

[Electronic resource] / T. But'ko, A. Prokhorchenko // [Science and Education Publishing From Scientific Research to Knowledge, American Journal of Industrial Engineering, 2013]. – Vol. 1(3). – P. 41-45. – Mode of access: World Wide Web: <http://pubs.sciepub.com/ajie/1/3/1/>. – Title from the screen.

2. Butko T. V. Devising a method for the automated calculation of train formation plan

by employing genetic algorithms [Текст] / V. Prokhorov D. Chekhunov // Восточно-Европейский журнал. – 2017. – № 1/3 (58). – С.55-61.

3. Бутько, Т. В. Формалізація процесу управління парком вантажних вагонів операторських компаній [Текст] / Т. В. Бутько, О. Е. Шандер // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 2/3(68). – С. 55-58.

УДК 656.222.3

О. В. Лаврухин, А. М. Кіман, Д. О. Кульова

ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОЇ МОДЕЛІ ПРОСУВАННЯ ГРУПОВИХ ПОЇЗДІВ ОПЕРАТИВНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

О. Lavrukhin, А. Kuman, D. Kulova

FORMATION OF COMPLEX EXPANCE-TEMPORAL MODEL OF PROMOTION GROUP TRAINS OF OPERATIONAL PURPOSE

Основу організації вагонопотоків складає план формування поїздів (ПФП), який визначає рівень завантаження технічних засобів транспорту, а також розподіл сортувальної і маневрової роботи між станціями і пунктами відправлення і призначення вантажних поїздів [1]. На сьогоднішній день план формування поїздів, що визначає вид та напрямок поїздів та груп вагонів, які формують станції, розробляється раз у рік, а методи розрахунку ПФП базуються на середньодобових планових вагонопотоках і не враховують їх коливань за величиною та структурою протягом сезонів року, днів тижня та годин доби. За таких умов виникають ситуації на станціях мережі, коли вагонні струмені, що виділені в самостійні призначення, мають добову потужність меншу за встановлені норми маси та довжини вантажних поїздів для відправлення. Для уникнення перепростоїв та прискорення просування вагонів

можливим є проведення корегування плану формування для окремих поїздів [2] на основі застосування технології погодженої організації групових поїздів оперативного призначення [3].

Відповідно до вищевикладеного постає науково-прикладне завдання розроблення комплексної моделі просування групових поїздів оперативного призначення на основі удосконалення процедури оперативного корегування плану формування (ПФП) та графіка руху поїздів (ГРП), яка передбачає врахування просторової та часової складової процесу управління поїздопотоками.

Аналіз поїздопотоків, згідно з чинним ПФП довів, що доволі значна частина вагонопотоку, від загальної кількості, прямує в одногрупних поїздах (69%), а близько третини прямує в групових поїздах. При цьому слід зауважити, що з цієї кількості тільки близько 23% виконуються дійсно відповідно до ПФП на

поточний період. Останні 8 % групових поїздів (у залізничній термінології такі поїзди називають груповими поїздами оперативного призначення) простоюють протягом значного часу під накопиченням повноскладового поїзда, що сприяє збільшенню збитків від непродуктивного простою та несвочасної доставки вантажу, також збільшується кількість маневрових пересувань та повторного розпуску з сортувальної гірки. Всі визначені фактори призводять до збільшення часу обігу вантажного вагона та зниження його продуктивності.

Все це вимагає формування моделей, які дозволять вибрати раціональний

маршрут об'єднання груп вагонів для організації погоджених групових поїздів зі змінними сполученнями груп вагонів на сітьовому рівні з подальшим розрахунком графіка руху поїздів.

Відповідно до поставленого завдання на першому етапі було сформовано цільову функцію оптимізаційної математичної моделі організації групових поїздів оперативного призначення, яка дає змогу вибирати раціональний маршрут об'єднання груп вагонів для організації погоджених групових поїздів зі змінними сполученнями груп вагонів на сітьовому рівні:

$$F = \sum_{i^o} \sum_a c_{\text{перевф}} \cdot Pt_{i^o} \cdot m_a + \sum_t \sum_a \sum_i \sum_j \varepsilon_{ij} \cdot x_{ij}^a \cdot c_{\text{рух}} \cdot Lt_{ij,a} \cdot m_a + \sum_i \sum_a c_i^{\text{простою}} \cdot Mt_i^a \cdot m_a \rightarrow \min, \quad (1)$$

