

МІНІСТЕРСТВО ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА

На правах рукопису

ЧИБІСОВ ЮРІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ

УДК 656.222

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У ЗАЛІЗНИЧНОМУ ВУЗЛІ
ЗА РАХУНОК ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ
ПОЇЗДОПОТОКІВ ПО ДІЛЯНКАМ ВУЗЛА**

05.22.01 – транспортні системи

Д и с е р т а ц і я

на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Науковий керівник

Нестеренко Галина Іванівна

кандидат технічних наук, доцент

Дніпропетровськ

2012

ЗМІСТ

ВСТУП5

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ ІСНУЮЧОЇ ПРАКТИКИ УПРАВЛІННЯ

ВАГОНО- І ПОЇЗДОПОТОКАМИ**Помилка! Закладку не визначено.**

1.1 Аналіз методів удосконалення організації управління вагоно- і поїздопотокami**Помилка! Закладку не визначено.**

1.2 Аналіз методів підвищення пропускнуої та провізної спроможності ділянок
Помилка! Закладку не визначено.

1.3 Нові підходи в технології управління перевезеннями**Помилка! Закладку не визначено.**

1.4 Класифікація залізничних і транспортних вузлів. Аналіз проблем розвитку вузлів**Помилка! Закладку не визначено.**

1.5 Аналіз методів удосконалення технології перевезень в залізничних вузлах.....**Помилка! Закладку не визначено.**

1.6 Аналіз математичних методів, які використовуються для вирішення багатокритеріальних задач**Помилка! Закладку не визначено.**

1.7 Висновки.....**Помилка! Закладку не визначено.**

РОЗДІЛ 2 ВИБІР НАПРЯКУ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ, ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У ЗАЛІЗНИЧНОМУ ВУЗЛІ **Помилка! Закладку не визначено.**

2.1 Вибір напрямку досліджень**Помилка! Закладку не визначено.**

2.2 Структура, послідовність та методи проведення досліджень ..**Помилка! Закладку не визначено.**

2.3 Загальна характеристика об'єкту дослідження ...**Помилка! Закладку не визначено.**

2.3.1 Дніпропетровський залізничний вузол**Помилка! Закладку не визначено.**

2.3.2 Характеристика Дніпропетровського вузла на сьогоднішній день**Помилка! Закладку не визначено.**

2.4 Аналіз показників роботи залізничного вузла.....**Помилка! Закладку не визначено.**

2.4.1 Аналіз зміни кількісних характеристик потоку поїздів у вузлі**Помилка! Закладку не визначено.**

2.4.2 Аналіз характеристик маси та довжини існуючого поїздопоток**Помилка! Закладку не визначено.**

2.5 Висновки.....**Помилка! Закладку не визначено.**

РОЗДІЛ 3 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ
ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У ЗАЛІЗНИЧНОМУ ВУЗЛІ**Помилка! Закладку не визначено.**

3.1 Розробка математичної моделі визначення раціональних маршрутів руху поїздів на основі векторної оптимізації **Помилка! Закладку не визначено.**

3.2 Побудова економіко-математичної моделі**Помилка! Закладку не визначено.**

3.3 Висновки.....**Помилка! Закладку не визначено.**

РОЗДІЛ 4 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ МАРШРУТІВ РУХУ
ПОЇЗДОПОТОКІВ У МЕЖАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ВУЗЛА**Помилка! Закладку не визначено.**

4.1 Розробка імітаційної моделі розподілу поїздопоток**Помилка! Закладку не визначено.**

4.2 Вихідні дані для визначення раціональних варіантів розподілення поїздопотоків у залізничному вузлі.....**Помилка! Закладку не визначено.**

4.2.1 Моделювання системи регулювання руху поїздів**Помилка! Закладку не визначено.**

4.2.2 Кінцеві автомати для моделювання управління світлофорами**Помилка! Закладку не визначено.**

4.2.3 Функціональна модель залізничних ліній.....**Помилка! Закладку не визначено.**

4.3 Методика визначення експлуатаційних витрат по переміщенню поїздів.....**Помилка! Закладку не визначено.**

4.4 Методика розрахунку елементів експлуатаційних витрат **Помилка! Закладку не визначено.**

4.5 Визначення тривалості руху поїздів по ділянках **Помилка! Закладку не визначено.**

4.6 Визначення витрат механічної роботи при русі поїздів по ділянках **Помилка! Закладку не визначено.**

4.7 Визначення величини витрат при русі поїздів по ділянках **Помилка! Закладку не визначено.**

4.8 Дослідження впливу завантаженості ділянок залізничного вузла на основні показники руху поїздів у вузлі **Помилка! Закладку не визначено.**

