

Український державний університет залізничного транспорту

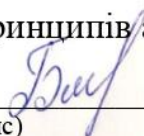
Кафедра управління експлуатаційною роботою

ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СТАНЦІЇ З ВАНТАЖНИМИ
ОПЕРАЦІЯМИ В УМОВАХ НЕРІВНОМІРНОСТІ ВАНТАЖОПОТОКУ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

ОРЗСВ.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 131-ОПУТ-322
спеціальності 275/275.02 – Транспортні
технології (на залізничному транспорті)
(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)

 Тетяна БОНДАРЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник: доцент, канд. техн. наук
(посада, науковий ступінь)

Тетяна ГОЛОВКО
(ім'я та прізвище)

Рецензент: доцент, канд. техн. наук
(посада, науковий ступінь)

Ганна ШЕЛЕХАНЬ
(ім'я та прізвище)

2025 р.

АНОТАЦІЯ

Дана робота включає в себе 10 слайдів презентації, 60 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 11 рисунків та 22 літературних джерел.

Ключові слова: нерівномірність вантажопотоків, місцева робота, графік подач, пріоритет.

Кваліфікаційну роботу присвячено організації роботи залізничної станції з вантажними операціями в умовах нерівномірності вантажопотоку.

Об'єктом дослідження є організація роботи залізничної станції з вантажними операціями.

Метою дослідження є розробка ефективних підходів щодо організації роботи залізничної станції з вантажними операціями в умовах нерівномірності вантажопотоку для підвищення пропускної спроможності, зниження простоїв та оптимізації використання технічних і трудових ресурсів.

У рамках дослідження проведено комплексний аналіз нерівномірності вантажопотоку на залізничній станції, враховуючи часові, сезонні та організаційні фактори, які впливають на ефективність роботи. Розроблено модель ковзного середнього для прогнозування вагонопотоку, що дозволяє гнучко управляти вантажними операціями. Розглянуто особливості роботи кількох вантажних пунктів і маневрових локомотивів, а також побудовано модель розподілу часу очікування вагонів за пріоритетом із застосуванням неоднорідного пуасонівського процесу. Особливо під час пікових навантажень пріоритетне управління ресурсами станції допомагає зменшити простої і уникнути затримок, орієнтуючись на характеристики вантажу, терміновість та інші критерії. Запропоновані підходи сприяють підвищенню ефективності роботи залізничної станції та стабілізації вантажопотоку.

ANNOTATION

This qualification work includes 10 presentation slides, 60 pages of A4 explanatory note, including 11 figures and 22 references.

Keywords: uncertainty, local work, forecasting, optimization.

The qualification work is devoted to the organization of the work of the railway station with a local wagon in the face of uncertainty.

The object of study is the technology of operation of the railway station for the processing of local wagon in the face of uncertainty.

The method of the study is the analysis of work and determination of the optimal mode of operation of the railway station with a local wagon, which will increase the efficiency of management of cargo operations in the conditions of uncertainty and dynamic changes of cargo flows.

The study analyzes the existing characteristics in the work of the railway station with a local wagon and the quantitative characteristics were forecasting, it will allow to ensure a flexible response to unpredictable changes in cargo flow, reducing the time of processing of wagons, reducing downtime and increasing the overall performance of the station. Also developed the optimal mode of interaction with the local work point based on the calculated indicators. The practical value of the work is the possibility of applying developed approaches at existing stations in order to increase their operating stability, rational use of infrastructure and ensure stable interaction with shippers and consumers.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра управління експлуатаційною роботою

