

4. **Диагностика** процессов механической обработки с применением искусственных нейронных сетей: состояние вопроса / В. А. Залогов, А. В. Гонщик, Р. Н. Зинченко // Вестник СумДУ. Серия «Технические науки». – 2012. – № 2. – С. 128–137.

5. **Нейронные сети** : полный курс / С. Хайкин ; пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Изд. дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.

6. **Формирование** элементов системы управления сетью передачи данных с применением аппарата нейронных сетей / А. К. Канаев, М. А. Камынина, Е. В. Опарин // Бюллетень результатов

научных исследований. – 2012. – Вып. 3 (2). – С. 47–55.

7. **Approach** to optimization of cutting conditions by using artificial neural networks / F. Cus, U. Zuperl // Journal of Materials Processing Technology. – 2006. – Vol. 173. – N 3. – P. 281–290.

8. **Комплексные способы** эффективной обработки резанием / Ю. М. Ермаков. – М. : Машиностроение, 2005. – 272 с. – (Серия «Библиотека технолога»).

9. **Neural Network Toolbox**. For Use with MATLAB. H. Demuth, M. Beale. The MathWorks Inc. 2000. – P. 26.

УДК 656.22

Ан. В. Сугоровский

Петербургский государственный университет путей сообщения

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ И ПРИЁМОВ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ С ВАГОНПОТОКОМ НА СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИИ

В ходе исследований детально проанализирована работа станции Санкт-Петербург-Сортировочный Московский (ПСМ).

Проведено исследование технологии использования путей станционных парков не по прямому назначению, разработана методика и выполнены расчеты по определению эксплуатационной и экономической эффективности этого способа применительно к типовым схемам сортировочных станций.

Рассчитана экономия эксплуатационных расходов за счет сокращения простоев в ожидании приема и расформирования поездов при применении данного приема на двусторонних сортировочных станциях с последовательным и комбинированным расположением парков.

Установлена эффективность оперативного использования не по прямому назначению парков различных сортировочных систем, применительно к типовой схеме двусторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков.

Выполнены расчёты и приведено обоснование экономической целесообразности выбора того или иного варианта работы с угловым вагонопотокотом на примере сортировочной станции ПСМ.

Установлено, что целесообразность применения различных вариантов работы с поездами с угловым вагонопотокотом зависит не только от количества вагонов в составе и доли вагонов углового потока, но и от вида тяги.

диспетчерское управление, регулировочные приёмы, внутристанционная регулировка, угловой вагонопоток, экономическая эффективность.

Введение

В современных условиях успешный пропуск вагонопотоков в узле в большой

степени определяется устойчивой работой сортировочной станции.

Для повышения перерабатывающей способности и ритмичности работы техниче-

ских станций диспетчеры используют различные регулировочные приемы.

Применение диспетчерами внутростанционной регулировки оказывает значительное влияние на работу станции.

1 Приемы по повышению перерабатывающей способности и ритмичности работы технических станций

Проблема поиска оптимальных приемов диспетчерского регулирования на железнодорожных участках и в узлах давно волновала виднейших ученых нашей страны. Проводились исследования на основе многолетней практики диспетчерского регулирования, были выполнены обзор и анализ оперативно применявшихся методов и приемов, в том числе для повышения перерабатывающей способности и ритмичности работы технических станций. Результаты данных исследований приведены в «Пособии поездному диспетчеру и дежурному по отделению» [1].

В современных условиях на сортировочных станциях, при сгущенном подходе поездов в переработку с интервалами, меньшими, чем время расформирования состава, принимают ряд оперативных мер для обеспечения беспрепятственного приема поездов [2]:

- использование путей парков не по прямому назначению (не по специализации);
- рационализация работы с угловым вагонопотокотом;
- организация ускоренной обработки составов в парке приема работниками ПТО и ПКО;
- быстрее освобождение путей для приема поездов за счет соединения на одном пути коротких составов, групп вагонов, отцепленных от транзитных поездов; повышение темпа работы сортировочной горки, максимальное сокращение межоперационных перерывов;
- чередование приема поездов в зависимости от количества вагонов в поездах по назначениям плана формирования, при этом

руководствуются данными предварительной информации о подходе поездов;

– освобождение сортировочной горки от переработки групп местных вагонов, вагонов из ремонта и других вагонов повторной переработки, преимущественный роспуск составов прибывающих поездов;

– освобождение горочных локомотивов от выполнения операций по осаживанию вагонов за счет максимального использования локомотивов, работающих на вытяжных путях, для подтягивания вагонов;

– заблаговременная подготовка путей сортировочного парка (ликвидация «окон» между отцепами, перестановка местных вагонов, неисправных и др.).

