

Український державний університет залізничного транспорту

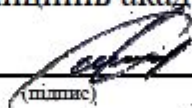
Кафедра управління експлуатаційною роботою

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ МІСЦЕВОЮ РОБОТОЮ НА
ДІЛЬНИЦІ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

АПУМР.300.00.00.000 ПЗ

Розроби студентка групи 132-ОПУТ-322
спеціальності 275/275.02 – Транспортні
технології (на залізничному транспорті)
(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)


(підпис) Артур ХАСАНОВ
(ім'я та прізвище)

Керівник: доцент, канд. техн. наук
Віктор ПРОХОРОВ
(ім'я та прізвище)

Рецензент: професор, док. техн. наук
Олександр ЛАВРУХІН
(ім'я та прізвище)

2025 р.

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

« 23 » червня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Хасанову Артуру Миколайовичу

1 Тема роботи «Автоматизація процесу управління місцевою роботою на дільниці»

Керівник Прохоров Віктор Миколайович, канд. техн. наук, доцент

затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень
від 19 травня 2025 року №07/25

2 Строк подання студентом роботи 22 червня 2025 року

3 Вихідні дані до роботи статистичні дані про динаміку основних кількісних і якісних показників роботи АТ «Укрзалізниця» та його філій у галузі вантажних перевезень. Абстрактні дані навантаження і вивантаження вагонів на дільниці, тривалість ходу вантажних поїздів по перегонах дільниці.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ; аналіз умов здійснення вантажних залізничних перевезень; аналіз існуючої технології управління місцевою роботою; моделювання процесу автоматизаційного управління місцевою роботою.

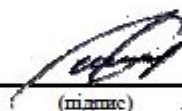
5 Перелік графічного матеріалу: тема магістерської кваліфікаційної роботи; мета і задачі дослідження, об'єкт дослідження, предмет дослідження; аналіз основних показників функціонування підсистеми вантажних залізничних перевезень; вибір засобів і технологій автоматизації процесів управління; результати автоматизації.

6 Дата видачі завдання 20 травня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Аналіз умов здійснення вантажних залізничних перевезень.	25.05.2025	виконано
2. Аналіз існуючої технології управління місцевою роботою	04.06.2025	виконано
3. Моделювання процесу автоматизованого управління місцевою роботою	10.06.2025	виконано
6. Висновки	12.06.2025	виконано
Оформлення роботи	22.06.2025	виконано

Студент


(підпис)

Артур ХАСАНОВ

(ім'я та прізвище)

Керівник


(підпис)

Віктор ПРОХОРОВ

(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Представлена кваліфікаційна робота складається з 10 слайдів презентаційного матеріалу та 71 сторінки пояснювальної записки формату А4, яка містить 15 ілюстрацій, одну таблицю й перелік з 9 використаних джерел літератури.

Ключові слова: МІСЦЕВА ВАНТАЖНА РОБОТА, ОПТИМАЛЬНЕ ПЛАНУВАННЯ, ЗБІРНИЙ ПОЇЗД, АВТОМАТИЗОВАНЕ УПРАВЛІННЯ.

Об'єктом дослідження виступає організація експлуатаційної діяльності на залізничній дільниці, пов'язаної з переміщенням місцевих вантажів.

Метою роботи є обґрунтування можливості впровадження алгоритмів автоматизованого планування при розвезенні місцевого вантажу, зокрема через оптимізацію маршрутів збірних поїздів та розподілу порожнього рухомого складу.

У процесі дослідження було проаналізовано чинні методи організації вантажних перевезень на українських залізницях та умови, у яких здійснюється місцева робота. Виявлено проблемні аспекти, пов'язані з низьким рівнем автоматизації, затримками у формуванні поїздів і нерациональним використанням вагонного парку.

Основна увага приділяється застосуванню сучасних інструментів автоматизованого управління для планування місцевих операцій, що дозволяє підвищити гнучкість і ефективність перевізного процесу. Зокрема, розглянуто підходи до вибору оптимальних схем прокладки збірних поїздів та методів розподілу порожніх вагонів з урахуванням змінних обсягів вантажопотоків.

