

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

На правах рукопису

Мозолевич Григорій Якович

УДК 656.222

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
ЗА РАХУНОК ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ
ПАРАМЕТРІВ ПОЇЗДОПОТОКІВ**

05.22.01 – транспортні системи

Дисертація

на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук

Науковий керівник:

Козаченко Дмитро Миколайович

канд. техн. наук, доцент

Дніпропетровськ – 2011

ЗМІСТ

| | |
|---|---------------|
| ВСТУП | 5 |
| РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОЇЗДОПОТОКІВ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ НАПРЯМКАХ..... | 11 |
| 1.1. Аналіз методів вибору раціональної маси та довжини поїздів..... | 12 |
| 1.2. Методи моделювання роботи залізничних ліній та станцій | 22 |
| 1.2.1. Аналітичне моделювання | 22 |
| 1.2.2. Імітаційне моделювання..... | 24 |
| 1.2.3. Моделювання руху поїздів..... | 29 |
| 1.2.4. Моделі роботи залізничних дільниць та напрямків дальнього зарубіжжя | 32 |
| 1.3. Висновки..... | 36 |
| РОЗДІЛ 2. ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОЇЗДІВ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ НАПРЯМКАХ..... | 37 |
| 2.1. Послідовність та методи проведення досліджень..... | 37 |
| 2.2. Загальна характеристика об'єктів дослідження | 39 |
| 2.2.1. Характеристика залізничних напрямків | 39 |
| 2.2.2. Управління поїзною роботою залізничних напрямків..... | 42 |
| 2.3. Аналіз функціонування оперативно-диспетчерського персоналу, що керує процесом пропуску потоків поїздів..... | 44 |
| 2.4. Дослідження параметрів потоків поїздів, що прямують по напрямкам ... | 47 |
| 2.5. Висновки..... | 57 |
| РОЗДІЛ 3. ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО НАПРЯМКУ | 59 |
| 3.1. Загальна структура імітаційної моделі роботи залізничного напрямку | 60 |
| 3.2. Моделювання вхідного потоку поїздів..... | 63 |
| 3.3. Модель залізничного напрямку..... | 65 |
| 3.3.1. Моделювання руху вантажних поїздів по дільниці..... | 68 |
| 3.3.2. Порядок обслуговування об'єктів | 72 |
| 3.3.3. Інформаційна модель залізничного напрямку | 73 |
| 3.4. Модель технічної станції | 75 |
| 3.4.1. Модель технологічного процесу роботи станції..... | 75 |
| 3.4.2. Інформаційна модель роботи станції | 77 |
| 3.5. Перевірка адекватності сполуки моделей мікро- та макрорівнів | 80 |

| | |
|--------------------|----|
| 3.6. Висновки..... | 82 |
|--------------------|----|

РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ПОЇЗДІВ НА ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ ТА НАПРЯМКІВ.....83

| | |
|--|-----|
| 4.1. Дослідження роботи технічних станцій..... | 84 |
| 4.1.1. Методика дослідження показників станцій..... | 84 |
| 4.1.2. Аналітичний аналіз впливу довжини поїздів на простій на технічних станціях..... | 86 |
| 4.1.3. Аналіз результатів моделювання з використанням ергатичної моделі підсистеми розформування технічної станції..... | 93 |
| 4.1.4. Аналіз результатів моделювання, отриманих при використанні МСУ..... | 96 |
| 4.1.5. Дослідження впливу кількості вагонів у складі поїздів на простій поїздів на технічних станціях на пасажиронапруженому напрямку..... | 100 |
| 4.1.6. Аналіз впливу кількості вагонів у складі поїзда на експлуатаційні витрати станції..... | 102 |
| 4.2. Дослідження роботи залізничних напрямків..... | 105 |
| 4.2.1. Визначення впливу параметрів поїздів на тривалість знаходження на напрямку..... | 105 |
| 4.2.2. Розрахунок показників роботи залізничного напрямку..... | 111 |
| 4.3. Результати розрахунків експлуатаційних витрат по просуванню вагонопотоку..... | 116 |
| 4.4. Висновки..... | 120 |

РОЗДІЛ 5 ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОЇЗДОПОТОКІВ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ НАПРЯМКАХ.....122

| | |
|--|-----|
| 5.1. Математична постановка задачі..... | 123 |
| 5.2. Методика і результати досліджень..... | 127 |
| 5.3. Висновки..... | 135 |