Разработки, которые в полной мере позволили бы оценить эффективность того или иного регулировочного приема, на сегодняшний день отсутствуют.

2 Использование путей станционных парков не по прямому назначению (не по специализации)

Санкт-Петербургский железнодорожный узел является крупнейшим на Северо-Западе России. Основной немаршрутизированный грузопоток в морские порты и на пограничные переходы перерабатывается на двусторонней, с последовательным расположением парков сортировочной станции Санкт-Петербург-Сортировочный-Московский (ПСМ).

В ходе исследований была детально проанализирована работа четной системы станции ПСМ в течение месяца.

Анализ показал, что фактическая загрузка путей парка отправления ПО-6 составляет 82 %. Средний простой составов в этом парке достигает четырех часов. Фактическая загрузка четной системы станции ПСМ в один из дней представлена во фрагменте графической модели работы парков прибытия и отправления (рис. 1).

Из графика видно, что парки станции в значительной мере используются для отстоя готовых составов. Из-за сверхнормативной загрузки парка отправления возникают задержки

с выставлением сформированных составов с путей сортировочного парка. По этой причине ежедневно от 4 до 9 составов выставлялись на пути предгорочного парка приема ПП-2.

Проведено исследование технологии реализации данного приема использования путей станционных парков не по прямому назначению (не по специализации), разработана методика и выполнены расчеты по определению его эксплуатационной и экономической эффективности применительно к типовым схемам сортировочных станций. Для текущих расчетов использованы данные по станции ПСМ. Этот прием позволяет сократить простой в ожидании расформирования и операций по отправлению готовых составов и восстановить нормальную работу сортировочной системы.

На рис. 2 приведена типовая схема двусторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков, стрелками показаны маршруты перестановки сформированных составов из сортировочного парка и парка отправления в парк прибытия.

В табл. 1 представлены результаты расчетов по оценке экономической целесообразности перестановки состава из парка отправления в парк прибытия с целью возобновления процесса расформирования поездов на горке.

Из табл. 1 видно, что за счет сокращения простоев в ожидании приема и расформирования поездов экономия эксплуатационных расходов от реализации приема использования путей станционных парков не по прямому назначению (не по специализации) превышает 15,6 тыс. руб. на один переставленный состав. При этом восстанавливается нормальная работа сортировочной станции; уменьшается количество брошенных поездов на подходах к станции из-за неприёма, что, в свою очередь, ведет к значительному сокращению расходов на «бросание» и «подъём» поездов.

В результате исследований установлено, что при использовании данного приема на двусторонней сортировочной станции с комбинированным расположением парков экономия эксплуатационных расходов превышает 17,6 тыс. руб. на один переставленный состав.

Таким образом, диспетчерский прием по оперативному использованию путей предгорочного парка приёма для отстоя сформированных на станции готовых составов может быть применен как на двусторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков, так и на станции с комбинированным их расположением.

Кроме того, для восстановления нормальной работы станции, в период перегрузки в работе и невозможности использования парка отправления станции (например, в случае занятости его путей), по согласованию маневровых диспетчеров нечетной и четной систем может осуществляться перестановка составов сформированных поездов для подготовки к отправлению и отправления из сортировочного парка нечетной (четной) системы в парк прибытия четной (нечетной) системы.

В результате исследований установлено, что применительно к типовой схеме двусторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков эффективность оперативного применения этого регуляционного приема составляет 6,3 тыс. руб.

3 Работа с угловым вагонопотоком

На сортировочных станциях значительная доля от общего вагонопотока может приходиться на угловой поток. Выбор варианта работы с угловым потоком является важной составляющей комплекса мер, способствующих повышению перерабатывающей способности и ритмичности работы станции.