Освітній рівень: бакалавр

Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

професор, д-р техн. наук



Тетяна БУТЬКО

«15 » червня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

1. Тема (роботи) Організація роботи залізничної станції з вантажними операціями в умовах нерівномірності вантажопотоку
керівник Головко Тетяна Владиславна, канд. техн. наук, доцент
затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень від 19 травня 2025 року № 07/25.
2. Строк подання студентом роботи 15.06.2025
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Техніко-експлуатаційна характеристика полігону. Статистичні дані щодо тривалості обробки місцевого вагонопотоку. Кількісні показники роботи залізничної станції.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Основні підходи до організації роботи залізничної станції при нерівномірності вагонопотоку. Характеристика залізничної станції з вантажними операціями. Організація технологічного процесу залізничної станції з вантажним операціями.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень та їх кількості)
Основні чинники нерівномірності. Аналіз загального вагонопотоку. Прогнозовані значення. Пікове фактичне та оптимальне надходження місцевих вагонів протягом доби. Розрахунок часу розвезення місцевих вагонів по вантажним фронтам. Пріоритетний графік подач вагонів на вантажні fronti. Розподіл часу очікування вагонів за пріоритетом подач
6. Дата видачі завдання 5 травня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
Вступ	5.05.2025	виконано
1 Основні підходи до організації роботи залізничної станції при нерівномірності вагонопотоку	10.05.2025	виконано
2 Характеристика залізничної станції з вантажними операціями	15.05.2025	виконано
3 Організація технологічного процесу залізничної станції з вантажним операціями	20.05.2025	виконано
Висновки	5.06.2025	виконано
Оформлення роботи	10.06.2025	виконано

Студент  ТЕТЯНА БОНДАРЕНКО.
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник  ТЕТЯНА ГОЛОВКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Зміст

Вступ	7
1 Основні підходи до організації роботи залізничної станції при нерівномірності вагонопотоку	10
1.1 Аспекти ефективного функціонування залізничної станції при нерівномірності вагонопотоку	10
1.2 Характеристика нерівномірності вагонопотоку	13
1.3 Методи оптимізації добових коливань вагонопотоку	17
2 Характеристика залізничної станції з вантажними операціями	31
2.1 Аналіз основних показників станції	31
2.2 Взаємодія з вантажними пунктами	37
3 Організація технологічного процесу залізничної станції з вантажним операціями	43
3.1 Розрахунок періоду обслуговування пунктів місцевої роботи у заданих умовах	43
3.2 Розробка графіка подачі місцевих вагонів на вантажні фронти	46
Висновки	57
Список використаних джерел	59

					ОРЗСВ 300.00.00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	«Організація роботи залізничної станції з вантажними операціями в умовах нерівномірності вантажопотоку»	Літ.	Арк.	Акруціїв
Розроб.		Бонлапенко		14.06				
Перевір.		ГОЛОВКО		15.06			6	60
Т.контр.						УкрДУЗТ		
Н. Контр.		ГОЛОВКО		15.06				
Затв..		БУТЬКО		15.06				

Вступ

Організація роботи залізничної станції з вантажними операціями в умовах нерівномірності вантажопотоку є складним завданням, що вимагає комплексного підходу до планування, координації та управління ресурсами. Нерівномірність вантажопотоку, яка може бути викликана сезонними коливаннями, різною інтенсивністю замовлень, технологічними перервами або зовнішніми факторами, створює значні виклики для ефективного використання інфраструктури та забезпечення своєчасного обслуговування вантажів.

Одним із ключових аспектів організації роботи станції є розробка гнучких графіків подачі вагонів, що враховують прогнозовані пікові навантаження і дозволяють рівномірно розподіляти вантажопотоки у часі. Такий підхід зменшує ризики виникнення черг на коліях, перевантаження маневрової роботи та простоїв вантажно-розвантажувального обладнання. Особливу увагу приділяють пріоритезації вантажів та оптимізації маневрових операцій. У разі нерівномірності вантажопотоку пріоритет надається вантажам із високою терміновістю, швидкопсувним вантажам, а також тим, що забезпечують безперебійність виробничих процесів або мають стратегічне значення. Такий підхід дозволяє мінімізувати негативний вплив затримок і забезпечити більш рівномірне навантаження на інфраструктуру.

Актуальність.

Нерівномірність вантажопотоку, як одна з ключових проблем, значно ускладнює планування та виконання вантажних операцій на залізничних станціях. Нерівномірний потік вантажів призводить до виникнення перевантажень, простоїв рухомого складу, зниження пропускної здатності станцій і, як наслідок, до збільшення транспортних витрат. Враховуючи важливість залізничних станцій як ключових вузлів у логістичних ланцюгах, дослідження організації їх роботи в умовах нерівномірності вантажопотоку має практичну значущість для підвищення ефективності транспортної системи.

Мета та задачі дослідження.

