

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Демченка Євгена Борисовича

«Підвищення ефективності функціонування сортувальних комплексів станцій в умовах змінної інтенсивності вхідного потоку поїздів»,

що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

В сучасних умовах ринкової економіки одним з основних факторів забезпечення високої ефективності роботи залізничного транспорту є мінімізація витрат, пов'язаних з переробкою вагонів. У цьому зв'язку набувають важливості питання подальшого розвитку сортувальних комплексів, які є одним з головних елементів станцій, що забезпечують процес переробки вагонопотоків. Удосконалення конструкції і технології роботи сортувальних комплексів дозволить підвищити їх продуктивність, зменшити простій вагонів на станціях і за рахунок цього прискорити доставку вантажів, скоротити обіг вагонів та їх необхідний парк. Крім того, це буде сприяти подальшому покращенню економічних показників роботи станцій, в першу чергу, за рахунок зниження собівартості переробки вагонів.

В теперішній час функціонування сортувальних комплексів станцій характеризується значною нерівномірністю надходження поїздів в розформування. Вказані коливання вхідного потоку суттєво впливають на показники роботи станцій та мають бути враховані при оперативному керуванні сортувальним процесом. Таким чином, тема дисертації Демченка Є. Б., що присвячена удосконаленню конструкції та технології роботи сортувальних комплексів станцій з метою підвищення ефективності їх роботи в умовах змінної інтенсивності вхідного потоку поїздів є досить актуальною.

Слід відзначити, що виконані дослідження відповідають пріоритетним напрямкам розвитку залізничної галузі, які визначені у Транспортній стратегії України до 2020 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 №2174-р).

НАУКОВА НОВИЗНА РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

Поставлена у дисертації наукова задача вирішувалась із коректним застосуванням методів теорії масового обслуговування, планування експериментів, математичної статистики, оптимізації, імітаційного моделювання та ін.

Запропонований здобувачем підхід до вирішення наукової задачі підвищення ефективності сортувального процесу на станціях є новим напрямком у визначенні раціональної інтенсивності розформування составів на гірках для скорочення експлуатаційних витрат станцій на переробку вагонопотоків.

Автором вперше формалізовано процес функціонування сортувального комплексу станції як системи масового обслуговування з керованою інтенсивністю обслуговування вимог, а також розроблено процедуру вибору для кожного состава раціональної швидкості розпуску в залежності від довжини черги готових до розформування составів у парку приймання, що дозволяє підвищити ефективність процесу переробки вагонопотоків на станціях.

Для реалізації розробленої процедури керування швидкістю розпуску в роботі досліджено та обґрунтовано можливість застосування для розформування составів сортувальної гірки з двома горбами різної висоти, оперативний вибір яких дозволяє зменшувати витрати на розформування составів при низькій інтенсивності вхідного потоку поїздів та скорочувати їх простій в умовах збільшення черги составів в розформування.

З метою визначення показників сортувального процесу автором удосконалено імітаційну модель процесу розформування составів на сортувальних гірках за рахунок доповнення її модулем, який імітує роботу маневрового тепловоза в процесі розпуску состава, що, на відміну від існуючих моделей, дозволяє визначати витрати палива гірковим локомотивом та початкову швидкість кожного відчепа в момент його відриву на вершині гірки.

В роботі також удосконалено імітаційну модель процесу функціонування сортувального комплексу станції за рахунок реалізації можливості оперативного вибору швидкості розпуску для кожного состава, що дозволило автору отримати комплексну оцінку ефективності сортувального процесу в умовах змінної інтенсивності вхідного потоку поїздів.

ОБГРУНТОВАНІСТЬ ТА ДОСТОВІРНІСТЬ НАУКОВИХ ПОЛОЖЕНЬ

Обгрунтованість та достовірність результатів, отриманих у дисертації, підтверджується використанням системного підходу до вирішення поставленої задачі та коректним використанням сучасного математичного апарату.

Достовірність отриманих результатів підтверджується збіжністю результатів імітаційного моделювання розформування составів та даних натурних спостережень, а також виконаною оцінкою ефективності розробленої процедури керування швидкістю розформування потоку составів на сортувальній гірці. На підставі цього можна вважати, що представлені розробки і рекомендації обгрунтовані достатньо повно.