После взаимного согласования времени и порядка пропуска угловой передачи дежурными парка отправления ПО-5, парка прибытия ПП-2 и парка СП-3 производится перестановка вагонов углового потока маневровым локомотивом с пути парка СП-3 нечетной системы в парк ПП-2 четной, без сопровождения составителем поездов, после приготовления маршрута выставления, по открытому показанию маневровых сигналов и по команде дежурного парка СП-3,

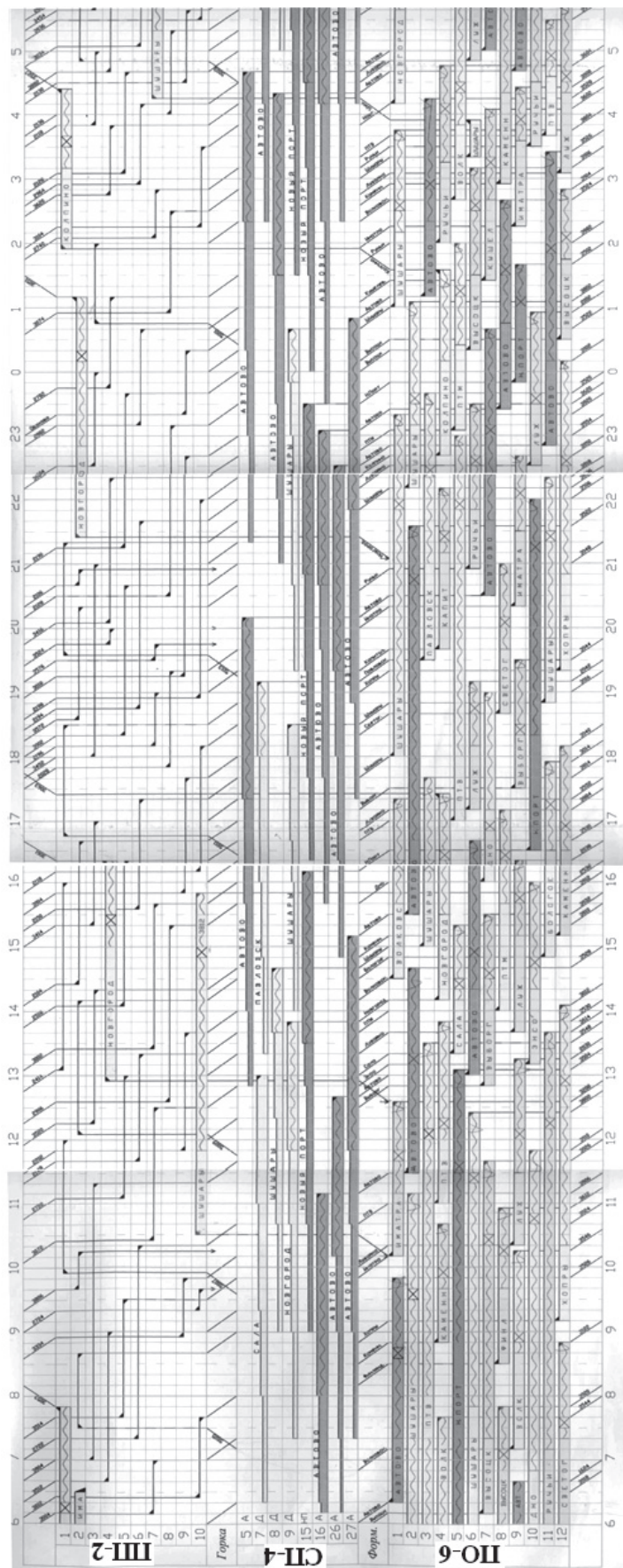


Рис. 1. Фрагмент графической модели работы парков прибытия и отправления

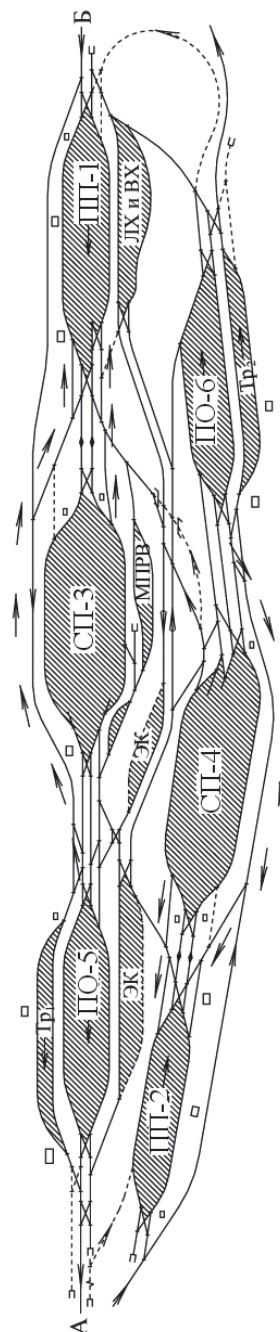


Рис. 2. Типовая схема двусторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков:
 ПП – парк приема; СП – сортировочный парк; ПО – парк отправления; Тр – транзитный парк; ЭК – экипировочные устройства;
 ЛХ и ВХ – локомотивное и вагонное хозяйство; МПРВ – механизированный пункт ремонта вагонов