Метою дослідження є розробка ефективних підходів щодо організації роботи залізничної станції з вантажними операціями в умовах нерівномірності вантажопотоку для підвищення пропускної спроможності, зниження простоїв та оптимізації використання технічних і трудових ресурсів.

Згідно з метою, необхідно вирішити наступні задачі: проаналізувати чинники, що спричиняють нерівномірність вантажопотоку на залізничних станціях; дослідити вплив нерівномірності вантажопотоку на ефективність їх роботи; визначити оптимальні технологічні рішення в умовах коливань вантажопотоку.

Об'єкт дослідження.

Організація роботи залізничної станції з вантажними операціями.

Предмет дослідження.

Технологія обробки вантажопотоку в умовах його нерівномірного розподілу

Методи дослідження.

У роботі використані методи математичної статистики та аналізу статистичних даних, теорії ймовірностей та моделі прогнозування.

Цінність та прикладна значущість.

За допомогою методів прогнозування, які дозволяють підвищити точність планування та гнучкість у прийнятті управлінських рішень проаналізовано показники роботи заданого полігону, розраховано оптимальний режим роботи залізничної станції щодо обробки місцевого вагонопотоку в умовах його нерівномірності.

Аналіз попередніх досліджень та публікацій. Питанням розвитку залізничних станцій з місцевим вагонопотоком присвячені роботи вітчизняних науковців та практиків, і, насамперед, Бутько Т.В., Данько М.І., Дьоміна Г.М., Кулаєва Ю.Ф., Котенко А.М., Кулешова В.М., Ломотька Д.В., та інш., які внесли вагомий внесок в розвиток галузі. Проблеми, які порушені в роботах

цих вчених, є актуальними, так як їх вирішення забезпечує підвищення доходів і максимізацію прибутків.

В ході підготовки та виконання роботи автором була використана інформація, у тому числі текст, методики проведення аналізу, досліджень, визначення певних характеристик, параметрів та вихідних даних, розрахунків тощо, які містяться у джерелах [1-22], наведених у списку використаних джерел.

Висновки

Нерівномірність вантажопотоку на залізничних станціях зумовлена комплексом взаємопов'язаних факторів, які мають часові особливості на різних рівнях.

1. Відповідно до цього, були проаналізовані та відображені у об'єднаному графіку основні чинники нерівномірності вантажопотоку на залізничній станції впродовж доби з урахуванням сезонних коливань, особливостей прибуття поїздів, замовлень та надзвичайних подій, що є основною причиною зниження техніко-економічних показників станції.

2. У рамках завдання було проведено аналіз загального вагонопотоку, який представлено лінійним графіком значень змінної з декількома піками та гістограмою аналогічної шкали часу, на основі якої побудовано модель ковзного середнього, для подальшого прогнозу, який дозволяє ефективно управляти вантажними операціями та гнучко реагувати на зміни вантажопотоків.

3. У подальшому аналізі залізничної станції з вантажними операціями було розглянуто, насамперед, роботу пунктів вантажної роботи та скорочення часу простою місцевих вагонів, та побудовано відповідні залежності.

4. Крім того, для впровадження планового, рівномірного підходу до формування вагонопотоку, який узгоджується з технічними обмеженнями станції та транспортного процесу, було реалізовано оптимальний режим надходження місцевих вагонів протягом доби, який вимагає узгоджених дій між всіма учасниками логістичного ланцюга, а також дисципліни подачі вагонів.

5. Так як у більшості випадків станційні вантажні операції не обмежуються лише одним вантажним пунктом, у роботі було розглянуто чотири пункти, які обслуговують два маневрові локомотиви, розраховано за

вище зазначеними формулами час та побудовано графік подач вагонів на вантажні фронти.

6. Побудовано підсумкову модель розподілу часу очікування вагонів за пріоритетом подач, яка використовує неоднорідний пуасонівський процес для кожного типу вантажу.

При пікових навантаженнях і нерівномірному надходженні особливо важливо ефективно управляти ресурсами станції, зменшити простої та уникнути критичних затримок, що дозволяє пріоритетне обслуговування вагонних партій. Основними принципами формування пріоритету може бути як характер вантажу (швидкопсувні, експортні, військові), так, і терміновість виконання заявки, ступінь затримки у русі, позиція у маневровому плані, або обсяг партії.

