

Міністерство транспорту України
Українська державна академія залізничного транспорту

Селецький Василь Стасьович

УДК 656.212.5:681.3

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ УТВОРЕННЯ
ВАГОНОПОТОКІВ НА СОРТУВАЛЬНІЙ СТАНЦІЇ**

05.22.20- Експлуатація та ремонт засобів транспорту

АВТОРЕФЕРАТ
дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків 2006

Дисертацією є рукопис

Робота викона на кафедрі “Спеціалізовані комп’ютерні системи” Української державної академії залізничного транспорту Міністерства транспорту та зв’язку України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Загарій Геннадій Іванович, Українська державна академія

залізничного транспорту, кафедра “Спеціалізовані комп’ютерні системи”, завідувач кафедрою

Офіційні опоненти: ♦ доктор технічних наук, професор **Жуковицький Ігор Володимирович**, Дніпропетровський національний технічний університет залізничного транспорту ім. Ак.В.Лазаряна, кафедра “Електронно - обчислювальні машини”, завідувач кафедрою

♦ кандидат технічних наук, доцент **Шиш Володимир Олексійович**, заступник директора Державного Науково - дослідного центру залізниць України, м. Київ

Провідна установа: Київський університет економіки та технологій транспорту, кафедра “Організація перевезень і управління на транспорті”,

України

Міністерство транспорту та зв'язку

Захист відбудеться 22.06.2006 р. о 13 год. 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 ознайомитися у бібліотеці Української державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків майдан Фейєрбаха, 7

Автореферат розісланий 19.05. 2006 р.

Вчений секретар
спеціалізованої
Бойнік А. Б.

вченої

ради

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Залізниці України складають розвинуту транспортну систему із значним потенціалом перевезень. В силу економічних обставин, які змінилися за останні роки знизився попит на транспортні послуги, які надаються залізницями в області вантажних перевезень.

Ситуація, яка склалася вимагає якісно нових підходів до вирішення актуальних задач збереження і нарощування об'ємів перевезень за участю залізничного транспорту. Успішне рішення даних задач неможливе без засвоєння нових комп'ютерних технологій і впровадження нових математичних методів моделювання. Сортувальна робота є невід'ємною частиною процесу перевезень на залізничному транспорті, від стану котрої залежить багато якісних і кількісних показників роботи транспорту в цілому.

Для виконання сортувальної роботи одними із найважливіших підсистем сортувальної станції (СС) є підсистема розформування і підсистема формування поїздів.

Удосконалення технології составоутворення на СС в умовах автоматизації процесів приймання, розформування - формування та відправлення поїздів повинно розвиватися в двох напрямках: ● До першого відносяться опис процесу управління, побудова математичних і логічних моделей, які відображають роботу СС. ● Другий напрямок представляє дослідження в результаті котрого розроблені моделі підсистем розформування і формування поїздів на СС за допомогою математичного апарату мережі Петрі.

Звичайно досліджень із процесів управління на СС не достатньо. Потрібні розробки, які би були направлені на створення нової технології, нових технологічних систем на СС, з врахуванням сучасних математичних методів моделювання. Для вирішення даних проблем пропонується сучасний метод моделювання об'єктів - математичний апарат мереж Петрі.

Для збирання інформації про розформування та формування поїздів на СС виникла потреба в розробці розширених мереж Петрі так, як за допомогою традиційних мереж Петрі неможливо змоделювати:

- модель поступання потоку інформації про прибуття поїздів, в тому числі у парк приймання (ПП);
- модель потоку інформації про відомості составів поїздів (телеграми - натурні листи);
- модель потоку інформації про параметри розформування составів (номер колії на яку прямує відцеп в сортувальному парку (СП) і кількість вагонів у відцепі при розформуванні составів - сортувальні листки);
- модель обробки потоків інформації при формуванні поїздів на СС.

Для вирішення даної проблеми були розроблені два класи розширених мереж Петрі : ♦ розширені часові мережі Петрі - *F* - мережі Петрі; ♦ розширені предикатно - часові мережі Петрі - *V* - мережі Петрі.

На вантажопротяжних залізницях сучасні СС займають ведучі позиції у вдосконаленні вантажних перевезень, оскільки скоротити час доставляння вантажу можна тільки в тому випадку, якщо поруч з оптимізацією і концентрацією вагонопотоків вдається суттєво зменшити простоювання вагонів на станціях.

Для вирішення даної проблеми пропонуються розроблені моделі підсистем розформування та формування поїздів на СС на підставі введених двох класів розширених мереж Петрі -*F* і *V* -мереж Петрі .

В теперішній час на залізницях України широко використовується комп'ютерна техніка. Її використання дозволяє застосовувати сучасний метод моделювання об'єктів - математичний апарат мереж Петрі.

Отже для вирішення вище згаданих проблем є побудова моделей для одних із важливих технологічних підсистем СС: підсистеми розформування та підсистеми формування поїздів на СС на підставі розроблених двох класів розширених мереж Петрі - *F* і *V*- мереж Петрі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі СКС УкрДАЗТ відповідно Концепції і Програми реструктуризації залізничного транспорту України; Закону про інформатизацію, а також укладеним договором про співробітництво між Львівським технікумом залізничного транспорту (ЛТЗТ) і Львівською дирекцією залізничних перевезень Львівської залізниці від 12.03.2001р.