4.9 Визначення раціонального розподілу поїздопотоків у залізничному вузлі **Помилка! Закладку не визначено.**

4.10 Висновки **Помилка! Закладку не визначено.**

ВИСНОВКИ **Помилка! Закладку не визначено.**

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ... **Помилка! Закладку не визначено.**

ДОДАТОК А СХЕМИ СТАНЦІЙ ЗАЛІЗНИЧНОГО ВУЗЛА **Помилка! Закладку не визначено.**

ДОДАТОК Б СЕРЕДНЬОДОБОВА КІЛЬКІСТЬ ПОЇЗДІВ

У ЗАЛІЗНИЧНОМУ ВУЗЛІ **Помилка! Закладку не визначено.**

ДОДАТОК В ТЕКСТ ПРОГРАМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ
МАРШРУТІВ РУХУ ПОЇЗДОПОТОКІВ НА ОСНОВІ ВЕКТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ
Помилка! Закладку не визначено.

Модуль U_ Main **Помилка! Закладку не визначено.**

Модуль U_ About **Помилка! Закладку не визначено.**

Модуль U_ Result **Помилка! Закладку не визначено.**

Модуль U_ Way **Помилка! Закладку не визначено.**

Модуль U_ Graph **Помилка! Закладку не визначено.**

Модуль U_ Edit **Помилка! Закладку не визначено.**

Модуль U_ File **Помилка! Закладку не визначено.**

ДОДАТОК Г РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОПУСКУ ПОЇЗДІВ **Помилка!**
Закладку не визначено.

ДОДАТОК Д РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОПУСКУ ПОЇЗДІВ З
УРАХУВАННЯМ НАСИЧЕНОСТІ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ДІЛЯНОК
Помилка! Закладку не визначено.

ДОДАТОК Е РОЗПОДІЛ ПОЇЗДОПОТОКУ У ВІДПОВІДНОСТІ ДО
РОЗРОБЛЕНОГО АЛГОРИТМУ **Помилка! Закладку не визначено.**

ВСТУП

Актуальність теми. В сучасних умовах ринкових відношень життєво необхідний перехід від адміністративних методів управління до економічно обґрунтованих. Безумовно, економічні методи управління підприємствами галузі повинні бути, в першу чергу, впроваджені до системи управління експлуатаційною роботою та до практики організації вагонопотоків як основи експлуатаційної діяльності залізничного транспорту.

Вибір оптимальних маршрутів пропуску поїздів являє собою складну багатофакторну задачу, яка на даний момент не отримала свого кінцевого рішення. Зараз ця задача вирішується диспетчерським персоналом залізниць на основі власного досвіду, як правило, без системного науково-обґрунтованого аналізу. Тобто, на даний момент немає чіткого алгоритму, яким можна користуватися при виборі оптимальних маршрутів.

При цьому, процес вибору оптимальних маршрутів пропуску поїздів на мережі та у залізничному вузлі не враховує зміну експлуатаційних витрат при різкій зміні величини поїздопотоків. У зв'язку з цим тема дисертації, що присвячена удосконаленню пропуску поїздопотоків у залізничному вузлі, є досить актуальною для залізничного транспорту України.

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 технології та методів стратегічного та тактичного управління процесами перевезень вантажів в транспортних вузлах» (№ державної реєстрації 03111U007619).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності пропуску вантажних поїздів у залізничному вузлі за рахунок вибору раціонального розподілу поїздопотоків по ділянках.

Для досягнення зазначеної мети в дисертації необхідно вирішити наступні задачі:

- аналіз сучасних методів організації вагоно- та поїздопотоків;
- дослідження методів вибору оптимальних маршрутів пропуску вантажних поїздів та критеріїв оптимальності маршрутів;
- дослідження існуючих параметрів поїздопотоків у залізничному вузлі, визначення взаємозв'язку між ними;
- аналіз інтенсивності зміни поїздопотоків на протязі року та встановлення параметрів надходження поїздів з парного і непарного напрямків;
- розробка математичного алгоритму для розрахунку оптимальних маршрутів руху поїздопотоків у залізничному вузлі, враховуючи пропускну спроможність колій та існуючий поїздопотік вузла;
- визначення витрат часу, механічної роботи та вартості пропуску вантажних поїздів по ділянках залізничного вузла;
- дослідження впливу завантаженості ділянок залізничного вузла на основні показники руху поїздів у вузлі;
- встановлення раціонального розподілу поїздопотоків у межах вузла, який забезпечує одночасно мінімальний час слідування поїздів та мінімально можливі витрати механічної роботи при русі поїздів.