ПРАКТИЧНА ЗНАЧИМІСТЬ ОСНОВНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ

Наукові результати, отримані у дисертаційній роботі, висновки та рекомендації, а також розроблені моделі та процедури можуть бути використані для оперативного керування процесом розформування составів на сортувальних станціях. На основі розробленої методики керування розформуванням составів може бути побудована автоматизована система підтримки прийняття рішень оперативно-диспетчерським персоналом станції.

Основні результати і розроблені наукові підходи використані та впроваджені при виконанні науково-дослідних робіт, а також у навчальному процесі Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна при підготовці спеціалістів та магістрів зі спеціальності «Організація перевезень і управління на залізничному транспорті».

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

ПОВНОТА ОПРИЛЮДНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ В ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЯХ ТА НА НАУКОВИХ КОНФЕРЕНЦІЯХ

Основні положення дисертаційної роботи з достатньою повнотою викладені у 33 наукових працях: 1 монографії, 8 наукових статтях, з яких 1 стаття в іноземному виданні, включеному до наукометричної бази *Scopus*, 4 статтях у фа-

хових виданнях, затверджених Департаментом атестації кадрів МОН України та включених до міжнародних наукометричних баз, 3 статтях в інших виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз, та 24 тезах доповідей у матеріалах і тезах конференцій. В дисертації та авторефераті чітко визначений особистий внесок здобувача в роботах зі співавторами. Основні положення дисертації отримали необхідну апробацію на 19-ти науково-технічних конференціях.

ІДЕНТИЧНІСТЬ ЗМІСТУ АВТОРЕФЕРАТУ ТА ОСНОВНИХ ПОЛОЖЕНЬ ДИСЕРТАЦІЇ

Зміст дисертації, її основні положення, результати та висновки у повній мірі відображені в авторефераті. Зміст автореферату та дисертації ідентичні.

АНАЛІЗ ЗМІСТУ ДИСЕРТАЦІЇ

Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та двох додатків; її зміст цілком відповідає меті дослідження.

Повний обсяг роботи складає 154 сторінки, з яких основний текст викладено на 124 сторінках, що містять 29 рисунків та 21 таблицю; список використаних джерел складається зі 169 найменувань, викладених на 20 сторінках.

Вступ містить загальну характеристику роботи згідно з існуючими вимогами ДАК МОН України.

У **першому** розділі виконано аналіз сучасних напрямків підвищення ефективності роботи сортувальних комплексів станцій.

Проведений аналітичний огляд літератури показав, що значна частина публікацій присвячена вирішенню проблеми підвищення переробної спроможності сортувальних комплексів станцій. Проте в сучасних умовах першочерговими стають проблеми скорочення експлуатаційних витрат, пов'язаних з розформуванням составів вантажних поїздів.

Відмічено, що в теперішній час вирішення вказаної проблеми проводиться за кількома основними напрямками: концентрація переробки вагонопотоків; приведення потужності, переробної спроможності та експлуатаційного штату сортувальних комплексів у відповідність обсягам роботи; удосконалення конс-

труктивно-технологічних параметрів сортувальних пристроїв; впровадження ресурсозберігаючих технологій переробки вагонопотоків; визначення раціональних режимів функціонування підсистем розформування; комплексна автоматизація сортувального процесу.

Проведений аналіз дозволив сформулювати мету дисертаційного дослідження, яка полягає в скороченні експлуатаційних витрат станцій за рахунок вибору раціональних технічних засобів та технології розформування составів. На основі цього в кінці розділу сформульовані задачі дисертаційного дослідження.

В *другому* розділі виконано аналіз параметрів вхідного потоку поїздів в розформування, а також технічного оснащення та показників роботи сортувальних комплексів залізничних станцій України.

Як показав аналіз, найбільший обсяг роботи з розформування составів вантажних поїздів виконується на сортувальних станціях; при цьому основним технічним засобом, що використовується для розформування составів, є сортувальна гірка.

Автором досліджено параметри вхідного потоку поїздів на сортувальні станції України, в результаті чого встановлено, що функціонування сортувальних комплексів станцій характеризується значною нерівномірністю надходження поїздів в розформування. В роботі зазначається, що в цих умовах доцільною є адаптація інтенсивності сортувального процесу до вказаних коливань вхідного потоку, що дозволить скоротити експлуатаційні витрати станцій на переробку вагонопотоків.