Мета і задачі дослідження: Метою дисертаційної роботи є удосконалення технології составоутворення на СС в умовах автоматизації процесів приймання, розформування - формування та відправлення поїздів на основі запропонованих моделей у класі мереж Петрі.

Для досягнення зазначеної мети необхідне вирішення наступних задач:

- розробка комплексу підмоделей для моделювання підсистем розформування та формування составів і відправлення поїздів на СС;
- дослідження динаміки функціонування процесів розформування та формування составів на СС;
- розробка та впровадження математичних моделей розформування та формування, що забезпечують відображення технологічних процесів в динаміці;
- удосконалення технологічної мови моделювання з метою врахування автоматизації процесів приймання, розформування-формування і

відправлення поїздів;

- дослідження та аналіз процесів формування при нестабільній роботі СС;
- розробка математичної моделі формування на СС в умовах автоматизації процесів формування та формування складів з врахуванням прогнозування про підхід поїздів та можливість їх відправлення;
- розробка математичної моделі оперативного планування утворення вагонопотоків на СС з врахуванням про підхід поїздів та експлуатаційних показників роботи СС.

Об'єкти дослідження: процеси формування і формування складів на СС.

Предмет дослідження: методи для поліпшення якості формування.

Методи дослідження. Теорія ймовірностей, теорія систем масового обслуговування, алгебра логіки, теорія графів і розроблені розширені класи F - мереж Петрі та V - мереж Петрі для моделювання формування на СС в умовах автоматизації процесів приймання, формування - формування та відправлення поїздів.

Наукова новизна отриманих результатів. Наукова новизна полягає в наступному: ♦ вперше розроблено комплекс моделей формування та формування складів на СС на основі введеного нового розширення мереж Петрі з врахуванням прогнозування про підхід поїздів та можливість їх відправлення; ♦ удосконалено мову мереж Петрі з метою врахування процесів формування та формування складів на СС; ♦ вперше розроблено модель оперативного планування утворення вагонопотоків на СС в умовах автоматизації процесів формування та формування складів з врахуванням про підхід поїздів та експлуатаційних показників роботи СС; ♦ досліджено за допомогою нових моделей динаміку функціонування технологічних процесів формування та формування складів на СС; ♦ удосконалено моделі відображення технологічних процесів формування у динаміці.

Практичне значення отриманих результатів. Практичну цінність мають:

♦ ефективні методи раціональної організації процесів формування та формування складів; ♦ рекомендації по використанню нової мови моделювання та побудованих на її основі моделей процесів формування - формування складів на СС, що дає змогу прогнозувати та оперативно планувати роботу системи формування - формування; ♦ розроблено програмне забезпечення, яке дає змогу створювати АРМ ДСЦ з новими функціональними можливостями. Практична цінність підтверджена актами впровадження.

Рівень реалізації і впровадження наукових розробок. Під час проведення удосконалення систем управління сортувальними процесами на станціях Львівської залізниці використані рекомендації:- по прогнозуванню процесів управління СС при її нестабільній роботі;- по аналізу роботи процесів управління при нестабільній роботі СС.

При створенні АРМ маневрового диспетчера для станції Львів Львівської залізниці використано:- модель составоутворення на СС в умовах автоматизації процесів розформування та формування составів з врахуванням прогнозування про підхід поїздів та можливість їх відправлення;- модель оперативного планування утворення вагонопотоків на СС з врахуванням про підхід поїздів та експлуатаційних показників роботи СС. При курсовому і дипломному проектуванні в ЛТЗТ та УкрДАЗТ використовуються методики прогнозування составоутворення на СС та оперативного планування утворення вагонопотоків на СС в умовах автоматизації процесів приймання, розформування - формування і відправлення поїздів.

Особистий вклад автора. Всі наукові результати, що виносяться на захист, отримані автором особисто. Впровадження результатів виконувалось під керівництвом автора. В роботах із співавторами особистий внесок полягає в наступному: ● в статті [3] на підставі М - синхронізованих мереж Петрі побудовано удосконалену модель підсистеми розформування поїздів на сортувальній станції. ● в статті [4] сформульовано постановку задачі нестабільності роботи підсистеми розформування та побудовано її модель. ● в статті [5] для спрощення побудови моделі підсистеми розформування використано метод декомпозиції. ● в статті [6] запропоновано нові популяції: інгібіторна дуга n - го порядку; позиція n - го рівня, позиція з фіксованим часом затримання фішок та позиція n - го рівня з фіксованим часом затримання фішок для дослідження підсистеми розформування при нестабільній роботі.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації докладувались і обговорювались на науково - технічних конференціях Української академії залізничного транспорту (листопад 1999 р. - листопад 2003 р.) і на міжнародних науково - технічних конференціях в м. Алушта (2000 - 2004 рр.).

Повністю результати дисертаційної роботи були докладені та схвалені на розширеному засіданні кафедри "СКС", УкрДАЗТ 2005р. з участю членів спеціалізованої ради.

Публікації. По темі дисертації було опубліковано сім науково - технічних статей.

Структура і об'єм дисертації. Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел (108 найменувань) і містить

320 сторінок, у тому числі 156 сторінок основного тексту, 17 рисунків, 30 таблиць, 12 графіків, а також додатки на 82 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовані необхідність, актуальність дисертації, дана її загальна характеристика.

