Український державний університет залізничного транспорту

Факультет «Управління процесами перевезень»

Кафедра «Залізничні станції та вузли»

ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПАРКІВ СОРТУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ З УРАХУВАННЯМ АКТУАЛЬНИХ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи

ООППС.300.00.00.000 ПЗ

Розробила студентка групи 213-ОПУТ-323
спеціальності 275 / 275.02 (роботу виконано
самостійно, відповідно до принципів
академічної доброчесності)

Тетяна КОНОВАЛОВА

Керівник: доцент, канд. техн. наук
Максим КУЦЕНКО

Рецензент: доцент, канд. техн. наук
Антон КОВАЛЬОВ

2025

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 11 слайдів презентації, 71 аркуш пояснювальної записки формату А4, 54 літературних джерел.

Ключові слова: СОРТУВАЛЬНА СТАНЦІЯ, ПАРК СТАНЦІЇ, ПАРАМЕТРИ ПАРКУ СТАНЦІЇ, КОЛІЇ ПАРКУ СТАНЦІЇ.

Об'єктом дослідження є процес функціонування сортувальної станції.

Метою роботи є підвищення ефективності роботи двосторонньої сортувальної станції шляхом зменшення обсягів повторної обробки вагонів.

У роботі проаналізовані наукові підходи до розрахунку скорочення повторної переробки вагонів.

Для удосконалення технології роботи взаємодії підсистем станції для скорочення повторної переробки вагонів за методикою Швеця М. Г. з визначення оптимального колійного розвитку сортувальних парків, викликаної порушенням взаємодії підсистем «ВХД-ПП-Г» і «Г-ПФ-ВФ», розрахунки показали, що потрібно законсервувати п'ять колій, з урахуванням цього оптимальні експлуатаційні витрати складатимуть 5,63 млн. грн. /рік.

Проведене техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів з урахуванням витрат на освітлення при консервації п'яти колій у Північній сортувальній системі станції Основа дозволило отримати сукупний економічний ефект за наступні п'ять років у розмірі 4,31 млн. грн.

ANNOTATION

This qualification work includes 11 presentation slides, 71 pages of explanatory notes in A4 format, and 54 literary sources.

Keywords: CLASSIFICATION YARD, YARD TRACKS, YARD PARAMETERS, STATION TRACKS.

The object of the study is the operational process of a classification yard. The goal of the work is to improve the efficiency of a double-ended classification yard by reducing the volume of reprocessing wagons.

The study analyzes scientific approaches to calculating the reduction of wagon reprocessing.

To enhance the station subsystem interaction technology for reducing wagon reprocessing, the calculations based on M. G. Shvets' methodology for determining the optimal track development of classification yards showed that it is necessary to decommission five tracks. Considering this, the optimal operational expenses will amount to 5.63 million UAH per year.

A technical and economic justification for the proposed measures, including lighting costs for decommissioning five tracks in the Northern classification system of the Osnova station, yielded a total economic effect of 4.31 million UAH over the next five years.

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 тех. наук
_____ Олександр ОГАР
«30» вересня 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Коновалової Тетяни Вікторівни

1 Тема «Обґрунтування оптимальних параметрів парків сортувальної станції з урахуванням актуальних експлуатаційних умов»
керівник роботи Куценко Максим Юрійович, канд. техн. наук, доцент
затверджені розпорядженням по факультету «Управління процесами перевезень» від 30 вересня 2024 року № 12/24.
2 Строк подання студентом роботи – «03» січня 2025 року
3 Вихідні дані до роботи: техніко-технологічна характеристика сортувальної станції, докладна схема сортувальної станції, статистичні дані щодо структури вагонопотоку з переробкою по сортувальній станції.
4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Технічна та експлуатаційна характеристика сортувальної станції. Аналіз роботи та виявлення резервів підвищення переробної спроможності сортувальних станцій в сучасних умовах. Визначення раціонального колійного розвитку сортувального парку формування . Техніко – економічне обґрунтування запропонованих заходів.
5 Перелік обов'язкового графічного матеріалу: мета роботи, об'єкт, предмет, задачі дослідження, елементи наукової новизни, структура кутових потоків по різних станціях, структуризація системи переробки вагонопотоку на двосторонній сортувальній станції, критерій оптимальності взаємодії підсистем «ВХД-ПП-Г» і «Г-ПФ-ВФ», техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів, висновки (Загалом 17 слайдів).

