

УДК 656.222.6

Разработка методики перераспределения вагонопотоков (на примере Северо-Западного полигона)

С. А. Пленкин, А. В. Новичихин

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Российская Федерация, 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

Для цитирования: Пленкин С. А., Новичихин А. В. Разработка методики перераспределения вагонопотоков (на примере Северо-Западного полигона) // Бюллетень результатов научных исследований. — 2023. — Вып. 3. — С. 73–84. DOI: 10.20295/2223-9987-2023-3-73-84

Аннотация

Цель: Повышение экономической эффективности процесса нахождения и перемещения груженых и порожних вагонов на основе совершенствования динамической модели загрузки инфраструктуры ОАО «РЖД» при реализации процесса согласования заявок на перевозку грузов и запросов-уведомлений на перевозку порожних вагонов. **Методы:** Использованы системный подход и теория алгоритмов для выяснения причин скопления вагонов на железных дорогах назначения, проведен анализ текущего распределения вагонопотоков Северо-Западного полигона для выявления закономерностей, определяющих повышение экономических издержек. **Результаты:** Разработана методика поэтапного продвижения вагонопотоков, позволяющая синхронизировать возможности и потребности участников рынка транспортных услуг, для получения положительного экономического эффекта; определены условия равномерности загрузки элементов инфраструктуры, обеспечивающей устранение перегрузки критически значимых участков. **Практическая значимость:** Методика позволяет сбалансировать пропускную способность инфраструктуры и перерабатывающую способность грузополучателя, что повышает экономическую эффективность перевозочного процесса. Грузополучателям будет доступен инструмент, позволяющий влиять на продвижение грузов в свой адрес, а перевозчик снизит эксплуатационные затраты, исключив занятие инфраструктуры на подходах к станциям назначения.

Ключевые слова: Динамическая модель, загрузка инфраструктуры, перераспределение вагонопотоков, железнодорожный транспорт, управление процессами перевозок.

Введение

С 1 марта 2023 года в ОАО «РЖД» для контроля возникающих затруднений в процессе пропуска и переработки вагонопотоков начали вводить логический контроль по ограничению приема заявок на перевозку грузов и запросов-уведомлений на порожние вагоны (заявка) с использованием динамической модели загрузки инфраструктуры (ДМЗИ). В соответствии со статьей 11 Устава железнодорожного транспорта Российской Федерации [1] одной из причин, по которой перевозчик имеет право отказать в согласовании заявки, является обоснованное отсутствие технической и технологической возможности осуществления перевозок. Действующий в настоящее время процесс рассмотрения и согласования заявок установлен распоряжением от 25 ноября 2022 г. № 3090/р «Об утверждении технологии

работы динамической модели загрузки инфраструктуры ОАО «РЖД» [2] при реализации процесса согласования заявок на перевозку грузов и запросов-уведомлений на перевозку порожних грузовых вагонов».

Первоначально производится расчет прогнозируемых доступных для заполнения пропускных способностей инфраструктуры, как железнодорожных путей общего, так и необщего пользования. На следующем этапе осуществляется проверка возможности пропуска объемов, заявленных на сутки вагонопотоков. При этом учитываются уже ранее включенные заявки, оформленные, но не отправленные вагоны со станций погрузки/выгрузки, а также и те, которые уже находятся в движении (в том числе вагоны в подходе к стыковым пунктам со стороны других железнодорожных администраций). Для этого будут использоваться данные о прогнозе пропуска из Автоматизированной системы управления местной работой (АСУ МР). В соответствии с руководством пользователя АСУ МР [3] п. 11.11.1.4 прогноз определяется путем добавления всех плановых операций (простой вагонов, как в составе поездов, так и в ожидании включения в состав поезда), следующих за фактической операцией с вагоном. Если заявка проходит проверку, то в систему АС ЭТРАН передается ответ о возможности согласования с исходным графиком, иначе грузоотправителю предлагается измененная заявка или возможность отказаться от перевозки [4].

Недостатком описанной выше системы перевозки грузов является обеспечение спотовых заявок грузоотправителей [5]. При этом необходимо учитывать устойчивую тенденцию — исполнение заявленных грузоотправителями планов отгрузки ОАО «РЖД» в абсолютном значении значительно ниже фактического исполнения.

Таким образом, актуальной научно-практической задачей является разработка комплексного подхода к управлению перевозочным процессом с учетом технических мощностей пунктов зарождения и погашения грузопотоков в условиях неопределенностей [6]. В качестве объектов управления грузопотоками выделено техническое оснащение участников железнодорожного транспорта, а также процесс перевозки грузов, как элементы сложной транспортной системы [7, 8]. Это предполагает необходимость определения набора входных и выходных данных для своевременного обмена информацией, определяющей взаимное влияние между элементами транспортной системы [9].

