

Обоснование показателей, характеризующих эффективность схемы продвижения и переработки порожних вагонопотоков

Поступила 26.09.2017

Рецензирование 28.11.2017

Принята к печати 15.01.2018

В статье рассматривается проблема рациональной организации системы продвижения порожних вагонопотоков. Основные исследования, касающиеся повышения эффективности системы организации продвижения вагонопотоков, проводились в советское время и были актуальны для транспорта, работающего в условиях плановой экономики. В настоящее время, когда железные дороги существуют как часть рыночной экономической модели, некоторые аспекты теории организации вагонопотоков должны быть переосмыслены. В основе большинства методов расчета плана формирования поездов лежит сопоставление затрат вагоно-часов на станциях переработки и накопления вагонов с экономией вагоно-часов, получаемой при проследовании вагонов через технические станции без переработки. Однако в современных условиях, когда вагон не является собственностью перевозчика, такое сопоставление не может быть полностью корректным. Если проанализировать цикл производимых с вагоном операций на технической станции, можно выделить ресурсоемкие элементы простоя и элементы, на которых перевозчик не несет прямых расходов. Для оценки эффективности схемы продвижения вагонопотоков предлагается использовать интегральные измерители, отражающие затраты перевозчика по выполнению ресурсоемких технологических операций на технических станциях: обработка по прибытии, расформирование, формирование и перестановка, обработка по отправлению. Рациональная схема продвижения в этом случае может определяться с использованием целевой функции, минимизирующей расходы по указанным измерителям.

Ключевые слова: вагонопотоки, план формирования поездов, затраты перевозчика, сортировочная станция, переработка вагонов.

Проблема рациональной организации системы продвижения вагонопотоков является одной из ключевых в исследованиях эксплуатационной работы железнодорожного транспорта [1]. Научные изыскания в данной области начались в конце XIX – начале XX в. В 1901 г. инженер и ученый А. Н. Фролов предложил теорию обоснования формирования прямых товарных поездов. В 1921 г. академик В. Н. Образцов разработал схему развития и размещения сортировочных станций, впоследствии частично реализованную, чем заложил основы теории организации вагонопотоков в увязке с развитием инфраструктуры. В 1927 г. профессор И. И. Васильев разработал методику расчета специализации поездов по назначениям, в которой сопоставляются затраты вагоно-часов на станциях формирования с экономией вагоно-часов при проследовании поездов без переработки через сортировочные станции, и методику аналитического расчета плана формирования. Также вопросами маршрутизации в разное время занимались В. Т. Осипов, П. С. Соколов, К. А. Бенгард, В. С. Ларионов, А. К. Угрюмов, Л. П. Тулупов, В. М. Акулиничев, В. П. Черенин, А. И. Попов, В. Г. Саенко, Б. Дел Рио, А. Т. Осьминин,

П. В. Раев, В. А. Сокович, Б. Д. Воскресенский, П. Я. Гордеенко.

В настоящее время для расчета плана формирования поездов используются разные виды программного обеспечения, основанные на теоретических разработках ученых [2]. Однако основные исследования, касающиеся повышения эффективности системы организации продвижения вагонопотоков, проводились в советское время и были актуальны для транспорта, работающего в условиях плановой экономики. В настоящее время, когда железные дороги существуют как часть рыночной экономической модели [3], некоторые аспекты теории организации вагонопотоков должны быть переосмыслены. Так, например, в последние десять лет возник совершенно новый вид вагонопотока – порожние вагоны частных операторов, система организации продвижения которого практически не исследована [4].

В основе большинства методов расчета плана формирования поездов лежит сопоставление затрат вагоно-часов на станциях переработки и накопления вагонов *ст* с экономией вагоно-часов, получаемой при проследовании

вагонов через технические станции без переработки, $U_{\Sigma} T_{\Sigma}$. Струя вагонопотока выделяется в отдельное назначение и проходит техническую станцию без переработки, если выполняется условие

$$U_{\Sigma} T_{\Sigma} > ct, \quad (1)$$

где U_{Σ} – размер струи вагонопотока; ΣT_{Σ} – сумма приведенной экономии от проследования вагона без переработки через технические станции; ct – сумма затрат вагоно-часов на накопление составов.