6. Консультанти окремих розділів

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

7. Дата видачі завдання «30» вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1 Технічна та експлуатаційна характеристика сортувальної станції	04.11.2024 р.	10%
2 Аналіз роботи та виявлення резервів підвищення переробної спроможності сортувальних станцій в сучасних умовах	18.11.2024 р.	20%
3 Визначення раціонального колійного розвитку сортувального парку формування	16.12.2024 р.	50%
4 Техніко-економічне обгрунтування запропонованих варіантів	30.12.2024 р.	60%
5 Оформлення роботи	03.01.2025 р.	100%

Студент _____ Тетяна КОНОВАЛОВА

Керівник _____ Максим КУЦЕНКО

Зміст

Вступ	6
1 Технічна та експлуатаційна характеристика сортувальної станції	8
1.1 Технічна характеристика сортувальної станції	8
1.2 Експлуатаційна характеристика сортувальної станції	11
2 Аналіз роботи та виявлення резервів підвищення переробної спроможності сортувальних станцій в сучасних умовах	13
2.1 Аналіз відомих розробок з оптимізації параметрів взаємодіючих елементів станцій	13
2.2 Визначення причин появи, обсягів і структури повторної переробки вагонів на сортувальній станції	18
2.3 Дослідження системи переробки вагонопотоку на двосторонній сортувальній станції	25
2.4 Дослідження основних параметрів функціонування систем сортувальної станції	29
2.5 Обгрунтування граничного рівня завантаження гірки операціями по закінченню формування поїздів	36
2.6 Дослідження взаємного впливу підсистем сортувальних станцій на повторну переробку вагонів	40
3 Визначення раціонального колійного розвитку сортувального парку формування	44
4 Техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів	48
Висновки	53
Список використаних джерел	55
Додаток А Розкладання составів поїздів, що прибувають	60
Додаток Б Розрахунок простоїв вагонів на станції Основа	61
Додаток В Завантаженість елементів станції Основа	64
Додаток Г Відомість парків та колій станції Основа	65
Додаток Д Розміри поїзної та сортувальної роботи станції Основа	70

Вступ

На сьогодні перед українськими залізницями постає важливе завдання підвищення їхньої конкурентоспроможності в порівнянні з іншими видами транспорту. Це вимагає прискорення обігу вагонів із мінімізацією загальних експлуатаційних витрат та забезпеченням високого рівня безпеки виконання робіт.

Сортувальні станції виконують функції масового розформування та формування вантажних поїздів. На цих станціях обробляють транзитні та місцеві вагонопотоки з прилеглих напрямків, формують дільничні, збірні та передаточні поїзди, а також виконують операції з транзитними вантажними поїздами, сортування дрібних відправлень і контейнерів. Ефективність обслуговування вагонопотоків безпосередньо впливає на переробну здатність станцій.

Повторна обробка вагонів, з одного боку, збільшує навантаження на сортувальні пристрої та спричиняє додаткові витрати, а з іншого — уповільнює рух вагонопотоків. Аналіз показує, що на окремих станціях частка повторної переробки може досягати 30% і більше від загального обсягу, що означає використання значної частини потужності гірок на операції, не пов'язані із розформуванням поїздопотоків із лінії.

Особливі труднощі створюють кутові вагонопотоки на двосторонніх станціях, оскільки вони знижують переробну спроможність сортувальних гірок на 20% і більше. Кожен вагон із кутового потоку перебуває на станції у два рази довше, ніж вагон прямого призначення.

У зв'язку з цим підвищення ефективності роботи сортувальних станцій шляхом скорочення повторної переробки вагонів є особливо актуальним. Це дозволяє прискорити обіг вагонів, знизити вартість їх обробки на станціях і підвищити надійність функціонування станцій.