ТАБЛИЦА 1. Экономическая целесообразность перестановки состава из парка отправления в парк прибытия

Наименование элементов затрат	Расчётные формулы	Величина затрат, руб. на состав	Разница затрат, руб. на состав
Простой состава (в том числе в ожидании технического обслуживания, коммерческого осмотра и др.)	$C_{\text{п}} = 15,9 \cdot n \cdot t \cdot k$	18 330	15 665
Перестановка состава	$C_{\text{пер}} = 150 \cdot L \cdot k$	2665	

Примечания:

$C_{\text{п}}$ – затраты, связанные с простоем состава;

15,9 – затраты 1 часа простоя вагона, руб. [3];

n – число вагонов в составе;

t – время простоя, ч;

k – переводной коэффициент в цены 2012 года;

$C_{\text{пер}}$ – затраты, связанные с перестановкой состава;

150 – затраты на перестановку состава маневровым порядком на 1 км, руб. [3];

L – длина рейса, км.

переданной машинисту по маневровой радиосвязи [4, 5].

При наличии в поезде, прибывающем в парк ПП-1, более половины вагонов углового потока маневровый диспетчер нечетной системы, после согласования с диспетчером четной системы, дает указание дежурным парков ПП-1 и ПО-5 о пропуске поезда сразу в парк ПП-2.

Угловые вагоны назначением в нечетную систему накапливаются в процессе расформирования на отдельном пути парка СП-4 четной системы. После накопления вагонов до полной вместимости пути угловая передача осуществляется в парк прибытия ПП-1 нечетной системы.

Рассмотрим, как при различных вариантах работы с вагонами углового потока будут изменяться эксплуатационные расходы по различным параметрам.

По первому варианту состав поезда с угловым потоком из парка прибытия ПП-1 нечетной системы расформируются на крайние пути парка СП-3. После накопления вагоны угловой передачи из парка СП-3 передают в парк приёма ПП-2 четной системы, далее – на повторную переработку, на горку СП-4.

По второму варианту состав поезда с угловым потоком подают сразу в четную систему станции, в парк приёма ПП-2.

Эксплуатационные расходы на обработку состава по различным параметрам при работе с угловым вагонопотоком по первому варианту включают в себя затраты: на расформирование всего состава; на перестановку вагонов углового потока; на повторную переработку вагонов углового потока; по второму варианту – на перемещение состава поездным локомотивом в другую систему; на расформирование всего состава; на перестановку вагонов углового потока; на повторную переработку вагонов углового потока.

Эксплуатационные расходы (Θ_1 и Θ_2) при работе с угловым вагонопотоком по различным параметрам по двум вариантам можно представить в виде следующих выражений:

Первый вариант:

$$\Theta_1 = Z_p + Z'_n + Z'_{\text{п.п}}; \quad (1)$$

Второй вариант:

$$\Theta_2 = Z_{\text{пер}} + Z_p + Z''_n + Z''_{\text{п.п}}, \quad (2)$$

где Z_p – затраты на расформирование всего состава; Z'_n , Z''_n – затраты на перестановку вагонов углового потока по первому и второму вариантам соответственно; $Z'_{\text{п.п}}$, $Z''_{\text{п.п}}$ – затраты на повторную переработку вагонов углового

потока по тем же вариантам; $Z_{\text{пер}}$ – затраты на перемещение составов поездным локомотивом в другую систему.