Подход к управлению перевозочным процессом: концепция и алгоритмическое обеспечение

По данным [10], в 2015 году среднее расстояние перевозки груза по железной дороге выросло с 2010 года на 15,7 % (составило 1735 км), при практически неизменном объеме во внутреннем сообщении погрузка на экспорт увеличилась

на 10 %. При этом в структуре экспорта доминируют отправки на большие расстояния — свыше 3000 км, в 2015 году доля составила 42,5 %. В первом полугодии 2020 года [11] средняя дальность составила 1891 км. В 2021 году доля экспорта в структуре погрузки по видам сообщения составила 38,2 % (в том числе 27,4 % через порты) [12, 13].

Стоимость морской транспортировки из основных экспортных до ключевых портов стран-потребителей различается несущественно, поэтому наибольшую важность имеет цена груза в порту отгрузки. В свою очередь, для экспортера демередж (денежное возмещение убытка, плата, причитающаяся за простой судна в течение контрсталийного времени) судна значительно превышает стоимость занятия железнодорожной инфраструктуры путей общего пользования, поэтому главным приоритетом для грузоотправителя является своевременное накопление судовой партии и исключение простоя судна. Это может приводить к переполнению складских площадей (емкостей) в порту и, как следствие, к невозможности приема ранее принятого к перевозке груза, избыточному скоплению на подходах к станции назначения.

Ввиду того, что ОАО «РЖД» является естественной монополией, размер платы определяется Федеральной службой по тарифам [14]. Поэтому ОАО «РЖД» не может предусмотреть на договорной основе плату за занятие инфраструктуры общего пользования.

Для обеспечения потребностей грузополучателей и своевременного исключения занятия инфраструктуры общего пользования невостребованным грузом необходимо доверительное (прозрачное) и долгосрочное (с временным интервалом 3–7 дней) планирование между грузополучателем и перевозчиком.

Концептуальная структура комплексного подхода к управлению перевозочным процессом с учетом технических мощностей пунктов зарождения и погашения грузопотоков в условиях неопределенностей представлена на рис. 1.

Одним из результатов решения научно-практической задачи станет формирование последовательного плана продвижения вагонопотоков с учетом потребностей получателя груза (вагонов), а также его текущего выполнения перерабатывающей способности предприятия. Предпосылки для решения — низкая эффективность текущей системы регулирования вагонопотоков. Ввод и окончание ограничений на отгрузку в направлении грузополучателя (ГП) с задержкой ввиду многоуровневого процесса согласования, что приводит к избыточному наполнению инфраструктуры невостребованными вагонами либо к непроизводительному простоям технических средств всех участников транспортного рынка.

В настоящей работе предлагается разделение маршрута следования на регулировочные зоны ($A_{(n-i)}$ — железнодорожные участки, ограниченные станциями смены бригад (локомотивов) либо переформирования составов, где n — номер регулировочной зоны, i — переменная счетчик). Продвижение поезда в