У *третьому* розділі виконано аналіз і формалізацію процесу насуву та розпуску составів на сортувальних гірках, на основі чого удосконалено імітаційну модель процесу розформування составів та визначено методику розрахунку пов'язаних з цим витрат палива гірковим тепловозом.

В результаті аналізу встановлено, що розформування составів на сортувальних гірках виконується, головним чином, маневровими тепловозами і лише в окремих випадках – магістральними тепловозами або електровозами. При цьому режими роботи гіркових тепловозів значно відрізняються від режимів роботи по-

їзних локомотивів. У зв'язку з цим автором доведено, що особливості режиму роботи маневрових тепловозів повинні бути враховані при імітаційному моделюванні процесу розформування составів на сортувальній гірці.

Для вирішення вказаної задачі було удосконалено імітаційну модель процесу розформування составів на сортувальних гірках. Дана модель складається з двох взаємопов'язаних модулів, між якими встановлено інформаційний інтерфейс, і дозволяє сумісно моделювати процеси насуву составів на гірку та скочування відчепів на сортувальні колії.

В модулі насуву на основі адаптованих до умов маневрової роботи тягових розрахунків виконується детальне моделювання режиму роботи гіркового тепловоза та процесу руху состава, що дозволяє з достатньою точністю визначати витрати палива тепловозом та початкову швидкість кожного відчепа в момент його відриву на вершині гірки.

В роботі виконані дослідження ефективності існуючих методик розрахунку витрат палива на розформування составів на гірці. Результати моделювання витрат палива з використанням вказаних методик були порівняні з даними натурних спостережень процесу розформування составів, отриманих за допомогою системи «БИС-Р». В результаті статистичного аналізу встановлено, що витрати палива доцільно розраховувати на основі виконаної механічної роботи сили тяги локомотива.

Отримані в результаті моделювання насуву початкові швидкості відчепів використовуються в модулі розпуску для подальшого моделювання процесу їх скочування. На основі результатів імітаційного моделювання показників сортувального процесу визначаються експлуатаційні витрати на виконання розформування составів на гірці, величина яких необхідна для встановлення раціональної швидкості розпуску.

В *четвертому* розділі визначені параметри та виконано оцінку ефективності спеціалізованої конструкції сортувальної гірки з двома горбами різної висоти.

Для економії енергоресурсів при зменшенні інтенсивності процесу розформування составів було запропоновано конструкцію сортувальної гірки з горба-

ми різної висоти. Вказаний сортувальний пристрій складається з основної (ОГ) та пониженої (ПГ) гірок. Висота ОГ розраховується згідно діючих вимог та забезпечує скочування відчепів до розрахункової точки в несприятливих метеорологічних умовах. Зменшення висоти ПГ відносно ОГ здійснюється за рахунок використання мінімально допустимого ухилу, передбаченого для швидкісної ділянки спускної частини гірок.

Оцінка запропонованої конструкції гірки з горбами різної висоти виконана на основі імітаційного моделювання процесу розформування потоку составів, в результаті чого встановлено, що використання ПГ для насуву та розпуску дозволяє істотно скоротити витрати палива (в середньому на 10 %). При цьому виконання розформування составів на вказаній гірці в порівнянні з показниками, отриманими для ОГ, призводить до незначного скорочення (на 1 %) середньої величини інтервалів між відчепами на розділових стрілках та несуттєвого (на 6 %) збільшення кількості вікон на сортувальних коліях. Таким чином, розроблена конструкція гірки з горбами різної висоти може бути використана з метою реалізації адаптивної технології розформування составів.

В *п'ятому* розділі виконано дослідження впливу швидкості розпуску составів та висоти сортувальної гірки на показники якості функціонування сортувального комплексу при різних параметрах вхідного потоку поїздів в розформування, формалізовано процес функціонування та удосконалено імітаційну модель сортувального комплексу як керованої системи масового обслуговування, розроблено процедуру вибору раціональної швидкості розпуску составів та виду сортувального пристрою в оперативних умовах.

