

Український державний університет залізничного транспорту


Кафедра управління експлуатаційною роботою

УДОСКОНАЛЕННЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ МІСЦЕВОЮ
РОБОТИ ДІЛЬНИЦІ

Пояснювальна записка та розрахунки
до кваліфікаційної роботи

УОУМР.300.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 212 – ОПУТ – 323
спеціальності 275/275.02 – Транспортні
технології (на залізничному транспорті)
(роботу виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)


_____ Максим ПЕРЕПЕЛИЦЯ
(підпис)

Керівник: доцент, канд. техн. наук

Григорій СІКОНЕНКО

Рецензент: доцент, канд. техн. наук

Валерій КУЛЕШОВ

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 15 слайдів презентації, 79 аркуша пояснювальної записки формату А4, що включає 8 рисунків, 7 таблиць, 21 літературне джерело.

Ключові слова: оптимізація взаємодії, промислові станції, масові вантажі, кільцеві маршрути, динамічне узгодження.

Об'єктом дослідження є організація місцевої роботи дільниці.

Метою дослідження є удосконалення процесу розвезення місцевого вантажу на дирекції шляхом розробки методики комплексного поточного планування поїзної і місцевої роботи для дільниць з урахуванням своєчасного виконання вантажних операцій за умови раціонального використання диспетчерських локомотивів.

У кваліфікаційній роботі розроблено модель для визначення мінімально необхідної кількості маневрових локомотивів, необхідних для забезпечення маневрового обслуговування вантажних фронтів залізничних станцій на дільниці. Модель враховує основні параметри, що визначаються розрахунком, а також включає коефіцієнт, який відображає раціональний рівень використання маневрових засобів.

Розглянуто принципи закріплення маневрових локомотивів за проміжними станціями дільниці з виділенням їх як опорних. Виділено два основні підходи до прикріплення локомотивів: за спаданням обсягу маневрової роботи та за принципом формування "блоків станцій". У другому випадку одночасно розробляються схеми обслуговування малодіяльних станцій.

Запропоновані методики рекомендується використовувати як систему підтримки прийняття рішень для поїзного диспетчера та диспетчера з місцевої роботи. Застосування отриманих рішень також доцільне під час розробки нормативного графіка руху поїздів.

ANNOTATION.

This qualification work includes 15 slides of presentation, 79 pages of explanatory note in A4 format, including 8 figures, 7 tables, 21 references.

Keywords: optimization of interaction, industrial stations, bulk cargo, ring routes, dynamic coordination.

The object of study is the organization of local station operations.

The purpose of the study is to improve the process of local freight transportation at the directorate by developing a methodology for comprehensive current planning of train and local work for sections, taking into account the timely performance of freight operations under the condition of rational use of dispatch locomotives.

In the qualification work, a model was developed to determine the minimum number of shunting locomotives required to provide shunting services to the freight fronts of railway stations at the section. The model takes into account the main parameters determined by the calculation, and also includes a coefficient that reflects the rational level of shunting equipment utilization.

The principles of assigning shunting locomotives to intermediate stations of the section with their allocation as reference stations are considered. Two main approaches to the assignment of locomotives are distinguished: in descending order of shunting work and on the principle of forming "station blocks". In the second case, schemes for servicing low-activity stations are developed simultaneously.

The proposed methods are recommended to be used as a decision support system for the train dispatcher and the local operation dispatcher. The use of the obtained solutions is also advisable when developing a normative train schedule.

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет управління процесами перевезень

Кафедра управління експлуатаційною роботою

Освітній рівень: магістр


Спеціальність 275 Транспортні технології

275.02 Транспортні технології (на залізничному транспорті)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

професор, д-р техн. наук

 Тетяна БУТЬКО

« 27 » _____ грудня _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ *Перепелиці Максима Володимировича*

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення оперативного управління місцевою роботою дільниці

керівник Сіконенко Григорій Михайлович, канд. техн. наук, доцент
затверджена розпорядженням по факультету управління процесами перевезень
від 30 вересня 2024 року №12/24

2 Строк подання студентом роботи 30 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Техніко-експлуатаційні показники роботи з перевезення вантажів за останні 5 років на залізницях України, технологія перевезень вантажів залізничним транспортом, економічні показники роботи дирекції.