Метою даної роботи є підвищення ефективності роботи двосторонньої сортувальної станції шляхом зменшення обсягів повторної обробки вагонів.

Для досягнення поставленої мети передбачається виконання наступних завдань:

- здійснити аналіз існуючих методів оптимізації параметрів взаємодії елементів сортувальних станцій;

- визначити причини виникнення, обсяги та структуру повторної обробки вагонів;

- дослідити функціонування системи обробки вагонопотоків на двосторонніх сортувальних станціях;

- формалізувати процес управління цією системою, виділити ключові параметри та критерії її ефективності;

- провести комплексну оптимізацію розвитку колійної інфраструктури сортувального парку для скорочення повторного сортування вагонів;

- надати економічне обґрунтування доцільності функціонування сортувальної станції.

Об'єктом дослідження є процес функціонування сортувальної станції. Предметом дослідження є конструктивні характеристики сортувальної станції.

Методи дослідження. У роботі застосовано підходи математичної статистики, теорії ймовірності, методи нелінійного програмування, чисельні методи та економічний аналіз.

Елементи наукової новизни. Оптимізація кількості колій у сортувальному парку станції Основа проведена з використанням методу, розробленого професором М. Г. Швецем. Цей метод ґрунтується на оптимізаційному підході до взаємодії підсистем «ВХД-ПП-Г» та «Г-ПФ-ВФ».

Висновки

У роботі представлено рішення актуальної задачі підвищення ефективності функціонування двосторонньої сортувальної станції шляхом зменшення обсягів повторної переробки вагонів. Використаний підхід до розрахунку вказаних параметрів забезпечує оптимізацію експлуатаційних витрат по станції та удосконалення підсистем станції з переробки вагонів. На підставі проведених в роботі досліджень, можна зробити наступні висновки.

1. Проаналізовані наукові підходи до розрахунку скорочення повторної переробки вагонів, які показують, що повторне сортування викликається в основному недостатнім сполученням процесів розформування і формування составів поїздів через недостатню кількість та місткості колій сортувальних парків та виконання вимог ПТЕ щодо розстановки вагонів у составах; необхідністю обслуговування вагонів, що мали вантажні операції, перезважування, перевантаження і після проведення ремонту; і, крім того, на двосторонніх станціях наявністю вагонів кутового потоку.

2. Результати виконаного аналізу хронометражних спостережень і звітних даних по ряду великих сортувальних станцій встановлено, що повторне сортування вагонів в основному викликається наступними причинами: переробкою кутового потоку на двосторонніх станціях; нерівномірним підведенням розбірних поїздів; невивезенням готових поїздів зі станцій; закінченням формування поїздів різних категорій з боку гірки; несправністю рухомого складу; обробкою колій ремонту вагонів; обслуговуванням вантажно-розвантажувальних пунктів станцій, розташованих в межах сортувальних парків; помилками в управлінні технологією розформування-формування, недостатньою технологічною дисципліною.

3. Для скорочення повторної переробки вагонів у ході виконаних досліджень необхідно зазначити наступне:

- на багатьох сортувальних станціях в сучасних умовах з метою прискорення процесу закінчення формування поїздів, доцільно проводити із боку гірки;

- в середньосітьових умовах повторної переробки вагонів, пов'язаної із закінченням формування поїздів, доцільно завантажувати сортувальну гірку до рівня 80–90 %;

- для визначення економічно доцільного завантаження гірки повторним сортуванням по окремих сортувальних станціях необхідно виконати відповідні техніко-економічні розрахунки.

4. Структуризація системи переробки вагонопотока на двосторонній сортувальній станції складається з восьми взаємодіючих елементів. Кожен елемент *Ci* має певну кількість вхідних каналів взаємодії, по яких надходить із зовнішнього середовища і від інших елементів вхідний поток. Повторна переробка вагонів викликає зміни взаємодії між елементами, у зв'язку з чим змінюється стан як окремих елементів, так і системи в цілому.