Практична цінність отриманих результатів полягає в можливості зменшення часу простою вагонів, зниженні експлуатаційних витрат і підвищенні рівня логістичної організації місцевої роботи на залізниці. Застосування запропонованих рішень може сприяти покращенню якості управління на дільничному рівні та загальному підвищенню ефективності функціонування вантажного залізничного транспорту в Україні.

ABSTRACT

This qualification work consists of 10 presentation slides and a 71-page explanatory note in A4 format, which includes 15 illustrations, one table, and a list of 9 references.

Keywords: LOCAL FREIGHT OPERATIONS, OPTIMAL PLANNING, LOCAL FREIGHT TRAIN, AUTOMATED MANAGEMENT.

The object of the research is the organization of operational activities on a railway section related to the transportation of local freight.

The aim of this work is to justify the feasibility of implementing automated planning algorithms for the delivery of local freight, particularly through the optimization of consolidated train routes and the distribution of empty rolling stock.

The research analyzes the current methods of organizing freight transportation on Ukrainian railways and the conditions under which local operations are carried out. Key issues have been identified, including the low level of automation, delays in train formation, and inefficient use of the wagon fleet.

The focus is placed on the application of modern automated management tools for planning local operations, which enables increased flexibility and efficiency in freight handling. In particular, the study explores approaches to selecting optimal consolidated train routing schemes and methods for distributing empty wagons, taking into account fluctuations in freight flow volumes.

The practical value of the obtained results lies in the potential to reduce wagon idle time, decrease operational costs, and improve the overall logistics of local operations on the railway. The implementation of the proposed solutions may contribute to enhanced management quality at the sectional level and improved overall efficiency of freight railway transport in Ukraine.

Зміст

Вступ	7
1 Аналіз параметрів експлуатаційною роботою підсистеми вантажних залізничних перевезень України	11
2 Аналіз основних аспектів технології управління місцевою роботою на дільницях	17
2.1 Аналіз складових елементів процесу управління на станціях полігонів місцевої роботи	17
2.2 Аналіз технології місцевої роботи на дільниці на основі курсування збірних поїздів	29
2.2 Розрахунок експлуатаційних показників планів організації місцевої роботи	35
3 Моделювання процесу планування місцевої роботи дільниці	41
3.1 Аналіз підходів щодо автоматизації процесу управління дільницею місцевої роботи	41
3.2 Обробка вихідних даних та забезпечення станцій дільниці порожніми вагонами	53
3.3 Визначення моделі курсування збірних поїздів на дільниці	60
Висновки	68
Список використаних джерел	71

					АПУМР.300.00.00.000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Хасанов			Автоматизація процесу управління місцевою роботою на дільниці	Лім.	Арк.
Перевір.		Прохоров					6
Н. контр.		Прохоров				УкрДУЗТ 6	
Затв.		Бутько					

Вступ

Транспортний комплекс України становить основу національної економіки, виконуючи ключову функцію у забезпеченні життєдіяльності усіх галузевих сегментів. Його значення виходить далеко за межі суто транспортних функцій, оскільки він безпосередньо впливає на обороноздатність країни, соціальну стабільність та інтеграцію України у світову економічну систему.

Сучасна транспортна інфраструктура України характеризується комплексністю та багаторівневою організацією, що включає шість основних видів транспорту: залізничний, автомобільний, повітряний, трубопровідний, морський та річковий. Серед них залізничний транспорт займає особливе місце, виступаючи основним гарантом стабільності транспортного комплексу незалежно від сезонних коливань чи погодних умов. Його унікальність полягає у здатності забезпечувати масові перевезення з високим рівнем надійності та економічної ефективності.

Оперативне управління залізничними перевезеннями сьогодні потребує принципово нового підходу, який би враховував сучасні виклики та ринкові реалії. Перспективними напрямками розвитку є впровадження інтелектуальних систем управління, що базуються на передових аналітичних рішеннях та технологіях штучного інтелекту. Такі системи повинні забезпечувати:

Гнучкість та адаптивність планування, що дозволяє оперативно реагувати на зміни ринкової кон'юнктури та структури вантажопотоків. Це особливо актуально в умовах сучасної економіки, де швидкість адаптації до змін часто визначає конкурентні переваги.