Однако, когда вагон не является собственностью перевозчика, такое сопоставление не

может быть полностью корректным. В условиях рыночной экономики для перевозчика очень важно в первую очередь снижение расходов при продвижении вагонопотока. Основными расходами ОАО «РЖД» при осуществлении перевозок (рис. 1) являются расходы на содержание персонала – около 40 % и материальные и энергетические расходы – около 35 % [5].

Если проанализировать цикл производимых с вагоном операций на технической станции, когда он поступает в переработку и следует без переработки (рис. 2, 3), можно сделать некоторые выводы о расходах перевозчика.



Рис. 1. Структура расходов по перевозочным видам деятельности ОАО «РЖД» по элементам затрат в 2015 г., %

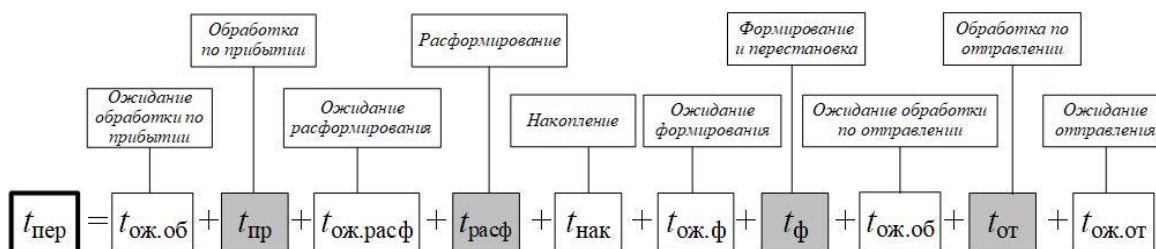


Рис. 2. Простой транзитного вагона с переработкой по элементам

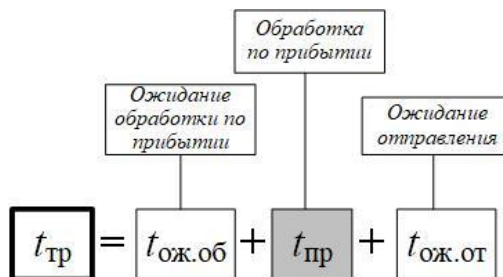


Рис. 3. Простой транзитного вагона без переработки по элементам

Простой транзитного вагона с переработкой складывается из следующих друг за другом элементов:

- ожидание обработки по прибытии;
- обработка по прибытии;
- ожидание расформирования;
- расформирование;
- накопление;
- ожидание формирования;
- формирование и перестановка;
- ожидание обработки по отправлении;
- обработка по отправлении;
- ожидание отправления.

Перевозчик несет прямые расходы не на всех элементах простоя вагона. Ресурсоемкими являются такие элементы, как *обработка по прибытии, расформирование, формирование и перестановка, обработка по отправлению*. Это оплата труда работников пунктов технического и коммерческого осмотров, локомотивных и составительских бригад, расходы на топливо и электроэнергию для маневровых локомотивов. Когда вагон простаивает в ожидании обработки по прибытии, ожидании расформирования, накопления, формирования, обработки по отправлению, отправления, прямые расходы на этих этапах отсутствуют. Можно лишь говорить о косвенных потерях, которые будут приведены ниже.

Простой же транзитного вагона, проходящего техническую станцию без переработки, складывается из следующего набора элементов:

- ожидание обработки по прибытии;
- обработка по прибытии;
- ожидание отправления.

Здесь прямые расходы присутствуют только во время обработки по прибытии – на оплату труда бригад ПТО и ПКО.

Таким образом, можно сделать вывод, что в условиях рыночной экономики при проследовании вагона, не являющегося собственностью компании-перевозчика, без переработки во всех случаях перевозчик будет нести меньше расходов, чем при его переработке, каким бы большим ни был его простой в накоплении и ожидании освобождения бригад ПТО и маневровых локомотивов. И для перевозчика выгоднее, когда вагон стоит в ожидании освобождения бригады ПТО или маневрового локомотива, чем когда бригада или локомотив находятся в ожидании вагона.

