

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Шаповал Ганна Василівна

УДК 656.212.5

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ
ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ
СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ**

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2007

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Українській державній академії залізничного транспорту на кафедрі „Управління вантажною та комерційною роботою“ Міністерства транспорту та зв'язку України

Науковий керівник - доктор технічних наук, професор

Котенко Анатолій Миколайович,

Українська державна академія залізничного транспорту, кафедра „Управління вантажною та комерційною роботою“

Офіційні опоненти: - доктор технічних наук, професор

Бобровський Володимир Ілліч,

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, кафедра „Станції та вузли“, завідувач кафедри

- кандидат технічних наук, доцент

Чеклов Володимир Федорович,

Донецький інститут залізничного транспорту, кафедра „Організація перевезень і управління на залізничному транспорті“, завідувач кафедри

Провідна установа – Київський університет економіки та технології транспорту, кафедра „Організація перевезень і управління на транспорті“, Міністерство транспорту та зв'язку України, м. Київ

Захист відбудеться „ ___ “ _____ 200__ р. о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04 в Українській державній академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м.Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Української державної академії залізничного транспорту, за адресою: 61050, м.Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

Автореферат розісланий „ ___ “ _____ 200__ р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Ломотько Д.В.

Шаповал Ганна Василівна

УДК 656.212.5

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ
ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ
СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ**

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надрукований згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск

к.т.н., доцент А.О.Ковальов

Підписано до друку ____ “ _____ 200__ р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір для множних апаратів.

Ум. друк. арк. 1.0. Обл.-вид.арк. 1,1 Безкоштовно.

Замовлення № _____. Тираж 100 прим.

Видавництво Української державної академії залізничного транспорту.

Свідоцтво ДК № 112 від 06.07.2000р.

Друкарня УкрДАЗТу: 61050, м.Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Вступ. Залізничний транспорт України є складною системою технологічних підрозділів і технічних засобів, які повинні забезпечити перевезення вантажів із максимально можливою продуктивністю, мінімальною собівартістю, гарантованою безпекою руху. Згідно з Концепцією та Програмою реструктуризації залізничного транспорту України, Директивою ЄС 91/440 від 29.07.1991р., Програмою інформатизації в умовах транспортного ринку необхідним стає удосконалення технології роботи сортувальних станцій в умовах ресурсозбереження.

Актуальність теми. Одним із основних напрямків забезпечення конкурентоспроможності залізничного транспорту в умовах транспортного ринку та інтеграції до Європейської співдружності є впровадження ресурсозберігаючих технологій в усі ланки перевізного процесу.

Скорочення часу знаходження вагонів на сортувальних станціях значно впливає на прискорення доставки вантажів і задоволення потреб клієнтів у перевезеннях. Наявність непродуктивного простою вагонів в очікуванні виконання операцій на сортувальних станціях погіршує ефективність роботи та призводить до додаткових витрат палива, електроенергії, рухомого складу та коштів, що є неприпустимим в умовах ринкової економіки. Тому виникає необхідність у забезпеченні ресурсозбереження шляхом удосконалення технології роботи сортувальних станцій в умовах приведення потужності існуючих пристроїв у відповідність до розрахункових обсягів перевезень.

Під ресурсозбереженням в роботі розуміємо мінімізацію експлуатаційних витрат за рахунок скорочення часу перебування вагонів на сортувальних станціях та вивільнення вагонного парку з-під необґрунтованого простою в очікуванні виконання операцій, що у свою чергу сприяє раціональному рівню навантаження основних пристроїв та обслуговуючого персоналу, впливає на собівартість робіт та оборот вагону.

На підставі наведеного тема дисертаційної роботи є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконувалась згідно з положеннями закону України „Про енергозбереження” (79/94-ВР); Концепції та Програми реструктуризації залізничного транспорту України (1998р.); „Комплексної програми утвердження України як транзитної держави у 2002–2010 роках“ (ЗУ від 07.02.2002р. №3022-III); Директиви ради ЄС від 26.02.2001р. №2001/12 „Про розвиток залізниць у Європейському Співтоваристві”; а також науково-дослідної роботи „Дослідження впливу експлуатаційних факторів на оборот вантажного вагону та його оптимізація на залізницях України” (№ ДР 0105U000078).

Мета та задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності функціонування сортувальних станцій при забезпеченні ресурсозбереження шляхом удосконалення технології роботи сортувальних станцій на основі впровадження гнучкої технології обробки поїздів. Поставлена мета визначила наступні задачі дослідження:

- дослідження динаміки основних експлуатаційних показників роботи системи „Сортувальна станція – прилеглі дільниці”;
- формалізація задачі вибору гнучкої технології обробки поїздів на сортувальній станції;
- розробка моделі забезпечення ресурсозбереження шляхом удосконалення технології роботи сортувальних станцій з урахуванням гнучкої технології обробки поїздів;
- дослідження розподілу випадкової величини очікування виконання технологічних операцій на сортувальній станції та формування множини технологічних факторів, що впливають на тривалість виконання основних операцій в парках приймання та відправлення, для доопрацювання методу визначення раціонального рівня навантаження суміжних елементів сортувальної станції;
- розробка комплексу моделей функціонування системи „Сортувальна станція-прилеглі дільниці” для дослідження взаємодії станції і прилеглих дільниць з урахуванням технологічних каналів;
- розробка критерію якості управління системою „Сортувальна станція-прилеглі дільниці” для порівняння технології роботи різних сортувальних станцій;
- доопрацювання комплексу задач, що вирішуються на автоматизованих робочих місцях оперативного персоналу сортувальних станцій при використанні розроблених моделей в умовах зміни обсягів роботи;
- оцінка економічної ефективності запропонованих заходів по забезпеченню ресурсозбереження при удосконаленні технології роботи станції.

Об’єкт дослідження. Процес функціонування сортувальної станції.

Предмет дослідження. Технологія роботи сортувальної станції.

Методи дослідження. Дослідження виконані із застосуванням відповідного математичного апарату й таких методів: для визначення закономірностей та структури вхідних поїздопотоків і тривалості виконання основних операцій використані методи теорії ймовірностей, статистичного аналізу, обробки результатів моніторингу; при розробці моделі забезпечення ресурсозбереження - методи теорії оптимальних рішень, комбінаторного аналізу; для розробки комплексу моделей технологічних каналів системи „Сортувальна станція – прилеглі дільниці” - методи теорії масового обслуговування із застосуванням методу динаміки середніх, теорія

стійкості динамічних систем; для розробки критерію якості управління системою „Сортувальна станція - прилеглі дільниці” та оцінки ефективності технології її роботи - методи системного та економічного аналізу.

Наукова новизна одержаних результатів. В дисертаційній роботі на основі розробки комплексу моделей вирішено науково-прикладну задачу підвищення ефективності функціонування сортувальних станцій за рахунок забезпечення ресурсозбереження шляхом удосконалення технології роботи при приведенні потужності основних пристроїв у відповідність до розрахункових обсягів перевезень.