Оптимізацію використання ресурсів за рахунок застосування передових алгоритмів аналітики, що дозволяють знаходити оптимальні рішення щодо використання рухомого складу, формування маршрутів та складання графіків руху. Такі рішення повинні враховувати сотні параметрів та обмежень у реальному часі.

Синхронізацію роботи всіх підрозділів завдяки створенню єдиного інформаційного простору, що забезпечує прозорість та оперативність обміну даними. Це дозволить усунути "інформаційні силоси" та підвищити ефективність управлінських рішень.

Розвиток кадрового потенціалу через створення системи безперервного навчання персоналу, зокрема з використанням симуляторів та тренінгових програм на основі реальних даних. Особливу увагу слід приділити розвитку навичок роботи з сучасними аналітичними інструментами.

Створення комплексної системи моніторингу ключових показників ефективності, що дозволить не лише фіксувати поточний стан, але й прогнозувати розвиток ситуації, запобігаючи потенційним проблемам до їх виникнення.

Реалізація такого комплексного підходу дозволить залізничному транспорту не лише підтримувати свою конкурентоздатність, але й стати драйвером економічного зростання. Особливо важливим є те, що модернізація транспортної системи має відбуватися з урахуванням принципів сталого розвитку, що передбачає поєднання економічної ефективності, соціальної відповідальності та екологічної безпеки.

Таким чином, подальший розвиток транспортної системи України, особливо її залізничної складової, має стати пріоритетом державної політики, оскільки саме від її ефективності залежить успіх багатьох інших галузей національної економіки. Інвестиції у модернізацію транспортної інфраструктури сьогодні - це гарантія стабільного економічного розвитку та підвищення добробуту громадян у майбутньому.

Впровадження сучасних автоматизованих систем управління відкриває нову сторінку в розвитку залізничного транспорту України. Ця трансформація передбачає комплексний підхід до оновлення всіх аспектів операційної діяльності, що призведе до якісного стрибка в ефективності вантажних перевезень.

Основною перевагою цифровізації є створення єдиного інформаційного простору, який інтегрує дані про рух поїздів, технічний стан рухомого складу, навантаження інфраструктури та потреби клієнтів. Така комплексна система

моніторингу дозволить у реальному часі аналізувати тисячі параметрів, виявляючи оптимальні рішення для планування маршрутів, розподілу ресурсів та усунення потенційних "вузьких місць". Особливе значення набувають предиктивні алгоритми, здатні прогнозувати розвиток ситуації на кілька кроків вперед, запобігаючи можливим порушенням графіку руху.

Технології машинного навчання та штучного інтелекту відкривають нові горизонти для оптимізації роботи сортувальних станцій. Інтелектуальні системи здатні аналізувати історичні дані, виявляти закономірності у вантажопотоках та пропонувати оптимальні схеми формування складів. Це дозволяє мінімізувати час простою вагонів, підвищити коефіцієнт використання гіркових механізмів та локомотивів, що у підсумку збільшує пропускну здатність станцій без капітальних вкладень у розширення інфраструктури.

Важливим аспектом цифрової трансформації є створення інтегрованих комунікаційних платформ, які об'єднують усіх учасників транспортного процесу. Такі системи забезпечують прозорість логістичних операцій, дозволяючи клієнтам у реальному часі відстежувати місцезнаходження вантажів, прогнозований час доставки та стан виконання замовлення. Це принципово змінює якість сервісу, роблячи залізничні перевезення більш привабливими порівняно з альтернативними видами транспорту.