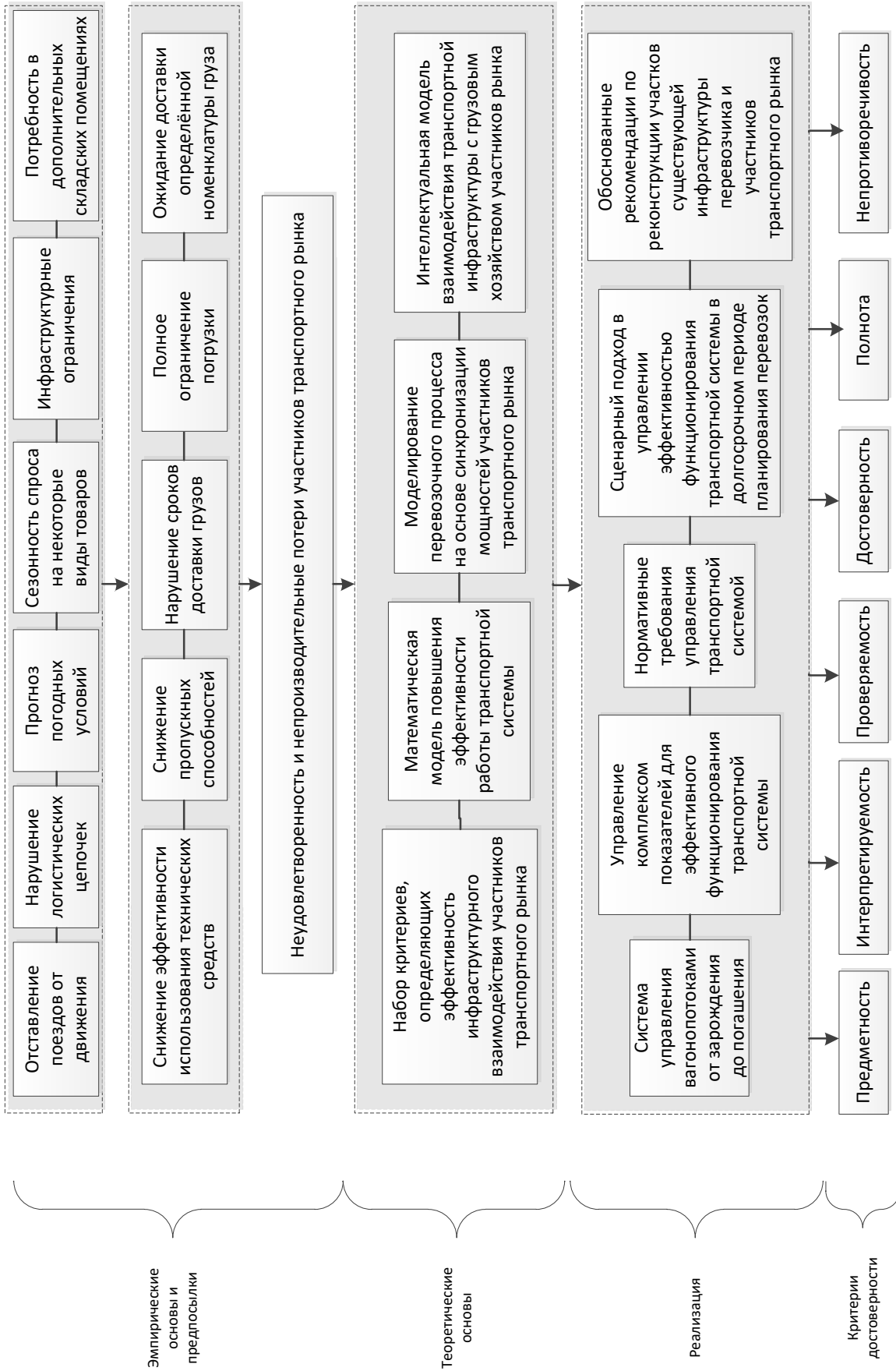


Рис. 1. Концептуальная структура комплексного подхода к управлению перевозочным процессом с учетом технических мощностей пунктов зарождения и погашения грузопотоков в условиях неопределенностей

следующую регулировочную зону происходит при выполнении одного из следующих условий (которые имеют свои ограничения):

1) наличие поездов/вагонов (П/В) в следующей регулировочной зоне не превышает расчетный норматив, который учитывает технические возможности по задержке продвижения поездов;

2) ГП выставлена отметка о приоритетном подводе П/В (чем больше расстояние между регулировочной зоной нахождения поезда от станции назначения, тем меньшее количество П/В может быть определено грузоотправителем как приоритетное, и наоборот).

Заключительная зона A_n включает станцию назначения, а также прилегающий участок с возможностью доставки П/В в течение не более 10–12 часов (одной локомотивной бригадой).

На данном этапе начальником станции и ГП (морским перевозчиком) на основании договора об организации работы по обеспечению перевалки грузов в морском порту ежедневно составляется сменно-суточный план совместной работы (ССПР). Именно подписание сторонами данного документа устанавливает согласованную норму погрузки/выгрузки вагонов с разбивкой по основным родам груза.

Регулировочная зона $A_{(n-1)}$, предшествующая A_n , определяется возможностью доставки поездов/вагонов не более 20–24 часов (требуется использование минимум двух бригад). Каждая последующая регулировочная зона $A_{(n-i)}$ будет определяться плечами работ локомотивных бригад. В качестве примера на рис. 2 представлено расположение регулировочных зон по маршруту следования со станции отправления Куйбышевской железной дороги на станцию назначения Октябрьской железной дороги.

