

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет «Управління процесами перевезень»

Кафедра «Залізничні станції та вузли»

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ
СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ В УМОВАХ ЗМЕНШЕННЯ ОБСЯГІВ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Пояснювальна записка і розрахунки

до кваліфікаційної роботи

ПЕВРС.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 213-МКТ-Д24

спеціальності 275 / 275.02 (роботу

виконано самостійно, відповідно до

принципів академічної доброчесності)



Іван КРАВЕЦЬ

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Максим КУЦЕНКО

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

Олексій КОСТЕННІКОВ

2026 р.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота містить 85 аркушів пояснювальної записки формату А4, 28 літературних джерел, 6 розділів, 19 таблиць та 2 рисунки.

Ключові слова: СОРТУВАЛЬНА СТАНЦІЯ, КОЛІЙНИЙ РОЗВИТОК, РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ.

Метою дослідження є забезпечення ефективного використання ресурсів сортувальної станції в умовах зменшення вагонопотоку шляхом удосконалення її колійного розвитку з позицій ресурсозбереження та зниження експлуатаційних витрат. У роботі виконано аналіз чинних методик визначення потужності колійного розвитку сортувальних станцій. На основі системного підходу, положень теорії надійності та засобів імітаційного моделювання сформовано математичну модель оптимізації колійного розвитку з урахуванням надійності роботи станційних пристроїв. Модель спрямована на мінімізацію загальних річних експлуатаційних витрат, включно з витратами на утримання колій, регулювання швидкості на гірці, затримки поїздів тощо.

Встановлено, що наявний колійний розвиток станції перевищує потреби за поточних обсягів роботи. Запропоновано скоротити кількість колій у парках: у Східній системі — з 72 до 45, у Західній — з 64 до 49. Річна економія експлуатаційних витрат становить 19 530 тис. грн. Розрахунок економічного ефекту на п'ятирічний період із застосуванням дисконтування підтверджує ефективність запропонованих рішень, оскільки загальний ефект сягає 60 737 тис. грн.

ABSTRACT

Qualification work contains 85 pages of the explanatory note in A4 format, 28 references, 6 chapters, 19 tables and 2 figures.

Keywords: MARSHALLING YARD, TRACK DEVELOPMENT, RESOURCE SAVING, OPERATIONAL COSTS.

The aim of the study is to ensure the efficient use of a marshalling yard's resources under conditions of reduced wagon flow by improving its track development from the standpoint of resource conservation and reduction of operating costs. The paper presents an analysis of existing methods for determining the capacity of track development at marshalling yards. Based on a systems approach, reliability theory, and simulation modelling tools, a mathematical model for optimizing track development has been developed, taking into account the reliability of station equipment. The model is designed to minimize total annual operating costs, including expenses for track maintenance, hump speed control, train delays, and others.

It has been established that the station's current track development exceeds the requirements for the existing operational workload. It is proposed to reduce the number of tracks in the yards: in the Eastern system—from 72 to 45 tracks, and in the Western system—from 64 to 49 tracks. The annual savings in operating costs amount to 19,530 thousand UAH. The calculation of economic efficiency over a five-year period using discounting confirms the feasibility of the proposed measures, as the total effect reaches 60,737 thousand UAH.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет: «Управління процесами перевезень»

Кафедра: «Залізничні станції та вузли»

Освітній ступінь: магістр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 «Транспортні технології (залізничний транспорт)»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

професор, д-р техн. наук

 Олександр ОГАР

(підпис)

«24» жовтня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Кравця Івана Анатолійовича

1 Тема «Підвищення ефективності використання ресурсів сортувальної станції в умовах зменшення обсягів переробки»

керівник роботи Куценко Максим Юрійович, канд. техн. наук, доцент
затверджені розпорядженням по факультету «Управління процесами перевезень» від « » 2025 року № .

2 Строк подання студентом закінченої роботи «14» січня 2026 року.

3 Вихідні дані: технічна характеристика станції; технологія роботи станції; показники роботи станції.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): аналіз відомих методик розрахунку і проектування колійного розвитку сортувальних станцій; техніко-експлуатаційна характеристика станції; розробка математичної моделі визначення потрібної потужності колійного розвитку сортувальної системи; техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів; організація роботи з митними вантажами.