Вперше розроблено :

- модель вибору гнучкої технології обробки поїздів на сортувальній станції, що забезпечує ресурсозбереження шляхом удосконалення технології роботи. Технологія заснована на динамічному відтворенні процесу формування поїздів на декількох станціях одночасно та скороченні числа технологічних операцій із вагонами окремої групи;

- модель забезпечення ресурсозбереження шляхом удосконалення технології роботи сортувальної станції, що дозволяє визначати необхідну потужність та кількість обслуговуючих пристроїв в залежності від розрахункових обсягів перевезень, а також витрати на оперативну зміну кількості та потужності обслуговуючих пристроїв;

- критерій якості управління системою „Сортувальна станція-прилеглі дільниці”, який, на відміну від існуючих, дозволяє порівнювати технологію роботи різних сортувальних станцій та враховує скорочення простою вагонів при оперативній зміні потужності основних пристроїв.

Доопрацьовано:

- метод визначення раціонального рівня навантаження суміжних елементів сортувальної станції з урахуванням залежності тривалості виконання технічного огляду від множини технологічних факторів, що дозволяє оптимізувати простій вагонів при виконанні технологічних операцій з позиції ресурсозберігаючого використання вагонів;

- комплекс моделей функціонування системи „Сортувальна станція-прилеглі дільниці” при використанні технологічних каналів на основі методу динаміки середніх та отримано залежності, які дозволяють визначати в оперативному режимі число вагонів в різних станах системи та прогнозувати їх динаміку;

- комплекс задач, що вирішується на автоматизованих робочих місцях оперативного персоналу сортувальних станцій при використанні розроблених моделей в умовах зміни обсягів роботи та дозволяє приймати рішення щодо доцільності оптимізації існуючої технології роботи.

Практичне значення отриманих результатів. Результати, які отримані при розробці моделі гнучкої технології обробки поїздів на сортувальній станції, дозволяють

організувати роботу системи „Сортувальна станція-прилеглі дільниці” на основі раціонального використання основних пристроїв та зменшити час непродуктивного простою вагонів на станції, прискорити обіг вантажного вагону. Застосування комплексу моделей функціонування системи „Сортувальна станція-прилеглі дільниці” дозволяє визначати в оперативному режимі, без побудови графічної моделі роботи станції, середнє число вагонів під кожною технологічною операцією та його граничні значення. Розроблений критерій якості управління системою „Сортувальна станція-прилеглі дільниці” дозволяє оцінювати рівень якісних змін в технології роботи станцій в умовах нерівномірності поїздопотоків при забезпеченні ресурсозбереження, а також порівнювати якість роботи окремих станцій між собою.

Основні результати і розроблені методики по забезпеченню ресурсозбереження шляхом удосконалення технології роботи сортувальних станцій використані і впроваджені на станції Основа Південної залізниці, а також у навчальний процес УкрДАЗТ при вивченні профільюючих дисциплін та проведенні навчально-дослідних робіт студентів і магістрів. Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами, що наведені у додатках дисертації.

Особистий внесок здобувача. Всі положення і результати, які виносяться на захист, отримані особисто автором або при його безпосередній участі. У співавторстві опубліковано дві статті. У публікаціях у співавторстві автору належать: в статті [1] розробка математичної моделі роботи сортувальної станції, у статті [6] проведення дослідження стійкості комплексу розроблених математичних моделей за критеріями та доведення їх асимптотичної стійкості.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались, обговорювались та ухвалені на таких науково-технічних конференціях і семінарах: 63–68-й міжнародних науково-технічних конференціях кафедр Української державної академії і фахівців залізничного транспорту (м. Харків, 2001-2006рр.); XXXI науково-технічній конференції викладачів, аспірантів та співробітників Харківської державної академії міського господарства (м. Харків, жовтень 2002р.); засіданні 15 Міжнародної школи-семінару „Перспективні системи управління на залізничному, промисловому та міському транспорті“ (м. Алушта, 2002р.); Першій науково-практичній міжнародній конференції „Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія, економіка і управління“ (м. Київ, КУЕТТ, 2003р.); Першій науково-практичній міжнародній конференції „Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України“ (м. Коктебель, 2004р.); семінарі „Удосконалення технології перевізного процесу” Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна (м. Дніпропетровськ, 2004р.).

Публікації. Відповідно до теми дисертації опубліковано шість наукових робіт у виданнях, що затверджено ВАК України, як фахові, (чотири без співавторів).

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та 12 додатків.

Повний обсяг роботи складає 186 сторінок, з яких обсяг основного тексту 134 сторінки. Робота ілюстрована 34 рисунками, наведено 11 таблиць. Список використаних джерел складає 124 найменування.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовані мета та задачі дослідження, відображена наукова новизна та практична цінність, подано загальну характеристику роботи.

У першому розділі, виходячи із мети дисертаційної роботи, проведено аналіз динаміки основних показників функціонування сортувальних станцій, теоретичних та методичних розробок щодо визначення потужності основних пристроїв та удосконалення технології роботи сортувальних станцій.

Аналіз показників роботи сортувальних станцій свідчить про стійке покращення: спостерігається зростання технічної та дільничної швидкості, зменшення обігу вантажного вагону, простою вагону на технічних станціях та під вантажними операціями. Але покращення показників відбувається в основному не за рахунок впровадження нових технологій та покращення технічного забезпечення, а за рахунок існування резерву потужностей основних пристроїв.

У розвиток теорії і практики технології роботи, технічного оснащення сортувальних станцій, застосування інформаційних технологій в експлуатаційній роботі, що мають значний вплив на тривалість обробки поїздів і вагонів на станціях та собівартість їх переробки, великий вклад внесли такі вчені та практики: В.І.Александров, В.М.Акулінічев, Є.В.Архангельський, І.В.Берестов, В.І.Бобровський, Т.В.Бутько, П.С.Ґрунтов, А.М.Долаберідзе, М.І.Данько, І.В.Жуковицький, Г.І.Загарій, Ю.І.Єфименко, А.М.Котенко, В.І.Крячко, В.К.Міроненко, П.І.Москалев, П.Б.Муха, Є.В.Нагорний, В.Я.Негрей, В.М.Образцов, А.І.Платонов, І.В.Правдін, Є.О.Сотніков, І.Б.Сотніков, І.Г.Тихоміров, А.К.Угрюмов, М.І.Федотов, В.Ф.Чеклов, М.М.Шабалін та інші.

Аналіз існуючих методик показав, що їх основною метою було забезпечення переробки постійно зростаючого вагонопотоку, при цьому питанням зниження ресурсоспоживання майже не приділялось уваги.

Питання забезпечення ресурсозбереження знайшли відображення в роботах М.І.Данька, О.М.Огара, С.П.Похилко, М.П.Топчієва та інших. Але в цих дослідженнях

основна увага приділялась питанням економії енерговитрат у процесі розформування составів на гірках, а економія інших видів ресурсів у процесі обробки поїздів на станції майже не враховувалась. Таким чином, забезпечення ресурсозбереження шляхом удосконалення технології роботи сортувальних станцій при приведенні потужності існуючих пристроїв у відповідність до розрахункових обсягів перевезень набуває особливої актуальності.