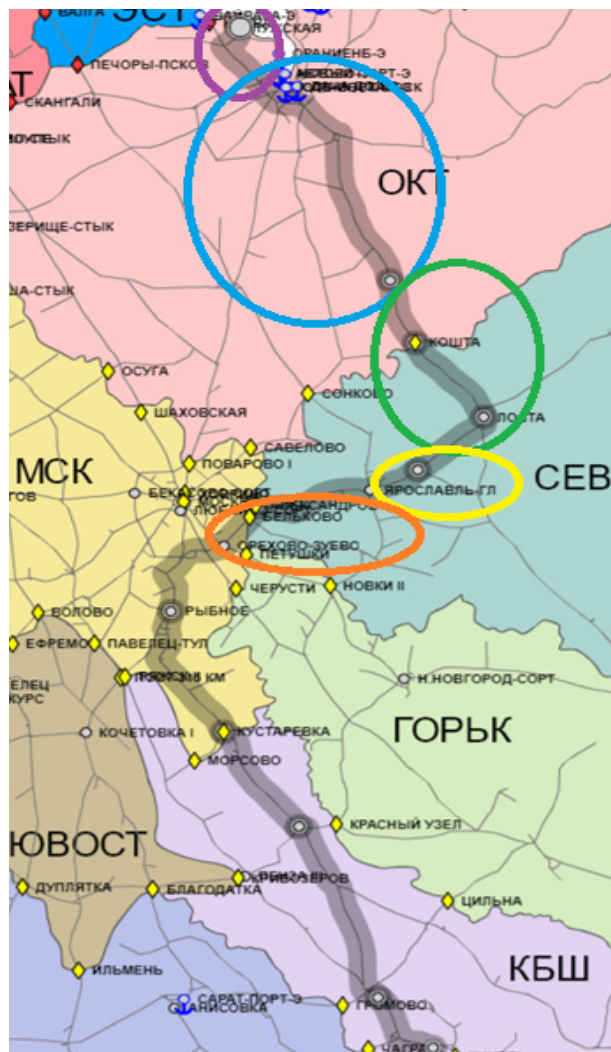


Рис. 2. Пример расположения регулировочных зон по маршруту следования со станции отправления Куйбышевской железной дороги на станцию назначения Октябрьской железной дороги