Реалізація таких масштабних змін вимагає послідовного підходу, що включає:

- Модернізацію технічної інфраструктури
- Впровадження єдиних стандартів обміну даними
- Перепідготовку персоналу
- Поетапне введення нових систем у промислову експлуатацію

Не дивлячись на значні інвестиційні витрати, економічний ефект від цифровізації перевищує очікування. Досвід провідних залізничних операторів світу свідчить про можливість збільшення продуктивності на 25-30%, скорочення експлуатаційних витрат на 15-20% та підвищення точності дотримання графіків руху на 35-40%.

Таким чином, автоматизація управління залізничними перевезеннями є не лише технологічною необхідністю, а й стратегічним імперативом для підвищення конкурентоспроможності національної економіки. Це дозволить Україні створити сучасну, ефективну транспортну систему, здатну задовольнити потреби бізнесу та суспільства в умовах цифрової ери.

Метою даної роботи є дослідження ефективності застосування сучасних алгоритмів та обчислювальних технологій в контексті автоматизації процесу планування місцевої роботи на залізничних дільницях.

Об'єкт дослідження – процес організації експлуатаційної роботи залізничної дільниці.

Предмет дослідження – технологія планування місцевої роботи залізничної дільниці.

Для досягнення цієї мети необхідно:

- проаналізувати сучасний стан вантажних залізничних перевезень та ідентифікувати ключові проблеми в управлінні експлуатаційними процесами;
- на основі проведеного аналізу обґрунтувати вибір математичного апарату для автоматизації задачі планування перевезень місцевих вантажів із залученням дільничних поїздів;
- здійснити моделювання процесу автоматизованого планування місцевої роботи на дільниці із застосуванням сучасних інформаційних технологій та надати оцінку отриманим результатам.

Практична цінність отриманих результатів полягає у розробці процедури планування місцевої роботи із застосуванням сучасних обчислювальних методів, що дозволяє підвищити ефективність організації перевізного процесу.

Висновки

Місцева робота на залізничних дільницях є однією з основних складових ефективності вантажних перевезень, оскільки забезпечує безперебійну роботу технічних станцій і оптимізацію руху вагонів. Цей етап включає в себе важливі маневрові операції, що безпосередньо впливають на продуктивність залізничної мережі і точність доставки вантажів. Однак на практиці часто виникають проблеми, які пов'язані з неефективним використанням ресурсів, що знижує загальну ефективність перевезень.

Аналіз останніх статистичних даних, які охоплюють технічні та експлуатаційні показники вантажних перевезень, виявив низку проблем, що негативно впливають на стабільність роботи залізничної системи. Однією з основних тенденцій є зростання часу обігу вантажних вагонів, що супроводжується зниженням середньодобового пробігу вантажних локомотивів та навантаження вагонів. Ці фактори свідчать про наявність серйозних дисфункцій у організації руху та маневрових операцій. Збільшення часу простою вагонів на технічних станціях, а також зростання обігу вагонів у зв'язку з високим рівнем зносу залізничних фондів, зумовлює додаткові витрати, що знижують економічну ефективність перевезень.

Не менш важливим є те, що значні коливання обсягів вагонопотоків на окремих ділянках можуть призводити до перевантаження інфраструктури, ускладнюючи процес планування та координації робіт на станціях. Ці проблеми, у поєднанні з неефективним управлінням місцевою роботою, створюють значні труднощі в оптимізації перевезень та можуть призвести до збільшення випадків затримок і, відповідно, до фінансових збитків для оператора.

Одним із головних чинників, що впливає на загальну продуктивність, є збільшення невиробничих простоїв вагонів, які, в свою чергу, призводять до підвищення часу обігу та зниження рівня обслуговування. Це виникає через неефективне управління потоком вагонів і недостатню гнучкість у плануванні

місцевої роботи, що заважає оперативно реагувати на зміни в обсягах перевезень. Зокрема, затримки в маневрових операціях, а також незадовільна координація роботи станцій, часто призводять до непотрібних витрат часу, що в кінцевому підсумку підвищує вартість обслуговування вантажів. Тому особливо важливим є пошук рішень для оптимізації цих процесів, що дозволить значно знизити витрати і забезпечити більшу ефективність роботи всієї залізничної системи.