4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1 Проблеми знаходження вагонів на під'їзних коліях з точки зору функціонування системи «залізниця – вантажовідправник»
2 Адаптація організації місцевої роботи дільниці до сучасних умов
3 Удосконалення місцевої роботи дирекції 4 Організація місцевої роботи на дільницях залізниць з раціоналізацією використання маневрових засобів
5 Визначення економічної доцільності удосконалення технології роботи залізничної дільниці Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1 Мета та задачі дослідження. 2 Структура технологічного процесу місцевої роботи 3 Виконання термінів доставлення вантажів 4 Формалізація місцевої роботи дільниці 4 Результати моделювання прокладання планових ниток збірних поїздів 5 Розрахунок економічного ефекту від підвищення якості обслуговування пасажирів у міжнародному сполученні

6 Висновки.

6 Консультанти окремих розділів

| Розділ | Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта | Підпис, дата | |
|---|---|---|---|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Економічне обґрунтування запропонованого проектного рішення | Балака Є.І., доцент, канд. економ. наук |  |  |

7 Дата видачі завдання 30 вересня 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

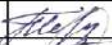

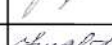

| Назва етапів | Строк виконання етапів | Примітка |
|--|------------------------|----------|
| Вступ | 03.10.2024 | виконано |
| 1 Проблеми знаходження вагонів на під'їзних коліях з точки зору функціонування системи «залізниця – вантажовідправник» | 20.10.2024 | виконано |
| 2 Адаптація організації місцевої роботи дільниці до сучасних умов | 05.11.2024 | виконано |
| 3 Удосконалення місцевої роботи дирекції | 25.11.2024 | виконано |
| 4 Організація місцевої роботи на дільницях залізниць з раціоналізацією використання маневрових засобів | 07.12.2024 | виконано |
| 5 Визначення економічної доцільності удосконалення технології роботи залізничної дільниці | 26.12.2024 | виконано |
| Висновки | 28.12.2024 | виконано |
| Оформлення роботи | 30.12.2024 | виконано |

Студент  Максим ПЕРЕПЕЛИЦЯ

Керівник  Григорій СІКОНЕНКО

Зміст

| | |
|---|----|
| Вступ | 7 |
| 1 Проблеми знаходження вагонів на під'їзних коліях при взаємодії залізниці та вантажовідправника | 12 |
| 2 Адаптація організації місцевої роботи дільниці до сучасних умов | 18 |
| 2.1 Сучасна організація місцевої роботи | 18 |
| 2.2 Існуючі недоліки організації місцевої роботи | 20 |
| 2.3 Зарпонована технологія організації місцевої роботи | 27 |
| 3 Удосконалення місцевої роботи дирекції | 36 |
| 3.1 Поточне планування пропуску транзитних поїздів по дільниці | 36 |
| 3.2 Поточне планування розвезення місцевих вагонів по дільниці | 44 |
| 4 Оптимізація використання маневрових засобів при організації місцевої роботи | 56 |
| 4.1 Основні положення методики комплексної оптимізації маневрової роботи на проміжних станціях | 56 |
| 4.2 Методика розподілу диспетчерських локомотивів між станціями дільниці та встановлення схем обслуговування сусідніх проміжних станцій | 61 |
| 4.3 Оперативне управління місцевою роботою на основі автоматизованих систем у Центрах управління рухом | 66 |
| 5 Визначення економічної доцільності удосконалення технології роботи залізничної дільниці | 68 |
| Висновки | 76 |
| Список використаних джерел | 78 |

| | | | | | | | | | |
|-----------|------|------------|---|-------|---|---------|------|---------|--|
| | | | | | УОУМР.300.00.00.000 ПЗ | | | | |
| Змн. | Лист | № докум. | Підпис | Дата | Удосконалення оперативного управління місцевою роботою дільниці | Літ. | Арк. | Акрушів | |
| Розроб. | | Перепелиця |  | 27.12 | | i | | | |
| Перевір. | | Сіконенко |  | 27.12 | | | 6 | 79 | |
| Н. Контр. | | Малахова |  | 27.12 | | УкрДУЗТ | | | |
| Затв. | | Буцько |  | 27.12 | | | | | |