Формалізація керуючої системи при створенні автоматизованої системи управління вагоно- і поїздопотоків з переробкою на сортувальних станціях дозволяє, головним чином, скоротити повторну переробку вагонів з допомогою відповідних алгоритмів і програм.

5. Для удосконалення технології роботи взаємодії підсистем станції для скорочення повторної переробки вагонів за методикою Швеця М. Г. з визначення оптимального колійного розвитку сортувальних парків, викликаної порушенням взаємодії підсистем «ВХД-ПП-Г» і «Г-ПФ-ВФ», розрахунки показали, що потрібно законсервувати п'ять колій, з урахуванням цього оптимальні експлуатаційні витрати складатимуть 5,63 млн. грн. /рік.

6. Проведене техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів з урахуванням витрат на освітлення при консервації п'яти колій у Північній сортувальній системі станції Основа дозволило отримати сукупний економічний ефект за наступні п'ять років у розмірі 4,31 млн. грн.

Список використаних джерел

1 Рудаков, О. Г. Державна програма реформування залізничного транспорту: проблеми та шляхи вирішення [Текст] / О. Г. Рудаков // Економіка. – Київ, 2011. – №34. – С. 133-143.

2 Технологічний процес роботи сортувальної станції Основа в умовах функціонування базового програмно-технічного комплексу комп'ютерної системи електронного обміну даними КСЕОД-сортувальна станція [Текст]: рукопис. – Харків: ДН-2, 2000. – 267 с.

3 Техніко-розпорядчий акт станції Основа Південної залізниці [Текст] : рукопис. – Харків: ДН-2, 2001. – 146 с.

4 Економічний довідник залізничника [Текст] / під ред. Б. І. Шафіркіна – М.: Транспорт. – 1978. – 398 с.

5 Шабалін, М. М. Оптимізація процесу переробки вагонів на станціях [Текст] / М. М. Шабалін – М.: Транспорт. – 1973. – 181 с.

6 Федотов, М. І. Потужність станційних пристроїв при коливаннях обсягів роботи. В зб.: «Питання проектування і організації роботи залізничних станцій» [Текст] / М. І. Федотов // Праці НІІЗТ. – 1968. – 197 с.

7 Шабалін, М. М. Методика вибору оптимальних умов переробки вагонів [Текст] / М. М. Шабалін – М.: Транспорт. – 1971. – 67 с.

8 Сотніков, Є. А. Інтенсифікація роботи сортувальних станцій [Текст] / Є. А. Сотніков – М.: Транспорт. – 1979. – 239 с.

9 Скалов, К. Ю. Проблеми розвитку та буівництва сортувальних станцій [Текст] / К. Ю. Скалов // Залізничний транспорт. – 1972. – С. 16 – 20.

10 Грунтов, П. С. Прогнозування показників роботи сортувальних станцій методом моделювання на ЕОМ [Текст] / П. С. Грунтов, В. А. Захаров // Навчально-методичний посібник. – Гомель, 1981. – 60 с.

11 Захаров, В. А. Досліджування технології роботи сртувальних станцій методом моделювання процесів на ЕОМ [Текст] / А. В. Захаров // Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – 1975. – 162 с.

12 Єфіменко, Ю. І. Аналіз коливань часового надходження вагонів по призначеннях плану формування [Текст] / Ю. І. Єфіменко // Праці ЛІІЗТ. – Ленінград, 1967. – С. 274 – 276 с.

13 Єфіменко, Ю. І. Дослідження питань розрахунку колійного розвитку підгіркових парків сортувальних станцій [Текст]: автореф. дисс. д-ра техн. наук / Ю. І. Єфіменко. – Ленінград, 1968. – 22 с.

14 Іванков, М. М. До питання про вплив структури вагонопотоку з переробкою на використання сортувальних колій. Питання експлуатації залізниць [Текст] / М. М. Іванков // Праці ДІІТ. – Дніпропетровськ, – 1996. – 235 с.

15 Інструкція по проектуванню станцій та вузлів на залізницях [Текст]: ВСН 56-78. – М.: Транспорт, 1978. – 175 с.