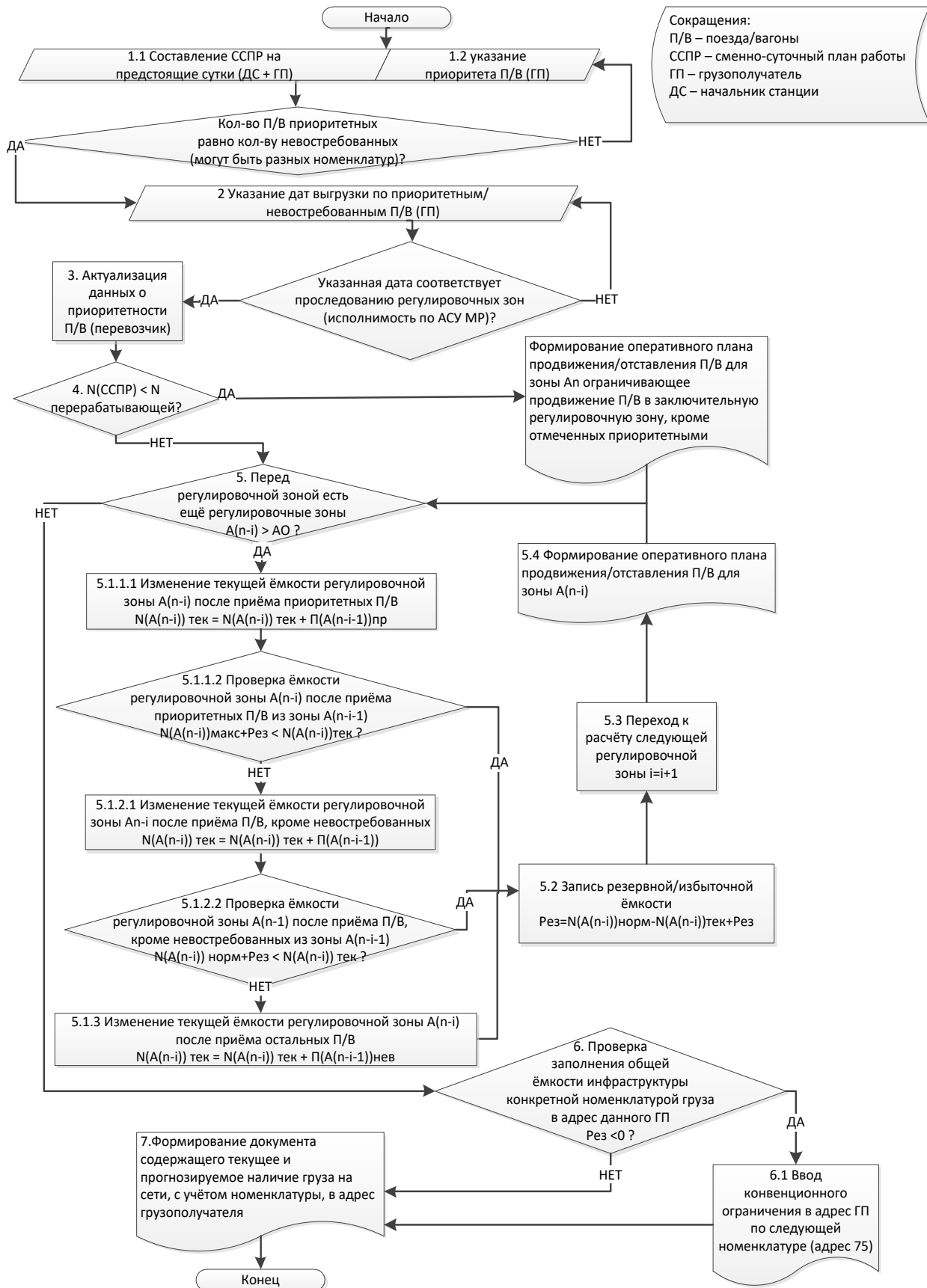


Рис. 3. Алгоритм распределения вагонопотоков

На первом этапе составляется и подписывается ССПР. До перехода ко второму этапу ГП предлагается перечень П/В, следующих в его адрес, с указанием сроков доставки в соответствии с транспортной накладной. ГП может определить среди данного перечня приоритет востребованности П/В. При выборе ГП приоритетного П/В должно быть аналогичное количество менее востребованных, на которые у перевозчика возникает право отставления от движения по причине, которая не является зависящей от ОАО «РЖД», на экономически обоснованный срок, но не более трех суток (возможно заблаговременное продление по инициативе ГП). Далее отставленные П/В не могут быть определены ГП как приоритетные в продвижении, но при этом они учитываются при расчете баланса востребованности поездов. П/В, отставленные от движения указанным выше порядком, также учитываются при расчете занятия регулировочной зоны аналогично находящимся в пути.

На втором этапе ГП необходимо указать плановые даты приема приоритетных и невостребованных П/В, после чего производится автоматическая проверка исполнимости указанных сроков при помощи прогноза пропуска АСУ МР.

После оценки исполнимости происходит обновление данных на стороне перевозчика. Затем на четвертом этапе происходит текущая оценка выполнения перерабатывающей способности ГП, на основании которой формируется оперативный план продвижения П/В в заключительную регулировочную зону.

На пятом этапе производится циклический расчет продвижения каждой категории поездов в зависимости от приоритета во всех регулировочных зонах (переменная i изменяет значения от 1 до n). При этом при каждом цикле расчета учитываются резерв или переполненность в уже рассчитанных регулировочных зонах. Итогом каждого цикла является план продвижения П/В в следующую регулировочную зону для ДНЦ/ДСЦ (ДСП) на начало смены (пример представлен в таблице). В плане продвижения П/В содержится информация для каждого поезда или вагона, не находящегося в сформированном составе, о станции нахождения П/В, категории его востребованности грузополучателем, времени продвижения в следующую регулировочную зону.

На заключительном этапе производится проверка общей емкости инфраструктуры. В случае наполнения на всех регулировочных зонах количества П/В, превышающих доступную для данного ГП емкость, вводится ограничение на погрузку в полном объеме до следующего расчета емкости (12 часов).

Результаты

Регулирование продвижения поездов будет производиться за счет задержки невостребованных поездов на промежуточных станциях соседних со станциями смены локомотивных бригад/локомотивов, а вагонов — на станциях

План продвижения вагонов в регулировочную зону № 11 на 1 мая 2023 г.
(дневная смена для ДНЦ и ДСЦ/ДСП)

№ п. п.	№ поезда	Индекс	Станция дислокации на начало смены	Востребованность	Кол. ваг.	Прибытие		
						План	Факт	+/-
Сформированные поезда								
1	2002	0401-***-0763	ВОЙСКОВИЦЫ	переформировать	53	18:13		
2	2003	8527-***-0764	МОЛОСКОВИЦ	переформирование в след зоне	65	18:24		
3	2005	8500-***-0764	ГАТ.Б	отставить	85	18:42		
...		
67	1901	0452-***-0764	ЛУЖСКАЯ	маршрут	72	16:03		
68	2004	0401-***-0763	64 КМ	отставление в след зоне	53	16:45		
69	2007	6482-***-0764	УЙТА	к передаче	66	17:05		
69								
Не сформированы в поезда								
1			СПСМ	низкая	10			
2			Луга-1	высокая	15			
...					

переформирования с последующим выставлением, при необходимости, на ближайшие станции для ожидания дальнейшего продвижения [15].

Для различных станций назначения, находящихся в границах одного региона, могут быть различные регулировочные зоны.

Этот алгоритм выполняет описанную в задаче логику и рекомендует к продвижению поезда только в том случае, если выполнены условия нормы вместимости инфраструктуры следующей регулировочной зоны. Затем он выводит текущую вместимость каждой регулировочной зоны и наличие поездов в каждой из зон.

