

УДК 656.212.5

О.Р. Александер, М.В. Біломар, Є.Ю. Коробов

МОДЕЛЬ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ СОРТУВАЛЬНИХ КОЛІЙ НА СОРТУВАЛЬНІЙ СТАНЦІЇ

Представив д-р техн. наук, професор А.М. Котенко

Вступ. Суттєве зменшення обсягів виробництва, підвищена увага до витрат, жорстка конкуренція з іншими видами транспорту, критичний рівень зносу основних виробничих фондів значно ускладнили експлуатацію технічних засобів залізниць та зменшили ефективність перевізного процесу [1].

Постановка проблеми. Основні витрати сортувальних станцій припадають на процеси, пов'язані з розформуванням, накопиченням та закінченням формування поїздів у сортувальних парках. Впровадження прогресивної ресурсо- та енергозберігаючої технології на етапі поїздоутворення на сортувальних станціях дозволить підвищити ефективність використання їх технічного забезпечення та зменшити собівартість перевезень. В умовах конкуренції з іншими видами транспорту це є одним з вагомих факторів забезпечення високої ефективності експлуатаційної роботи залізниць [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Більшість рекомендацій попередніх досліджень була розрахована на роботу сортувальних парків при стійких та значно більших розмірах вагонопотоків [3]. Основна увага приділялася виключно кількісним показникам роботи, не враховуючи умови ресурсозбереження [4, 5].

У наукових роботах, присвячених визначенню оптимальної спеціалізації сортувальних колій, пропонуються різні

шляхи. В роботах [6, 7] та в ряді інших наукових праць при розробці спеціалізації колій в сортувальних парках рекомендується враховувати співвідношення потужності призначень та довжини колій, забезпечувати рівномірний розподіл відчепів по пучках сортувального парку шляхом закріплення найпотужніших призначень до різних пучків та пропорційність сумарної потужності призначень окремих пучків і загальної місткості колій пучка тощо.

Методика вибору спеціалізації колій, запропонована у роботі [8], побудована на максимізації кількості ділень відчепів на головних, розташованих найближче до горба гірки, стрілочних переводах. Такий підхід дозволяє збільшити швидкість розпуску та переробну спроможність гірки.

В умовах недостатньої кількості колій в сортувальному парку використовується гнучка спеціалізація колій [9]. Цей захід є оперативним і використовується з метою забезпечення процесу розформування составів поїздів при недостатній кількості колій або в умовах коливань середньодобових обсягів надходження в розформування вагонів окремих призначень.

Таким чином, традиційні методи вибору спеціалізації сортувальних колій ґрунтуються на вирішенні питань, що присвячені проблемі покращення умов розпуску составів, зменшення витрат на повторне сортування вагонів, можливості

збільшення переробної спроможності гірки тощо. При такому підході не розглянутими залишаються питання впливу на процес поїздоутворення характеристик призначень плану формування поїздів, сортувальних колій, витрат на закінчення формування та виставку составів.

Постановка завдання. Фактичний стан технічного оснащення сортувальних станцій, нормативні вимоги та рекомендації щодо спеціалізації сортувальних колій, а також існуючі підходи до вибору оптимального варіанта потребують розробки моделі вибору оптимальної спеціалізації сортувальних колій з урахуванням вимог ресурсозбереження.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під оптимальною спеціалізацією сортувальних колій розуміється спосіб закріплення окремих призначень плану формування поїздів за коліями чи групами колій у сортувальних парках. При цьому не передбачається зміна технічного забезпечення сортувальних парків, тому за критерій оптимальності доцільно приймати мінімум експлуатаційних витрат.

Задача вибору оптимальної спеціалізації сортувальних колій може бути розглянута як „задача про призначення” [10]. В сортувальному парку існує n невизначених за спеціалізацією колій z_1, z_2, \dots, z_n . Крім цього, відповідно до плану формування поїздів є m призначень k_1, k_2, \dots, k_m , які необхідно закріпити за сортувальними коліями. Відома потужність кожного призначення p_j (вагони), а також місткість кожної колії сортувального парку x_i (метри).