В **розділі 1** проаналізовано стан процесів управління на СС Німеччини, Бельгії, Росії та України. Для підвищення ефективності перевезень в Німеччині застосовано наступні технології роботи СС: - розподіл сортувальних колій по задаванню відносно коротких маршрутів спускання поїздів з гірки; - слідування вагонів тільки у напрямку станції призначення; - зменшення часу накопичення вагонів на станції формування поїздів. Для інтегрування процесів управління СС Бельгії запропоновані нові технології на підставі : - збільшення перероблюючої спроможності вагонів; - впровадження повністю автоматизованих систем управління процесом сортування вагонів; - рівня управління та контролю за допомогою інтерфейсу людина - машина. На Російських залізницях курс перетворення крупних СС у високопродуктивні і ефективні регіональні центри переробки вагонів, який проводиться передбачає:

- інформаційне наповнення систем управління цих станцій;- повну автоматизацію розформування составів на сортувальній гірці (СГ) при забезпеченні збереження рухомого складу під час розпуску. Так, як при маневровій роботі на цих обладнаннях проходить до 46% випадків браку, які фіксуються на станціях. Це вимагає застосування нових підходів до організації сортувальної і маневрової роботи на основі підсилення наукового супроводження процесу удосконалення і впровадження нових технічних засобів, покращення підготовки і підвищення кваліфікації робітників гірочних комплексів.

Для СС України раціональним рішенням є те що комплекс “Сортувальна станція - прилеглі ділянки” розглядається не як сукупність декількох систем, а як єдина система, робота якої задовольняє вимоги, які відносяться до транспортного процесу, а також функціонування СС розглядається не як ланцюг випадковостей, а як керований процес , виходячи з загальних цілей транспорту.

Відзначено, що актуальним питанням на даний час є розв’язання задач удосконалення технології составоутворення на СС в умовах автоматизації процесів приймання, розформування - формування та відправлення поїздів, а також прогнозування та оперативне планування процесів управління СС при нестабільній роботі. Для вирішення зазначеного питання сформульовані

основні задачі дисертації.

В розділі 2 для удосконалення технології составоутворення на СС в умовах автоматизації процесів приймання, розформування - формування та відправлення поїздів на СС запропоновані нові популяції: виду дуги - інгібіторна дуга n - го порядку; виду позицій: позиція n - го рівня, позиція з фіксованим часом затримання фішок, позиція n - го рівня з фіксованим часом затримання фішок, проста предикатна позиція, предикатна позиція n - го рівня (див. табл. 1). В табл. 2. наведено застосування мереж Петрі на залізничному транспорті.

На підставі запропонованих позиції n - го рівня, позиції з фіксованим часом затримання фішок, позиції n - го рівня з фіксованим часом затримання фішок та інгібіторної дуги n - го порядку розроблено розширені F -мережі Петрі, а введенні предикатна позиція, предикатна позиція n - го рівня дозволили розширити F -мережі Петрі і отримати ще один клас мереж Петрі: V -мережі Петрі.

Таблиця 1

Запропоновані елементи для розширення мереж Петрі

Позначення в табл. 2 :

- традиційні мережі Петрі;
- запропоновані мережі Петрі.

Таблиця 2

Застосування традиційних та запропонованих мереж Петрі на залізничному транспорті

В розділі 3 для удосконалення технології составоутворення на СС в умовах автоматизації процесів приймання поїздів та розформування составів побудовано моделі підсистеми приймання поїздів та розформування составів при рівномірній роботі та нестабільній роботі за допомогою запропонованих F - мережі Петрі з новими властивостями, які відрізняються від традиційних мереж Петрі, тим що в них введені нові популяції: інгібіторна дуга n - го порядку; позиція n - го рівня, позиція з фіксованим часом затримання фішок та позиція n - го рівня з фіксованим часом затримання фішок.

На рис. 1 побудована підсистема розформування составів на сортувальній станції при нестабільній роботі, яка залежить від одного параметру (ПРСС1) за допомогою F - мереж Петрі.

Місце моделює дільниці, з яких прибувають поїзди в ПП нерівномірно. Місце моделює состави, які очікують ТО. Місце моделює ТО составів. Місце моделює состави, які очікують розформування. Місце моделює СГ, яка розпускає состави. Місце моделює лічильник составів в ПП. Перехід

t_1 моделює прибуття поїзда в ПП. Перехід t_2 моделює поступання состава до ТО. Перехід t_3 моделює закінчення ТО. Перехід t_4 моделює поступання состава на СГ. Перехід t_5 моделює розформування состава. Поїзди прибувають із дільниць в ПП з інтервалом часу f_1 . f_2 - середній час очікування составів ТО. f_3 - тривалість ТО. f_4 - середній час очікування. f_5 - тривалість розпуску состава на СГ.

Рис. 1 Підсистема розформування составів на сортувальній станції при нестабільній роботі, яка залежить від одного параметру.

ПРСС1 описана за допомогою F - мереж Петрі задається початковою маркіровкою:, де i часом затримання заявок:, де i . Середній час прибуття поїздів в ПП визначається за формулою:.

Тоді середня інтенсивність поступання поїздів в ПП: .

Середній час очікування составів бригадою ПТО визначається за формулою:.

Середній час очікування составів розпуску на СГ визначається за формулою:.

Тривалість перебування кожного поїзда в ПРСС визначається формулою: для, де $\tau = \text{const}$ $\tau = \text{const}$ - тривалості підготовчо - заключних операцій, які припадають на один состав поїзда відповідно при ТО бригадою ПТО і розпуску на СГ.

Середня тривалість перебування поїзда в ПРСС визначається формулою:.