Вступ

Актуальність теми дослідження. Місцева робота багато в чому характеризує взаємодію вантажної та поїзної роботи. Ця сполучна роль визначає особливість і велике значення місцевої роботи для ефективності використання інфраструктури залізничного транспорту, організації поїзної та вантажної роботи, діяльності станцій і вантажних фронтів.

Якщо планування навантаження вантажів на залізничному транспорті недостатньо враховує можливості своєчасного вивантаження, то часто на станціях вивантаження вагони, що прибули, тривалий час простоюють в очікуванні подавання на вантажні fronti. У тому випадку, коли організація місцевої роботи недостатньо пов'язана з роботою вантажних фронтів, вагони на станції вивантаження прибувають нерівномірно і несвоечасно. Це спричиняє непоправні втрати вивантажувальної спроможності вантажних фронтів і непродуктивний простій вагонів. Максимальні розміри вантажної роботи можуть бути досягнуті за своєчасного надходження вагонів на станції. Для забезпечення цього в роботі розглядаються питання планування навантаження та організації місцевої роботи.

Характер місцевої роботи значною мірою визначається взаємодією вантажної та поїзної роботи, визначає ефективність використання інфраструктури під час організації поїзної та вантажної роботи на станціях і вантажних фронтах. Одна з проблем, що виникають під час коливань обсягів перевезень, полягає в тому, що часто вагони, які прибули під вивантаження, тривалий час простоюють в очікуванні подачі на вантажний фронт через його зайнятість або відсутність вільних маневрових локомотивів. Досвід розв'язання цих питань накопичено в Україні, але кожного разу такі питання потребують уточнень і доопрацювань.

Дослідженням проблем планування перевезень вантажів, організації місцевої та вантажної роботи присвячено праці багатьох учених у різних

країнах світу, які зробили значний внесок у розробку основоположних документів вантажної та комерційної роботи залізничного транспорту.

Водночас робота залізничного транспорту в сучасних умовах свідчить, що для його ефективного використання необхідна відповідність потреб у перевезеннях і можливостей своєчасного вивантаження вагонів, а також створення і підтримання оптимальних умов роботи станцій і вантажних фронтів. Тому у кваліфікаційній роботі визначено оптимальні умови роботи вантажних фронтів, розроблено технологію створення та підтримання оптимальних умов роботи станцій і вантажних фронтів.

Великий внесок у розвиток теорії оперативного планування поїзної і місцевої роботи дільниць внесли роботи д.т.н. Апатцева В.І., Б. дел Ріо, Бодюл В.І., Бородіної А.Ф., Бутько Т.В., Буянова В.А., Данько М.І., Каретникова А.Д., Козлова І.Т., Козлова П.А., Кудрявцева В.А., Лаврухіна О.В., Ломотько Д.В., Некрашевіча В.І., Тишкіна Е.М., Тулупова Л.П., Шапкина І.М., Шарова В.А. і інших дослідників.

У даних роботах проведений глибокий аналіз процесів оперативного управління, запропоновані різні методика планування. Однак в більшості досліджень пропонуються евристичні методика планування, які не дозволяють отримати оптимальне рішення. У більшості зарубіжних методів величина інтервалу дискретизації занадто велика для планування в умовах вітчизняних залізниць. Таким чином, зроблено висновок про необхідність розробки методики поточного планування, в якій були б ліквідовані більшість перерахованих недоліків існуючих моделей.

