

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

На правах рукопису

Малашкін Вячеслав Віталійович

УДК 656.212

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ
ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ
ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ**

Спеціальність 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Дисертація
на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Науковий керівник:
Бобровський Володимир Ілліч
доктор технічних наук,
професор

Дніпропетровськ – 2012 р.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ	11
1.1 Напрямки підвищення ефективності функціонування залізничних станцій	11
1.2 Проблеми оцінки залізничних станцій.....	13
1.3 Аналіз методів моделювання колійного розвитку залізничних станцій	17
1.4 Аналіз методів функціонального моделювання залізничних станцій	25
1.5 Висновки по розділу 1	40
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ УКРАЇНИ.....	41
2.1 Постановка задачі підвищення ефективності функціонування залізничних станцій	41
2.2 Аналіз технічного забезпечення сортувальних станцій України	43
2.3 Аналіз сучасного стану вантажних станцій.....	55
2.4 Висновки по розділу 2.....	59
РОЗДІЛ 3 АВТОМАТИЗОВАНИЙ СИНТЕЗ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ І КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА КОНСТРУКЦІЇ ЇХ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ	60
3.1 Загальні принципи формування системи структурно-параметричних моделей станцій.....	61
3.2 Формалізація і автоматизований синтез скорочених з'єднань	64
3.3 Формалізація і автоматизований синтез спеціалізованих стрілочних вулиць	67
3.4 Автоматизоване формування системи геометричних моделей плану станції	80
3.5 Комплексна оцінка планів колійного розвитку залізничних станцій.....	103
3.6 Висновки по розділу 3.....	118

РОЗДІЛ 4 ФУНКЦІОНАЛЬНА ЕРГАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СТАНЦІЇ ДЛЯ ОЦІНКИ КОНСТРУКЦІЇ ЇЇ КОЛІЙНОГО РОЗВИТКУ І ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ	121
4.1 Загальні принципи побудови функціональної моделі станції	121
4.2 Структура функціональної ергатичної моделі станції	123
4.3 Модель керування переміщенням рухомого складу	126
4.4 Інформаційна модель станції.....	130
4.5 Імітаційне моделювання роботи станції з використанням її ергатичної моделі.....	134
4.6 Регенеративний метод функціонального моделювання станцій	142
4.7 Висновки по розділу 4.....	149
РОЗДІЛ 5 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ ЗА РАХУНОК ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ЧЕРГОВОСТІ ВИКОНАННЯ РЕКОНСТРУКТИВНИХ ЗАХОДІВ	151
5.1 Ідентифікація функціональної моделі станції	151
5.2 Оцінка адекватності моделі	159
5.3 Проблеми техніко-економічного керування на залізничному транспорті.....	162
5.4 Методика визначення раціональної черговості виконання реконструктивних заходів на станції	167
5.5 Кількісна оцінка техніко-технологічних показників станції на основі її функціонального ергатичного моделювання	171
5.6 Висновки по розділу 5.....	180
ВИСНОВКИ	182
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	185

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ГМКР – геометрична модель колійного розвитку

ГС – граничний стовпчик

ЕОМ – електронно-обчислювальна машина

ІМ – інформаційна модель станції

ЛД – людина-диспетчер

МЗД – модель зайняття колійних ділянок

МКПРС – модель керування пересуванням рухомого складу

МКР – модель колійного розвитку станції

МТП – модель технологічного процесу

ОВМ – особо, що виконує моделювання

ОДП – оперативно-диспетчерський персонал

СА – скінчений автомат

СМО – система масового обслуговування

ФМС – функціональна модель залізничної станції

ВСТУП

Актуальність теми. На сучасному етапі розвитку економіки України залізничний транспорт зберіг за собою роль основного перевізника, продовжуючи виконувати 84% вантажних та 38% пасажирських перевезень. В умовах жорсткої конкуренції з іншими видами транспорту перед залізницями постає складна задача постійної підтримки ринкової привабливості за рахунок підвищення якості транспортного обслуговування та зменшення його вартості. Залізничні станції є одним з основних елементів в системі організації перевізного процесу, тому рішення поставленої задачі потребує реалізації ефективних заходів, направлених на комплексне удосконалення їх роботи. Особливої уваги при цьому вимагають питання визначення раціональної конструкції колійного розвитку залізничних станцій, що є одним з найбільш значимих факторів, які впливають на техніко-експлуатаційні показники функціонування станцій.