Заключение

Использование разработанного метода перераспределения вагонопотоков позволит:

- 1) учитывать потребности ГП с учетом дат планируемой выгрузки;
- 2) синхронизировать пропускную способность инфраструктуры и мощности ГП по переработке вагонопотоков;
- 3) сбалансировать наличие груза на сети железных дорог;
- 4) повысить эффективность взаимодействия участников транспортно-логистического комплекса;
- 5) повысить гибкость системы управления процессами перевозок к факторам изменения спроса и предложения;
- 6) увеличить экономическую эффективность процесса транспортировки груза.

Практическую реализацию необходимо производить поэтапно, начиная с полигона железных дорог, обладающего наибольшими резервами пропускной способности.

Дальнейшими направлениями исследований являются анализ количества и размеров регулировочных зон в зависимости от мощности грузопотока, определение возможных вариантов сроков отставления П/В.

Библиографический список

1. Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации: Федеральный закон от 10 января 2003 г. № 18-ФЗ (ред. от 28 февраля 2023 г.) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/901838121#7DE0K8>.

2. Об утверждении Технологии работы динамической модели загрузки инфраструктуры ОАО «РЖД» при реализации процесса согласования заявок на перевозку грузов и запросов-уведомлений на перевозку порожних грузовых вагонов: Распоряжение ОАО «РЖД» от 25 ноября 2022 г. № 3090/р // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1300534546>.

3. Автоматизированная система управления местной работой АСУ МР: Руководство пользователя 52569005.27542.030.ИЗ 20.01.2020 // Центр информационных технологий на транспорте. — URL: https://cittransm.ru/?page_id=6724.

4. Баушев А. Н. Алгоритмы оптимизации процесса согласования заявок на перевозки грузов по сети российских железных дорог / А. Н. Баушев, В. С. Сафронов, А. Т. Осьминин и др. // Вестник транспорта Поволжья. — 2022. — № 5. — С. 52–66.

5. Войцеховский А. Железные дороги динамично смоделируют потоки. Рынок опасается внедрения новой системы согласования заявок, которую тестируют в РЖД / А. Войцеховский // Гудок. — 2023. — URL: <https://vgudok.com/lenta/zheleznye-dorogi-dinamichno-smodeliruyut-potoki-rynok-opasaetsya-vnedreniya-novoy-sistemy>.

6. Кудрявцев В. А. Процесс накопления вагонов на составы поездов / В. А. Кудрявцев, А. А. Светашев // Известия Петербургского университета путей сообщения — 2014. — № 3(40). — С. 98–104.

7. Ефименко Ю. И. Актуальные проблемы управления перевозочным процессом: сб. научн. тр. / Ю. И. Ефименко, А. Т. Осьминин; отв. ред. А. Т. Осьминин. — СПб.: ПГУПС, 2002. — 190.

8. Угрюмов А. К. Оперативное управление движением на железнодорожном транспорте / А. К. Угрюмов, Г. М. Грошев, В. А. Кудрявцев и др. — М.: Транспорт, 1983. — 239 с.

9. Регламент взаимодействия подразделений ОАО «РЖД» при определении ответственности за просрочку доставки грузов и порожних собственных вагонов: Распоряжение ОАО «РЖД» от 7 августа 2014 г. № 1853р // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/420226441?marker=65A0IQ>.

10. Симонова Т. С 2010 по 2015 г. среднее расстояние перевозки груза по железной дороге выросло на 15,7 % / Т. Симонова // РЖД-Партнер. — 2016. — URL: <https://www.rzd-partner.ru/>

zhd-transport/news/s-2010-po-2015-gg--srednee-rasstoianie-perevozki-gruza-po-zheleznoi-doroge-
vyroslo-na-15-7-413674/.

11. Сетевое издание Центр раскрытия информации: ОАО «РЖД» // Годовой отчет. — URL: <https://www.e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=4543&type=2&attempt=3>.

12. Чернышевская Ю. Операторы подвели итоги полугодия: растут погрузка, парк и ставки / Ю. Чернышевская // РЖД-Партнер. — 2021. — URL: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/comments/operatory-podveli-itogi-polugodiya-rastut-pogruzka-park-i-stavki/>.

13. Долгосрочная программа развития открытого акционерного общества «Российские железные дороги» до 2025 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19 марта 2019 г. № 466-р // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/553927831?marker=7DS0KA>.

14. Быков С. А. Естествен ли монополизм ОАО «РЖД»? / С. А. Быков, Е. Б. Кибалов // Всероссийский экономический журнал ЭКО. — 2013. — № 7. — С. — 91–105.

