УДК 656.222

DOI 10.17816/transsyst2018041094-104

© Г.М. Грошев, А.Г. Котенко, А.В. Сугоровский, Ан.В. Сугоровский
Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I

Санкт-Петербург, Россия

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОДВОДА ТРАНЗИТНЫХ И РАЗБОРОЧНЫХ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ К ТЕХНИЧЕСКИМ СТАНЦИЯМ

Представлены результаты исследования применения диспетчерского приема «Регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к станции с учетом положения в ее парках».

Цель: Обосновать эффективность реализации диспетчерского приема «Регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к станции с учетом положения в ее парках».

Метод: Использовано имитационное моделирование с применением программного комплекса «Моделирование работы транспортных систем» (AvroraW).

Результаты: В ходе исследования установлено, что применение диспетчерского приема «Регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к сортировочной станции с учетом положения в ее парках» ведет к снижению межоперационных простоев, экономии эксплуатационных расходов и более равномерной загрузке устройств станции.

Выводы: результаты исследования будут способствовать повышению эффективности диспетчерского регулирования эксплуатационной работы.

Ключевые слова: диспетчерское регулирование, эффективность, имитационное моделирование.

© Groshev G.M., Kotenko A.G., Sugorovsky A.V., Sugorovsky An.V.
Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University

St. Petersburg, Russia

REGULATION OF THE SUPPLY OF TRANSIT AND DECONSTRUCTION OF FREIGHT TRAINS TO THE TECHNICAL STATIONS

The article presents the results of the application analysis of the "Regulation (alternate arrangement) of transit and remarshalling trains approach to the station, with account for the situation in team tracks" dispatching technique.

Aim: To substantiate the effectiveness of the "Regulation (alternate arrangement) of transit and remarshalling trains approach to the station, with account for the situation in team tracks" dispatching technique.

Methods: Simulation using the "Simulation of transport systems" (AvroraW) software package.

Results: The study revealed that the use of the "Regulation (alternate arrangement) of transit and remarshalling trains approach to the station, with account for the situation in team tracks" dispatching technique results in cutting idle time between operations, saving operating costs and in more uniform loading of station devices.

Conclusion: The results of the study will contribute to improving the efficiency of dispatching control of operational work.

Keywords: dispatching/supervisory control, efficiency, simulation modeling.

В последние годы рост вагонопотоков в морские порты Северо-Западного региона привел к значительному увеличению загрузки участков, технических и припортовых станций Октябрьской железной дороги, что объективно является причиной многих задержек в продвижении поездов и увеличения простоя вагонов.

За годы существования диспетчерской системы управления на железнодорожном транспорте разработано большое количество различных регулировочных приемов [1].

В многолетней практике диспетчерского регулирования оперативно применялись различные методы и приемы для повышения эффективности работы сортировочных станций [2–4].

В ходе исследований организации и информационных технологий работы станции Санкт-Петербург Сортировочный Московский созданы специальные методики и комплексы аналитических выражений, с помощью которых выполнены расчеты для определения эксплуатационной и экономической целесообразности и эффективности применения целого ряда приемов и методов оперативного диспетчерского регулирования.

В данной статье рассматривается прием «регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к сортировочной станции с учетом положения в ее парках».

Краткие сведения о станции Санкт-Петербург Сортировочный Московский

Станция Санкт-Петербург Сортировочный Московский является основной, внеклассной сортировочной станцией Санкт-Петербургского же-

лезнодорожного узла, представляет собой двустороннюю станцию с последовательным расположением парков прибытия, сортировочной горки, сортировочного парка и парка отправления в каждой системе.

Сортировочные системы расположены параллельно друг другу (рис. 1). Нечетная система работает с вагонопотоками, поступающими со станций Санкт-Петербургского узла, со стороны Выборга и Кузнецкого, а также с железных дорог Финляндии, Эстонии, Латвии, Литвы и Беларуси. Четная система работает с вагонопотокoм, поступающим со стороны Мги (Сонково, Будогощь, Кириши, Волховстрой, Петрозаводск, Бабаево) и Москвы (Бологое, Малая Вишера, Чудово, Новгород, Колпино).