У другому розділі для підвищення ефективності роботи сортувальних станцій з метою забезпечення ресурсозбереження запропонована гнучка технологія обробки поїздів на сортувальних станціях полігону, яка реалізується на двох рівнях: макро- та мікрорівні. На макрорівні особою, яка приймає рішення є старший дорожній диспетчер, що координує одночасне формування двох груп вагонів: на станції Z_{i-1} окремої групи вагонів та на станції Z_i - умовного составу. На мікрорівні особою, яка приймає рішення, є станційний маневровий диспетчер, що приймає рішення з вибору варіанту гнучкої технології обробки окремої групи вагонів на станції, враховуючи інформацію, що надходить.

Для реалізації вибору гнучкої технології обробки поїздів на мікрорівні запропоновано модель із цільовою функцією, що являє собою загальні витрати на організацію, просування та обробку окремої групи вагонів на станціях Z_i та Z_{i-1} .

$$F(W_1, W_2, W_3, W_4, W_5) \Rightarrow \min, \quad (1)$$

де W_1 - витрати, пов'язані із додатковими операціями на станції Z_{i-1} з формування окремої групи вагонів; W_2 - витрати, пов'язані із додатковим використанням маневрового локомотиву на станції Z_{i-1} при формуванні окремої групи вагонів; W_3 - витрати на переміщення окремої групи вагонів між станціями Z_{i-1} та Z_i ; W_4 - витрати, пов'язані із обслуговуванням окремої групи вагонів на станції Z_i ; W_5 - витрати, пов'язані із додатковим використанням маневрового локомотиву на станції Z_i при обслуговуванням окремої групи вагонів, грн.

У явному виді цільова функція моделі вибору гнучкої технології обробки поїздів має вигляд

$$F = m_{огв_i} \cdot \left[\Delta t_{огв_i}^{форм} (C_v + \frac{C_{лок}^{ман}}{m_c}) + t_{сл} \frac{C_n}{m_c} + \right. \\ \left. + \sum_{j=1}^L (C_v \sum_{i=1}^r t_i x_{ij} + \frac{C_{лок}^{ман}}{m_c} \sum_{i=1}^r t_i x_{ij}) \right] \rightarrow \min, \quad (2)$$

$$\text{при системі обмежень} \quad \begin{cases} m_{озв}^{\min} \leq m_{озв} \leq m_{озв}^{\max}; m_{озв} - \text{цiле}; \\ \Delta t_{озв}^{\text{форм}} < t_c^{\text{форм}}; \\ \psi_{бр}^{mo} < 0,85; \psi_{лок}^{ман} < 0,85, \end{cases} \quad (3)$$

де $m_{озв}^{\min}$, $m_{озв}$, $m_{озв}^{\max}$ - відповідно мінімальне, фактичне та максимальне число вагонів у складі окремої групи вагонів, що надходить на станцію у складі поїзда, ваг.; m_c - число вагонів у поїзді, ваг.; $\Delta t_{озв}^{\text{форм}}$ - додатковий час на формування окремої групи вагонів у складі поїзда, що залежить від числа вагонів в окремій групі, год.; $t_c^{\text{форм}}$ - тривалість формування всього складу, год.; $\psi_{бр}^{mo}, \psi_{лок}^{ман}$ - відповідно рівні навантаження бригади технічного огляду та маневрового локомотиву; $C_v, C_{лок}^{ман}, C_n$ - відповідно вартість однієї вагоно-години, локомотиво-години маневрового локомотиву, поїздо-години, грн; $t_{сл}$ - час на слідування від станції Z_{i-1} до станції Z_i , год.; t_i - час на виконання i -ої технологічної операції з вагонами окремої групи, год.; r - число технологічних операцій; L - можлива кількість технологій обробки окремої групи вагонів; x_{ij} - змінна, що характеризує прийняту для обробки окремої групи вагонів технологію

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i\text{-а операція виконується при } j\text{-ій технології} \\ & \text{обробки окремої групи вагонів,} \\ 0, & \text{навіпаки.} \end{cases} \quad (4)$$

Застосування гнучкої технології обробки поїздів дасть можливість прискорити відправлення складів із Z_i станції до Z_{i+1} за рахунок завчасного формування та огляду умовного складу та одноразового огляду вагонів окремої групи; скоротити простій вагонів під накопиченням призначенням на станцію Z_{i+1} за рахунок формування умовного складу без окремої групи вагонів; зменшити час розформування-формування частини складу, що залишилась після відчеплення окремої групи вагонів; зменшити рівень навантаження бригад, що виконують технологічні операції за рахунок одноразового огляду окремої групи вагонів.

Для формалізації екстремальної задачі по удосконаленню технології роботи сортувальної станції при впровадженні гнучкої технології обробки поїздів розроблена модель забезпечення ресурсозбереження, що враховує додаткові витрати на зміну потужності основних пристроїв, цільова функція якої має вигляд складного функціоналу

$$R = (R_{оч}, R_{нр}, R_{доод}) \rightarrow \min, \quad (5)$$

$$\text{обмеження:} \quad \begin{cases} X_{обр}^{то} \leq 5; 0,45 < \psi_x \leq 0,85; \\ S_{обр}^{то} \leq \lambda; 0,45 < \psi_s \leq 0,85; \\ N_{лок}^{ман} \leq N_{вит}^{ман}; 0,45 \leq \psi_z \leq 0,85; \\ 0,45 \leq \psi_l \leq 0,85, \end{cases} \quad (6)$$

де $X_{обр}^{то}$ - число груп в бригаді технічного огляду; $\psi_x, \psi_s, \psi_z, \psi_l$ - відповідно рівень навантаження групи та бригади технічного огляду, гірки, поїзного локомотиву; $S_{обр}^{то}$ - число бригад технічного огляду; λ - інтенсивність надходження составів до парку; $N_{лок}^{ман}$ - число маневрових локомотивів; $N_{вит}^{ман}$ - число витяжних колій для закінчення формування; R - функція вартості технології роботи, грн;

$R_{оч}$ - вартісна оцінка витрат, пов'язаних із очікуванням обслуговування вагонами

$$R_{оч} = 365 C_g \left(\sum_{i=1}^L m_{оч}^i \cdot t_{оч}^i \right), \quad (7)$$

де C_g - вартість години простою вагону, грн; L - число технологічних операцій, перед якими виникає очікування; $m_{оч}^i$ - число вагонів, що очікують виконання i -ої технологічної операції; $t_{оч}^i$ - час очікування виконання i -ої технологічної операції, що є випадковою величиною, год.;

$R_{нр}$ - вартісна оцінка витрат, пов'язаних із простоем технічного оснащення

$$R_{нр} = R_{обр}^{нто(n)} + R_{лок}^z + R_z + R_{лок}^{ман} + R_{обр}^{нто(с)}, \quad (8)$$

де $R_{обр}^{нто(n)}, R_{обр}^{нто(с)}, R_{лок}^z, R_{лок}^{ман}, R_z$ - відповідно вартісна оцінка витрат, пов'язаних із простоем бригад технічного огляду в парках приймання та відправлення, гіркового та маневрового локомотиву, гірки, грн;

$R_{доод}$ - вартісна оцінка додаткових витрат, пов'язаних із посиленням технічного оснащення станції при впровадженні змін в технології роботи

$$R_{доод} = R_{доод}^{\overline{бр}} + R_{доод}^{zр} + R_{доод}^z + R_{доод}^{ман} + R_{доод}^л, \quad (9)$$

де $R_{доод}^{zр}, R_{доод}^z, R_{доод}^{\overline{бр}}, R_{доод}^{ман}, R_{доод}^z, R_{доод}^л$ - відповідно вартісна оцінка витрат на утримання додаткових груп та бригад технічного огляду, маневрових та гіркових локомотивів, на створення оперативного резерву локомотивів на станції обороту, грн.