15. Сотников Е. А. Рациональная технология временной отстановки поездов от движения / Е. А. Сотников, П. С. Холодняк // Вестник ВНИИЖТ. — 2019. — № 1. — С. 3–9.

Дата поступления: 07.08.2023

Решение о публикации: 28.08.2023

Контактная информация:

ПЛЕНКИН Сергей Александрович — аспирант; wamg@mail.ru

НОВИЧИХИН Алексей Викторович — д-р техн. наук, и. о. зав. кафедрой «Логистика и коммерческая работа»; novichihin@bk.ru

Developing a Methodology for the Redistribution of Car Traffic (on the Example of the North-Western Polygon)

S. A. Plenkin, A. V. Novichikhin

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, 9, Moskovsky pr., Saint Petersburg, 190031, Russian Federation

For citation: Plenkin S. A., Novichikhin A. V. Developing a Methodology for the Redistribution of Car Traffic (on the Example of the North-Western Polygon). *Bulletin of scientific research results*, 2023, iss. 3, pp. 73–84. (In Russian) DOI: 10.20295/2223-9987-2023-3-73-84

Summary

Purpose: To increase economic efficiency of the process of finding and moving loaded and empty cars on the basis of improving the dynamic model of loading the infrastructure of JSC “Russian Railways” during the implementation of the process of approving applications for cargo transportation and notification requests for the transportation of empty wagons. **Methods:** Systematic approach and the theory of algorithms have been used to find out the reasons for the accumulation of cars on railways, an analysis has been made of the current distribution of car traffic in the North-Western Polygon to identify systemic patterns that encourage

an increase in economic costs. **Results:** A method of stage-by-stage progress of car traffic has been developed, which allows to synchronize the capabilities and needs of participants of the transport services market in order to obtain a positive economic effect; the conditions for the uniform loading of infrastructure elements are determined, which make it possible to exclude overloading of critically important sections. **Practical significance:** The method allows us to balance the capacity of the infrastructure and the processing capacity of the consignee, which increases the economic efficiency of the transportation process. Consignees will have access to a tool that allows them to influence the progress of goods to their address, and the carrier will reduce operating costs by eliminating the occupation of infrastructure at the approaches to destination stations.

Keywords: Dynamic model, loading of infrastructure, redistribution of car traffic, railway transport, management of transportation processes.

References

1. Ustav zheleznodorozhnogo transporta Rossiyskoy Federatsii: Federal'nyy zakon ot 10 yanvarya 2003 g. № 18-FZ (red. ot 28 fevralya 2023 g.) [Charter of Railway Transport of the Russian Federation: Federal Law of January 10, 2003 № 18-FZ (as amended on February 28, 2023)]. *Elektronnyy fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov* [Electronic Fund of Legal and Regulatory and Technical Documents]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/901838121#7DE0K8>. (In Russian)
2. Ob utverzhdenii Tekhnologii raboty dinamicheskoy modeli zagruzki infrastruktury OAO "RZhD" pri realizatsii protsessa soglasovaniya zayavok na perevozku gruzov i zaprosov-vedomleniy na perevozku porozhnykh gruzovykh vagonov: Rasporyazhenie OAO "RZhD" ot 25 noyabrya 2022 g. № 3090/r [On the approval of the Technology for the operation of the dynamic model for loading the infrastructure of Russian Railways when implementing the process of coordinating applications for the transportation of goods and requests-notifications for the transportation of empty freight cars: Order of Russian Railways dated November 25, 2022 № 3090/r]. *Elektronnyy fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov* [Electronic fund of legal and normative-technical documents]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1300534546>. (In Russian)
3. Avtomatizirovannaya sistema upravleniya mestnoy rabotoy ASU MR: Rukovodstvo pol'zovatelya 52569005.27542.030.I3 20.01.2020 [Automated local work management system ACS MR: User manual 52569005.27542.030.I3 01.20.2020]. *Tsentr informatsionnykh tekhnologiy na transporte* [Center for Information Technologies in Transport]. Available at: https://cittransm.ru/?page_id=6724. (In Russian)
4. Baushev A. N., Safronov V. S., Osminin A. T. et al. Algoritmy optimizatsii protsessa soglasovaniya zayavok na perevozki gruzov po seti rossijskikh [Algorithms for optimizing the process of approving applications for cargo transportation on the network of Russian railways]. *Vestnik transporta Povolzh'ya* [Bulletin of Transport of the Volga region]. 2022, Iss. 5, pp. 52–66. (In Russian)
5. Wojciechowski A. Zheleznye dorogi dinamichno smodeliruyut potoki. Rynok opasaetsya vnedreniya novej sistemy soglasovaniya zayavok, kotoruyu testiruyut v RZHD [Railways dynamically simulate flows. The market is afraid of the introduction of a new system of approval of applications, which is being tested in Russian Railways]. *Gudok* [Gudok]. 2023. Available at: <https://vgudok.com/lenta/zheleznye-dorogi-dinamichno-smodeliruyut-potoki-rynok-opasaetsya-vnedreniya-novoy-sistemy>. (In Russian)
6. Kudryavtsev V. A., Svetashev A. A. Process nakopleniya vagonov na sostavy poezdov [The process of accumulation of wagons on trains]. *Izvestiya Peterburgskogo universiteta putej soobshcheniya* [Proceedings of Petersburg Transport University]. 2014, Iss. 3(40), pp. 98–104. (In Russian)
7. Efimenko Yu. I., Osminin A. T.; ed. by A. T. Osminin. *Aktual'nye problemy upravleniya perevochnym processom* [Actual problems of transportation process management: Collection of scientific tr.]. St. Petersburg: PGUPS Publ., 2002, 190 p. (In Russian)