Об'єктом дослідження є процес пропуску вантажного поїздопотоків у межах залізничного вузла. *Предмет дослідження* – технологія вибору раціональних маршрутів руху вантажних поїздів у межах залізничного вузла.

Методи досліджень. Методи теорії ймовірності, математичної статистики, математична теорія транспортних потоків використані для визначення існуючих параметрів поїздопотоків у залізничному вузлі та для аналізу структури та обсягів вантажопотоків. Методи імітаційного моделювання, тягових розрахунків, лінійного програмування, теорія скінчених автоматів, теорія масового обслуговування,

методи теорії логістики були використані при дослідженнях впливу параметрів поїздопотоків на показники роботи залізничних ділянок. Методи регресійного аналізу використані для удосконалення методики розрахунку експлуатаційних витрат з пробігу поїздів. Теорія графів, векторна оптимізація, теорія вибору та прийняття рішень, методи системного аналізу використані для розробки алгоритму рішення задачі вибору раціональних маршрутів пропуску поїздів у вузлі.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

Вперше задача вибору раціональних маршрутів пропуску поїздів у залізничному вузлі формалізована та вирішена як задача векторної оптимізації, яка, на відміну від існуючих, дозволяє врахувати багатofакторність при прийнятті рішення оперативно-диспетчерським персоналом.

Вперше отримана функціональна залежність між експлуатаційними витратами на пропуск поїздів та часом їх руху в межах залізничного вузла, яка, на відміну від існуючих, дозволяє клієнтам обирати декілька варіантів транспортування вантажу при різній вартості перевезень.

Удосконалено метод розрахунку експлуатаційних витрат для різних типів локомотивів в частині урахування ухилу та режиму тяги, що дозволило підвищити точність розрахунків експлуатаційних витрат на пробіг поїздів в процесі моделювання.

Дістала подальший розвиток імітаційна модель пропуску поїздів на залізничних лініях, яка дозволила отримати оптимальний розподіл поїздопотоків на ділянках залізничного вузла з урахуванням рівня насичення пропускної спроможності ділянок.

Практичне значення отриманих результатів. Наукові результати, отримані у дисертаційній роботі, а також розроблені моделі та методи можуть бути використані при визначенні раціональних маршрутів слідування вантажних поїздопотоків у залізничному вузлі, напрямках та мережі залізниць.

Розроблено програмне забезпечення, що дозволяє здійснювати розподіл поїздопотоків по маршрутам, що одночасно враховує загальний час руху та затрати механічної роботи, при обмеженнях з пропускної спроможності колій та існуючої

величини поїздопотоків між станціями.

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».

Практична значимість отриманих результатів підтверджується відповідними актами впровадження:

- в дослідну експлуатацію на Вузловській та Синельниківській дільницях Дніпропетровської дирекції залізничних перевезень (дільницях, що обслуговують підприємства Дніпропетровського залізничного вузла);

- в навчальний процес при підготовці спеціалістів зі спеціальності 7.100403 «Організація перевезень і управління на залізничному транспорті» при виконанні дипломних проектів.

Акти впровадження наведено в додатках дисертації.

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

У статті [134] розроблено методику визначення оптимальних маршрутів руху на основі векторної оптимізації та запропоновано використання мультиграфів у раціональному розподілі поїздопотоків. В статті [135] визначено числові характеристики параметрів поїздопотоків у Дніпропетровському залізничному вузлі, які використовуються при моделюванні пропуску поїздів.

В статті [136] виконано аналіз існуючих методів управління вагоно- і поїздопотоків. Стаття [137] опублікована одноосібно. В ній запропоновано імітаційну модель для визначення оптимальних маршрутів руху вантажних поїздів на основі векторної оптимізації.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися та були схвалені на 67-й, 68-й, 69-й та 70-й науково-практичних конференціях «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2007, 2008, 2009, 2010); на

міжнародній науково-практичній конференції «Транспортні зв'язки. Проблеми и перспективи» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2008); на 9-й міжнародній науковій конференції «Проблеми економіки транспорту» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2009 р); у Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна на міжкафедральному науковому семінарі (травень 2011 р.). У повному обсязі дисертація доповідалася та була схвалена у Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна на міжкафедральному науковому семінарі 11 жовтня 2011 р.

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 18 наукових праць: 4 наукових статей у фахових виданнях, затверджених ВАК України та 14 тез доповідей у матеріалах і тезах міжнародних та всеукраїнських конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків і 5 додатків. Повний обсяг роботи – 175 сторінок; з них основного тексту 102 сторінки; рисунків, таблиць, список використаних джерел і додатків 73 сторінок. Список використаних джерел зі 155 найменувань.