5 Перелік графічного матеріалу: мета та задачі дослідження; об'єкт, предмет, методи дослідження; наукова новизна отриманих результатів; схема станції; кількість перероблених вагонів; аналіз інтервалів часу в потоках; математична модель; результати визначення оптимального колійного розвитку; прогноз кількості вагонів, що переробляються в сортувальних системах станції; митні операції; висновки.

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів	Гриценко Н.В., доцент		

7 Дата видачі завдання «27» жовтня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Аналіз відомих методик розрахунку і проектування колійного розвитку сортувальних станцій	07.11.2025 р.	10%
2 Техніко-експлуатаційна характеристика станції	21.11.2025 р.	20%
3 Розробка математичної моделі визначення потрібного колійного розвитку сортувальної системи	28.11.2025 р.	50%
4 Техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів	12.12.2025 р.	70%
5 Організація роботи з митними вантажами та вагонами країн СНД і Балтії	19.12.2025 р.	80%
6 Оформлення пояснювальної записки	16.01.2026 р.	100%

Студент

(підпис)

Іван КРАВЕЦЬ

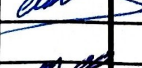
Керівник

(підпис)

Максим КУЦЕНКО

Зміст

Вступ	7
1 Аналіз відомих методик розрахунку і проектування колійного розвитку сортувальних станцій	9
1.1 Елементи теорії масового обслуговування	9
1.2 Визначення кількості колій у парку приймання сортувальних станцій	10
1.3 Визначення кількості колій у сортувальному парку	15
1.4 Визначення кількості колій у парку відправлення сортувальної станції	16
1.5 Визначення кількості витяжних колій	19
1.6 Аналіз інтервалів часу у потоках поїздів	20
2 Техніко-експлуатаційна характеристика станції, що розглядається	25
2.1 Загальні відомості	25
2.2 Вантажне господарство	34
2.3 Локомотивне та вагонне господарство	35
2.4 Зв'язок в оперативній роботі	35
2.5 Експлуатаційна характеристика станції	36
3 Математична модель визначення потрібного колійного розвитку сортувальної системи	39
4 Техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів	60
5 Організація роботи з митними вантажами та вагонами	64
5.1 Умови перевезення товарів та інших предметів під митним контролем	64
5.2 Порядок митного контролю та митного оформлення вантажів та інших предметів при ввезенні на митну територію України	65

					ПЕВРС.300.00.00.000 ПЗ					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Підвищення ефективності використання ресурсів сортувальної станції в умовах зменшення обсягів перевезень	Літ.	Арк.	Аркушів		
Розроб.		Кравець								
Перевір.		Куценко					5	85		
Н. контр.		Шаповал				УкрДУЗТ				
Затв.		Огар								

5.3 Порядок митного контролю та митного оформлення вантажів та інших предметів при вивезенні їх за межі митної території України	67
5.4 Порядок митного контролю та митного оформлення транзитних вантажів та інших предметів	68
5.5 Порядок митного контролю, митного оформлення вантажів та інших предметів при переадресуванні	70
5.6 Робота станції з вантажними вагонами країн СНД та Балтії	71
Висновки	72
Список використаних джерел	74
Додаток А Схема сортувальної станції	77
Додаток Б Розрахунок інтервалів часу у потоках поїздів	78
Додаток В Технологічний графік роботи Східної сортувальної гірки	84
Додаток Г Технологічний графік роботи Західної сортувальної гірки	85

Вступ

Діяльність залізничного транспорту, як частини єдиної транспортної системи нашої країни, сприяє нормальному функціонуванню всіх галузей економіки та зміцненню обороноздатності держави, що є важливими чинниками при вступі до Європейської зони торгівлі. Однією з важливих задач функціонування залізничного транспорту – є отримання максимального ефекту в умовах раціонального використання його транспортних і виробничих потужностей. Успішне вирішення цих задач дозволить покращити використання рухомого складу та інфраструктури залізниць України.

Значний обсяг витрат при переробці вагонопотоку приходится на сортувальні станції. В даний час підвищення їх переробної спроможності, не є актуальною задачею, оскільки існує спад обсягів роботи на залізничному транспорті за рядом причин економічного характеру.

Метою роботи є забезпечення раціонального використання ресурсів сортувальної станції в умовах зменшення вагонопотоку шляхом приведення її колійного розвитку до існуючого рівня перевезень з позиції ресурсозбереження при мінімізації експлуатаційних витрат.