Рис. 1. Схема станции Санкт-Петербург Сортировочный Московский

Регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к сортировочной станции с учетом положения в ее парках

Для организации ритмичной работы диспетчерские смены станций во взаимодействии с ДЦУП организуют рациональное чередование подвода транзитных и разборочных поездов к станции в соответствии с ритмом работы сортировочных устройств и приемоотправочных парков. Благодаря этому повышается уровень беспрепятственного приема поездов станцией [5–7].

Чтобы установить эффективность данного регулировочного воздействия в условиях станции Санкт-Петербург Сортировочный Московский, проведены эксперименты с использованием имитационного моделирова-

ния при различном процентном соотношении транзитных поездов и поездов в переработку, прибывающих на станцию в течение расчетных суток.

Для оценки эффективности приема диспетчерского регулирования исследованы и созданы информационные технологии реализации, графическая формализация и алгоритмы для ввода в имитационную модель регулировочного приема.

Имитационное моделирование выполнено за год (365 суток), с выводом сопоставимых графиков занятия основных элементов транспортной системы за каждые сутки с применением исследуемого регулировочного приема и без его использования.

Схематически прием «регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к сортировочной станции с учетом положения в ее парках» показан на рис. 2.

Рис. 2. Схематическое изображение приема «Регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к технической станции с учетом положения в ее парках»

На фрагменте графика движения поездов со станции А в сторону сортировочной станции С друг за другом с межпоездным интервалом (в расчетах принят равным 10 мин) следуют два транзитных поезда (Тр.) и один в переработку (Пер.). Чтобы к станции С поезда прибыли чередуясь, второй транзитный поезд ставят под обгон поездом в переработку.

При имитационном моделировании учитывается неравномерность поступления поездов с линии, для чего используются методы теории вероятностей.

Формализованное представление реализации в имитационной модели диспетчерского регулировочного воздействия дано на рис. 3.

Рис. 3. Формализованное представление реализации в имитационной модели
регулирующего приема «Регулирование (чередование) приема
на сортировочную станцию транзитных и перерабатываемых поездов»

На рис. 3 все воздействия и отклики представлены в виде векторов: $N(k) (n(k)i)$ – входящий поток грузовых поездов, состоящий из k категорий (транзитные поезда и поезда в переработку), который характеризуется неравномерностью внутри года, месяца, недели и суток; $T(ti)$ – продолжительность операций, производимых с входным потоком поездов; $R(ri)$ – ресурсы станции; $Y(yi)$ – отклики модели; $A(ai)$ – случайный компонент в технологии работы станции; $U(ui)$ – управляющее воздействие.

Имитационное моделирование станционных процессов дает возможность сравнить величины межоперационных простоев по вариантам: с применением регулирующего приема и без него [8].

На рис. 4 представлены графики, отображающие зависимость средних межоперационных простоев без применения приема «регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к станции с учетом положения в ее парках» и с его использованием в зависимости от процента транзитных поездов.

Если диспетчерский прием «регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к технической станции с учетом положения в ее парках» не используется, то простои, возникающие в результате ожидания выполнения операций, значительно выше, чем при применении данного воздействия.

При сравнении суммарных простоев в ожидании выполнения операций установлено, что наибольший эффект от применения приема достигается при 50 % грузовых поездов без переработки.

Рис. 4. Графики зависимости средних межоперационных простоев с применением и без применения приема «регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к станции с учетом положения в ее парках» в зависимости от процента транзитных поездов

Также более выраженный эффект имеется при 20 % грузовых поездов без переработки.

В ходе исследований проведены эксперименты с моделью, проанализирована эффективность применения регулировочного приема в течение года ежедневно. На рис. 5 представлены графики изменения суммарных и средних суммарных задержек в ожидании обслуживания в течение первого месяца без применения приема «регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к станции с учетом положения в ее парках» и с его использованием (транзитных поездов 50 %).

Из рис. 5 видно, что межоперационные простои в течение месяца имеют значительные колебания, а средние суммарные задержки в ожидании обслуживания с применением диспетчерского приема (1,14 поездо-часа) ниже задержек без его применения (12,76 поездо-часа).

Графики занятия основных элементов транспортной системы (типичные сутки) без применения приема «регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к станции с учетом положения в ее парках» и с его использованием приведены на рис. 6 (транзитных поездов 50 %).