Розроблена модель дозволяє вирішувати задачу в умовах імовірнісної природи показника тривалості очікування виконання технологічних операцій з вагонами.

Для визначення імовірнісних характеристик проведено дослідження закономірностей розподілу випадкової величини тривалості очікування виконання технологічних операцій. На підставі аналізу статистичних даних виявлено, що час очікування виконання технологічних операцій підпорядковується експоненційному закону.

Для більш точного розрахунку тривалості технічного огляду в парках сортувальної станції були визначені емпіричні залежності часу на виконання технічного огляду від множини факторів: $m_{кр}$, $m_{не}$, $m_{ц}$, $m_{пл}$, $m_{ін}$ - відповідно число критих вагонів, піввагонів, цистерн, платформ та інших вагонів у складі поїзда по прибутті; $m_i^{оз}$, $m_i^{рем}$ - відповідно число вагонів i -ого роду, що потребують тільки технічного огляду або підлягають безвідчепному ремонту у парку відправлення, які мають наступний вигляд

$$t_{TO}^{III} = 14,053 + 0,245m_{кр} + 1,232m_{не} + 0,362m_{ц} + 0,463m_{пл} + 0,164m_{ін}, \quad (10)$$

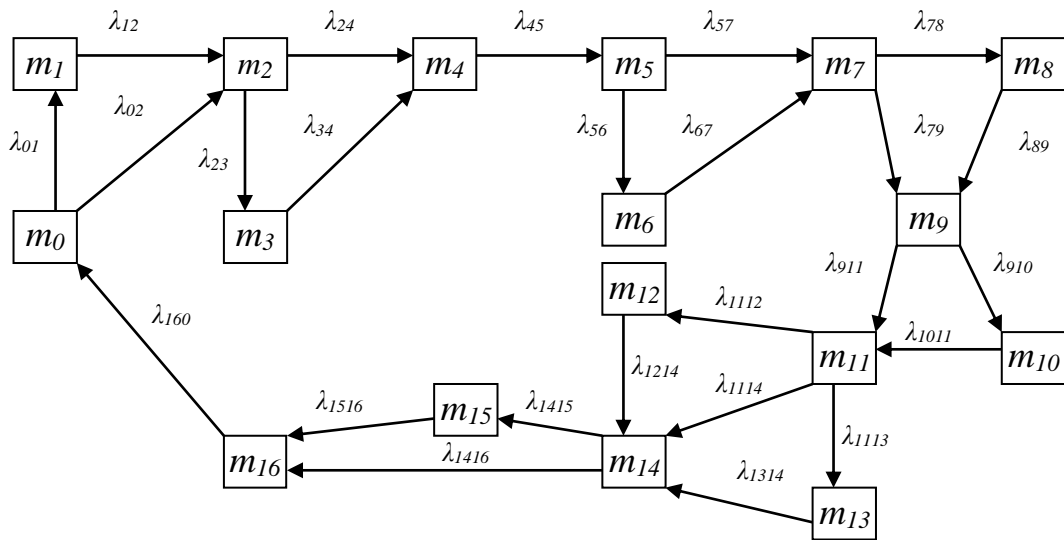
$$t_{TO}^{IV} = 12,462 + 1,504m_{кр}^{оз} + 2,325m_{кр}^{рем} + 0,148m_{не}^{оз} + 0,009m_{не}^{рем} + 0,732m_{ін}^{оз} + 0,399m_{ін}^{рем}. \quad (11)$$

На підставі отриманих залежностей визначено умови раціонального рівня навантаження суміжних елементів сортувальних станцій з урахуванням їх необхідної потужності при забезпеченні мінімального простою вагонів. Отримано загальні залежності для підсистем розформування та формування, що забезпечують безперервність при виконанні основних операцій та ритмічність роботи суміжних елементів.

У третьому розділі для визначення аргументу цільової функції (5), що наведено у другому розділі – середнього числа вагонів, які очікують виконання технологічних операцій ($m_{оц}^i$), розроблено комплекс моделей функціонування системи „Сортувальна станція-прилеглі дільниці” з використанням технологічних каналів із застосуванням методу динаміки середніх, що дозволяє безпосередньо досліджувати середні характеристики випадкових процесів складних систем з великою кількістю станів. Кількість станів кожної моделі визначено на основі технологічного процесу роботи сортувальної станції, інтенсивності переходів – на підставі статистичних даних по сортувальним станціям мережі Укрзалізниці.

Для моделювання станів транзитного вагону з переробкою проаналізовано технологію роботи сортувальних станцій і визначено можливі стани, на основі узагальнення яких побудовано граф станів транзитного вагону з переробкою (рис. 1).

Граф передбачає перебування вагонів у стані виконання операцій згідно з технологічним процесом та у стані їх очікування.



m_0 – стан, що характеризує надходження вагонів в парк приймання; m_1, m_{10} – очікування обслуговування в парку приймання або відправлення; m_2, m_{11} – обслуговування вагонів у парку приймання або відправлення; m_3, m_4 – очікування розформування та розформування на гірці; m_5 – накопичення вагонів у сортувальному парку; m_6, m_7 – очікування формування та формування в сортувальному парку; m_8, m_9 – очікування перестановки та перестановка вагонів у парк відправлення; m_{12} – безвідчепний ремонт вагонів; m_{13}, m_{14} – очікування подачі та подача поїзного локомотиву; m_{15}, m_{16} – очікування відправлення та відправлення.

Рис. 1. Граф станів транзитного вагону з переробкою.

