

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

На правах рукопису

Журавель Ірина Леонідівна

УДК 656.212

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ
ЗА РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ ЇХ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ**

Спеціальність 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Дисертація
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Науковий керівник:
Козаченко Дмитро Миколайович
доктор технічних наук,
професор

Дніпропетровськ – 2015 р.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	5
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМИ ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ	13
1.1 Загальна характеристика вантажних станцій мережі залізниць України.....	13
1.2 Аналіз теорії та існуючих методик оцінки технічного оснащення вантажних станцій і факторів, які на нього впливають.....	15
1.3 Аналіз методів техніко-експлуатаційної оцінки роботи вантажних станцій	33
1.4 Шляхи підвищення ефективності роботи вантажних станцій.....	37
1.5 Висновки до розділу 1	40
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ МЕРЕЖІ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ.....	41
2.1 Структура, послідовність та методи проведення дослідження	41
2.2 Аналіз динаміки зміни показників функціонування вантажних станцій магістрального та промислового залізничного транспорту.....	45
2.3 Аналіз існуючого колійного розвитку вантажних станцій та ефективності його використання.....	59
2.4 Аналіз параметрів функціонування вантажних станцій	69
2.5 Дослідження елементів технологічного процесу та параметрів функціонування промислової вантажної станції	76
2.6 Аналіз основних факторів, які впливають на колійний розвиток вантажних станцій	86
2.7 Висновки до розділу 2	91
РОЗДІЛ 3 УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ОЦІНКИ РОБОТИ ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ.....	93
3.1 Удосконалення методів нормування тривалості операцій на вантажних станціях	93

3.2 Удосконалення функціональної моделі вантажних станцій	106
3.3 Висновки до розділу 3	116
РОЗДІЛ 4 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ	118
4.1 Встановлення допустимої кількості вагонів, які можуть знаходитися на існуючому колійному розвитку вантажної станції	118
4.2 Встановлення залежності між кількістю колій, їх довжиною, колійною ємністю вантажних станцій та характеристиками вагонопотоків, які на них переробляються, з урахуванням зміни структури вагонного парку	121
4.3 Підвищення ефективності роботи вантажної станції шляхом удосконалення конструкції її колійного розвитку	139
4.4 Рекомендації щодо практичного впровадження результатів дослідження	158
4.5 Висновки до розділу 4	160
ВИСНОВКИ	162
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	165
Додаток А Акти про впровадження результатів роботи	189
Додаток Б Принципові схеми вантажних станцій	197
Б.1 Принципові схеми вантажних станцій магістрального та промислового залізничного транспорту	197
Б.2 Розрахунок кількості колій в сортувальному парку вантажної станції	197
Б.3 Принципові схеми портових станцій	198
Б.4 Розрахунок норми допустимої наявності вагонів на припортовій станції	199
Б.5 Принципові схеми секціонування колій станцій	200
Додаток В Показники роботи вантажних станцій магістрального залізничного транспорту	201
В.1 Основні елементи технологічного процесу роботи вантажної станції	201
В.2 Принципова схема розміщення вантажних станцій на ДН 1–3 Придніпровській залізниці	203

В.3 Динаміка зміни середньої кількості вагонів, які знаходяться одночасно на вантажних станціях і їх під'їзних коліях по ДН-1 і ДН-2 Придніпровської залізниці.....	203
В.4 Характеристики середньої кількості вагонів, які знаходяться одночасно на вантажних станціях ДН-1 і ДН-2 Придніпровської залізниці та їх ПК	217
В.5 Елементи тривалості знаходження вагонів на станції НД і її ПК.....	232
Додаток Г Регресійні моделі, які розглянуто у дисертаційній роботі	245
Додаток Д Показники роботи вантажних станцій промислового залізничного транспорту	247
Д.1 Характеристика промислової вантажної станції П.....	247
Д.2 Параметри функціонування промислової вантажної станції П	248
Додаток Е Характеристика потужності колійного розвитку вантажних станцій для забезпечення розміщення можливої максимальної кількості вагонів	253