Поставлена мета визначила наступні задачі дослідження:

- проведення аналізу існуючих методик визначення потужності колійного розвитку сортувальних станцій;
- розробка математичної моделі визначення потрібного колійного розвитку сортувальної станції з позиції ресурсозбереження при мінімізації експлуатаційних витрат на основі системного підходу з урахуванням надійності функціонування пристроїв станції;
- оцінка економічної ефективності запропонованих заходів;
- розробка заходів для створення безпечних умов праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях на станції.

Об'єкт дослідження – процес функціонування сортувальної станції.

Предмет дослідження – технологія роботи сортувальної станції при обробці вантажних поїздів в процесі технічної експлуатації.

Методи дослідження.

Проведені дослідження базуються на основі принципів системного підходу, методів нелінійного програмування, теорії надійності та імітаційного моделювання процесу скочування розрахункових бігунів у розрахункових сполученнях.

Елементи наукової новизни отриманих результатів.

В роботі за допомогою математичного моделювання вирішено прикладну задачу удосконалення ефективності функціонування сортувальної станції шляхом приведення її колійного розвитку до існуючого рівня перевезень з позиції ресурсозбереження при мінімальних експлуатаційних витратах.

Робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Список використаних джерел містить 28 найменувань.

Висновки

Робота виконана у відповідності з положеннями Транспортної стратегії України, які відносяться до здійснення комплексу заходів, спрямованих на забезпечення безпеки перевізного процесу, енерго- та ресурсозбереження.

У зв'язку із скороченням загальних обсягів перевезень, інтенсивність використання основних пристроїв на залізничних станціях на даний час не відповідає їх розрахунковій потужності, це викликає значні додаткові щорічні експлуатаційні витрати та збільшує собівартість обробки вагонів.

Для підвищення ефективності роботи станцій слід систематично виконувати дослідження ритмічності функціонування як окремих складових, так і сортувальної системи в цілому, з метою виявлення раціонального завантаження колійного розвитку, сортувальних пристроїв, маневрових засобів у відповідності до реальних обсягів роботи, що може дати можливість суттєвого скорочення експлуатаційних витрат.

У роботі вирішено прикладну задачу підвищення ефективності експлуатації сортувальної станції, шляхом приведення її колійного розвитку до існуючого рівня перевезень з позиції ресурсозбереження при мінімізації експлуатаційних витрат, а саме:

- на основі проведення аналізу існуючого стану функціонування сортувальної станції встановили, що існуючий технічний розвиток станції не відповідає потрібним обсягам переробки. Через це було проведено аналіз багатьох методик розрахунку кількості колій у всіх парках сортувальної станції. Проведено аналіз інтервалів часу у потоках у парках приймання і відправлення Східної системи, у парках приймання і відправлення Західної системи та у транзитному парку Західної системи. Для цих парків визначено: закон розподілу прибуття або відправлення поїздів, числові характеристики цих розподілів, такі, як математичне очікування, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації;

- аналізуючи існуючі методики визначення потужності колійного

розвитку сортувальної станції, а також за допомогою розробленої математичної моделі визначили потрібну потужність колійного розвитку з урахуванням надійності функціонування пристроїв;

- оцінено економічний ефект від впровадження запропонованих ресурсозберігаючих заходів, який за п'ять років склав 60737 тис. грн.