На основі вищенаведеного, для визначення середньої чисельності вагонів з переробкою, що знаходяться в кожному з можливих станів, побудована система диференціальних рівнянь Колмогорова (12)

$$\begin{aligned}
\frac{dm_0}{dt} &= -(\lambda_{02} + \lambda_{01})m_0 + \lambda_{160}m_{16}; \\
\frac{dm_1}{dt} &= -\lambda_{12}m_1 + \lambda_{01}m_0; \\
\frac{dm_2}{dt} &= -(\lambda_{23} + \lambda_{24})m_2 + \lambda_{02}m_0 + \lambda_{12}m_1; \\
\frac{dm_3}{dt} &= -\lambda_{34}m_3 + \lambda_{23}m_2; \\
\frac{dm_4}{dt} &= -\lambda_{45}m_4 + \lambda_{24}m_2 + \lambda_{34}m_3; \\
\frac{dm_5}{dt} &= -(\lambda_{57} + \lambda_{56})m_5 + \lambda_{45}m_4; \\
\frac{dm_6}{dt} &= -\lambda_{67}m_6 + \lambda_{56}m_5; \\
\frac{dm_7}{dt} &= -(\lambda_{78} + \lambda_{79})m_7 + \lambda_{57}m_5 + \lambda_{67}m_6; \\
\frac{dm_8}{dt} &= -\lambda_{89}m_8 + \lambda_{78}m_7; \\
\frac{dm_9}{dt} &= -(\lambda_{910} + \lambda_{911})m_9 + \lambda_{79}m_7 + \lambda_{89}m_8; \\
\frac{dm_{10}}{dt} &= -\lambda_{1011}m_{10} + \lambda_{910}m_9; \\
\frac{dm_{11}}{dt} &= -(\lambda_{1112} + \lambda_{1113} + \lambda_{1114})m_{11} + \lambda_{911}m_9 + \lambda_{1011}m_{10}; \\
\frac{dm_{12}}{dt} &= -\lambda_{1214}m_{12} + \lambda_{1112}m_{11}; \\
\frac{dm_{13}}{dt} &= -\lambda_{1314}m_{13} + \lambda_{1113}m_{11}; \\
\frac{dm_{14}}{dt} &= -(\lambda_{1415} + \lambda_{1416})m_{14} + \lambda_{1114}m_{11} + \lambda_{1214}m_{12} + \lambda_{1314}m_{13}; \\
\frac{dm_{15}}{dt} &= -\lambda_{1516}m_{15} + \lambda_{1415}m_{14}; \\
\frac{dm_{16}}{dt} &= -\lambda_{160}m_{16} + \lambda_{1416}m_{14} + \lambda_{1516}m_{15}.
\end{aligned} \tag{12}$$

Умова нормування

$$N = \sum_{i=1}^{16} m_i.$$

Рішення цієї системи диференціальних рівнянь для кожного стану проведено методом Рунге–Кутта на ПЕОМ з використанням пакету Mathcad–2000 за таких початкових умов: $N=1219$ - кількість транзитних вагонів з переробкою, що прибуває в середньому за добу на станцію; при $t=0$, всі вагони знаходять у стані m_0 . За результатами моделювання встановлено, що число вагонів в процесі надходження в парк приймання становить в середньому 64 ваг.; у стані обслуговування в парку приймання – 131 та 121 в парку відправлення; 68 вагонів розформовуються на гірці, а 215 вагонів під накопиченням в сортувальному парку та 113 у стані формування; 29 вагонів переставляються в парк відправлення; 46 в стані безвідчепного ремонту; 16 з поїзним локомотивом, а 57 вагонів у стані відправлення.

Середню кількість вагонів, що очікують виконання операцій, наведено на рис.2. Аналіз результатів моделювання свідчить про встановлення стаціонарного режиму роботи станції вже через 5-8 годин від початку роботи.

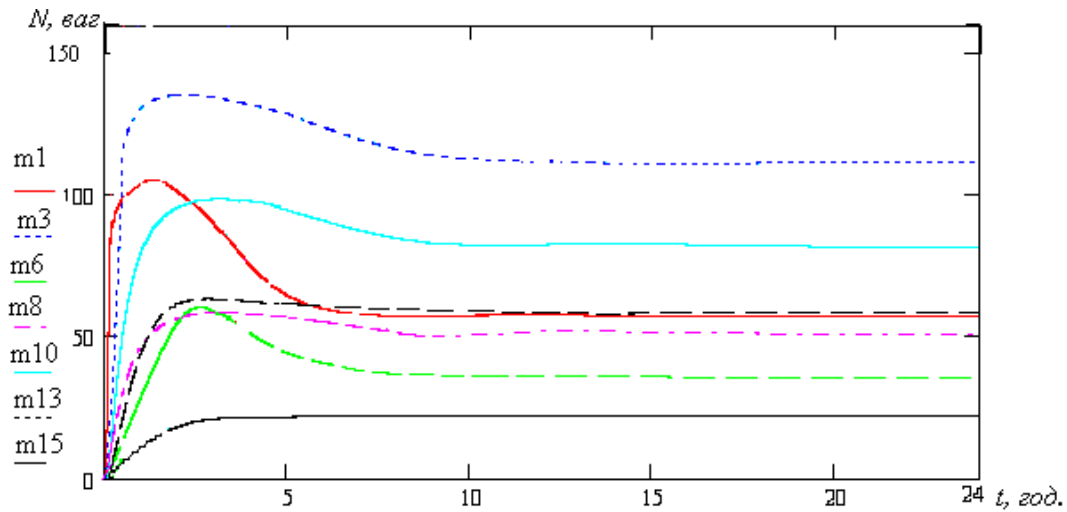


Рис. 2. Середня кількість вагонів в очікуванні виконання операцій.

На підставі аналізу технологічного процесу роботи сортувальної станції розроблено граф станів документів та інформації для транзитного вагону з переробкою та відповідні моделі для транзитного вагону без переробки. Складено та вирішено відповідні системи диференціальних рівнянь Колмогорова. В результаті проведення моделювання отримано середні значення кількості документів та інформації для транзитного вагону з переробкою, та середні значення кількості транзитних вагонів без переробки у кожному стані.

Кожну математичну модель було перевірено на стійкість за критеріями Ляпунова та Рауса-Гурвіца. Виявлено асимптотичну стійкість систем в існуючих умовах експлуатації.

Враховуючи імовірнісний характер аргументів функції (5) та результати моделювання (рис.2), отримано цільову функцію у явному виді