Наведемо один із конкретних прикладів функціонування технологічних процесів ПРСС1.

Приклад 1. Заявки в позиціях затримуються з наступним часом: , де $\tau = 5$ у.о.ч. $\tau = 4$ у.о.ч. та $\tau = 3$ у.о.ч. $\tau = 2$ у.о.ч. - тривалості підготовчо - заключних операцій,

Середній час прибуття поїздів в ПП $\tau = 6$ у.о.ч. Нерівномірність прибуття поїздів в ПП складається з трьох груп часу прибуття :- періоду згущеного підведення поїздів в ПП: $\Gamma = \{ 3, 2, 4, 3, 4 \}$;- стану стійкої взаємодії процесів приймання поїздів в ПП : $C = \{ 6, 5, 7, 8 \}$;- в ПП поступає розріджений потік поїздів: $P = \{ 11, 10, 9 \}$.

Час очікування ТО бригадою ПТО і час очікування розпуску на СГ для

кожного состава визначено за допомогою побудованої динамічної F - виду таблиці функціонування ПРСС1.

Досягнення станів перебування ПРСС1 для f^1 наведені в табл. 3

Таблиця 3

Стани перебування ПРСС1 для f^1										
№ такту	Умовні одиниці часу									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	3	1	11	1	1	0	0	0		
2	5	1	10	2	2	0	0	0		
3	6	2	10	2	1	1	0	0		
4	9	1	9	3	2	1	0	0		
5	11	2	3 9	3	1	1	1	0		3 - ТО 4 у.о.ч.
6	12	1	8	4	2	1	1	0		
7	13	4	8	3	2	1	0	1		
8	16	1	2 3	7	4	2	1	1	1	3 - ТО 4 у.о.ч.
9	17	5	7	4	2	1	1	0		1 - P
10	18	4	7	3	2	1	0	1		
11	21	2	3 7	3	1	1	1	1		4 - ТО 6 у.о.ч.
12	22	1	5 6	4	2	1	1	0		2 - P

Позначення в табл. 3: **3 - ТО 4 у.о.ч.** - 3- тій состав очікує ТО 4 у.о.ч. і **1 - P** - 1- ший состав розформовано.

Середній час очікування обслуговування составів бригадою ПТО: =3.1 у.о.ч., середній час очікування составів розпуску на СГ: у.о.ч. і середня тривалість перебування поїздів в ПРСС1)=17 у.о.ч.

Розроблені динамічні F - виду таблиці на підставі F - мереж Петрі дають змогу описувати динаміку функціонування процесів приймання поїздів та розформування составів. На підставі виконаного аналізу функціонування ПРСС з урахуванням динаміки доведено: ПРСС функціонує в стані стійкої взаємодії процесів приймання поїздів в ПП та розформування составів на СГ, якщо виконуються умови: і . Якщо ,то середня кількість составів, які очікують ТО (середній час очікування ТО) більша за середню кількість составів, які очікують розформування (середній час очікування розформування), а якщо , то навпаки. Якщо або , то кількість колій в ПП для приймання поїздів буде зростати, відповідно ПРСС буде перевантажена. Отже, дана підсистема не має можливості функціонувати в стані стійкої взаємодії процесів приймання поїздів в ПП та розформування составів на СГ.

При тривалій роботі ПРСС динамічні F - виду таблиці дозволили визначити: середній час очікування составів ТО, середній час очікування составів розформування, середню тривалість перебування поїздів в ПРСС і

потрібну кількість колій в ПП, що має важливе значення для управління роботою СС.

Показано, що при перестановці груп часу Γ , H і P нерівномірності інтервалів часу прибуття поїздів в ПП середній час очікування составів ТО, середній час очікування составів розформування, середня тривалість перебування поїздів в ПРСС і потрібна кількість колій в ПП є різні. На підставі динамічних F - виду таблиць виконано аналіз, який показує, що нестабільність роботи ПРСС (нерівномірності інтервалів часу постування в ПП, нерівномірності інтервалів часу обслуговування составів бригадою ПТО і нерівномірності інтервалів часу розпуску составів на СГ) збільшує: середній час очікування составів ТО, середній час очікування составів розформування, середню тривалість перебування поїздів в ПРСС і потрібну кількість колій в ПП. Побудована модель підсистеми приймання поїздів та розформування составів при нестабільній роботі дає можливість прогнозувати роботу даної підсистеми та вибрати раціональний варіант роботи підсистеми при оперативному плануванні. Вибір раціонального варіанту полягає в зменшенні часу очікування составів ТО та часу очікування составів розформування за рахунок прийняття правильних рішень на підставі інформації, яку отримано під час прогнозування можливих утруднень роботи даної підсистеми.

В розділі 4 для удосконалення технології составоутворення на СС в умовах автоматизації процесів формування та відправлення поїздів розроблено моделі підсистеми формування та відправлення поїздів при рівномірній роботі та нестабільній роботі за допомогою запропонованих часово - предикатних мереж Петрі (V - мереж Петрі), які відрізняються від звичайних мереж Петрі, тим що в них введені позиції з специфічними властивостями: предикатна позиція і предикатна позиція n - го рівня. V - мережі Петрі вирішили проблему моделювання ПФСС, що не можна було зробити за допомогою звичайних мереж Петрі. Для спрощення моделі ПФСС використано метод декомпозиції.