Актуальність досліджуваної теми. В існуючій системі поточного планування місцевої роботи також має місце ряд завдань, що вимагають подальшого опрацювання: взаємодія планування місцевої роботи дільниці з плануванням поїзної роботи і з плануванням поїздоутворення; оперативне коригування нормативного графіка роботи місцевих поїздів; планування черговості підведення місцевих вагонів на станції з урахуванням розкладу роботи вантажних фронтів. Рішення даних завдань ускладнюється неточністю

інформації про готовність вагонів, одержуваної від базових і опорних станцій.

Рішення проблеми комплексної розробки поточного плану поїзної і місцевої роботи дільниці дозволить раціонально коригувати нормативний графік руху поїздів, раціонально організувати роботу місцевих поїздів на ділянці, забезпечити систему планування поїздуотворення необхідною інформацією. Все це, буде сприяти підвищенню ефективності виконання оперативних планів роботи залізниць.

Метою дослідження є удосконалення процесу розвезення місцевого вантажу на дирекції шляхом розробки методики комплексного поточного планування поїзної і місцевої роботи для дільниць з урахуванням своєчасного виконання вантажних операцій за умови раціонального використання диспетчерських локомотивів.

Досягнення зазначеної мети зумовило необхідність вирішення таких задач:

- розробка методики поточного планування поїзної і місцевої роботи дільниці з урахуванням поточного плану поїздуотворення;
- розробка математичної моделі оптимізації поточного плану місцевої роботи дільниці з можливістю обліку результатів поточного планування пропуску поїздів по дільниці;
- порівняння і аналіз варіантів математичних моделей поточного планування місцевої роботи з розробкою рекомендацій щодо їх застосування на дільницях з різним технічним оснащенням;
- встановлення раціональних схем обслуговування навантажувально – вивантажувальних станцій дільниці диспетчерським локомотивом;
- створення системи оперативного управління роботою диспетчерських локомотивів.

Методи дослідження зумовлені метою даної кваліфікаційної роботи і поставленими в ній завданнями, а також необхідністю найбільш комплексно проаналізувати різні варіанти математичних моделей поточного планування роботи залізничної ділянки. Для цього в кваліфікаційній роботі

використовуються методи математичної логіки, лінійного програмування, методи теорії розв'язання винахідницьких завдань (ТРВЗ).

Елементи наукової новизни роботи полягають у науковому обґрунтуванні методичного комплексу, що включає:

- доопрацювання математична модель поточного планування поїзної і місцевої роботи дільниць, що мають різне технічне оснащення, за умови своєчасного виконання вантажних операцій;

- систематизації умови ефективного застосування різних математичних моделей, способи ув'язування поточного плану поїзної і місцевої роботи дільниці з поточним планом поїздоутворення на технічних станціях;

- обґрунтування закріплення необхідного числа диспетчерських та маневрових локомотивів за навантажувально – розвантажувальними станціями дільниці, які визначаються як опорні, та встановлені схеми раціонального обслуговування сусідніх проміжних станцій, визначені, як малодіяльні.

Практична цінність роботи. На основі розроблених математичних моделей поїзної і місцевої роботи дільниці можлива реалізація комплексної системи поточного планування експлуатаційної роботи залізничних напрямків в ув'язці з плануванням поїздоутворення на технічних станціях; доопрацьована методика оцінки поточного плану роботи залізничної дільниці може бути використана для оцінки оперативних планів поїзної і місцевої роботи, аналізу якості їх виконання; реалізовані в запропонованих математичних моделях принципи розробки плану пропуску поїздів, а також принципи планування розвезення місцевих вагонів по дільниці можуть бути використані для побудови нормативних графіків руху поїздів.

Об'єкт дослідження – організація місцевої роботи дільниці.

Предмет дослідження – процес розвезення місцевого вантажу по дільниці.

Теоретична цінність дослідження полягає в розробці методики комплексного оперативного планування поїзної і місцевої роботи залізничних дільниць, що мають різне колійний розвиток і технічне оснащення.