При проектуванні нової станції або реконструкції існуючої однією з основних задач, які необхідно вирішити, є визначення доцільного технічного оснащення та вибір раціональної конструкції її горловин. При цьому найбільші труднощі викликає отримання достовірної кількісної та якісної оцінки кожного з можливих варіантів конструкції колійного розвитку. Ефективним засобом рішення вказаної задачі є імітаційне моделювання та методи аналізу і синтезу станцій у поєднанні з використанням сучасних засобів обчислювальної техніки. В цьому зв'язку підвищення ефективності функціонування залізничних станцій за рахунок визначення раціональних техніко-технологічних параметрів на основі науково обґрунтованих методів комплексної оцінки їх технічного забезпечення та технології роботи представляє собою важливу науково-практичну задачу. Таким чином, тема дисертації, що присвячена вирішенню даної задачі, є досить актуальною.

Зв'язок теми з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у відповідності з пріоритетними напрямками розви-

тку залізничної галузі, які визначені у Транспортній стратегії України до 2020 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010), а також пов'язана з НДР, що виконані Дніпропетровським національним університетом залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна: «Автоматизація проектування залізничних станцій» (договір №43.00.05.06, № ДР 0105U001800), «Удосконалення конструкції та технології роботи сортувальних комплексів на станціях» (договір №43.02.09.10, № ДР 0109U000480), «Будівництво електрометалургійного заводу і загальнозаводських об'єктів (ЗАТ «КНВЕМЗ»», «Розробка імітаційної моделі та визначення пропускнуої спроможності станції Промислова та під'їзних колій» (договір №43.19.09.10, № ДР 0110U003344), та НДР, виконані НВП «Укртранскад» Східного наукового центру Транспортної академії України: «Розробка і аналіз варіантів будівництва зовнішньої під'їзної залізничної колії подачі металевих брухту ТОВ «МЗ «Дніпросталь» (№ ДР 0108U008053), «Розробка технологічного процесу роботи під'їзної колії ТОВ «Трансінвестсервіс» (договір №62, № ДР 0110U003345), по яких автор є виконавцем та автором звітів.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності функціонування залізничних станцій за рахунок визначення раціональних техніко-технологічних параметрів на основі науково обґрунтованих методів комплексної оцінки їх технічного забезпечення та технології роботи. Поставлена мета досягається в результаті вирішення наступних задач:

- Аналіз сучасних методів дослідження та оцінки ефективності функціонування залізничних станцій.
- Дослідження технічного стану залізничних станцій України у сучасних умовах розвитку залізниць.
- Удосконалення структурно-параметричних моделей і методів автоматизованого синтезу колійного розвитку залізничних станцій.
- Розробка процедури комплексної оцінки конструкції колійного розвитку станцій.

- Розробка регенеративного методу функціонального моделювання залізничних станцій.
- Удосконалення функціональної моделі залізничних станцій, яка призначена для отримання кількісної оцінки їх техніко-технологічних параметрів. Ідентифікація моделі та оцінка її адекватності.
- Формалізація та вирішення задачі вибору раціональної черговості виконання реконструктивних заходів, спрямованих на підвищення ефективності функціонування залізничних станцій.

Об'єктом дослідження є процес функціонування залізничних станцій.

Предметом досліджень є вплив конструкції та технології роботи залізничних станцій на техніко-експлуатаційні та техніко-економічні показники їх функціонування.

Методи дослідження. Математична статистика та кореляційний аналіз використані для оцінки існуючого технічного оснащення залізничних станцій України та технології обробки вантажних поїздів.

Теорія графів, методи аналітичної і обчислювальної геометрії використані для побудови, аналізу і перетворення геометричних моделей колійного розвитку станцій.

Теорія прийняття рішень на основі кількісної інформації про відносну важливість критеріїв використана для визначення раціональних проектних рішень щодо конструкції колійного розвитку залізничних станцій.

Теорія графів, методи імітаційного моделювання, теорія масового обслуговування, теорія скінчених автоматів використані для розробки ергатичних функціональних моделей станцій.