Список використаних джерел

- 1 Бондаренко І. М., Ковальов А. Г. Моделювання роботи сортувальної станції в умовах нерівномірності вагонопотоку. *Вісник Дніпр. нац. ун-ту залізн. трансп.* 2021. № 4 (84). С. 52–60.
- 2 Törnquist Krasemann, J. Capacity Planning and Train Scheduling: Models and Algorithms. *Transportation Research. Part C*. 2012. Vol. 20(1). P. 109–134.
- 3 Kroon, L., Huisman, D., Abbink, E. Algorithms for railway crew and rolling stock scheduling. *Statistica Neerlandica*. 2009. Vol. 63(4). P. 467–485.
- 4 Corman, F., D'Ariano, A., Pacciarelli, D., & Pranzo, M. A tabu search algorithm for rerouting trains during rail operations. *Transportation Research Part B*. 2010. Vol. 44(1). P. 175–192.
- 5 Яворська О. П. Методи управління маневровою роботою на станціях в умовах нерівномірного навантаження. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*. 2023. Вип. 203. С. 112–118.
- 6 Burdett, R. L., Kozan, E. Capacity analysis of rail networks using Petri nets. *Transportation Research Part B*. 2006. Vol. 40(7). P. 616–632.
- 7 Гармаш Ю. П. Аналіз обігу вагонів на сортувальних станціях. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2021. № 39. С. 112–119.
- 8 Дубров С. В. Простій вагонів під вантажними операціями: причини та шляхи скорочення. *Транспортні системи України*. 2016. № 2 (27). С. 47–52.
- 9 Шевченко Т. О. Добові коливання у вантажній роботі станцій. *Вісник Дніпровського національного університету залізничного транспорту*. 2020. № 48. С. 60–66.
- 10 Назаренко Л. П. Маневрова робота станцій: оцінка ефективності : навч. посіб. / Одеса : ОН, 2018. 136 с.
- 11 Чорний В. А. Технічне забезпечення вантажної роботи на станціях : підручник / Львів : ЛДТУ, 2015. 214 с.

- 12 Іваненко О. М. Економічний аналіз діяльності вантажних підрозділів залізниць : монографія. Дніпро : НАДТУ. 2022. 204 с.
- 13 Ткаченко С. В. Цифрова трансформація залізничного транспорту: виклики та перспективи. *Залізничний транспорт України*. 2023. № 4 (120). С. 15–22.
- 14 Білик С. І. Аналіз ефективності використання вантажних фронтів залізничних станцій. *Вісник залізничного тр-ту України*. 2017. № 4. С. 45–49.
- 15 Герасимчук О. В. Організація технологічного процесу роботи вантажної станції. Київ: ДП «Укрзалізниця». 2021. 156 с.
- 16 Кузьменко М. П. Технологія вантажної роботи залізниць: навч. посіб./ Харків: УкрДУЗТ, 2018. 212 с.
- 17 Мельничук І. С. Оптимізація подачі вагонів на вантажні fronti з урахуванням нерівномірності вантажопотоку. *Залізничний транспорт України*. 2019. № 2. С. 34–38.
- 18 Пономаренко Л. М. Моделювання логістичних процесів на станціях з інтенсивними вантажними операціями. *Наука і транспорт*. 2022. № 1. С. 60–67.
- 19 Сидоренко В. Г. Технологія транспортних процесів: підручник / Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2020. 298 с.
- 20 Cordeau, J.-F., Laporte, G., A unified tabu search heuristic for vehicle routing problems with time windows. *Journal of the Operational Research Society*. 2007. Vol. 52(8). P. 928-936. URL: <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2602343/> (дата звернення: 22.05.2025).
- 21 Tang, L., & Yang, H. Coordination of locomotive and wagon scheduling for railway freight operations. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2013. Vol. 54. P. 47-64. URL: <https://doi.org/10.1016/j.trb.2013.03.00> (дата звернення: 22.05.2025)
- 22 Xu, X., Li, Y., & Wu, D. Intelligent rail freight scheduling using real-time data and AI-based decision-making. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 2020. Vol. 21(4). P. 1587-1599. URL: <https://doi.org/10.1109/TITS.2019.2924668> (дата звернення: 27.05.2025).