16 Інструкція по визначенню економічної ефективності капітальних вкладень на залізничному транспорті [Текст]: ВСН 56-78. – М.: Транспорт, 1973. – 199 с.

17 Бернгард, К. А. Чотирьохпаркова сортувальна станція [Текст] / К. А. Бернгард, В. К. Буянова, А. П. Жукова, Н. Г. Степанов // Залізничний транспорт, 1972. – 277 с.

18 Бодюл, В. І. Дослідження взаємодії процесів на сортувальних станціях [Текст]: автореф. дисс. д-ра техн. наук / В. І. Бодюл. – М., 1972. – 22 с.

19 Болотний, В. Я. Розвиток залізничних станцій та вузлів [Текст] / В. Я. Болотный // Залізничний транспорт. – 1981. – №5. – 234 с.

20 Методичні вказівки по календарному плануванню навантаження немаршрутизованих вантажів [Текст]: М.: Транспорт, 1983. – 33 с.

21 Організація руху на залізничному транспорті [Текст] / Под ред. Ф. П. Кочнева. – М.: Транспорт, 1979. – 567 с.

22 Покавкін, В. А. Нормування показиків роботи і завантаження пристроїв сортувальних станцій [Текст] / В. А. Покавкін // Залізничний транспорт, 1972. – №11. – 117 с.

23 Масалов, Ю. Л. Дослідження повторної переробки вагонопотоків на сортувальних станціях [Текст] / Ю. Л. Масалов // Диссертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Харків, 1969. – 105 с.

25 Сотников, Е. А. Определение нормативов работы сортировочных станций [Текст] / Е. А. Сотников // Железнодорожный транспорт, 1972. – № 9. – 118 с.

26 Румшинский, Л. З. Математическая обработка результатов эксперимента [Текст] / Л. З. Румшинский // Справочное руководство. – М.: Наука, 1971. – 192 с.

27 Фойгт, В. К вопросу выбора числа и длины путей сортировочных парков на сортировочных станциях [Текст] / В. Фойгт – Deutsche UsenBaftntecfia LFI, 1972. – №5 – 328 с.

28 Болотный, В. Я. Общетранспортные задачи развития узлов и станций [Текст] / В. Я. Болотный // Железнодорожный транспорт, 1978. – №1. – 110 с.

29 Ефименко, Ю. И. Исследование вопросов расчета путевого развития подгорочных парков сортировочных станций [Текст]: автореф. дисс. д-ра техн. наук / Ю. И. Ефименко. – Ленинград, 1968. – 22 с.

30 Типовой технологический процесс работы сортировочной станции. – М.: Транспорт, 1976. – 104 с.

31 Сотников, И. Б. Взаимодействие станций и участков железных дорог [Текст] / И. Б. Сотников. – М.: Транспорт, 1976. – 271 с.

32 Грунтов, П. С. Расчет эксплуатационной надёжности и путевого развития сортировочных станций [Текст] / П. С. Грунтов // Труды БИИЖТ, 1970. – 108 с.

33 Федотов, Н. И. Колебания накопления вагонов в сортировочных парках [Текст] / Н. И. Федотов // Вопросы проектирования и организации работы железнодорожных станций. – Новосибирск, 1967. – 227 с.

34 Вентцель, Е. С. Теория вероятностей [Текст] / Е. С. Вентцель. – М.: Наука, 1969. – 576 с.

35 Конарев, Н. С. Станции – решающее звено [Текст] / Н. С. Конарев. – М.: Транспорт, 1981. – С. 34 – 36.

36 Справочник по математике для научных работников и инженеров (перевод с англ.) [Текст] – М.: Наука. – 1978. – 832 с.

37 Венецкий, И. Г. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст] / И. Г. Венецкий. – М.: Статистика, 1975. – 264 с.

38 Грунтов, П. С. Исследование оптимальной эксплуатационной надёжности работы сортировочных станций [Текст] / П. С. Грунтов // Резервы перевозочной мощности железнодорожных участков ст. Гомель, 1975. – С. 28 – 52.