По формулам (1) и (2) можно определить эксплуатационные расходы при различных вариантах работы с угловым вагонопоток по различным параметрам, однако, для того чтобы оценить экономическую целесообразность их применения, в нахождении всех эксплуатационных расходов нет необходимости. Поскольку Z_p в первом и втором вариантах одинаковы, их можно сократить и тогда различные эксплуатационные расходы (Θ_{01} , Θ_{02}) по вариантам работы с угловым вагонопоток можно определить по формулам:

$$\Theta_{01} = Z'_n + Z'_{\text{п.п}}; \quad (3)$$

$$\Theta_{02} = Z_{\text{пер}} + Z''_n + Z''_{\text{п.п}}. \quad (4)$$

Если долю вагонов в составе попутного направления обозначить через x , а долю вагонов углового потока – через y , то для расчёта на один состав:

$$\begin{aligned} x \cdot n + y \cdot n &= n; \\ x + y &= 1, \end{aligned} \quad (5)$$

где n – количество вагонов в составе, при этом

$$Z'_n = L_1 \cdot e_{n1}; \quad (6)$$

$$Z''_n = L_3 \cdot e_{n1}, \quad (7)$$

где L_1, L_3 – пройденное расстояние при маневровых передвижениях, км; e_{n1} – стоимость перестановки вагонов маневровым локомотивом на 1 км, руб. [3];

$$Z'_{\text{п.п}} = y \cdot n \cdot e_p; \quad (8)$$

$$Z''_{\text{п.п}} = x \cdot n \cdot e_p, \quad (9)$$

где e_p – стоимость расформирования состава с одновременным формированием на горке, приходящиеся на один вагон, руб. [3];

$$Z_{\text{пер}} = L_2 \cdot e_{n2}, \quad (10)$$

где e_{n2} – величина укрупненной расходной ставки на перестановку состава поездным

локомотивом на 1 км, руб. [3]; L_2 – пройденное расстояние при передаче, км.

Подставив в выражения (3) и (4) значения формул (6)–(10) получим:

$$\Theta_{01} = y \cdot n \cdot e_p + L_1 \cdot e_{n1}; \quad (11)$$

$$\Theta_{02} = x \cdot n \cdot e_p + L_3 \cdot e_{n1} + L_2 \cdot e_{n2}. \quad (12)$$

Ниже приведён пример расчетов исходя из того, что в прибывающих составах 71 вагон.

Путём нахождения разницы между эксплуатационными расходами по первому и второму вариантам ($\Theta_{01} - \Theta_{02}$), установлено, при каких долях вагонов углового потока в составе будет целесообразно применять тот или иной вариант работы с ним. В качестве примера специфики работы на различных участках (в узле) исследуем влияние вида тяги. Результаты расчётов при электрической и тепловозной тяге представлены в табл. 1 и 2.

По табл. 2 установлено, что при 56% вагонов углового потока в составе поезда целесообразно будет применять второй вариант обработки состава – нечётный поезд с угловым потоком принимается сразу в чётную систему станции.

ТАБЛИЦА 2. Эксплуатационные расходы при различных вариантах работы с угловым вагонопоток при электрической тяге

% угл. потока	Эксплуатационные расходы, руб.		Сравнение затрат, руб.
	1-й вариант	2-й вариант	
0	785,85	5825,3	–5039,45
2	876,85	5734,3	–4857,45
4	967,85	5643,3	–4675,45
54	3242,85	3368,3	–125,45
56	3333,85	3277,3	56,55
58	3424,85	3186,3	238,55
96	5153,85	1457,3	3696,55
98	5244,85	1366,3	3878,55
100	5335,85	1275,3	4060,55

Результаты расчетов по целесообразности применения регулировочного приёма при тепловозной тяге приведены в табл. 3.

Установлено, что при тепловозной тяге будет целесообразно применять второй вариант, начиная с 60 % вагонов углового потока в составе.

ТАБЛИЦА 3. Эксплуатационные расходы при различных вариантах работы с угловым вагонопотоком при тепловозной тяге

% угл. потока	Эксплуатационные расходы, руб.		Сравнение затрат, руб.
	1-й вариант	2-й вариант	
0	785,85	6234,8	–5448,95
2	876,85	6143,8	–5266,95
4	967,85	6052,8	–5084,95
58	3424,85	3595,8	–170,95
60	3515,85	3504,8	11,05
62	3606,85	3413,8	193,05
96	5153,85	1866,8	3287,05
98	5244,85	1775,8	3469,05
100	5335,85	1684,8	3651,05

Таким образом, для двусторонних сортировочных станций с последовательным расположением парков целесообразность применения различных вариантов работы с поездами с угловым вагонопотоком зависит не только от количества вагонов в составе и доли вагонов углового потока, но и от вида тяги.