Для підвищення ефективності функціонування сортувального комплексу в умовах змінної інтенсивності прибуття поїздів в розформування автором запропоновано обирати швидкість розпуску для кожного составу в залежності від наявної кількості готових до розформування составів в парк приймання. З цією метою сортувальний комплекс запропоновано розглядати як керовану систему масового обслуговування (УСМО). На основі проведеного аналізу можливих стратегій керування УСМО автором виконано постановку задачі керування швидкістю розпуску составів, процедуру вирішення якої розроблено на основі

методу оптимізації Бокса-Уїлсона, що базується на плануванні багатofакторних експериментів.

Дослідження запропонованої процедури керування швидкістю розпуску составів виконано за допомогою удосконаленої імітаційної моделі сортувального комплексу, яка побудована як двофазна керована система масового обслуговування. Отримана при цьому оцінка показала, що керування швидкістю розпуску призводить до скорочення експлуатаційних витрат станції на 14%, що в річному обчисленні становить 1285 тис. грн.

Висновки дисертації відповідають меті та задачам дослідження, що були поставлені в роботі.

ЗАУВАЖЕННЯ ПО РОБОТІ

Розділ 1

1. У розділі бажано було б більш широко розглянути закордонний досвід підвищення ефективності функціонування сортувальних комплексів станцій.

Розділ 2

1. Окрім даних про математичне очікування інтервалу прибуття поїздів на залізничних станціях України в розділі доцільно було б навести тривалість обслуговування составів в парках приймання, що дозволило б оцінити величину черг та невиробничих простоїв рухомого складу.

2. У розділі доцільно було б навести більш детальну характеристику технічного оснащення сортувальних комплексів станцій України.

Розділ 3

1. При удосконаленні імітаційної моделі процесу розформування составів на сортувальній гірці необхідно було врахувати ступінь зношеності маневрових тепловозів, що експлуатуються на сортувальних комплексах станцій України, і відповідну можливість реалізації даними локомотивами окремих режимів насуву составів на гірку.

2. Розроблена імітаційна модель процесу розформування составів на сортувальній гірці не дозволяє досліджувати сортувальний процес при використанні електровозів для насуву та розпуску составів.

Розділ 4

1. У розділі наведена лише конструкція поздовжнього профілю сортувальної гірки з горбами різної висоти, при цьому відсутні дані про параметри поперечного профілю перевальної частини даного пристрою.

2. У розділі доцільно було б вказати при яких обсягах переробки вагонів спорудження гірки з горбами різної висоти є ефективним.

Розділ 5

1. При розробці процедури керування швидкістю розпуску составів необхідно враховувати не лише довжину черги готових до розформування составів, а й наявність вимог на осаджування вагонів на сортувальних коліях.

Відмічені в даному відгуку недоліки не знижують наукової і практичної цінності дисертації та несуттєво впливають на наукову новизну і практичну спрямованість виконаних досліджень.

ПІДСУМКОВИЙ ВИСНОВОК ПО ДИСЕРТАЦІЇ

В цілому дисертація Демченка Євгена Борисовича виконана на достатньо високому рівні і являє собою закінчену науково-прикладну роботу, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати, що дозволяють підвищити ефективність функціонування сортувальних станцій.

Дисертація і автореферат написані грамотною науковою мовою, оформлення виконано у відповідності до вимог МОН України. Дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Актуальність теми дисертації, новизна отриманих результатів, їх достовірність і обґрунтованість, застосовані автором методи вирішення поставлених задач дають підстави вважати, що робота Демченка Є. Б. «Підвищення ефективності функціонування сортувальних комплексів станцій в умовах змінної інтенсивності вхідного потоку поїздів», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту, відповідає вимогам пунктів 9, 11, 12-14 «Порядку присудження наукових ступенів», що затверджені Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. (зі змінами) та пред'являються до кандидат-

ських дисертацій, а її автор – Демченко Євген Борисович – заслуговує присвоєння наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

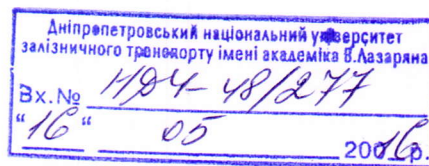
Офіційний опонент, завідувач
кафедри «Залізничні станції та вузли»
Українського державного університету
залізничного транспорту,
доктор технічних наук, професор

О. М. Огар



Особистий підпис
свідчую 12.05 2016 р.
завідуючий канцелярією
УкрДУЗТ

Ogar O.M.



ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу *ДЕМЧЕНКА ЄВГЕНА БОРИСОВИЧА*

«Підвищення ефективності функціонування сортувальних комплексів станцій в умовах змінної інтенсивності вхідного потоку поїздів»,

що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Актуальність теми дисертаційного дослідження

Сортувальні комплекси станцій, які виконують розформування та формування составів, відіграють важливу роль в організації перевезень вантажів залізничним транспортом; при цьому процес переробки вагонопотоків, пов'язаний з розформуванням составів вантажних поїздів на сортувальних гірках, вимагає значних енергетичних та часових витрат. Ефективність вказаного процесу істотно впливає на собівартість перевезень залізничним транспортом, а отже і на рівень його конкурентоспроможності.

В теперішній час до конструкції та технології роботи сортувальних комплексів станцій, поряд з вимогами забезпечення безперебійного і безпечного розформування составів поїздів, все частіше висувуються вимоги з мінімізації експлуатаційних витрат на переробку вагонопотоків. При цьому функціонування вказаних комплексів в сучасних умовах характеризується значними коливаннями вхідного потоку поїздів в розформування, що суттєво впливає на завантаження технічних засобів станцій та показники їх роботи. В таких умовах підвищення ефективності сортувального процесу може бути досягнуте за рахунок динамічної адаптації інтенсивності розформування составів до поточного стану сортувального комплексу. В цьому зв'язку тема дисертації Демченка Є. Б., що присвячена дослідженню та розробці нових методів керування сортувальним процесом в умовах змінної інтенсивності вхідного потоку поїздів є досить актуальною.

Крім того слід відзначити, що дисертаційна робота виконана у відповідності з пріоритетними напрямками розвитку залізничної галузі, які визначені у

Транспортній стратегії України до 2020 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 №2174-р).

Наукова новизна результатів дисертації

В дисертаційній роботі отримане нове вирішення актуального науково-прикладного завдання удосконалення конструкції та технології роботи сортувальних комплексів станцій з метою підвищення їх ефективності в умовах змінної інтенсивності вхідного потоку поїздів.

З цією метою автором вперше формалізовано процес функціонування сортувального комплексу станції як системи масового обслуговування з керованою інтенсивністю обслуговування вимог, а також розроблено процедуру вибору для кожного состава раціональної швидкості розпуску в залежності від довжини черги готових до розформування составів у парку прийому, що дозволяє підвищити ефективність процесу переробки вагонопотоків на станціях.

Крім того, в роботі досліджено та обґрунтовано доцільність застосування для розформування составів спеціалізованої сортувальної гірки з двома горбами різної висоти, оперативний вибір яких дозволяє зменшувати витрати на розформування составів при низькій інтенсивності вхідного потоку поїздів та скорочувати їх простій в умовах збільшення черги составів в розформування.

Також автором удосконалено імітаційну модель процесу розформування составів на сортувальних гірках шляхом включення додаткового модуля, що моделює процес насуву на гірку маневровим тепловозом. На відміну від існуючих, розроблена модель дозволяє визначати витрати палива гірковим локомотивом та початкову швидкість кожного відчепа в момент його відриву від состава на вершині гірки.

Для комплексної оцінки ефективності сортувального процесу в умовах змінної інтенсивності вхідного потоку поїздів в роботі удосконалено імітаційну модель процесу функціонування сортувального комплексу станції за рахунок реалізації можливості оперативного вибору швидкості розпуску для кожного состава.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень

Обґрунтованість та достовірність результатів, отриманих у дисертації, підтверджується коректним використанням сучасного математичного апарату для вирішення поставленої в роботі задачі.

Імітаційне моделювання, чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь та теорія маневрової роботи були використані при моделюванні процесів насуву та розпуску составів на сортувальну гірку, дослідженнях впливу швидкості розпуску составів та висоти сортувальної гірки на показники роботи сортувального комплексу в умовах змінної інтенсивності вхідного потоку поїздів.