Публікації. За даними дослідженнями опубліковані тези доповіді на студентській науково – технічній конференції [1].

Висновки

У роботі сформульовані результати виконаного дослідження, пропозиції щодо практичного використання отриманих в роботі висновків і напрямки подальшого дослідження щодо комплексного поточного планування поїзної і місцевої роботи дільниць, а також комплексної оптимізації маневрового обслуговування проміжних станцій.

Основні результати та їх практичне значення полягають в наступному.

1 Для пошуку шляхів оптимізації поточного планування поїзної та місцевої роботи дільниці були розглянуті існуючі методики планування пропуску поїздів по дільниці, розробки нормативного графіка руху поїздів, планування розвезення місцевих вагонів по станціях дільниці. Аналіз існуючих методик показав недостатність вивченні цього питання в частині точних методів планування поїзної і місцевої роботи дільниці.

2 Розроблено алгоритми підготовки вихідних даних і математичні моделі поточного планування пропуску вантажних поїздів для дільниць з різним технічним оснащенням. Проведені розрахунки показали застосовність моделі, заснованої на булевих змінних, для планування пропуску поїздів на дільницях з інтенсивним рухом пасажирських поїздів і на малодіяльних дільницях. На інших дільницях рекомендується використовувати модель, засновану на нецілочисленних змінних.

3 Розроблено алгоритми підготовки вихідних даних за результатами пропуску наскрізних вантажних поїздів для планування розвезення місцевих вагонів по станціях дільниці. Розроблено методику поточного планування, яка заснована на математичній моделі прикріплення вагонів за твердими «нитками» графіка місцевих поїздів. Для випадків, коли планування здійснюється без урахування твердих «ниток» місцевих поїздів, рекомендується застосовувати методику планування, засновану на нецілочисельних змінних і дозволяє будувати «нитки» графіка місцевих поїздів в оперативному режимі. На

дільницях зі значними обсягами місцевої роботи рекомендується застосовувати методику, засновану на відправці вагонів єдиними групами.

4 Проведений аналіз в області організації маневрової роботи на залізничних станціях і дільницях показав, що а умовах падіння обсягу перевізної роботи намітилася тенденція закріплення одного локомотива за декількома проміжними станціями. При цьому приймаються необґрунтовані рішення, які в одних випадках призводять до недостатнього використання маневрових засобів, а в інших - ведуть до збільшення межопераційних простоїв вагонів. Цей стан справ пояснюється відсутністю методичних рекомендацій з раціонального використання маневрових засобів.

5 Розроблено формулу розрахунку мінімально необхідного числа маневрових локомотивів для забезпечення маневрового обслуговуванні вантажних фронтів залізничних станцій дільниці. Крім основних параметрів, що визначаються прямим розрахунком, вона включає а себе коефіцієнт, що враховує раціональний рівень використання маневрових засобів.

6 Розглянуто принципи закріплення маневрових локомотивів за проміжними станціями дільниці, з виділенням їх у ролі опорних. Принципово виділені два способи прикріплення локомотивів до проміжних станцій: за мірою зменшень обсягів маневрової роботи і за принципом формування "блоків станцій". В останньому випадку одночасно встановлюються схеми обслуговування малодіяльних станцій.

7 Розроблені методики рекомендується застосовувати в якості системи підтримки прийняття рішень для поїзного диспетчера і для диспетчера з місцевої роботи. Отримані рішення можуть бути використані при розробці нормативного графіка руху поїздів.

8 Розрахунок сукупного приросту економічного ефекту від впровадження задачі раціонального розвезення місцевого вантажу на дільниці з інтеграцією в АСК ВП УЗ становить 5,16 млн. грн. на п'ятий рік експлуатації.