39 Савенко, А. С. К вопросу о потребной емкости сортировочного парка [Текст] / А. С. Савенко // Применение математических методов и ЭВМ в эксплуатации железных дорог – М., Труды МИИТ, 1973. – С. 79 – 81.

40 Балака, Є. І., Оцінка економічної діяльності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті [Текст]: навч. посіб. / Є. І. Балака, О. І. Зоріна, Н. М. Колесникова, І. М. Писаревський. – Харків: УкрДАЗТ/ІППК, 2005. – 210 с.

41 Балака, Є. І. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Економічна оцінка інноваційних проектів на транспорті» [Текст] // Є. І. Балака, О. В Семенцов. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – 42 с.

42 Студентська навчальна звітність. Тестова частина (Пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладання та оформлення. [Тескт] : методичний посібник з додержанням вимог нормо контролю у студентській навчальній звітності / Л. М. Козар, Є. В. Коновалов, А. О. Лапко, О. Е. Наумова, Г. В. Шаповал, Д. В. Шумик, В. М. Пєтухов, С. В. Панарін, С. В. Панарін; за заг. ред. Л. М. Козара – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – 55 с.

43 Методичні вказівки до виконання дипломних проектів [Текст]. Ч. 1-3 / Л. О. Позднякова, М. Д. Жердєв, В. І. Куделя, В. О. Котик, Т. О. Тимофєєва; Українська державна академія залізничного транспорту. – Харків : УкрДАЗТ, 2007.

44 Бобровский, В. И. Об одном алгоритме управления интервальными тормозными позициями [Текст] / В. И. Бобровский, А. А. Муратов // Межвуз. сб. науч. трудов. – Днепропетровск : ДИИТ, 1981. – Вып. 172/7. – С. 29 – 36.

45 Рыбцов, В. Н. Исследование влияния точности работы отдельных устройств на показатели качества функционирования АСУ РСГ методом имитационного моделирования [Текст] / В. Н. Рыбцов // Межвуз. сб. науч. трудов. – Днепропетровск : ДИИТ, 1981. – Вып. 218/10. – С.52 – 60.

46 Бобровский, В. И. Моделирование управляемого скатывания отцепов на автоматизированных сортировочных горках [Текст] / В. И. Бобровский,

И. А. Горбачев, А. А. Муратов // Межвуз. сб. науч. трудов. – Днепропетровск: ДИИТ, 1983. – Вып. 229/15. – С. 22 – 29.

47 Савицкий, А. Г. Технологические средства на сортировочных станциях: вчера, сегодня, завтра [Текст] / А. Г. Савицкий // Железнодорожный транспорт. – 2005. – №6. – С. 33 – 37.

48 Грау, Б. Проектирование железнодорожных станций [Текст]: пер. с нем. В. Я. Болотного. – М.: Транспорт, 1978. – 488 с.

49 Шавкин, Г. Б. Схемы и оснащение сортировочных станций железных дорог США и Западной Европы [Текст] / Г. Б. Шавкин. – М.: Транспорт, 1960. – 64 с.

50 Скалов, К. Ю. Транспортные узлы капиталистических стран [Текст] / К. Ю. Скалов. – М.: Акад. наук СССР, 1962. – 320 с.

51 Кобзев, В. А. Средства регулирования скорости вагонов на горочных сортировочных станциях [Текст] / В. А. Кобзев // Железные дороги мира. – 1981. – №9. – С. 8 – 28.

52 Кобзев, В. А. Перспективные устройства регулирования скорости отцепов для сортировочных горок большой и малой мощности [Текст] / В. А. Кобзев // Железнодорожный транспорт. – 2003. – Вып. 3. – С. 10 – 41.

53 Кобзев, В. А. Вагонные замедлители [Текст] / В. А. Кобзев // Автоматика, связь, информатика. – 2001. – №8. – С. 64 – 67.

54 Нікішина, О. А. Аналіз розподілу вагових характеристик вагонів одногрупних і групових призначень [Текст] / М. Ю. Куценко, В. В. Волок, О. А. Нікішина // Тези 81 студентської науково-технічної конференції. – 2019. – Харків: УкрДУЗТ. – С. 179.