Методи динамічного програмування використані для розробки методу визначення раціональної черговості проведення реконструктивних заходів, спрямованих на удосконалення техніко-технологічних параметрів залізничних станцій.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

- вперше розроблено регенеративний метод функціонального моделювання залізничних станцій, який дозволяє отримувати оцінку їх техніко-технологічних параметрів з заданою точністю при мінімальних обсягах моделювання;
- удосконалено структурно-параметричні моделі та методи автоматизованого синтезу колійного розвитку станцій, що, на відміну від існуючих, дозволяють аналізувати великі залізничні станції, в тому числі розташовані на кривих ділянках;
- удосконалено ергатичну модель залізничної станції, що, на відміну від існуючої, забезпечує її синхронну адаптацію до поточного стану станції і за рахунок цього дозволяє особі, яка виконує моделювання, забезпечити адекватність процесу керування та істотно скоротити витрати часу на моделювання;
- удосконалено метод комплексної техніко-економічної оцінки проектних рішень при будівництві чи реконструкції залізничних станцій, який дозволяє на основі методу динамічного програмування визначати раціональну черговість реконструктивних заходів.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновані методи та алгоритми реалізовано у вигляді програмних комплексів для ЕОМ «Програмний комплекс для моделювання технологічних процесів транспортних об'єктів на базі сітьових графіків» (свідоцтво про державну реєстрацію авторських прав на твір № 32786) та «Построитель сетки плана-графика работы станции» (свідоцтво про державну реєстрацію авторських прав на твір № 33139). Наукові результати, отримані у дисертаційній роботі, а також розроблені моделі та методи можуть бути використані при створенні автоматизованих систем підтримки прийняття рішень для оцінки варіантів удосконалення конструкції, технології роботи та системи керування станцій, також в проектних бюро та технічних відділах залізничних станцій для побудови планів їх колійного розвитку. Функціональні моделі залізничних станцій, побудовані

на основі розробленої методики, доцільно використовувати для прогнозування показників функціонування залізничних станцій у різних умовах роботи. В даний час отримані результати використані:

- При розробці рекомендацій щодо удосконалення конструкції та технології роботи парної підсистеми розформування станції Нижньодніпровськ-Вузол Придніпровської залізниці.
- При проектуванні промислової сортувальної станції Металургійного заводу «Дніпросталь».
- При розробці технологічного процесу роботи під'їзної колії ТОВ «Трансінвестсервіс».
- В учбовому процесі при виконанні лабораторних робіт студентами факультету «Управління процесами перевезень» ДНУЗТу з використанням ергатичної моделі станції.

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

Особистий внесок здобувача. Всі результати теоретичних та експериментальних досліджень, що наведені у роботі, отримані автором самостійно. Статті [65, 66] опубліковані без співавторів. В роботах, опублікованих у співавторстві, особистий внесок автора полягає у наступному: в роботі [17] автором розроблено вхідну модель, яка забезпечує графічний ввід схеми станції в ЕОМ, в статті [18] автором розроблені модулі функціональної моделі станції для отримання комплексної оцінки її техніко-технологічних параметрів; в статті [19] розроблено методику автоматизованого синтезу великих залізничних станцій на основі сімейства геометричних моделей.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися та були схвалені на 65-й, 66-й, 67-й, 68-й та 70-й Міжнародних науково-практичних конференціях «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2005, 2006, 2007, 2008, 2010 і рр.); на 4-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 та перспективи» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2008 р.); на II Міжнародній науково-практичній конференції «Інтеграція України в міжнародну транспортну систему» (Дніпропетровськ, ДНУЗТ, 2010 р.); на наукових семінарах кафедри «Станції і вузли» ДНУЗТ 2006-2011 рр. У повному обсязі дисертація доповідалась і була схвалена у Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна на міжкафедральному науковому семінарі (2012 р.).

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 16 наукових праць, з них 1 монографія, 4 науково-технічних статі у фахових виданнях, затверджених ВАК України та 11 тез доповідей на наукових конференціях.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаної літератури і шести додатків. Повний обсяг роботи складає 232 сторінки, з яких основний зміст викладено на 180 сторінках, що містять 57 рисунків та 12 таблиць; список використаних джерел складається з 143 найменувань, викладених на 15 сторінках.