При виконанні досліджень було використано дані натурних спостережень процесу розформування составів на існуючих сортувальних гірках станцій України, що були коректно опрацьовані з використанням сучасних статистичних методів, що забезпечило необхідну достовірність отриманих висновків. За допомогою критерію Уїлкоксона була виконана перевірка та доведена адекватність розробленої моделі процесу розформування составів на сортувальних гірках.

Теорія масового обслуговування, методи планування експериментів та оптимізації використані для розробки процедури вибору раціональної швидкості розпуску составів та типу сортувальної гірки в оперативних умовах.

На підставі цього можна вважати, що представлені розробки і рекомендації мають достатньо повне обґрунтування.

Практична значимість основних результатів роботи

Наукові результати, отримані у дисертаційній роботі, розроблені моделі та методи, а також висновки та рекомендації можуть бути використані при створенні автоматизованих систем підтримки прийняття рішень диспетчерським персоналом станцій для оперативного керування процесом розформування составів на сортувальній гірці. Це дозволить в оперативних умовах для кожного состава вибирати раціональну швидкість розпуску та тип сортувальної гірки з урахуван-

ням поточного стану комплексу і, за рахунок цього, мінімізувати загальні витрати станції, пов'язані з переробкою вагонів.

Основні результати і розроблені наукові підходи використані при виконанні науково-дослідних робіт та у навчальному процесі Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна при підготовці спеціалістів та магістрів зі спеціальності «Організація перевезень і управління на залізничному транспорті». Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами, що наведені у додатках до дисертації.

Повнота оприлюднення результатів дисертації в опублікованих працях та на наукових конференціях

Основні положення дисертаційної роботи з достатньою повнотою викладені у 33 наукових працях: 1 монографії, 8 наукових статтях, з яких 1 стаття в іноземному виданні, включеному до наукометричної бази *Scopus*, 4 статтях у фахових виданнях, затверджених Департаментом атестації кадрів МОН України та включених до міжнародних наукометричних баз, 3 статтях в інших виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз, та 24 тезах доповідей у матеріалах конференцій. В дисертації та авторефераті чітко визначений особистий внесок здобувача в роботах зі співавторами. Основні положення дисертації отримали необхідну апробацію на 19-ти науково-технічних конференціях.

Ідентичність змісту автореферату та основних положень дисертації

Зміст дисертації, її основні положення, результати та висновки у повній мірі відображені в авторефераті. Зміст автореферату ідентичний змісту дисертації.

Аналіз змісту дисертації

Повний обсяг дисертаційної роботи складає 154 сторінки, з яких основний текст викладено на 124 сторінках, та містить 29 рисунків та 21 таблицю; список використаних джерел включає 169 найменувань.

Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та двох додатків; її зміст цілком відповідає меті дослідження.

У *вступі* до дисертації міститься загальна характеристика роботи, мета та задачі дослідження, методи їх вирішення, наукова новизна, практичне значення роботи, відомості про особистий внесок автора та апробацію результатів.

У *першому розділі* виконано аналіз сучасних напрямків підвищення ефективності роботи сортувальних комплексів станцій.

В результаті аналізу встановлено, що підвищенню ефективності функціонування сортувальних комплексів станцій присвячена значна кількість наукових публікацій, в яких сформульовано методичні підходи, математичні моделі та методи вирішення даної проблеми. Автором зазначається, що значна частина розглянутих праць присвячена питанню інтенсифікації перевізного процесу та пошуку шляхів підвищення переробної спроможності станцій. В той же час, в сучасних умовах у зв'язку з падінням обсягів перевезень та зміною структури і параметрів вагонопотоків першочерговими є проблеми скорочення експлуатаційних витрат сортувальних станцій.

На основі проведеного аналізу сформульовано мету та задачі дисертаційного дослідження, що наведені наприкінці даного розділу.

В *другому розділі* виконано аналіз технічного оснащення і показників роботи сортувальних комплексів залізничних станцій України а також параметрів вхідного потоку поїздів в розформування.

В результаті аналізу встановлено, що функціонування сортувальних комплексів станцій України в сучасних умовах характеризується значною нерівномірністю надходження поїздів в розформування. Так, для обох систем станції Нижньодніпровськ-Вузол коефіцієнт варіації вхідного потоку знаходиться на рівні 0,86-0,87. У зв'язку з цим автором зроблено висновок про доцільність адаптації інтенсивності сортувального процесу до коливань вхідного потоку з метою скорочення експлуатаційних витрат станцій на переробку вагонопотоків.