Заключение

В результате исследований установлено, что за счет сокращения простоев в ожидании приема и расформирования поездов экономия эксплуатационных расходов от реализации приема использования путей стан-

ционных парков не по прямому назначению на двусторонней сортировочной станции с последовательным и комбинированным расположением парков превышает на один переставленный состав 15 тыс. руб. и 17 тыс. руб. соответственно.

Эффективность оперативного регулировочного приема использования не по прямому назначению парков станции различных сортировочных систем превышает 6 тыс. руб. на один переставленный состав.

Установлена целесообразность применения различных вариантов работы с поездами с угловым вагонопотоком для двусторонних сортировочных станций с последовательным расположением парков. При электрической тяге состав поезда целесообразно будет принимать сразу в смежную систему станции, при наличии более 55 % вагонов углового потока, при тепловозной тяге – начиная с 60 % вагонов углового потока в составе.

Применение экономически обоснованных приёмов и методов оперативной внутростанционной регулировки будет способствовать повышению эффективности перевозочного процесса.

Библиографический список

1. **Пособие** поезвному диспетчеру и дежурному по отделению : учеб. пособие / Г. М. Грошев, В. А. Кудрявцев, Г. А. Платонов, А. Д. Черногов ; ред. Г. М. Грошев. – М. : Транспорт, 1992. – 368 с.
2. **О разработке** информационных технологий диспетчерского регулирования поездо- и вагонопотоков на железнодорожных полигонах на основе реализации экономических принципов управления / Г. М. Грошев, И. В. Кашицкий, А. В. Сугоровский // Интеллектуальные системы на транспорте : материалы I Международной научно-практической конференции «Интеллект-Транс-2011» ; под ред. д-ра техн. наук, профессора А. А. Корниенко. – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2011. – С. 191–199.
3. **Определение** эксплуатационных расходов по укрупненным расходным ставкам при сравнении вариантов развития железнодорожных станций и узлов : метод. указания к курсовому

и дипломному проектированию / С. И. Логинов, А. Н. Ефанов, Ю. И. Ефименко. – СПб. : Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2009. – 19 с.

4. **Техническо-распорядительный акт** станции Санкт-Петербург-Сортировочный-Московский : утв. нач. Окт. дирекции управления

движением А. А. Мараковым. – СПб., 2010. – 193 с.

5. **Технологический процесс** работы станции Санкт-Петербург-Сортировочный Московский : утв. нач. Окт. ж. д. В. В. Степовым. – СПб., 2010. – С. 58–64, 87–90.

УДК 681.142

Г. Б. Титов

Московский институт инженеров транспорта

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ СВОЕВРЕМЕННОЙ ДОСТАВКИ ГРУЗА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Описана методика оценки вероятности своевременной доставки груза железнодорожным транспортом, необходимая для определения надёжности временной доставки грузов в плановое время. В современных условиях мероприятия по интенсификации железнодорожного транспорта, повышению эффективности его работы и улучшению планирования и управления перевозочным процессом особенно актуальны.

железнодорожный транспорт, математическая модель, перевозка грузов, время движения груза, оценка своевременной доставки груза железнодорожным транспортом, грузоотправитель, грузополучатель, груженный пробег, время маршрута, методика.

Введение

В соответствии со Стратегией развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 г. [1] железнодорожный транспорт играет исключительную роль в создании условий для модернизации, перехода на инновационный путь развития и устойчивого роста национальной экономики, способствует созданию условий для обеспечения лидерства России в мировой экономической системе. От состояния и качества работы железнодорожного транспорта зависят не только перспективы дальнейшего социально-экономического развития, но также возможности государства эффективно выполнять такие важнейшие функции, как защита национального суверенитета и безопасности страны, обеспечение потребности граждан в перевозках,

создание условий для выравнивания социально-экономического развития регионов. Для разработки мероприятий по интенсификации железнодорожного транспорта и повышения эффективности его работы, а также улучшения планирования и управления перевозочным процессом необходимы методики, дающие возможность оценивать надёжность временной доставки грузов в плановое время. Описанию новой методики оценки вероятности своевременной доставки груза железнодорожным транспортом посвящена данная статья.

Перевозка грузов железнодорожным транспортом входит в состав элементов комплекса логистической цепи грузодвижения на транспортном рынке. Надёжный процесс своевременной доставки грузов обеспечивает