На рис. 2 побудовано підсистему формування поїздів на СС при нерівномірній роботі (ПФСС(н)) за допомогою V - мереж Петрі. ПФСС(н) складається із двох рівнів.

На першому (вищому) рівні розміщені: - мережа сценарій за допомогою, якої проходить цілеспрямоване постування складів поїздів із ПП на СГ; - мережа сценарій, яка виконує наступні функції: | впорядковує поступання відцепів на задані колії; | контролює накопичення вагонів на коліях сортувального парку (СП); | сформований состав поїзда переставляє із СП в парк відправлення (ПВ); | відправляє поїзд з ПВ.

На другому рівні (нижньому) розміщені функції - мережі , де $i=1..k$ (на СГ розформовується k составів). Функція - мережа задає: ● час

розформування i - го состава на СГ; ● параметри розформування складу поїзда на СГ (номер колії на яку прямує відчеп в СП і кількість вагонів у відчепі).

Функціонування технологічних процесів ПФС(н) наведено на одному із конкретних прикладів.

Приклад 2. Задано: - Для мережі сценарію S_1 : 12 оброблених составів поступає з ПП на СГ в розформування з нерівномірним інтервалом часу:

. Для функції - мережі, де $i=1..12$ початкові маркіровки: ;

;

;

;

;

;

;

Рис. 2 Підсистема формування поїздів на сортувальній станції при нестабільній роботі

;

і час розформування составів (5,4,6,4,6,4,4,3,5,3,6,3). Для мережі сценарію S_2 : час ТО составів в ПВ: (5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5,5). В СП є 8 колій, а в ПВ 3 колії. Максимальна кількість відчепів в составі поїзда: $r=13$. Максимальна кількість вагонів у відчепі: $m=24$. Кількість вагонів у составі поїзда: $l=55$. Час накопичення на коліях СП визначається за допомогою побудованої динамічної V - виду таблиці функціонування ПФСС(н).

Досягнення станів перебування ПФСС(н) наведені в табл. 4.

Таблиця 4

№ такту	У. о. ч.				Стани перебування ПФСС(н)								ПВ		Заув.
	Сортувальний парк				Р _{СП1}	Р _{СП2}	Р _{СП3}	Р _{СП4}	Р _{СП5}	Р _{СП6}	Р _{СП7}	Р _{СП8}	13	14	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0	0	0	0	Початкове накопичення вагонів								0	1		
				9	11	33	19	34	33	52	19				
1	3	0	1									0	1		
2	5	1	1									0	0	0-В	
3	8	0	1	№ відчеплення/кількість вагонів у відчепі								0	1	1-Ф 2-Р 3у.о.	
				3/11	5/9	1/14	6/2	7/7		4/1	2/6				
				10/2					9/1	8/2					
				Накопичення вагонів на коліях											
				22	20	47	21	41	34	55	25				

4	9	1	1							0	1	
5	12	1	1	№ відчеплення/кількість вагонів у відчепі						0	1	3-Р 5у.о.ч
				2/8	3/4	1/5						
				4/6			5/4	6/7				
				7/10	8/11							
				Накопичення вагонів на коліях								
				46	31	51	21	41	39	4	32	
6	13	1	1							0	0	1-В

Позначення в табл. 4: **1- Ф** - 1- ший состав сформовано, **2-Р 3у.о.ч.** - 2- гий состав очікує розформування 3у.о.ч. і **1- В** - 1- ший поїзд відправлено.

За допомогою побудованої динамічної V - виду таблиці (табл. 4) функціонування ПФСС отримали:- середній час очікування составів розпуску на СГ: =2,58 у.о.ч. - середній час очікування составів постування до ТО в ПВ: =1,42 у.о.ч. Час формування состава на сортувальній колії визначається динамічною V - виду таблицею фіксуючи початок накопичення вагонів і закінчення формування состава.

На підставі введених V - мереж Петрі розроблені динамічні V- виду таблиці дають змогу описувати динаміку функціонування ПФСС. При тривалій роботі ПФСС динамічні V - виду таблиці дозволили визначити: середній час очікування составів розформування, середній час накопичення вагонів на коліях СП (середній час формування поїздів), потрібну кількість колій в ПВ, що має важливе значення для управління роботою СС. На підставі динамічних V - виду таблиць виконано аналіз, який показав, що нестабільність роботи ПФСС (нерівномірності інтервалів часу поступання составів в розформування, нерівномірності інтервалів часу розпуску составів на СГ) збільшує: середній час очікування составів розформування, середній час накопичення вагонів на коліях СП (середній час формування составів) , середню тривалість перебування поїздів в ПФСС і потрібну кількість колій в ПВ. Побудована модель формування та відправлення поїздів при нестабільній роботі дає можливість прогнозувати роботу даної підсистеми та вибирати раціональний варіант роботи підсистеми при оперативному плануванні. Раціональний варіант полягає в зменшенні часу накопичення составів та часу очікування ТО в ПВ, яке прискорює сооставоутворення та відправлення поїздів за рахунок прийняття правильних рішень на підставі інформації, яку отримано під час прогнозування можливих утруднень роботи підсистеми формування.

Розділ 5 присвячений визначенню раціонального варіанту управління системою розформування - формування поїздів на СС та моделювання прогнозування і оперативного планування роботи процесів управління СС при нестабільній роботі.

В реальному часі розглянуто систему розформування - формування поїздів на СС Львів.