У *третьому розділі* виконано аналіз і формалізацію процесу насуву та розпуску составів на сортувальних гірках, на основі чого удосконалено імітаційну

модель процесу розформування та визначено методику розрахунку пов'язаних з цим витрат палива гірковим тепловозом.

В результаті натурних спостережень сортувального процесу на станціях України встановлено, що гіркові маневрові тепловози працюють під навантаженням в основному на 1-4-й позиціях контролера, а маневрові переміщення на 8-й позиції складають не більше 0,8 % від сумарного часу роботи маневрових локомотивів. При цьому найбільш розповсюдженим при насуві составів на гірку є напіврейс типу «розгін – рух з постійною швидкістю».

На основі вказаних особливостей режиму роботи тепловозів на гірці автором удосконалено імітаційну модель процесу розформування составів на сортувальних гірках, яка дозволяє сумісно моделювати операції насуву составів на гірку та скочування відчепів на сортувальні колії.

Рух состава в моделі описується диференціальним рівнянням другого порядку, в якому незалежною змінною є час. З цією метою була розроблена методика розрахунку сил, діючих на маневровий состав в процесі його насуву та розпуску. Для імітації різноманітних режимів розформування составів було розроблено метод моделювання процесу керування гірковим тепловозом, який, окрім вимог щодо безпечного виконання маневрової роботи, також враховує біхевіоральні фактори, пов'язані з керуючими діями машиніста.

Для встановлення найбільш ефективної методики розрахунку витрат палива на розформування составів на гірці автором було виконано статистичний аналіз результатів моделювання витрат палива та даних натурних спостережень, отриманих за допомогою системи «БИС-Р». В результаті цього встановлено, що витрати палива на насув та розпуск составів доцільно розраховувати на основі виконаної механічної роботи сили тяги локомотива.

Окрім величини витрат палива, в результаті моделювання насуву визначається початкова швидкість відчепів в момент їх відриву від составу, яка використовується для подальшого моделювання процесу скочування з гірки. Таким чином, розроблена автором імітаційна модель дозволяє з достатньою точністю визначати показники сортувального процесу, та пов'язані з його виконанням екс-

платуаційні витрати, що є основою для розрахунку раціональної інтенсивності розформування составів.

В *четвертому розділі* визначено параметри та виконано оцінку ефективності сортувальної гірки з двома горбами різної висоти. Даний сортувальний пристрій складається з основної та пониженої гірок. Висота основної гірки розрахована згідно діючих вимог та забезпечує скочування відчепів до розрахункової точки в несприятливих метеорологічних умовах. Зменшення висоти другого горба відносно основної гірки виконано за рахунок використання мінімально допустимого ухилу, передбаченого для швидкісної ділянки спускної частини гірок.

Для оцінки ефективності запропонованої конструкції гірки з горбами різної висоти в роботі виконано імітаційне моделювання процесу розформування потоку составів. Як свідчать результати моделювання, використання пониженої гірки для насуву та розпуску составів дозволяє досягти економії палива в середньому на 10 %. При цьому розформування составів на вказаній гірці в порівнянні з показниками роботи основної гірки, характеризується неістотним погіршенням умов інтервального регулювання швидкості скочування відчепів та якості заповнення сортувальних колій. У цьому зв'язку автором зроблено висновок про можливість використання для розформування составів розробленої сортувальної гірки з двома горбами різної висоти, оперативний вибір яких дозволить зменшувати витрати на розформування составів при низькій інтенсивності вхідного потоку поїздів та скорочувати їх простій в умовах збільшення черги составів в розформування.

В *п'ятому розділі* виконано дослідження впливу швидкості розпуску составів та висоти сортувальної гірки на показники якості функціонування сортувального комплексу при різних параметрах вхідного потоку поїздів в розформування, формалізовано процес функціонування та удосконалено імітаційну модель сортувального комплексу як керованої системи масового обслуговування, а також розроблено процедуру вибору раціональної швидкості розпуску составів та виду сортувального пристрою в оперативних умовах.