де i^o – змінна на множині станцій P , що відповідає номеру станцій обміну груп вагонів $i^o = \overline{1, n}$, $i^o \in P$; $c_{\text{перевф}}$ – вартість однієї вагоно-години витрат на переформування состава на станціях обміну груп вагонів, грн; $c_{\text{рух}}$ – вартість однієї вагоно-години в русі вагонів в організованих групових поїздах по дільниці, грн; $c_i^{\text{простою}}$ – вартість однієї вагоно-години простою вагона на станції i , грн; $Lt_{ij,a}$ – час руху групового поїзда по дільниці ij , год; Pt_{i^o} – час на проведення маневрів при виконанні операції обміну груп вагонів на станції i^o , год; Mt_i^a – час простою вагонів на станції i , год.

Для вирішення даної математичної моделі корегування плану формування поїздів на основі погодженої організації групових поїздів оперативного призначення запропоновано застосувати

оптимізаційний метод на основі генетичного алгоритму (англ., Genetic Algorithm, GA).

Дана цільова функція відповідає за просторову складову, тобто процедуру оперативного корегування ПФП. У подальшому при формуванні групового поїзда доцільно визначити процедуру розставляння вагонів із небезпечними вантажами (НВ). Визначена процедура має врахувати постановку вагонів з НВ у склад поїзда відповідно груп сумісності та унеможливлення збігу координат вагонів, які розташовані на суміжних коліях. При цьому необхідно передбачити умови, за яких у складі поїзда мають бути вагони відповідної комерційної придатності [4].

На другому етапі сформовано цільову функцію математичної моделі синхронізації графіка руху групових поїздів оперативного призначення на станціях обміну груп вагонів у вигляді:

$$F(X_{ki}, I_{(k,k+1)i}) = \sum_s \sum_i \sum_j \sum_k Wt_{kij}^s \rightarrow \min, \quad (2)$$

де X_{ki} – час відправлення кожного поїзда k на маршруті прямування i ; $I_{(k,k+1)i}$ – змінна, яка відповідає інтервалам відправлення групових поїздів на маршруті; Wt_{kij}^s – допустимий термін очікування груп вагонів для формування групових поїздів оперативного призначення.

У результаті знаходження значень цільової функції знайдено часову складову процесу просування групових поїздів оперативного призначення. При виконанні порівняльного аналізу приведених витрат локомотиво- та вагоно-годин простою при просуванні поїздопотоків різних категорій доведено доцільність організації групових поїздів оперативного призначення за узгодженим розкладом, що дає змогу зменшити вищенаведені витрати у порівнянні з варіантом прямування групових поїздів без розкладу на 4,98 %.

У результаті виконання досліджень було сформовано комплексну просторово-часову модель просування групових поїздів оперативного призначення, яка складається з математичної моделі організації групових поїздів оперативного призначення (що дозволяє вибирати раціональний маршрут об'єднання груп вагонів для організації погоджених групових поїздів зі змінними сполученнями груп вагонів на сітьовому рівні), та математичну модель синхронізації графіка руху групових поїздів оперативного призначення на станціях обміну груп вагонів. На основі проведених розрахунків для довільного полігону залізниці доведено існування меж доцільності використання запропонованої

технології. При цьому за рівних умов при збільшенні параметра накопичення одногрупних призначень на 10,7 % від нормативного доцільним є прямування дальніх вагонопотоків одногрупних призначень у групових поїздах із закріпленням за узгодженим розкладом.

Список використаних джерел

1. Інструктивні вказівки з організації вагонопотоків на залізницях України [Текст]: №1028–ЦЗ. – Затв. Наказом Укрзалізниці 29.12.2004. – К.: ТОВ «Швидкий рух», 2005. – 100 с.
2. Прохорченко, А. В. Удосконалення технології корегування плану формування поїздів на основі погодженої організації групових поїздів оперативного призначення [Текст] / А. В. Прохорченко, Л. В. Корженівський // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2008. – № 6/6(36). – С. 37-40.
3. Прохорченко, А. В. Удосконалення технології роботи полігону мережі на основі організації групових поїздів за жорстким графіком руху [Текст] / А. В. Прохорченко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 114. – С. 192-196.
4. Ломотько, Д. В. Формування нечіткої системи підтримки прийняття рішення щодо придатності у комерційному відношенні рухомого складу при його розподілі [Текст] / Д. В. Ломотько, А. О. Ковальов, О. В. Ковальова // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2015. – Вип. 6/3 (78). – С. 11-17 (база даних Scopus).