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВС	– вантажна станція;
ВО	– вантажні операції;
ВФ	– вантажний фронт;
ВК	– витяжна колія;
ГЗК	– гірничо-збагачувальний комбінат;
ДН	– дирекція залізничних перевезень;
МК	– металургійний комбінат;
ТІС	– «ТРАНСІВЕСТСЕРВІС»;
ЗК	– залізорудний концентрат;
АСК	– автоматизована система керування;
СЦБ	– сигналізація, централізація та блокування;
ПК	– під’їзна колія;
НРР	– навантажувально-розвантажувальні роботи;
ПВС	– промислова вантажна станція;
ПР	– промисловий район;
СП	– сортувальний парк;
СГ	– сортувальна гірка;
ВП	– вантажний пункт;
ПВК	– приймально-відправна колія;
СК	– сортувальна колія;
СВК	– сортувально-відправна колія;
ВР	– вантажний район;
ПС	– портова станція;
СС	– сортувальна станція;
ГРП	– графік руху поїздів;
УЗ	– Укрзалізниця (Державна адміністрація залізничного транспорту України);

РУ	– елемент маневрового напіврейса «розгін – уповільнення»;
РПУ	– елемент маневрового напіврейса «розгін – рух з постійною швидкістю – уповільнення»;
СМО	– система масового обслуговування;
ЕОМ	– електронно-обчислювальна машина;
ТП	– технологічний процес;
СА	– скінченний автомат;
ДО	– форма звітності щодо виконання показників перевізного процесу на залізничному транспорті;
АСК ВП УЗ-Є	– автоматизована система керування вантажними перевезеннями на залізницях України-Єдина;
ТО	– технічний огляд вагонів;
КО	– комерційний огляд вагонів.

ВСТУП

Актуальність теми. Залізничний транспорт є основою транспортної системи України, тому ефективність його роботи суттєво впливає на функціонування економіки всієї країни. Внаслідок переорієнтації економіки України на сировинний експорт зросло завантаження напрямків на порти Одеського регіону, а також суттєво збільшилося навантаження як на станції магістрального залізничного транспорту, які обслуговують підприємства металургійної та видобувної промисловості, так і на промислові станції відповідних підприємств, що вимагає забезпечення їх сталої роботи. Як показує аналіз, понад 50 % обігу вагони перебувають на станціях виконання вантажних операцій і на під'їзних коліях. У цьому зв'язку підвищення ефективності роботи вантажних станцій магістрального та промислового залізничного транспорту за рахунок удосконалення їх колійного розвитку являє собою важливе науково-практичне завдання. Таким чином, тема дисертації, яка присвячена вирішенню цього завдання, є досить актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у відповідності до пріоритетних напрямків розвитку залізничної галузі, які визначені Транспортною стратегією України на період до 2020 р. (схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20. 10. 2010 р. за № 2174-р) [186], а також пов'язана з науково-дослідними роботами, що виконані Дніпропетровським національним університетом залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна: «Розробка і аналіз варіантів будівництва зовнішньої під'їзної залізничної колії подачі металевих брухту ТОВ «МЗ «Дніпроспецсталь» (№ держреєстрації 0108U008053), «Удосконалення методів оцінки та підвищення функціональної безпеки в експлуатаційній роботі на залізницях» (№ держреєстрації 0112U003560), «Аналіз відповідності технічного оснащення залізничного транспорту ВАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг» існуючим та перспективним обсягам роботи» (№ держреєстрації 0111U009657), «Удосконалення методики оперативного управління сортувальним процесом на станціях» (№ держреєстрації 0108U000642), «Розробка технологічного

процесу Одеської залізниці» (№ держреєстрації 0108U010418), «Розробка вимог до інфраструктури залізничного транспорту та удосконалення методів її експлуатації в умовах розділення парку вантажних вагонів» (№ держреєстрації 0114U002544), «Формування підходів щодо покращення використання вантажних вагонів та оперативного управління просуванням вагонопотоків в міжнародних перевезеннях» (№ держреєстрації 0115U002423), у яких автор дисертації є виконавцем і автором звітів.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності роботи вантажних станцій магістрального та промислового залізничного транспорту за рахунок удосконалення їх колійного розвитку в умовах зміни обсягів і характеру вагонопотоків, а також структури парку вантажних вагонів.