Підвищення ефективності функціонування сортувального комплексу в умовах змінної інтенсивності прибуття поїздів в розформування може бути досягнуто шляхом оперативного вибору режиму його роботи у відповідності до поточної експлуатаційної ситуації. З цією метою автором запропоновано визначати швидкість розпуску кожного составу в залежності від наявної кількості готових до розформування составів в парку прийому.

Для оцінки ефективності використання диференційованої швидкості розпуску було виконано дослідження впливу її величини на показники функціонування сортувального комплексу. В результаті цього встановлено, що найбільше скорочення простою составів при підвищенні швидкості розпуску досягається в умовах високої інтенсивності та нерівномірності вхідного потоку поїздів. В той же час вказане підвищення швидкості розпуску призводить до зростання ризику нерозділення відчепів і пов'язаних з цим експлуатаційних витрат.

Для вирішення задачі вибору раціональної швидкості розпуску кожного составу сортувальний комплекс запропоновано розглядати як систему масового обслуговування з керованою інтенсивністю обслуговування вимог. На основі вказаного підходу з використанням методу оптимізації Бокса-Уілсона розроблено процедуру оперативного вибору швидкості розпуску кожного составу. Оцінка ефективності вказаної процедури, яка виконана за допомогою удосконаленої імітаційної моделі сортувального комплексу, показала що в результаті керування швидкістю розпуску можливо скоротити експлуатаційні витрати станції на 14%, що в річному обчисленні складає 1285 тис. грн.

Висновки дисертації відповідають меті та задачам дослідження, що були поставлені в роботі.

Зауваження по роботі

В першому розділі доцільно б було приділити більше уваги огляду робіт, присвячених сучасним методам моделювання функціонування сортувальних комплексів станцій.

В другому розділі доцільно б було дослідити параметри вхідного потоку поїздів не лише сортувальних, а й інших станцій, що виконують розформування вантажних поїздів. Крім того, в даному розділі бажано б було більш повно проаналізувати тривалість гірочного технологічного інтервалу на станціях України.

В третьому розділі при розробці імітаційної моделі процесу розформування составів на сортувальній гірці, окрім особливостей режимів роботи гіркових локомотивів, необхідно було врахувати і наявність в складах вагонів, що заборонено розпускати або пропускати через сортувальну гірку. Крім того, слід зазначити, що розроблена модель дозволяє імітувати тільки операції насуву та розпуску составів.

В четвертому розділі доцільно б було навести аналіз можливості спорудження сортувальної гірки з горбами різної висоти на існуючих станціях України. При розробці конструкції вказаної гірки необхідно було навести не лише поздовжній, а й поперечний профіль даного пристрою. Крім того, при оцінці ефективності розробленої гірки з горбами різної висоти, окрім витрат палива на насув составів, доцільно б було врахувати й витрати електроенергії на гальмування відчепів.

При розробці процедури керування сортувальним процесом на станціях доцільно б було розглядати не лише керування швидкістю розпуску составів, а й черговістю їх розформування, можливість застосування другого гіркового локомотива та ін.

При цьому вказані недоліки не знижують науковий та практичний рівень дисертації і несуттєво впливають на отримані в ній результати.

Підсумковий висновок по дисертації

В цілому дисертація Демченка Євгена Борисовича «Підвищення ефективності функціонування сортувальних комплексів станцій в умовах змінної інтенсивності вхідного потоку поїздів» виконана на достатньо високому рівні і являє собою закінчену науково-прикладну роботу, в якій отримані нові науково об-

грунтовані результати, що дозволяють підвищити ефективність процесу переробки вагонопотоків на залізничних станціях.

Дисертація оформлена у відповідності до вимог МОН України, відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12, 13, 14 Постанови Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. №567 «Про порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника та паспорту спеціальності 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Таким чином, дисертаційна робота відповідає всім вимогам, що висуваються до кандидатських дисертацій, а її автор – Демченко Євген Борисович – заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент,
професор кафедри «Організація авіаційних перевезень» Національного авіаційного університету, кандидат технічних наук, доцент

П. О. Яновський

*Лідник професора
Яновського П.О. дослідження
Проректор з розвитку
та міжнародних
зв'язків Агдєєв О.М.*