$$\begin{aligned}
 R = & 365 \cdot (C_{\text{в}} \cdot (m_{\text{оч}}^{\text{нр}} \cdot M[t_{\text{оч}}^{\text{нр}}] + m_{\text{оч}}^{\text{мо(н)}} \cdot M[t_{\text{оч}}^{\text{мо(н)}}]) + m_{\text{оч}}^{\text{роз}} \cdot M[t_{\text{оч}}^{\text{роз}}] + (m_{\text{оч}}^{\text{форм}} + m_{\text{оч}}^{\text{пер}}) \cdot M[t_{\text{оч}}^{\text{форм}}] + \\
 & + m_{\text{оч}}^{\text{мо(в)}} \cdot M[t_{\text{оч}}^{\text{мо(в)}}] + m_{\text{оч}}^{\text{л}} \cdot M[t_{\text{оч}}^{\text{л}}] + m_{\text{оч}}^{\text{від}} \cdot M[t_{\text{оч}}^{\text{від}}]) + C_{\text{бр}}^{\text{н}} \cdot (24 - \sum_{j=1}^{N_n} t_{\text{ТО}j}^{\text{ПП}} - T_{\text{доод}}^{\text{мо(н)}}) + \\
 & + C_{\text{лок}}^2 \cdot N_{\text{лок}}^2 \cdot (24 - \sum_{j=1}^{N_n} t_{\text{роз}j} - T_{\text{доод}}^2) + C_2 \cdot (24 - \sum_{j=1}^{N_n} t_{\text{роз}j} - T_{\text{доод}}^{\text{зірка}}) + \\
 & + C_{\text{лок}}^{\text{ман}} \cdot N_{\text{лок}}^{\text{ман}} \cdot (24 - \sum_{g=1}^{N_{\phi}} t_{\text{фор}g} - T_{\text{доод}}^{\text{ман}}) + C_{\text{бр}}^{\text{в}} \cdot S_{\text{бр}}^{\text{в}} \cdot (24 - \sum_{g=1}^{N_{\phi}} t_{\text{ТО}g}^{\text{ПВ}} - T_{\text{доод}}^{\text{мо(в)}}) + \\
 & + C_{\text{ман}} \cdot N_{\text{ман}}^{\text{лок}} + C_2 \cdot N_{\text{лок}}^2 + (\frac{1}{\psi_{\text{л}}} - 1) \cdot C_{\text{л}} \cdot N_n \cdot t_{\text{л}} + 54 \cdot C_{\text{міс}}^{\text{мо}} \cdot X_{\text{обр}}^{\text{мо}} \cdot (1 + S_{\text{обр}}^{\text{мо}}) \rightarrow \min
 \end{aligned} \tag{13}$$

де $m_{оч}^{пр}$, $m_{оч}^{то(n)}$, $m_{оч}^{роз}$, $m_{оч}^{форм}$, $m_{оч}^{пер}$, $m_{оч}^{то(в)}$, $m_{оч}^л$, $m_{оч}^{від}$ - відповідно середнє число вагонів, що очікують приймання, технічного огляду в парку приймання, розформування, закінчення формування, перестановки, технічного огляду в парку відправлення, подачі поїзного локомотиву, відправлення; $M[t_{оч}^i]$ - відповідно математичне очікування випадкової величини часу очікування вагонами виконання і-ої технологічної операції, год.; $C_в$, $C_{бр}^н$, $C_{лок}^з$, $C_з$, $C_{лок}^{ман}$, $C_{бр}^в$ - відповідно вартість однієї години простою вагону, бригади технічного огляду в парку приймання, гiркового маневрового локомотиву, гiрки, маневрового локомотиву, бригади технічного огляду в парку відправлення, грн; $t_{пр.бр}^{nm\alpha(n)}$, $t_{ТОj}^{ПП}$, $t_{пр.лок}^з$, $t_{розj}$, $t_{пр.з}$, $t_{пр.лок}^{ман}$, $t_{форг}$, $t_{пр.бр}^{nm\alpha(в)}$, $t_{ТОг}^{ПВ}$ - відповідно тривалість простою бригади технічного огляду в парку приймання та технічний огляду j-ого складу, простою гiркового локомотиву, розформування j-ого складу на гiрці, простою гiрки, маневрового локомотиву, закінчення формування g-ого складу, бригади технічного огляду в парку відправлення та технічний огляд g-ого складу в парку відправлення, год.; N_n , N_ϕ - відповідно число поїздів, що прибуває в розформування, число поїздів, що формується станцією; $T_{дод}^{то(n)}$, $T_{дод}^з$, $T_{дод}^{гiрка}$, $T_{дод}^{ман}$, $T_{дод}^{то(в)}$ - відповідно час, що передбачено на технічні перерви та виконання підготовчо-заклучних операцій протягом доби для бригад технічного огляду, які працюють в парку приймання, для маневрового локомотиву, що працює на гiрці, для гiрки, для маневрового локомотиву, що працює на витяжках формування, для бригад технічного огляду, які працюють в парку відправлення, год.; $N_{лок}^з$ - число гiркових маневрових локомотивів; $C_{міс}^{то}$ - місячна заробітна платня робітників, які входять до однієї групи, грн; $C_{ман}$, $C_з$, $C_л$ - відповідно приведена вартість одного локомотиву, зайнятого на роботі в хвості сортувального парку за добу, гiркового локомотиву, простою одного поїзного локомотиву за добу в очікуванні складів в пункті обороту, грн; $t_л$ - норма часу знаходження локомотиву в пункті обороту, год.

На основі побудованого комплексу моделей розроблено програмний продукт у Visual Basic. Аналіз запропонованої моделі показав, що на загальні витрати найбільше впливають додатковий простій вагонів на станції та загальне число вагонів, що знаходяться в очікуванні виконання технологічних операцій. На рис.3 наведено залежність вартості технології роботи R (млн. грн) від додаткового часу знаходження вагонів на станції та загального числа вагонів, що очікують виконання технологічних операцій.

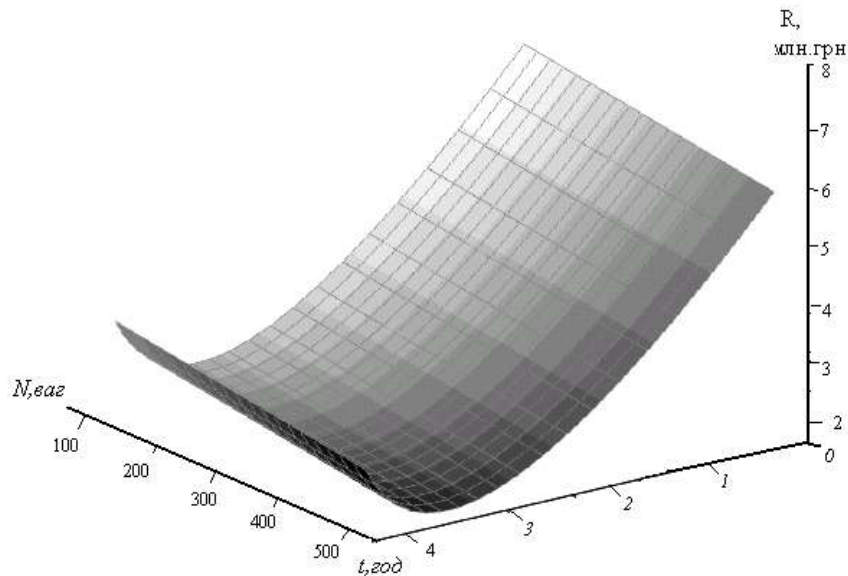


Рис. 3. Дослідження цільової функції забезпечення ресурсозбереження.