Поставлена мета досягається в результаті вирішення таких завдань:

- аналіз проблем функціонування вантажних станцій магістрального та промислового залізничного транспорту України та наукових методів підвищення ефективності їх роботи;
- аналіз динаміки зміни показників функціонування вантажних станцій магістрального й промислового залізничного транспорту та встановлення основних факторів, які впливають на ефективність їх роботи;
- удосконалення методу визначення тривалості маневрових пересувань для врахування обмежень швидкості руху на окремих елементах прямування составів (окремих стрілочних переводах, стрілочних зонах, коліях);
- удосконалення функціональної моделі вантажних станцій магістрального та промислового залізничного транспорту для визначення техніко-експлуатаційних показників їх роботи;
- удосконалення методів визначення раціональних параметрів колійного розвитку вантажних станцій;
- розробка пропозицій щодо вдосконалення колійного розвитку існуючих вантажних станцій магістрального та промислового залізничного транспорту для підвищення ефективності їх експлуатації.

Об'єктом дослідження є процес функціонування вантажних станцій магістрального та промислового залізничного транспорту.

Предмет дослідження – взаємозв'язки конструкційних і технологічних параметрів вантажних станцій з показниками ефективності їх функціонування.

Методи дослідження. Математична статистика та кореляційний аналіз використані для аналізу динаміки зміни показників функціонування вантажних станцій і встановлення основних факторів, які впливають на ефективність їх роботи.

Теорія маневрової роботи застосована для удосконалення методу визначення тривалості маневрових пересувань з урахуванням обмежень швидкості руху на окремих елементах прямування составів.

Теорія скінченних автоматів, теорія масового обслуговування та теорія об'єктно-орієнтованого аналізу – для удосконалення функціональної моделі вантажних станцій магістрального та промислового залізничного транспорту для визначення техніко-експлуатаційних показників їх роботи.

Теорія ймовірностей, регресійний аналіз та методи техніко-економічного аналізу використані для удосконалення методів визначення раціональних параметрів колійного розвитку вантажних станцій.

Методи економіко-математичного моделювання, техніко-експлуатаційного аналізу та імітаційне моделювання використані для розробки пропозицій щодо розвитку існуючих вантажних станцій магістрального та промислового залізничного транспорту для підвищення ефективності їх експлуатації.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у вирішенні актуального науково-практичного завдання підвищення ефективності роботи вантажних станцій за рахунок удосконалення їх колійного розвитку, для чого у дисертації:

1) вперше отримано комплексні залежності кількості колій, їх довжини та колійної ємності вантажних станцій від характеристик вагонопотоків, які на них переробляються, що дозволяє врахувати зміни в структурі вагонного парку;

2) удосконалено метод оцінки відповідності ємності колійного розвитку вантажних станцій вагонопотокам, які на них переробляються, шляхом використання ймовірнісних методів, що, на відміну від існуючих підходів, дозволяє оцінювати використання колійного розвитку з урахуванням нерівномірності перевезень;

3) удосконалено метод нормування тривалості маневрових пересувань шляхом врахування обмежень швидкості руху на окремих елементах маршруту прямування состава, який, на відміну від існуючих підходів, дозволяє оцінювати вплив умов виконання маневрів та стану колійного розвитку на тривалість маневрових пересувань;

4) удосконалено модель функціонування вантажної станції за рахунок формалізації об'єктів сумісно з їх поведінкою, що, на відміну від існуючих моделей, дозволяє представляти функціонування окремих об'єктів незалежно від роботи інших елементів вантажних станцій та створювати на їх основі бібліотеки типових елементів технологічних процесів.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновані методи реалізовано у комп'ютерній програмі «Норми часу на маневрові операції» для вдосконалення аналітичного методу нормування тривалості маневрових напіврейсів шляхом врахування наявних обмежень швидкості руху на окремих стрілках, стрілочних зонах і коліях (свідectvo про державну реєстрацію авторських прав на комп'ютерну програму № 58932).