Систему розформування - формування поїздів на СС (СРФСС) побудовано за допомогою *V - мереж Петрі*. Для спрощення моделі СРФСС використано метод декомпозицій. Метод декомпозицій полягає в тому, що СРФСС будується як ієрархічна структура.

Система розформування - формування складається із двох рівнів.

На першому (вищому) рівні розміщені: - мережа сценарій (підсистема розформування), яка виконує наступні дії: - приймає поїзди в ПП, які прибувають із дільниць; - проводить ТО (КО) составів в ПП; - проводить цілеспрямоване поступання составів із ПП на СГ.

- мережа сценарій (підсистема формування), яка виконує наступні дії:
- впорядковує поступання відчепів на задані колії; - контролює накопичення вагонів на коліях сортувального парку (СП); - сформований состава, який підлягає повторному розформуванню переставляє із СП на СГ;
- проводить ТО (КО) сформованих составів на коліях СП; відправляє поїзди з колій СП.

На другому рівні (нижньому) розміщені: функції - мережі, де $i=1..k$ (на СГ розформовується k составів); функції - мережі, де $i=1..ш$ (в СП повторно розформовується ψ составів).

Функція - мережа () задає: час розформування i - го состава на СГ; параметри розформування состава на СГ (номер колії на яку прямує відчеп в СП і кількість вагонів у відчепі).

Для удосконалення технології составоутворення на СС в умовах автоматизації процесів приймання, розформування - формування та відправлення поїздів виконано: Побудовані *V - мережі Петрі* дали можливість вирішити проблему побудови моделі технологічних процесів системи розформування - формування поїздів на СС. Для спрощення моделі СРФСС використано метод декомпозицій. Метод декомпозицій забезпечив ієрархічну структуру системи. Для системи розформування - формування поїздів на СС запропоновані *V - мережі Петрі* дали можливість розробити динамічні *S_p* - виду таблиці, які описують динаміку функціонування системи.

Експериментальні дослідження проведено для одного із варіантів оперативного планування системи розформування - формування поїздів на СС Львів.

Модель оперативного планування роботи системи розформування - формування поїздів на СС Львів є основою математичної моделі АРМ маневрового диспетчера для СС Львів Львівської залізниці.

АРМ ДСЦ дає змогу:

- формувати узагальнені дані про роботу СС для виявлення об'єктів, які

вимагають уваги : - насамперед всього по оцінці змінення робочого парку вагонів;- темпів розформування составів, составоутворення, переставлення сформованих составів та відправлення поїздів;

- виявляти утруднення, які виникають в роботі станції, інформувати про них оперативно - диспетчерський персонал;
- прогнозувати роботу підсистеми приймання поїздів та розформування составів і підсистеми формування составів та відправлення поїздів на СС при нестабільній роботі;
- оперативно планувати роботу підсистеми приймання поїздів та розформування составів і підсистеми формування составів та відправлення поїздів на СС при нестабільній роботі та вибирати раціональний варіант роботи даних підсистем (зменшення часу простоювання вагонів, прискорення составоутворення та відправлення поїздів за рахунок прийняття правильних рішень на підставі інформації, яку отримано під час прогнозування можливих утруднень роботи станції);
- збільшити якість обслуговування составів бригадою ТО, якість розформування вагонопотоків, якість составоутворення та якість відправлення поїздів за рахунок усунення помилкових рішень, які виникають при незрозумілій та неточній інформації;
- покращити умови праці оперативно - диспетчерського персоналу.

При експериментальному дослідженні для станції Львів проводилось: прогнозування оперативного планування роботи СС; розрахункове оперативне планування роботи СС та коректування оперативного планування роботи СС.

Вартість простою вагонів на СС при прогнозуванні становила: $1533 * 5.2 = 7971,6$ грн.

Вартість простою вагонів на СС при коректуванні становила: $1228 * 5.2 = 6385,6$ грн.

Таким чином проведене коректування оперативного планування дало можливість зекономити: 1586 грн. на протязі 6 год. часу або проведене коректування оперативного планування роботи СС дало можливість зменшити час простою вагонів на СС Львів для даного випадку на 19.9%.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ І ВИСНОВКИ

Дослідження та розрахунки, що приведені у дисертації і направлені на рішення задачі удосконалення технології составоутворення на СС в умовах автоматизації процесів приймання, розформування - формування та відправлення поїздів на основі запропонованих моделей у класі мереж Петрі дозволили зробити наступні висновки:

1. Побудовано моделі підсистеми приймання поїздів та розформування

составів при рівномірній роботі та нестабільній роботі за допомогою запропонованих F - мережі Петрі з новими властивостями, які відрізняються від традиційних мереж Петрі, тим що в них введені нові популяції: інгібіторна дуга n - го порядку; позиція n - го рівня, позиція з фіксованим часом затримання фішок та позиція n - го рівня з фіксованим часом затримання фішок.

2. На підставі виконаного аналізу функціонування ПРСС з урахуванням динаміки доведено:- ПРСС функціонує в стані стійкої взаємодії процесів приймання поїздів в ПП та розформування составів на СГ, якщо виконуються умови: і .- Якщо ,то середня кількість составів, які очікують ТО (середній час очікування ТО) більша за середню кількість составів, які очікують розформування (середній час очікування розформування), а якщо , то навпаки.

3. При тривалій роботі ПРСС динамічні F - виду таблиці дозволили визначити: середній час очікування составів ТО, середній час очікування составів розформування, середню тривалість перебування составів в ПРСС і потрібну кількість колій в ПП.