Список використаних джерел

1. Державні будівельні норми України [Текст]: ДБН В.2.3-19-2008. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008.
2. Федотов, М. І. Розрахунок числа колій на сортувальних станціях [Текст] / М. І. Федотов // Зб. наук. пр. – Н.: НДІЗТ, 1980. – Вип. 147. – 96 с.
3. Шабалін, М. М. Оптимізація переробки вагонів на станціях [Текст] / М. М. Шабалін. – К.: Транспорт, 1976.
4. Грунтов, П. С. Надійність роботи сортувальних станцій [Текст] / П. С. Грунтов. – К.: Транспорт, 1972.
5. Сотніков, І. Б. Взаємодія станцій і дільниць залізниць [Текст] / І. Б. Сотніков. – К.: Транспорт, 1976.
6. Інструкція з проектування станцій і вузлів [Текст]: ВСН 56-78. – К.: Транспорт, 1978.
7. Правила і норми проектування сортувальних пристроїв на залізницях [Текст]: ВСН 207-89 / МПС СРСР. – Вид. офіц. – К.: Транспорт, 1992. – 105 с.
8. Козлов, А. М. Проектування залізничних станцій і вузлів [Текст]: довід. і метод. посібник / за ред. А. М. Козлова і К. Г. Гусєвої. – К.: Транспорт, 1981. – 592 с.
9. Грунтов, П. С. Експлуатаційна надійність станцій [Текст] / П. С. Грунтов. – К.: Транспорт, 1986. – 247 с.
10. Правдін, Н. В. Залізничні станції і вузли (задачі, приклади, розрахунки) [Текст]: навч. посіб. / Н. В. Правдін, Т. Н. Банек, В. Я. Негрей та ін.; за заг. ред. Н. В. Правдіна. – К.: Транспорт, 1984. – 296 с.
11. Інструкція з проектування станцій і вузлів на залізницях [Текст]: ВСН 56-78. – Вид. офіц. – К.: Транспорт, 1978. – 174 с.
12. Муха, Ю. О. Посібник із застосування правил і норм проектування сортувальних пристроїв [Текст] / Ю. О. Муха, Л. Б. Тишков, В. П. Шейкін та ін. – К.: Транспорт, 1994. – 220 с.

13. Розсоха, О. В. Підвищення ефективності функціонування сортувальних гірок шляхом удосконалення структур їх горловин [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук : 05.22.20 / О. В. Розсоха [Українська державна академія залізничного транспорту]. – Харків, 2010. – 20 с.

14. Технічно-розпорядчий акт станції Ясинувата Донецької залізниці [Текст]: – Донецьк [б. в.], 2007 – 294 с.

15. Технологічний процес роботи станції Ясинувата Донецької залізниці [Текст]: – Донецьк [б. в.], 2011 – 218 с.

16. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті [Текст]: навч. посібник / Є. І. Балака, О. І. Зоріна, Н. М. Колеснікова, І. М. Писаревський. – Харків: Транспорт, 2005. – 186 с.

17. Козар, Л.М. Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна частина). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення. Методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності [Текст]: навч. посібник / Л.М. Козар, Є.В. Коновалов, А.О. Лапко та ін.; за заг. ред. Л.М. Козара – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – 58 с.

18. ДСТУ 7.1:2006. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання (ГОСТ 7.1:2003, IDT) [Текст]. – Взамен ГОСТ 7.1-84, ГОСТ 7.16-79, ГОСТ 7.18-79, ГОСТ 7.34-81, ГОСТ 7.40-82 ; введ. 2007-07-01. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 48 с. (Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи).

19. Бажан, А.В. Оцінка конструкції сортувальної гірки [Текст] / А.В. Бажан, М.М. Сумщенко // Зб. наук. праць. – Харків : УкрДАЗТ. – 2014. – Вип. 145. – С. 82–87.

20. Ворожбіян, М. І. Методичний посібник до розроблення розділу «Охорона праці» в дипломних проектах [Текст] / М. І. Ворожбіян, О.В. Шапка. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 18 с.

21. Кривошей, Б. О. Методичний посібник використання математичних методів та персональних ЕОМ при рішенні експлуатаційних задач [Текст] / Б. О. Кривошей. – Харків: УкрДАЗТ, 1999. – 37 с.
22. Правила і норми проектування сортувальних пристроїв [Текст]: ВСН 207-89. – К.: Транспорт, 1992.
23. Інструкція з розрахунку наявної пропускної спроможності залізниць України [Текст]: ЦД–0036. – К.: Транспорт України, 2002.
24. Типовий технологічний процес роботи сортувальної станції [Текст]: 324-Ц. – К.: ЦД УЗ, 1998.
25. Акулиничев, В. М. Залізничні станції і вузли [Текст] / за ред. В. М. Акулиничева. – К.: Транспорт, 1992.
26. Пам'ятка з охорони праці для працівників станції [Текст]: Київ: Транспорт України, 2000. – 62с.
27. Положення про порядок здійснення контролю за доставкою вантажів у митниці призначення, затвердженого «наказом Державної митної служби України від 08.12.98 р. № 771» [Текст]: та зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 22.01.99 р. за № 42/3335.
28. Правила перевезень вантажів: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.uz.gov.ua/cargo_transportation/legal_documents/terms_of_freight/.