Основні результати дисертаційної роботи використані для вдосконалення роботи промислової станції металургійного заводу та станцій «ТРАНСІНВЕСТСЕРВІС», прийняті до впровадження в службах перевезень і комерційної та вантажної роботи, а також на вантажних станціях Придніпровської залізниці. Результати роботи використовуються в навчальному процесі під час підготовки спеціалістів і магістрів спеціальності 7.07010102 (8.07010102) «Організація перевезень та управління на залізничному транспорті» ДНУЗТ за дисциплінами «Вантажні перевезення», «Залізничні станції та вузли» та «Управління експлуатаційною роботою».

Наукові положення, висновки та рекомендації, а також розроблені моделі та методи можуть бути використані в системах підтримки прийняття рішень для оцінки варіантів удосконалення конструкції та технології роботи вантажних станцій, а також для прогнозування показників їх функціонування за різного рівня технічного оснащення, клієнтури та структури вагонопотоку.

Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами, що наведені у додатку А до дисертації.

Особистий внесок здобувача. Усі результати теоретичних і експериментальних досліджень, які наведені в роботі, отримані автором самостійно. Стаття [55] опублікована без співавторів. В роботах, опублікованих у співавторстві, особистий внесок автора полягає у наступному: у статті [51] запропоновано умову, за якої є доцільним зменшення ємності колійного розвитку сортувального парку вантажної станції; у статті [54] запропоновано секціонувати колії промислової вантажної станції з метою підвищення ефективності її функціонування та використовувати для нормування тривалості маневрових пересувань розроблену програму, яка враховує наявність обмеження швидкості руху на окремих елементах станції; у статті [56] автором обрано варіанти спеціалізації колій в сортувальному парку за різних варіантів колійного розвитку; у роботі [79] автором розроблено бібліотеку типових елементів технологічного процесу вантажних станцій з метою вдосконалення програмного комплексу, який дозволяє у автоматизованому режимі розробляти технологію роботи та скоротити витрати часу на отримання техніко-експлуатаційної оцінки станцій; у роботі [73] автором вдосконалено аналітичний метод нормування напіврейсів маневрових пересувань для імітаційного моделювання роботи вантажних станцій шляхом врахування наявних обмежень швидкості руху на окремих стрілочних переводах, стрілочних зонах і коліях, що реалізовано в [14]; у роботі [134] автором виконано імітаційне моделювання роботи вантажної станції у вузлі та за його результатом визначено показники її роботи.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися та були схвалені на II і V Міжнародних наукових конференціях «Проблеми економіки транспорту» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2002 і 2006 р.); на 68, 70, 73, 74 і 75-й Міжнародних науково-практичних конференціях «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2008, 2010, 2013, 2014 і 2015 рр.); II Міжнародній науково-практичній конференції «Інтеграція України в міжнародну транспортну систему» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2010 р.); II і III Міжнародних науково-практичних конференціях «Перспективи взаємодії залізниць та промислових підприємств» (Моршин / Кострина / Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2012 і 2013 рр.); науково-практичній конференції «Розвиток теорії та практики функціонування залізничних станцій та вузлів

(Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2014 р.), міжкафедральному науковому семінарі «Вдосконалення експлуатаційної роботи» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2009 р.) і наукових семінарах кафедри «Управління експлуатаційною роботою» ДНУЗТ 2006–2015 р. У повному обсязі дисертація доповідалась і була схвалена у Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна на міжкафедральному науковому семінарі (2015 р.)

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 27 наукових праць, з них 7 наукових статей у фахових виданнях, що входять до переліку, затвердженого Департаментом атестації кадрів МОН України (в т. ч. 1 стаття у виданні, що включене до міжнародних баз даних), 1 авторське свідоцтво, 2 статті в інших виданнях і 17 тез доповідей на наукових конференціях.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків і 6 додатків. Повний обсяг роботи складає 257 сторінок; з них основний текст на 148 сторінках, 17 рисунків і 3 таблиці на 16 сторінках, список використаних джерел зі 220 найменувань на 24 сторінках, додатки на 69 сторінках.