Позначимо через y_{ij} число, яке дорівнює одиниці, якщо j -му призначенню відповідає i -та колія, та нулю – в протилежному випадку. Тоді задача про оптимальне призначення полягає у пошуку цілих невід’ємних чисел y_{ij} , які мінімізують цільову функцію G .

$$G = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij} y_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

за умов:

$$\sum_{i=1}^n y_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, m}, \quad (2)$$

$$y_{ij} \geq 0, \quad i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}. \quad (3)$$

Умова (2) гарантує, що за кожною колією буде закріплене призначення, причому лише одне. Замість умов цілочисленості змінних у другому обмеженні (3) записана умова їх невід’ємності. В даному випадку воно є достатнім, оскільки сформульована задача є окремим випадком транспортної, для якої завжди є цілочислове рішення при цілих величинах потреб і запасів [10].

Для вирішення поставленої задачі було застосовано генетичний алгоритм [11, 12].

Відомо два основних методи вирішення задач оптимізації – метод перебору та градієнтний метод. Метод перебору простіший. Для пошуку оптимального рішення необхідно послідовно визначити значення функції у всіх точках. Недоліком є великий обсяг розрахунків. При градієнтному спуску обираються випадкові значення параметрів, у подальшому значення поступово змінюються, досягаючи найбільшої швидкості росту цільової функції. Алгоритм може зупинитись, досягнувши локального максимуму. Градієнтні методи швидші, але не дають оптимального рішення (оскільки цільова функція має кілька максимумів).

Генетичний алгоритм являє собою комбінацію методу перебору та градієнтного методу. Механізм кросинговеру (схрещування) та мутація реалізують частину перебору, а відбір кращих рішень – градієнтний спуск.

Тобто, якщо на деякій множині задана складна функція з кількох змінних, тоді генетичний алгоритм є програмою, яка за допустимий час знаходить точку, де значення функції знаходиться досить

близько до максимально можливого значення. Вибираючи доцільний час розрахунку, отримуємо кращі рішення, які можемо отримати за цей час.

В генетичному алгоритмі хромосома – це деякий числовий вектор, що відповідає параметру, який обираємо, а набір хромосом даної особи визначає рішення задачі. Кожна з позицій хромосоми називається геном.

Простий генетичний алгоритм випадковим чином генерує початкову популяцію. Робота генетичного алгоритму представляє ітераційний процес, який продовжується до тих пір, доки не виконається задане число поколінь чи будь-який інший критерій зупинки. В кожному поколінні генетичного алгоритму реалізують відбір пропорційно пристосованості, однокрапковий кросингвер і мутація.

Спочатку, пропорційний відбір призначає кожній структурі ймовірність $P_{s(i)}$, яка дорівнює відношенню її пристосованості до сумарної пристосованості популяції

$$P_{s(i)} = \frac{f(i)}{\sum_{i=1}^n f(i)}. \quad (4)$$

Потім виконується відбір (із заміщенням) усіх n особин для подальшої генетичної обробки відповідно величині $P_{s(i)}$.

Враховуючи названі умови, було вирішено задачу за допомогою ПЕОМ з використанням пакета MATLAB 7.0.1, постановивши задачу за допомогою генетичного алгоритму з цільовою функцією

$$C = (1,5x_1 - p_1)^2 + (1,5x_2 - p_2)^2 + (1,5x_3 - p_3)^2 + \dots + (1,5x_n - p_m)^2 = \sum (1,5x_i - p_j)^2 \longrightarrow \min, \quad (5)$$

де x_i – місткість i -ї колії сортувального парку;

p_j – потужність j -го призначення плану формування.

Результати визначення оптимальної спеціалізації сортувальних колій для станції С наведено в таблиці.

Таблиця

Спеціалізація колій сортувального парку станції С за призначеннями

Призначення	Потужність призначення, ваг	Номери колії	Місткість колії, ваг
p_1	36	34	61
p_2	145	17, 18	64, 62
p_3	52	27	62, 62
p_4	25	33	65
p_5	31	35	61
p_6	276	23, 25	63, 61
p_7	152	21, 22	63, 63
p_8	85	32	59, 62
p_9	48	28	62
p_{10}	67	41	57
p_{11}	58	44	55
p_{12}	49	14	61
p_{13}	73	36	59

Висновки. З урахуванням отриманих результатів при існуючих обсягах роботи в сортувальному парку станції С частину колій можна тимчасово законсервувати.