У четвертому розділі дається обґрунтування критерію якості управління сортувальною станцією. Запропоновано використовувати відносний показник - коефіцієнт неузгодженості q_n , що являє собою складний функціонал, який залежить від прийнятої технології роботи і технічного оснащення сортувальної станції та дозволяє оцінювати співвідношення між тривалістю непродуктивного простою та загальним часом знаходження вагонів на станції при різних варіантах організації роботи. В явному виді коефіцієнт неузгодженості має вигляд

$$q_n = \frac{\frac{t_{TO}^n \psi_{\delta p}^n (\lambda_{np}^2 + (\lambda_{TO}^n)^2)}{(1-\psi_{\delta p}^n)} + \frac{t_z \psi_z (\lambda_{TO}^2 + \mu_z^2)}{(1-\psi_z)} + \frac{t_{z\phi} \psi_{ml} (\lambda_n^2 + \lambda_{z\phi}^2)}{(1-\psi_{ml})} + \frac{t_{TO}^6 \psi_{\delta p}^6 (\lambda_{z\phi}^2 + (\lambda_{TO}^6)^2)}{(1-\psi_{\delta p}^6)} + \frac{24\psi_{nl}^2 (\lambda_{TO}^2 + \lambda_{nl}^2)}{(1-\psi_{nl}) N_{\delta id}} + \frac{24\psi_{\delta}^2 (\lambda_{nl}^2 + \lambda_{\delta}^2)}{N_{\delta id} (1-\psi_{\delta})}}{2(t_{np} + t_z + t_n + t_{z\phi} + t_{nep} + t_{\delta id}) + \frac{t_{TO}^n \psi_{\delta p}^n (\lambda_{np}^2 + (\lambda_{TO}^n)^2)}{(1-\psi_{\delta p}^n)} + \frac{t_z \psi_z (\lambda_{TO}^2 + \mu_z^2)}{(1-\psi_z)} + \frac{t_{z\phi} \psi_{ml} (\lambda_n^2 + \lambda_{z\phi}^2)}{(1-\psi_{ml})} + \frac{t_{TO}^6 \psi_{\delta p}^6 (\lambda_{z\phi}^2 + (\lambda_{TO}^6)^2)}{(1-\psi_{\delta p}^6)} + \frac{24\psi_{nl}^2 (\lambda_{TO}^2 + \lambda_{nl}^2)}{(1-\psi_{nl}) N_{\delta id}} + \frac{24\psi_{\delta}^2 (\lambda_{nl}^2 + \lambda_{\delta}^2)}{N_{\delta id} (1-\psi_{\delta})}} \quad (14)$$

де $t_{np}, t_z, t_n, t_{z\phi}, t_{nep}, t_{\delta id}$ – відповідно середній час обробки поїзда по прибуттю, середній час на розформування, накопичення, закінчення формування, перестановку та обробку у парку відправлення, год.; $\psi_{\delta p}^n, \psi_z, \psi_{ml}, \psi_{\delta p}^6, \psi_{nl}, \psi_{\delta}$ – відповідно рівень навантаження бригади технічного огляду в парку приймання, сортувальної гірки, маневрових локомотивів, бригади технічного огляду в парку відправлення, поїзних локомотивів у період їхнього перебування на станції, вихідних дільниць станції; $\lambda_{ex}, \lambda_{TO}^n, \lambda_n, \lambda_{z\phi}, \lambda_{TO}^6, \lambda_{nl}, \lambda_{\delta}$ – відповідно інтенсивність надходження поїздів в парк приймання, обслуговування бригадами технічного огляду в парку приймання, накопичення, закінчення формування, обслуговування бригадами технічного огляду в

парку відправлення, готовності поїзних локомотивів, відправлення; t_{TO}^n, t_{TO}^e – тривалість технічного огляду в парку приймання та відправлення, год.; $t_2, t_{3\phi}$ – відповідно тривалість гіркового циклу, закінчення формування, год.; μ_2 – інтенсивність обслуговування поїздів, що прибули до розформування, на сортувальній гірці; $N_{від}$ – загальна кількість поїздів, що відправляється на дільницю.

Встановлено, що основною причиною затримки транзитних вагонів з переробкою та зниження темпів їх просування є відсутність чіткої взаємодії усіх елементів станції та прилеглих дільниць. За результатами розрахунків отримана залежність між прийнятою технологією роботи та коефіцієнтом неузгодженості, що дозволяє оцінити якість управління системою „Сортувальна станція–прилегли дільниці” на прикладі станції Основа Південної залізниці (рис.4).



Рис. 4. Залежність q_n від прийнятої технології роботи та технічного оснащення сортувальної станції.

Техніко-економічні розрахунки довели, що при забезпеченні ресурсозбереження шляхом удосконалення технології роботи сортувальної станції простій вагонів з переробкою зменшується на 5,5% - 8,5%, що дає можливість прискорити обіг вагону на 0,8%. При цьому рівень навантаження технічних засобів та обслуговуючих пристроїв знаходиться в межах допустимого, тобто від 0,5 до 0,8.

ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі вирішено науково-прикладну задачу підвищення ефективності функціонування сортувальних станцій при забезпеченні ресурсозбереження шляхом удосконалення технології роботи на основі впровадження гнучкої технології обробки поїздів.

1. Дослідження динаміки основних експлуатаційних показників та аналіз роботи сортувальних станцій і прилеглих дільниць довели, що основний фактор, який впливає

на обіг вантажного вагону - простій вагонів на технічних станціях складає приблизно 40% загального обороту вагону. Визначено, що значну частину часу знаходження вагонів на станціях займає простій вагонів в очікуванні виконання операцій, що пов'язано з невідповідністю прийнятої технології роботи розрахунковим обсягам перевезень.

2. Запропонована гнучка технологія обробки поїздів враховує можливість динамічного відтворення процесу формування поїздів на декількох станціях одночасно і дозволяє скоротити число технологічних операцій із вагонами окремої групи. Розроблена модель вибору гнучкої технології дає можливість за надходженням попередньої інформації та з урахуванням поточної ситуації на сортувальній станції, обирати ту чи іншу технологію обробки поїзду із вагонами окремої групи.

3. Розроблена модель забезпечення ресурсозбереження шляхом удосконалення технології роботи сортувальної станції дозволяє визначати необхідну потужність та кількість обслуговуючих пристроїв в залежності від розрахункових обсягів перевезень, а також витрати на оперативну зміну кількості та потужності обслуговуючих пристроїв. При вирішенні цієї задачі враховано забезпечення раціонального рівня навантаження існуючих пристроїв станції – в межах 0,5-0,8, та можливість збільшення обсягів перевезень, що має місце в останній час.

4. На підставі досліджень встановлено: час очікування виконання операцій, який є одним із параметрів, що впливає на ефективність технології роботи сортувальної станції, підпорядковується експоненційному закону розподілу. Отримано емпіричні залежності часу виконання технічного огляду в парках приймання та відправлення від множини факторів.

5. Застосування при визначенні обмежуючих елементів в роботі сортувальної станції емпіричних залежностей тривалості технічного огляду дозволяє більш точно забезпечувати відповідні темпи обробки на суміжних елементах та визначати умови їх стійкого функціонування.

6. Розроблені моделі функціонування системи „Сортувальна станція-прилеглі дільниці” з використанням технологічних каналів на основі методу динаміки середніх дозволяють визначати в оперативному режимі число вагонів, що очікують виконання технологічних операцій. Доведена стійкість розроблених моделей за критеріями Ляпунова та Рауса-Гурвица в умовах нерівномірності поїздопотоків та впливу зовнішніх факторів дозволяє застосовувати їх для моделювання технологічних процесів на станції. Розроблені моделі пропонується інтегрувати до КСЕОД на сортувальній станції як додаткові задачі.