ВИСНОВКИ137

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ141

| | |
|--|-----|
| ДОДАТОК А Техніко-експлуатаційна характеристика станцій напрямків | 155 |
| ДОДАТОК Б Фрагменти файлів з інформаційним масивом, що описує вхідний потік поїздів та моделювання напрямку слідування вагонів у складі..... | 158 |
| ДОДАТОК В Файли вихідних даних МТП залізничного напрямку..... | 159 |
| ДОДАТОК Г Фрагмент результатів моделювання руху окремого поїзда на напрямку Запоріжжя - Джанкой..... | 160 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| ДОДАТОК Д | Результати пошуку залежностей часу ходу вантажного поїзда по перегону від маси составу і довжини перегону в програмі <i>REGRESS</i> | 162 |
| ДОДАТОК Е | Вихідні файли для моделі технічної станції | 163 |
| ДОДАТОК Є | Блок-схема алгоритму програми автоматизованого розрахунку показників технічних станцій «temp» та фрагмент протоколу результатів роботи моделі технічної станції | 196 |
| ДОДАТОК Ж | Статистичні характеристики випадкової величини кількості вагонів m у сформованих поїздах | 198 |

ВСТУП

Актуальність роботи. Сучасні умови функціонування залізничного транспорту України характеризуються постійною зміною структури й обсягів вантажо- та поїздопотоків при наявності резервів пропускної спроможності більшості ділянок залізничних напрямків. В зв'язку з цим зростає важливість проблеми вибору раціональних параметрів маси та довжини поїздів з метою зменшення експлуатаційних витрат залізниці та витрат клієнтів як єдиної синергетичної системи. Залізничний транспорт одночасно працює в ринкових умовах конкуренції з іншими видами транспорту, і в той же час, згідно Закону України про транспорт [1], його головним завданням є своєчасне, повне і якісне задоволення потреб населення та суспільного виробництва в перевезеннях. При цьому залізничний транспорт виступає монополістом в масових перевезеннях видобувної, металургійної та хімічної промисловості. Тому його особливістю є значна частка витрат на утримання інфраструктури, що не залежить від обсягів роботи. Це визначає необхідність пошуку шляхів адаптації залізниць до наслідків коливань вантажопотоків та зміни їх структури.

Визначення раціональних параметрів поїздопотоків є складною оптимізаційною задачею, що не отримала остаточного вирішення і в даний час. У зв'язку з цим тема дисертації, що присвячена удосконаленню пропуску потоків поїздів на залізничних напрямках за рахунок оптимізації вибору їх параметрів, є досить актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у відповідності з пріоритетними напрямками розвитку, що визначені у постанові Кабінету Міністрів України від 16.12.2009 про реформування залізничної галузі та Стратегію розвитку залізничного транспорту до 2020 року, а також пов'язана з НДР, що виконані Дніпропетровським національним університетом залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна: "Аналіз вагонопотоків та розробка рекомендацій

до нормативу з уніфікації маси та довжини поїздів на основних напрямках залізниць України” (№ державної реєстрації 0108U010673), «Розробка тренажера поїзного диспетчера» (№ державної реєстрації 0103U008726), «Удосконалення розподілу сортувальної роботи в залізничних вузлах» (№ державної реєстрації 0107U001826); «Розробка технологічного процесу Одеської залізниці» (№ державної реєстрації 0108U010418); «Анализ действующего порядка и документооборота по учету времени нахождения грузовых вагонов на территории государств СНГ, Латвийской республики, Литовской республики и Эстонской республики при передаче в третьи страны в соответствии правилами эксплуатации, пономерного учета и расчетов за пользование грузовыми вагонами» (№ державної реєстрації 0109U003740); «Розробка методів оцінки ефективності експлуатації на території України вагонних парків власності держав СНД і Балтії в сполученні з третіми країнами» (№ державної реєстрації 0110U000329).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності вантажних перевезень за рахунок вибору раціональних параметрів поїздопотоків на залізничних напрямках. Для досягнення зазначеної мети в дисертації поставлено і вирішено наступні задачі:

- аналіз сучасних напрямків вибору раціональних параметрів поїздопотоків;
- дослідження існуючих параметрів поїздопотоків на залізничних напрямках, визначення взаємозв’язку між ними;
- дослідження впливу управлінської діяльності оперативно-диспетчерського персоналу на показники роботи залізниць;
- розробка системи математичних моделей технічних станцій та залізничного напрямку, а також дослідження з використанням цих моделей впливу параметрів поїздопотоків на показники роботи технічних станцій та напрямків;
- дослідження зміни структури та обсягів вантажопотоків у часі;
- розробка методу визначення раціональних параметрів маси та довжини

поїздів.

Об'єктом дослідження є процес пропуску поїздо- та вагонопотоків на залізничних напрямках.

Предмет дослідження – параметри вантажних поїздопотоків на залізничних напрямках.