Список використаних джерел

- 1 Перепелиця М.В. Удосконалення оперативного управління місцевою роботою дільниці. *Збірник матеріалів доп. 84 студентській наук.-техн. конф. УкрДУЗТ. (7–12 грудня 2024 р.)*. Харків : УкрДУЗТ, 2024. С. 104.
- 2 Левін Д. Ю. Організація місцевої роботи. К.: ДБОН "Навчально-методичний центр з освіти на залізничному транспорті". 2013. 612 с.
- 3 Прохорченко А. В., Малахова О. А., Сіконенко Г. М. та ін. Управління експлуатаційною роботою. Графік руху поїздів : навчальний посібник. Харків: УкрДУЗТ, 2021. 263 с.
- 4 Методичні рекомендації начальнику станції щодо організації перевізного процесу : затв. наказом Укрзалізниці від 17.12.2008 № 543-Ц. К. Укрзалізниця. 2008. 495 с.
- 5 Інструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях України ЦД 0053: завт. наказом Укрзалізниці № 1028-ЦЗ від 29 грудня 2004. К.: ДАЗТ, 2005.98 с. 76.
- 6 Статут залізниць України : затв. постановою Кабінету Міністрів України від 6 квітня 1998 р. N 457. Київ Верховна Рада. 1998. 123
- 7 Інструкція з оперативного планування поїзної і вантажної роботи на залізницях України ЦД - 0052 : затв. наказом Укрзалізниці № 969-ЦЗ від 15.12.2004. К.: Укрзалізниця, 2004. 29 с.
- 8 Прилепін Є. В., Харитонов А. В., Шатохін А. А. Автоматизоване поточне планування розвезення та збору місцевих вагонів // *Залізничний транспорт*. 2008. № 11. С. 34-36..
- 9 Смехов А. А. Математичні моделі процесів вантажної роботи. К.: Транспорт, 1982. 256 с.
- 10 International Transport Forum. *Trends in Transport Infrastructure Investment* 1995. 2009, 2011. P.17-20.

- 11 Бородін О.Ф., Москальов О.О., Прилепін Є.В. Автомаїзовані центри управління місцевою роботою // *Залізничний транспорт*. 2004. №6. С. 35-40.
- 12 Гоманков, Ф.С. Автоматизація управління перевезеннями з позиції сучасної теорії [Текст] / Ф.С. Гоманков, М.І.Шамров // *Залізничний транспорт*. 2005. №2. С.65-69.
- 13 Кожанов Є.М. Математичне моделювання процесів залізничного транспорту з використанням булевих змінних // *Modelare matematica optimizare si tahologii informationale*. Materialele Conferintei Internationale Chisinau, 19-21 martie, 2008. Кишинів: Еврика, 2008. С. 58-64.
- 14 Кривошей Б.О. Місцевій роботі - комплексний підхід // *Залізничний транспорт*. 1991. №1. С. 6-9.
- 15 Caprara A. Fischetti M., Toth P. Modeling and solving the train timetabling problem. // *Operations Research*. 2002. 50. P. 851-861.
- 16 Marco E. Lübbecke Uwe T., Zimmermann T. Shunting Minimal Rail Car Allocation. // *In Computational Optimization and Applications*. July 21. 2004. P.33-36.
- 17 Tornquist J., Persson J.A. N – tracked railway traffic rescheduling during disturbances. // *Transportation Research Part B*. 2007. №41. 231 p.
- 18 Поплавський, А.А., Лізунов О.І. Наскрізне оперативне управління поїзною роботою на напрямках // *Залізничний транспорт*. 2007. №1. С. 16-24.
- 19 Регер А.А. Місцевій роботі - високу ефективність // *Залізничний транспорт*. 2005. №4. С. 74 - 75.
- 20 Brannlund U., Lindberg P.O., Nou A., Nilsson J-E. Railway timetabling using lagrangian relaxation. // *Transportation Science*. 1998. 32(4). P. 358-369.
- 21 Балака, Є.І. Оцінка економічної доцільності інвестицій в інноваційні проекти на транспорті : навчальний посібник / Є. І. Балака, О. І Зоріна, І. М. Писаревський та інш. Х: УкрДАЗТ, 2005. 210 с.