4. Показано, що при перестановці груп часу Г, Н і Р нерівномірності інтервалів часу прибуття поїздів в ПП середній час очікування составів ТО, середній час очікування составів розформування, середня тривалість перебування составів в ПРСС і потрібна кількість колій в ПП є різні.

5. На підставі динамічних F - виду таблиць виконано аналіз, який показує, що нестабільність роботи ПРСС (нерівномірності інтервалів часу постування в ПП, нерівномірності інтервалів часу обслуговування составів бригадою ПТО і нерівномірності інтервалів часу розпуску составів на СГ) збільшує: середній час очікування составів ТО, середній час очікування составів розформування, середню тривалість перебування составів в ПРСС і потрібну кількість колій в ПП.

6. Побудована модель підсистеми приймання поїздів та розформування составів при нестабільній роботі дає можливість прогнозувати роботу даної підсистеми та вибрати раціональний варіант роботи підсистеми при оперативному плануванні (зменшення часу очікування составів ТО та часу очікування составів розформування за рахунок прийняття правильних рішень на підставі інформації, яку отримано під час прогнозування можливих утруднень роботи даної підсистеми). Для прогнозованих утруднень роботи підсистеми розформування виконано покращення оперативного планування на 23.4%.

7. Розроблено моделі підсистеми формування та відправлення поїздів при рівномірній роботі та нестабільній роботі за допомогою запропонованих часово - предикатних мереж Петрі (V - мереж Петрі). V - мережі Петрі

відрізняються від звичайних мереж Петрі, тим що в них введені позиції з специфічними властивостями: предикатна позиція і предикатна позиція n - го рівня.

8 Досліджено та виконано аналіз процесів составоутворення при нестабільній роботі сортувальної станції, який показав, що нестабільність роботи ПФСС (нерівномірності інтервалів часу постування поїздів в розформування, нерівномірності інтервалів часу розпуску составів на СГ) збільшує: середній час очікування составів розформування, середній час накопичення вагонів на коліях СП (середній час формування составів) , середню тривалість перебування поїздів в ПФСС і потрібну кількість колій в ПВ.

9. Побудована модель формування составів та відправлення поїздів при нестабільній роботі дає можливість прогнозувати роботу даної підсистеми та вибирати раціональний варіант роботи підсистеми при оперативному плануванні (зменшення часу накопичення составів та часу очікування ТО в ПВ, яке прискорює сооставоутворення та відправлення поїздів за рахунок прийняття правильних рішень на підставі інформації, яку отримано під час прогнозування можливих утруднень роботи підсистеми формування). При даних утрудненнях роботи підсистеми формування виконано покращення оперативного планування на 26.7%.

10. На підставі моделей прогнозування і оперативного планування роботи системи розформування - формування поїздів на СС Львів розроблено математичну модель АРМ маневрового диспетчера для СС Львів Львівської залізниці.

11. При проведенні експериментального дослідження для станції Львів коректування оперативного планування роботи сортувальної станції дало можливість зменшити час простою вагонів для даного випадку на 29%.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ

1. Селецький В.С. Модульна система керування сортувальними станціями на залізницях Німеччини //Межвуз.сб. науч. тр. /ХГАЖТ, 1995. - Вип. 27 - С 25-27.
2. Селецький В.С. Застосування М- синхронізованих мереж Петрі для моделювання процесів управління на сортувальних станціях //Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте.- 1999.- № 5.- С. 60- 64.
3. Луханін М.І., Селецький В.С. Удосконалена модель підсистеми розформування поїздів на сортувальній станції //Іформаційно - керуючі системи на залізничному транспорті. - 2000. - № 6. - С. 71 - 74.
4. Луханін М.І., Селецький В.С. Нестабільність роботи підсистеми розформування //Іформаційно - керуючі системи на залізничному транспорті.

- 2000. - № 2. - С. 74 - 77.

5. Луханін М.І., Селецький В.С. Застосування методу декомпозицій для моделювання підсистеми розформування на сортувальній станції Львів //Інформаційно - керуючі системи на залізничному транспорті. - 2001. - № 4. - С. 16 - 19.

6. Селецький В.С., Федак Я.А. Про пристрої обслуговування заявок //Інформаційно - керуючі системи на залізничному транспорті. - 2001. - № 5. - С. 31 - 34.

7. Селецький В.С. Система обслуговування з пріоритетами //Інформаційно - керуючі системи на залізничному транспорті. - 2002. - № 3. - С. 71 - 72.

АНОТАЦІЯ

Селецький В.С. Удосконалення технології планування утворення вагонопотоків на сортувальній станції.- Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.22.20 - “Експлуатація та ремонт засобів транспорту”. - Українська державна академія залізничного транспорту, Харків, 2005 р.

Побудовані модель підсистеми приймання поїздів та розформування составів і модель формування та відправлення поїздів при нестабільній роботі, які дають можливість прогнозувати роботу даних підсистем та вибирати раціональний варіант роботи підсистем при оперативному плануванні.

Розроблені математична модель составоутворення на СС в умовах автоматизації процесів розформування та формування составів з врахуванням прогнозування про підхід поїздів та можливість їх відправлення та математична модель оперативного планування утворення вагонопотоків на СС з врахуванням про підхід поїздів та експлуатаційних показників роботи СС. На їх підставі розроблена математична модель АРМ маневрового диспетчера для СС Львів Львівської залізниці.