Методи дослідження. Методи теорії ймовірності, математичної статистики, регресійного аналізу, математична теорія транспортних потоків використані для визначення існуючих параметрів поїздопотоків на вантажо- та пасажиронапруженому залізничних напрямках, аналізу тривалості знаходження вагонів та составів у різних підсистемах, аналізу структури та обсягів вантажопотоків. Методи імітаційного моделювання, тягових розрахунків, лінійного програмування, факторних експериментів, теорія скінчених автоматів, теорія масового обслуговування, методи теорії логістики були використані для розробки моделі залізничного напрямку та при дослідженнях впливу параметрів поїздопотоків на показники роботи технічних станцій та залізничних напрямків, а також для розробки методу визначення раціональних параметрів маси та довжини составів. Методи векторної оптимізації були використані для визначення раціональних параметрів поїздопотоків.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

Вперше встановлено функціональний зв'язок між зустрічними поїздопотоками по станціям обороту поїзних локомотивів та його математичні характеристики, що дало змогу суттєво підвищити точність моделей залізничних напрямків.

Вперше встановлено, що при оптимізації параметрів поїздопотоків необхідно враховувати, що загальна величина тривалості знаходження поїздів на технічних станціях має дві складові: величина однієї з них залежить тільки від інтенсивності поїздопотоків, іншої – визначається довжиною поїздів, і не врахування цього факту призводить до отримання неоптимальних значень.

Удосконалено модель залізничного напрямку, що на відміну від існуючих, дозволяє досліджувати роботу залізничних станцій та дільниць як єдину синергетичну систему.

Удосконалено метод визначення раціональних параметрів маси та довжини поїздів, який на відміну від існуючих враховує витрати клієнтів залізниць на закупівлю та зберігання вантажів, витрати, що пов'язані із параметрами поїздопотоків, а також зміну обсягів та структури вантажопотоків, і за рахунок цього дозволяє скоротити загальні витрати у логістичному ланцюгу вантажопотоків.

Практичне значення отриманих результатів. Наукові результати, отримані у дисертаційній роботі, а також розроблені моделі та методи можуть бути використані при визначенні раціональних параметрів маси та довжини поїздів на основних напрямках залізничних перевезень.

Розроблено програмне забезпечення, що дозволяє здійснювати імітаційне моделювання та оцінку показників роботи залізничного напрямку, в тому числі локомотивного парку, в умовах зміни обсягів, параметрів та структури поїздопотоків.

Результати роботи використовуються у навчальному процесі при підготовці спеціалістів та магістрів зі спеціальності „Організація перевезень та управління на залізничному транспорті” в дисциплінах „Основи теорії систем та управління”, „Основи теорії транспортних процесів та систем”, «Методики оптимізації техніко-технологічних параметрів залізничних станцій».

Результати впроваджені на ДП «Укрзалізниця». Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами, що наведені у додатках до дисертації.

Особистий внесок здобувача. Всі результати теоретичних та експериментальних досліджень, наведені в роботі, отримані автором самостійно.

Стаття [4] опублікована одноосібно. В роботах, опублікованих у співавторстві, особистий внесок автора полягає у наступному. В роботі [5] удосконалено модель роботи залізничного напрямку, яка враховує особливості роботи як роздільних пунктів так і дільниць між ними. В статтях [6, 8] визначені числові характеристики параметрів поїздопотоків на пасажиронапруженому та вантажонапруженому залізничних напрямках, а також у Дніпропетровському залізничному вузлі. В статті [7] розроблено методику визначення раціональних параметрів маси та довжини поїздів в логістичному ланцюгу вантажопотоків.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися та були схвалені на 66-й, 67-й, 68-й, 69-й, 70-й та 71-й науково-практичних конференціях «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2006-2011 рр.); на IV-й міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем в умовах реформування залізничного транспорту: управління, економіка і технології» (Київ, ДЕТУТ, 2008 р.); на міжнародній науково-практичній конференції «Транспортні зв'язки. Проблеми и перспективи» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2008, 2010 р.); на 9-й міжнародній науковій конференції «Проблеми економіки транспорту» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2009 р.); на V міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми економіки та управління на залізничному транспорті», на наукових семінарах кафедри «Станції та вузли» 2008, 2010 рр. У повному обсязі дисертація доповідалася та була схвалена у Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна на міжкафедральному науковому семінарі (травень 2011 р.).

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 24 наукових праць: 5 наукових статей у фахових виданнях, затверджених ВАК України та 19 тез доповідей на міжнародних та всеукраїнських конференціях.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків і 8 додатків. Повний обсяг роботи – 199 сторінок; з них основного тексту 140 сторінок; рисунків, таблиць, список використаних джерел і додатків 59 сторінок. Список використаних джерел зі 130 найменувань.