8. Ugryumov A. K., Groshev G. M., Kudryavtsev V. A. et al. *Operativnoe upravlenie dvizheniem na zheleznodorozhnom transporte* [Operational traffic management on railway transport]. Moscow: Transport Publ., 1983, 239 p. (In Russian)

9. Reglament vzaimodeystviya podrazdeleniy OAO “RZhD” pri opredelenii otvetstvennosti za prosrochku dostavki gruzov i porozhnikov sobstvennykh vagonov: Rasporyazhenie OAO “RZhD” ot 7 avgusta 2014 g. № 1853r [Regulations for the interaction of divisions of Russian Railways in determining responsibility for the delay in the delivery of goods and empty own cars: Order of Russian Railways dated August 7, 2014 № 1853r]. *Elektronnyy fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov* [Electronic Fund of Legal and Regulatory and Technical Documents]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/420226441?marker=65A0IQ>. (In Russian)

10. Simonova T. S 2010 po 2015 g. srednee rasstoyanie perevozki gruzha po zheleznoy doroge vyroslo na 15,7 % [From 2010 to 2015, the average distance of cargo transportation by rail increased by 15.7 %]. *RZhD-Partner* [RZD-Partner]. 2016. Available at: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/news/s-2010-po-2015-gg--srednee-rasstoianie-perevozki-gruza-po-zheleznoi-doroge-vyroslo-na-15-7-413674/>. (In Russian)

11. Setevoe izdanie Tsentra raskrytiya informatsii: OAO “RZhD” [Online publication Information Disclosure Center: Russian Railways]. *Godovoy otchet* [Annual Report]. Available at: <https://www.e-disclosure.ru/portal/files.aspx?id=4543&type=2&attempt=3>. (In Russian)

12. Chernyshevskaya Yu. Operatory podveli itogi polugodiya: rastut pogruzka, park i stavki [Operators summed up the results of the half year: loading, fleet and rates are growing]. *RZhD-Partner* [RZD-Partner]. 2021. Available at: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/comments/operatory-podveli-itogi-polugodiya-rastut-pogruzka-park-i-stavki/>. (In Russian)

13. Dolgosrochnaya programma razvitiya otkrytogo aktsionernogo obshchestva “Rossiyskie zheleznye dorogi” do 2025 goda: Rasporyazhenie Pravitel’sтва Rossiyskoy Federatsii ot 19 marta 2019 g. № 466-r [Long-term development program of the open joint-stock company “Russian Railways” until 2025: Decree of the Government of the Russian Federation dated March 19, 2019 № 466-r]. *Elektronnyy fond pravovykh i normativno-tekhnicheskikh dokumentov* [Electronic Fund of Legal and Regulatory and Technical Documents]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/553927831?marker=7DS0KA>. (In Russian)

14. Bykov S. A., Kibalov E. B. *Estestven li monopolizm OAO “RZHD”?* [Is the monopoly of JSC “Russian Railways” natural?]. *Vserossiyskiy ekonomicheskij zhurnal EKO* [All-Russian Economic Journal ECO]. 2013, Iss. 7, pp. 91–105. (In Russian)

15. Sotnikov E. A., Kholodnyak P. S. Racional’naya tekhnologiya vremennoj otstanovki poezdov ot dvizheniya [Rational technology of temporary separation of trains from traffic]. *Vestnik VNIIZHT* [Bulletin of VNIIZhT]. 2019, Iss. 1, pp. 3–9. (In Russian)

Received: August 07, 2023

Accepted: August 28, 2023

Author’s information:

Sergey A. PLENKIN — Postgraduate Student; wamg@mail.ru

Aleksey V. NOVICHKIN — Dr. Sci. in Engineering, Acting Head of the Department “Logistics and Commercial Work”; novichkin@bk.ru