У дослідженні було розглянуто проблему оптимізації перерозподілу порожніх вагонів на залізничних дільницях та розробки ефективних схем прокладання збірних поїздів. Зокрема, були проаналізовані різні підходи до вирішення цієї задачі, серед яких жадібні методи, метод імітації відпалу, мурашині колонії та генетичні алгоритми. Після порівняння різних варіантів було встановлено, що генетичні алгоритми є найбільш підходящими для таких складних оптимізаційних завдань, оскільки вони здатні ефективно працювати з великими просторами пошуку та знаходити глобальні оптимуми навіть за умов наявності численних обмежень.

Метод імітації відпалу, який також був застосований в даному дослідженні, виявився надзвичайно корисним для покращення процесу планування місцевої роботи на залізничних дільницях. Завдяки своїй здатності уникати застрягання в локальних мінімумів, цей метод забезпечив оптимальне розміщення порожніх вагонів і вибір найбільш ефективних маршрутів для збірних поїздів. Це дозволило значно скоротити час простою вагонів, підвищити точність планування і прискорити прийняття рішень, що, в свою чергу, позитивно позначилося на загальній ефективності вантажних перевезень.

Особливою перевагою методу імітації відпалу є його здатність працювати з великими обсягами даних без необхідності суттєвого налаштування параметрів, що є важливим у випадку масштабних залізничних систем. Завдяки цьому вдалося досягти стійкості алгоритму до змінних умов та значно зменшити витрати на планування руху, зберігаючи при цьому високий рівень ефективності.

Таким чином, використання методів імітації відпалу для оптимізації перерозподілу порожніх вагонів та формування маршрутів збірних поїздів має

потенціал значно знизити витрати на транспортування та підвищити ефективність використання транспортних ресурсів. Автоматизація процесів планування місцевої роботи на залізничних дільницях з використанням сучасних математичних методів і інформаційних технологій не лише сприяє зменшенню витрат вагоно-годин, а й дозволяє досягти високої точності в плануванні, що в свою чергу позитивно впливає на своєчасність доставки вантажів, рівень обслуговування клієнтів та конкурентоспроможність залізничних компаній, таких як Укрзалізниця. Такий підхід стає важливим кроком на шляху до цифровізації транспортного процесу та впровадження інноваційних технологій в залізничному секторі.

Список використаних джерел

1. Папахов О. Ю., Огороков А.М., Логвінов О.М. Визначення експлуатаційних витрат на маневрову роботу по формуванню багатогрупного составу з використанням тягових розрахунків. *Вісник Дніпр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. академіка В. Лазаряна*. 2008. № 20. С. 202–204.
2. Папахов О.Ю., Огороков А.М., Логвінов О.М. Інформаційне забезпечення організації вагонопотоків в умовах функціонування АСК ВП УЗ. *Вісник Дніпр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. академіка В.Лазаряна*. 2008. № 22 . С. 154–157.
3. Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України. К.:Транспорт, 2005.
4. Долгополов П.В., Дробот І.М., Рогозін О.Ю. Оптимізація роботи залізничних вузлів на основі планування резерву порожніх вагонів. *Збірник наукових праць УкрДАЗТ*. 2010. № 112. С. 1–5.
5. Ломотько Д. В. Підвищення ефективності технології розподілу рухомого складу на полігоні. *Зб. наукових праць ДонІІЗТ УкрДАЗТ*, Донецьк, 2005. Вип. 3. С. 5.
6. Інструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях України / В. Р. Кордун та ін. Київ : «Швидкий рух», 2005. 99 с.
7. Ломотько Д.В., Запара Я.В. Дослідження зміни часу знаходження місцевих вагонів у харківському вузлі. *Зб. наук. праць УкрДУЗТ*. 2009. №17. С. 9–16.
8. Інструкція зі складання графіку руху поїздів на залізницях України / О. Ф. Вергун та ін. Київ : Транспорт України, 2002. 164 с.
9. Мацюк, В.І. Удосконалення системи розвозу місцевих вагонів в залізничному вузлі: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / В.І. Мацюк; ДЕТУТ. – К., 2008. – 22 с.