Ключові слова: модель, динамічна таблиця, підсистема розформування, підсистема формування, составоутворення, система формування - розформування, раціональний вибір.

АННОТАЦИЯ

Селецкий В.С. Совершенствование технологии планирования образования вагонопотоков на сортировочной станции. 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, 2005г.

Диссертация посвящена вопросам совершенствования технологии составообразования на СС в условиях автоматизации процессов приема поездов, расформирования - формирования составов и отправления поездов на основе предложенных моделей в классе сетей Петри.

В работе построены модели подсистемы приема поездов и расформирования составов и модели формирования составов и отправления поездов при равномерной и нестабильной работе с помощью предложенных соответственно F - сетей Петри и V - сетей Петри с новыми свойствами.

На основе выполненного анализа функционирования ПРСС с учетом динамики доказано: - ПРСС в состоянии стойкого взаимодействия процессов приема поездов ПП и расформирования составов на СГ, если выполняются условия: и . Если , тогда среднее количество поездов, которые ожидают ТО (среднее время ожидания ТО) больше за среднее количество поездов, которые ожидают расформирования (среднее время ожидания расформирования), а если , то наоборот.

Показано, что при перестановке групп времени Г, Н и Р неравномерности интервалов прибытия поездов в ПП среднее время ожидания поездов ТО, среднее время ожидания расформирования составов на СГ, среднее время нахождения составов в ПРСС и потребное число путей в ПП разное.

Построенные модель подсистемы приема поездов и расформирования составов и модель формирования составов и отправления поездов при нестабильной работе дают возможность прогнозировать работу данных подсистем и выбирать рациональный вариант работы подсистем при оперативном планировании.

Исследовано и выполнено анализ процессов составообразования при нестабильной работе сортировочной станции, что неравномерность интервалов прибытия поездов в ПП, неравномерность интервалов обслуживания поездов бригадой ПТО и неравномерность интервалов расформирования составов на СГ увеличивает: среднее время ожидания поездов ТО, среднее время ожидания расформирования составов на СГ, среднее время накопления вагонов на путях СП, потребное число путей в ПП, потребное число путей в ПО.

Разработаны математическая модель составообразования на СС в условиях автоматизации процессов расформирования и формирования составов с учетом прогнозирования о подведении поездов и возможности их отправления, математическая модель оперативного планирования образования вагонопотоков на СС с учетом о подведении поездов и эксплуатационных показателей работы СС. На их основании разработана математическая модель АРМ маневрового диспетчера для СС Львов

Львовской железной дороги.

АРМ ДСЦ дает возможность: ♦ формировать обобщенные данные о работе СС для выявления объектов, которые требуют внимания : - в первую очередь всего по оценке изменения рабочего парка вагонов;- темпов расформирования составов, составообразования, переставление сформированных составов и отправление поездов; ♦ выявлять затруднения, которые возникают в работе станции, информировать о них оперативно - диспетчерский персонал;♦ прогнозировать работу подсистемы принятия поездов и расформирования составов, подсистемы формирования составов и отправления поездов на сортировочной станции при нестабильной работе;♦ оперативно планировать работу подсистемы принятия поездов и расформирования составов, подсистемы формирования составов и отправления поездов при нестабильной работе и выбирать рациональный вариант работы данных подсистем (уменьшение времени простаивания вагонов, ускорение составообразования и отправление поездов за счет принятия правильных решений на основании информации, которая получена во время прогнозирования возможных затруднений работы станции);

Ключевые слова: модель, динамическая таблица, подсистема расформирования, подсистема формирования, составообразование, система формирования - расформирования, рациональный выбор.

THE SUMMARY

Selezkyj V.S. **Perfection of technology of planning of formation of vagonopotokov on a marshalling yard.**- Manuscript.

The **dissertation** on competition the science degree of Candidate of Technical Science on profession 05.22.20 - “Exploitation and maintenance of transport means” - Ukrainian State Railway Transport Academy, Khrkiv, 2005.

The model of subsystem of acceptance of trains and **disbandment of compositions** and model of forming and **sending** of trains during unstable work is built, **which** enable to forecast work of these subsystems and choose the rational variant of work of subsystems at the **operative** planning.

The mathematical model **of sostavoobrazovanyya** on **SS** in the conditions of automation of processes **of disbandment** and forming **of compositions** taking into account prognostication **about** approach of trains and possibility of their **sending** and mathematical model of the **operative** planning of formation of **vagonopotokov** on **SS** with an account **about** approach of trains and operating indexes of the **SS** work is developed. On their foundation there is the developed mathematical model of **ARM of mobile controller** for **SS** Lions of the Lvov railway.

Keywords: model, **dynamic table**, subsystem **of disbandment**, subsystem of

forming, **sostavobrazovanye**, the system of forming is **disbandments**, rational choice.

Селецький Василь Стасьович

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ УТВОРЕННЯ
ВАГОНОПОТОКІВ НА СОРТУВАЛЬНІЙ СТАНЦІЇ**

05.22.20- Експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат

дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск

к.т.н., доц. Коновалов В.С.

Підписано до друку 10.04.2006р.
Формат 60x90/16. Папір офсетний.
Ум. друк. арк.1.0. Обл.-вид. арк..1,1. Безкоштовно.

Замовлення №_33_ Тираж 100 прим.

Видавництво УДАЗТу, Свідоцтво Дк № 112 від 06.07.2000 р.
Друкарня УДАЗТу: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха,7.