic resource] / 360iResearch. — August 2025. — 187 p.
12. Train Control and Management Systems Market: Segmentation By Solution and Service, Historic and Forecast to 2032 [Electronic resource] / PR Newswire. — 2023.
13. Logistics Management Software Development Cost Breakdown Guide 2025 [Electronic resource] / Closeloop Blog. — 2025.
14. Аналітична записка «Вантажні перевезення АТ «Укрзалізниця» у 2024 році» [Електронний ресурс] // Інтерфакс-Україна: Економіка. — Січень 2025.
15. Вантажні перевезення Укрзалізниці в 2024 році [Електронний ресурс] : інфографіка та аналіз / Центр транспортних стратегій (ЦТС). — Лютий 2025.

4. Додаткові джерела (Нормативно-технічна база)

16. Технологічний процес роботи сортувальної станції Дарниця Південно-Західної залізниці. – К.: Транспорт України, 2018. – 266 с.
17. ДБН В.2.3-19:2018. Залізничні колії 1520 мм. Норми проектування [Текст]. — К.: Мінрегіонбуд України, 2018. — 144 с.
18. Транспорт України 2023 [Електронний ресурс] : статистичний збірник / Державна служба статистики України. — К., 2024.
19. Технологічний процес роботи сортувальної станції Дарниця [Текст] : нормативно-технічний документ. — К. : ПЗЗ, 2021.
20. Перевезення небезпечних вантажів за 2024 рік за видами транспорту [Текст] : аналітична довідка / Міністерство розвитку громад та територій України. — 2025.

6. Інтернет-джерела

21. Rail.insider. Маневровий локомотив в Україні можна придбати за ціною до 14 млн грн [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.google.com/search?q=railinsider.com.ua>.
22. Rail.insider. Плата за користування вагонами та управління простоями [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.google.com/search?q=railinsider.com.ua>.
23. Офіційний сайт АТ «Укрзалізниця». Статистика вантажної роботи та фінансові звіти [Електронний ресурс]. — Режим доступу: uz.gov.ua.
24. Robota.ua. Аналіз заробітних плат залізничних професій в Україні (складачі поїздів, машиністи) за 2024–2025 рр. [Електронний ресурс].
25. Prozorro. Тендери на розробку та впровадження систем автоматизації залізничного транспорту [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://prozorro.gov.ua/> (дата звернення: 10.01.2026).