Рис. 5. Графики суммарных и средних суммарных задержек в ожидании обслуживания в течение первого месяца с применением приема «регулирование (чередование)» подвода транзитных и перерабатываемых поездов к станции с учетом положения в ее парках и без него (транзитных поездов 50 %)

Выполнены расчеты для определения возможной экономии эксплуатационных расходов в результате применения данного диспетчерского приема при электрической и тепловозной тяге [9–11].

Рис. 6. График занятия основных элементов транспортной системы (типичные сутки) без применения приема «регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к станции с учетом положения в ее парках» (а) и с ее применением (б) (транзитных поездов 50 %)

В качестве примера приведены результаты расчета экономии эксплуатационных расходов за счет чередования подвода грузовых поездов при соотношении 20 % транзитных поездов и 80 % – в переработку:

- 14,7 тыс. руб. в сутки при электрической тяге;
- 13,5 тыс. руб. в сутки при тепловозной тяге.

В ходе исследования установлено, что применение диспетчерского приема «регулирование (чередование) подвода транзитных и перерабатываемых поездов к сортировочной станции с учетом положения в ее парках» ведет к снижению межоперационных простоев, экономии эксплуатационных расходов и более равномерной загрузке устройств станции.

Заключение

Создание информационных технологий и алгоритмов реализации прогрессивных методов и приемов диспетчерского регулирования на технических станциях, механизмов поддержки принятия экономически обоснованных оперативных решений по их применению способствует повышению уровня организации движения поездов по графиковым расписаниям на железных дорогах страны [12–14].

Библиографический список

1. Грошев Г.М., Котенко А.Г., Суворовский Ан. В., Магомедов М.М. Диспетчерское регулирование на сортировочной станции // Железнодорожный транспорт. –

References

1. Groshev GM, Kotenko AG, Suvorovskiy AnV, Magomedov MM. *Zheleznodorozhnyy transport*. 2016;2:47–54. (In Russ.)

2016. – № 2. – С. 47–54.

2. Бадецкий А.П., Бессолицын А.С. Метод выбора очередности ввода поездов в график движения после «окна» // Интеллектуальные системы на транспорте: сб. материалов IV МНПК «ИнтеллектТранс-2014». – СПб.: ПГУПС, 2013. – С. 372–377.
2. Badecky AP, Bessolicyn AS. Method for selecting the order of trains entering the schedule after the “break in train schedule”. *IntellektTrans-2014*. St. Petersburg; 2014. Pp. 372–377. (In Russ.)
3. Левин Д.Ю., Сухарьков Ю.С. Как повысить эффективность работы поездного диспетчера // Железнодорожный транспорт. – 2007. – № 11. – С. 8–14.
3. Levin DYU, Suhar'kov YuS. *Zheleznodorozhnyj transport*. 2007;11:8–14. (In Russ.)
4. Barke S., Salka R., Kant M. Dispatching control at the marshalling yard // *Signal und Draht*. – 2005. – № 6. – С. 39–41.
4. Barke S, Salka R, Kant M. *Signal und Draht*. 2005;6:39–41.
5. Левин Д.Ю. Пути совершенствования работы сортировочных станций // Железнодорожный транспорт. – 2015. – № 8. – С. 26–32.
5. Levin DYU. *Zheleznodorozhnyj transport*. 2015;8:26–32. (In Russ.)
6. Intelligent freight transportation / ed. P.A. Ioannou. CRC Press Publ., 2008. – 344 p.
6. Ioannou PA ed. Intelligent freight transportation. CRC Press Publ.; 2008. 344 p.
7. Campagna A. The Rail and Road Freight Transport in the Co-Modality Approach // Proc. Workshop on Multimodal Transport and ICT: Result and Recommendations: INTERREG IIIC Project Port-Net. – 2006. – P.78–86.
7. Campagna A. The Rail and Road Freight Transport in the Co-Modality Approach. *Proc. Workshop on Multimodal Transport and ICT: Result and Recommendations. INTERREG IIIC Project Port-Net*. 2006. Pp.78–86.
8. Бобров Ю.А., Лосева В.А. Моделирование работы транспортных систем: инструкция пользователя. – СПб.: Ленгипротранс, 2008. – 45 с.
8. Bobrov YuA, Loseva VA. Modeling of transport systems: user guide. St. Petersburg; 2008. 45 p. (In Russ.)
9. Ефанов А.Н., Коваленок Т.П., Зайцев А.А. Оценка экономической эффективности инвестиций и инноваций на железнодорожном транспорте: учеб. пособие. – СПб.: ПГУПС, 2001. – 149 с.
9. Efanov AN, Kovalyonok TP, Zajcev AA. Assessment of economic efficiency of investments and innovations in railway transport. St. Petersburg; 2001. 149 p. (In Russ.)
10. Galvez-Fernandez C., Khadraoui D., Ayed H., Habbas Z., Alba E. Verteilte Ansatz zur Lösung zeitabhängige Probleme der multimodalen Verkehrsnetze // Fortschritte in
10. Galvez-Fernandez C, Khadraoui D, Ayed H, Habbas Z, Alba E. Verteilte Ansatz zur Lösung zeitabhängige Probleme der multimodalen Verkehrsnetze. *Fortschritte in Op-*