Слід врахувати, що у зв'язку з різною потужністю окремих призначень поїздів та нерівномірним підведенням

вагонів досить часто доводиться змінювати спеціалізацію колій, використовуючи вільні в даний момент сортувальні колії для вагонів тих призначень, спеціалізовані колії яких зайняті накопиченням составів або закінченням формування. Тому в оперативних умовах застосовується принцип гнучкої спеціалізації сортувальних колій.

Список літератури

1. Шиш, В.О. Особливості розробки Генеральної схеми розвитку залізничного транспорту України до 2020 року [Текст] / В.О. Шиш // Залізничний транспорт України. – 2009. – №6(79). – С.38-40.
2. Про затвердження Державної програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки [Електронний ресурс] : постанова Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. № 1390. – Режим доступу: <http://dokument.ua>. – Назва з екрана.
3. ДБН В.2.3-19-2008. Споруди транспорту. Залізничні колії 1520 мм. Норми проектування [Текст]. – На заміну СНиП II-39-76; чинний з 26-01-2008. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 122 с.
4. Липовець, Н.В. Проблема реорганізації роботи сортувальних станцій [Текст] / Н.В. Липовець // Залізничний транспорт України. – 1999. – № 6 – С. 11-13.
5. Мироненко, В.К. Реорганізація роботи сортувальних станцій та систем підведення вагонопотоків [Текст] / В.К. Мироненко // Залізничний транспорт України. – 2003. – № 2. – С. 6-7.
6. Третьяк, Б.А. Совершенствование работы сортировочной станции [Текст] / Б.А. Третьяк, Н.М. Иванков // Сб. тр. ДИИТа. Вопросы механизации и автоматизации сортировочного процесса на станциях. – Днепропетровск, 1971. – Вып. 125/7. – С. 3-15.
7. Иванков, Н.М. Скользящая специализация сортировочных путей [Текст] / Н.М. Иванков, О.А. Олейник // Труды ДИИТ. – Днепропетровск, 1968. – Вып. 90/6. – С. 20-41.
8. Пальчик, Л. В. Специализация путей подгорочного парка путем максимальной интенсивности работы головной стрелки [Текст] / Л.В. Пальчик, Л.И. Бабкова, Г.А. Шляхина, А.А. Явна // Труды РИИЖТа. – 1975. – Вып. 114. – С. 31-39.
9. Ратин, М.И. Примущества скользящей специализации путей сортировочного парка [Текст] / М.И. Ратин // Вестник ВНИИЖ. – М., 1977. – №1. – С. 41-44.
10. Балашевич, В.А. Математические методы в управлении производством [Текст] / В. А. Балашевич. – Минск: Высшая школа. – 1976. – 336 с.
11. Виленкин, Н.Я. Комбинаторика [Текст] / Н.Я. Виленкин. – М.: Наука. – 1969. – 328 с.
12. Шикин, Е.В. Математические методы и модели в управлении [Текст]: учеб. пособие / Е.В. Шикин, А.Г. Чхартишвили. – М. : Дело, 2004. – 440 с.

Ключові слова: спеціалізація, сортувальні колії, генетичний алгоритм, потужність призначення, місткість колій.

Анотації

Існуючі методи вибору спеціалізації сортувальних колій спрямовані на покращення умов розпуску составів, зменшення витрат на повторне сортування вагонів, збільшення

переробної спроможності гірки. Фактичний стан технічного оснащення станцій, нормативні вимоги та рекомендації щодо спеціалізації сортувальних колій, а також існуючі підходи до вибору оптимального варіанта потребують розробки моделі вибору оптимальної спеціалізації сортувальних колій.

Существующие методы выбора специализации сортировочных путей направлены на улучшение условий роспуска составов, снижение расходов на повторную сортировку вагонов, увеличение перерабатывающей способности горки. Фактическое техническое состояние станций, нормативные требования и рекомендации к специализации сортировочных путей, а также существующие подходы к выбору оптимального варианта требуют разработки модели выбора оптимальной специализации сортировочных путей.

Existing methods of sorting ways specialization selection are directed to the improvement of conditions for train compositions dissolution, decreasing in expenses on repeated sorting of cars, increases in processing ability of the marshalling yards. The actual stations technical state, standard requirements and recommendations to sorting ways specialization, and also existing approaches to a selection of optimum option demand the development of optimum selection for sorting ways specialization model.