7. Запропонований критерій якості управління системою „Сортувальна станція–прилеглі дільниці” у вигляді коефіцієнта неузгодженості, що залежить від таких параметрів, як рівень навантаження обслуговуючих пристроїв, інтенсивність надходження вимог, тривалість виконання основних технологічних операцій, враховує зміни простою вагонів на станції при різних варіантах організації технології роботи та

технічного оснащення сортувальних станцій та дозволяє порівнювати ефективність роботи різних станцій між собою.

8. Доопрацьований комплекс задач з підтримки прийняття рішень оперативним персоналом при забезпеченні ресурсозбереження шляхом вибору оптимальної технології роботи, що інтегровано в АРМ оперативних робітників станції, дозволяє оцінювати технологію роботи станції за такими параметрами, як загальний час очікування вагонами виконання технологічних операцій; число вагонів, які очікують виконання технологічних операцій; загальні річні витрати на впровадження обраної технології роботи.

9. Оцінено економічний ефект від впровадження запропонованої технології роботи сортувальної станції при забезпеченні ресурсозбереження. Розрахунки свідчать про зменшення простою транзитних вагонів з переробкою на 5,5-8,5% за рахунок ефективного використання існуючих потужностей, що дозволяє прискорити оборот вагону на 0,8%.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Котенко А.М., Шаповал Г.В. Математична модель роботи сортувальної станції // Зб. наук. пр. – Харків: ХарДАЗТ, 2002. – Вип. 49. – С.100-107.

2. Шаповал Г.В. Шляхи підвищення ефективності функціонування сортувальних станцій // Зб. наук. пр. – Київ: КУЕТТ, 2003. – Вип.3. – С.38-45.

3. Шаповал Г.В. Визначення економічної ефективності технології роботи сортувальної станції // Зб. наук. пр. – Харків: УкрДАЗТ, 2003. – Вип.53. – С.62-68.

4. Шаповал Г.В. Математичні моделі технологічних ліній на сортувальних станціях // Зб. наук. пр. – Київ: КУЕТТ, 2004. – Вип.6. – С.167-173.

5. Шаповал Г.В. Системний аналіз процесу переробки вагонів на сортувальних станціях // Новини науки Придніпров'я. – 2005. - №5. – С.57-61.

6. Яновський П.О., Шаповал Г.В. Оцінка стійкості функціонування складних систем // Залізнич. транспорт України. – 2006. – № 2. – С.67-69.

АНОТАЦІЯ

Шаповал Г.В. Забезпечення ресурсозбереження шляхом удосконалення технології роботи сортувальних станцій. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація і ремонт засобів транспорту; Українська державна академія залізничного транспорту; Харків, 2007р.

Дисертація присвячена питанням удосконалення технології роботи сортувальних станцій у взаємодії з прилеглими дільницями в умовах транспортного ринку за рахунок забезпечення ресурсозбереження, спрямованої як на поліпшення якості перевезень, так і на підвищення конкурентоспроможності і престижності залізниць.

З цією метою в роботі розроблено комплекс моделей, що дозволяють реалізувати забезпечення ресурсозбереження при удосконаленні технології роботи сортувальної станції; визначити в оперативному режимі число вагонів в кожному стані системи "Сортувальна станція–прилеглі дільниці" при забезпеченні безперервної взаємодії її елементів; надати оцінку функціонування системи за рахунок формалізації критерію якості управління системою „Сортувальна станція–прилеглі дільниці”.

Ключові слова: ресурсозбереження, технологія роботи, сортувальна станція, математична модель, транзитні вагони з переробкою, критерій якості управління.

АННОТАЦИЯ

Шаповал А.В. Обеспечение ресурсосбережения путем совершенствования технологии работы сортировочных станций. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 – эксплуатация и ремонт средств транспорта; Украинская государственная академия железнодорожного транспорта; Харьков, 2007г.

Диссертация посвящена вопросам совершенствования технологии работы сортировочных станций во взаимодействии с прилегающими участками в условиях транспортного рынка за счет обеспечения ресурсосбережения при применении гибкой технологии обработки поездов. В работе исследованы показатели работы сортировочных станций. Выявлено, что значительную часть времени в обороте вагона составляет простой на технических станциях, и в первую очередь на сортировочных.

Для обеспечения эффективности работы и повышения качества перевозок предлагается определение целесообразности изменения количества обслуживающих устройств в оперативном режиме с учетом экономии всех видов ресурсов. С этой целью

формализована модель, позволяющая реализовать ресурсосбережение при совершенствовании технологии работы сортировочной станции.

Теоретически обоснованы положения формируемой технологии, разработан программный продукт, внедрение которого предполагается на автоматизированном рабочем месте оперативного или инженерно-технического персонала станции. Технология основана на прогнозных данных о количестве прибывающих поездов и данных о наличии обслуживающих устройств с учетом факторов ресурсосбережения.

Для обеспечения непрерывной работы сортировочной станции на основе метода динамики средних разработан комплекс моделей системы „Сортировочная станция–прилегающие участки” с использованием технологических каналов, которые позволяют определять среднее количество вагонов, документов и информации в оперативном режиме с учетом интенсивности поездопотока. Проведено исследование и доказана асимптотическая устойчивость разработанных моделей. Предложена интеграция данных моделей в комплексную систему электронного обмена данными в качестве дополнительных функциональных задач.

Для оценки качества управления сортировочной станции во взаимодействии с прилегающими участками формализован критерий качества управления в виде коэффициента несогласованности в технологии работы станции и определены его численные значения.

Предложенные технические решения рекомендованы для внедрения при корректировке технологических процессов работы сортировочных станций.

Ключевые слова: ресурсосбережение, технология работы, сортировочная станция, математическая модель, транзитные вагоны с переработкой, критерий качества управления.

THE SUMMARY

Shapoval A.V. Providing of saving of resources by improvement of the technology of work of sorting stations. The Manuscript.

The dissertation in obtaining scientific degree of the candidate of engineering sciences on speciality 05.22.20. – Exploitation and Repair of Transport; Ukrainian State Academy of Railway Transport; Kharkiv, 2007.

The dissertation is devoted to the questions of improvement of the technology of work of sorting stations in cooperation with adjoining areas due to providing of savings of resources which is directed both on the improvement of the quality of transportations, and on increasing the competitiveness and the prestige of railways.

In order to obtain this goal the complex of models was developed in the work. It allows to provide savings of resources by improvement of the technology of work of sorting stations. Besides, it allows to determine in operative mode the number of carriages in every state of the system in conditions of providing continuous cooperation of the elements of this system. Moreover, this complex of models allows to give the estimation of functioning of the system “Sorting station – adjoining areas” using the criterion of management quality.

Keywords: the savings of resources, technology of work, sorting station, mathematical model, transit carriages with processing, the criterion of management quality.