Operations Res. – Hindawi Publ. Co., 2009 – 15 p.

11. Srisawat P., Kronprasert N., Arunotayanun K. Development of decision support system for evaluating spatial efficiency of regional transport logistics // *Transp. Res. Proc.* – 2017. – Vol. 25. – P. 4832–4851.

11. Srisawat P, Kronprasert N, Arunotayanun K. Development of decision support system for evaluating spatial efficiency of regional transport logistics. *Transp. Res. Proc.* 2017;25:4832-4851.

12. Brands T. Multimodal network design and assessment // 11th TRAIL Congress res., Nov. 2010. – P. 1–5.

12. Brands T. Multimodal network design and assessment. *11th TRAIL Congress res.* Nov. 2010. Pp. 1–5.

13. Гоголева А.В. Прогноз средней участковой скорости движения грузовых поездов на основе стохастического моделирования: дисс. ... канд. техн. наук. – СПб., 2012.

13. Gogoleva AV. Forecast of the average speed of freight trains on the basis of stochastic modeling. St. Petersburg; 2012. 166 p. (In Russ.)

14. Батурин А.П., И.Н. Шапкин Интеллектуализация управления на станционном уровне // Железнодорожный транспорт. – 2012. – № 7. – С. 40–43.

14. Baturin AP, Shapkin IN. *Zheleznodorozhnyj transport*. 2012;7:40–43. (In Russ.)

Сведения об авторах:

Грошев Геннадий Максимович, доктор технических наук, профессор,
ORCID 0000-0002-7398-4413;
E-mail: spbgroshev@gmail.com

Котенко Алексей Геннадьевич, доктор технических наук, профессор,
ORCID 0000-0002-7061-0635;
E-mail: algenko@gmail.com

Суторовский Артем Васильевич, кандидат технических наук, доцент
ORCID 0000-0001-6955-814X;
E-mail: c123945@yandex.ru

Суторовский Антон Васильевич, кандидат технических наук,
ORCID 0000-0001-5930-1789;
E-mail: gthdsq555@yandex.ru

Information about authors:

Gennady M. Groshev, Doctor of Engineering Sciences, Professor,
ORCID 0000-0002-7398-4413;
E-mail: spbgroshev@gmail.com

Aleksey G. Kotenko, Doctor of Engineering Sciences, Professor,
ORCID 0000-0002-7061-0635;
E-mail: algenko@gmail.com

Artyom V. Sugorovsky, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
ORCID 0000-0001-6955-814X;
E-mail: c123945@yandex.ru

Anton V. Sugorovsky, Candidate of Engineering Sciences,
ORCID 0000-0001-5930-1789;
E-mail: gthdsq555@yandex.ru

Цитировать:

Грошев Г.М., Котенко А.Г., Сугоровский А.В., Сугоровский Ан.В. Регулирование подвода транзитных и разборочных грузовых поездов к техническим станциям // Транспортные системы и технологии. – 2018. – Т. 4, № 1. – С. 94-104. DOI: 10.17816/transsyst2018041094-104.

To cite this article:

Groshev GM, Kotenko AG, Sugorovsky AV, Sugorovsky AnV. Regulation of the Supply of Transit and Deconstruction of Freight Trains to the Technical Stations. *Transportation Systems and Technology*. 2018;4(1):94-104. DOI: 10.17816/transsyst2018041094-104.