Однако увеличение простоев вагона может принести следующие потери (косвенные расходы) для железнодорожной системы:

1. *Дефицит путевого развития*. При увеличении простоев вагонов необходимо большее количество путей для того, чтобы пропустить вагонопоток. Здесь можно привести мнение некоторых экономистов о том, что проблема дефицита путевого развития возникает в первую очередь не в результате увеличения простоев, а за счет недостаточного развития инфраструктуры из-за отсутствия конкуренции и частного капитала в сфере железнодорожных перевозок. Так, например, при появлении конкуренции и частного капитала в сфере предоставления вагонов в результате частных инвестиций появился переизбыток вагонного парка. Однако в сфере инфраструктуры и локомотивного хозяйства, не затронутых реформой, стабильно наблюдается дефицит ресурсов. «Развитие инфраструктуры российских железных дорог отстает как от роста погрузки грузов и грузооборота, так и от роста вагонного парка. На фоне роста погрузки грузов (которая в 2010 г. на 14 % превысила уровень 2001 г., а в докризисном 2007 г. это превышение составляло 27 %), грузооборота (в 2010 г. на 40 % выше уровня 2001 г.) и парка российских вагонов (который в декабре 2010 г. превысил показатель декабря 2001 г. на 28 %) инфраструктура железнодорожного транспорта, остававшаяся государственной, наоборот, сокращалась. Так, мощности инфраструктуры с 1993 г. сокращались и к 2008 г. произошло снижение: на 18 % – общего количества железнодорожных станций; на 9 % – развернутой длины станционных путей; на 20 % – длины приемо-отправочных путей; на 20 % – длины сортировочных путей. Актуальной проблемой в последние годы стал дефицит локомотивной тяги» [6].

2. *Снижение показателя «оборот вагона»*. Оборот вагона – это время, за которое вагон проходит цикл операций от момента погрузки до момента следующей погрузки. Оборот вагона считается основным качественным показателем, который характеризует работу железнодорожной системы, показывает, насколько эффективно происходит эксплуатация вагонного парка. В [7] проанализирована значимость этого показателя в условиях ры-

ночной экономики. Автор считает, что показатель оборота вагона не является настолько важным, насколько он считался в условиях плановой экономики, когда все вагоны являлись собственностью компании-перевозчика. Частный оператор вагонов не всегда заинтересован, чтобы его вагон быстрее оборачивался. Например, вагон может простаивать в ожидании высокодоходного груза или просто быть невостребованным. Так, в США оборот вагона при соизмеримой дальности перевозок более чем в три раза превышал этот показатель на железных дорогах СССР.

3. *Снижение выполнения срока доставки груза.* Срок доставки грузов регламентируется приказом Минтранса России от 07.08.2015 № 245 «Об утверждении Правил исчисления сроков доставки грузов, порожних грузовых вагонов железнодорожным транспортом» [8]. В этом документе устанавливаются нормы максимального суточного пробега, которыми должен руководствоваться перевозчик при исчислении срока доставки. Этот документ должен учитывать существующую технологию перевозок на железнодорожном транспорте. Однако, по данным ОАО «РЖД» [9], некоторая часть грузов все-таки прибывает с нарушением сроков доставки – от 27,5 % в 2012 г. до

7,1 % в 2015 г. Основной причиной невыполнения срока доставки грузов является простой вагонов, не предусмотренный технологией работы перевозчика [10]. Но если большой простой вагона в накоплении будет предусмотрен технологией работы и нормативными документами Минтранса, он не повлечет нарушения срока доставки.

Применяя принцип расчета себестоимости перевозок методом расходных ставок, можно суммировать время, приходящееся на ресурсоемкие элементы простоев (рис. 4), и определить интегральные измерители и расходные ставки, с помощью которых проанализировать экономическую эффективность схемы продвижения вагонопотока (таблица).

Тогда для перевозчика целевая функция расходов, связанных с реализацией той или иной схемы продвижения вагонопотоков, следующая :

$$Z = \sum M t_{\text{ман}} e^{\text{лчм}} + \sum N t_{\text{обр}} e^{\text{обр}} \Rightarrow \min. \quad (2)$$

С помощью этих суммарных измерителей можно рассчитывать также количество маневровых локомотивов и бригад ПТО, необходимых для продвижения анализируемого вагонопотока:

$$M_{\text{ман}} = \frac{\sum M t_{\text{ман}}}{1440 - T_{\text{всп}}}, \quad (3)$$

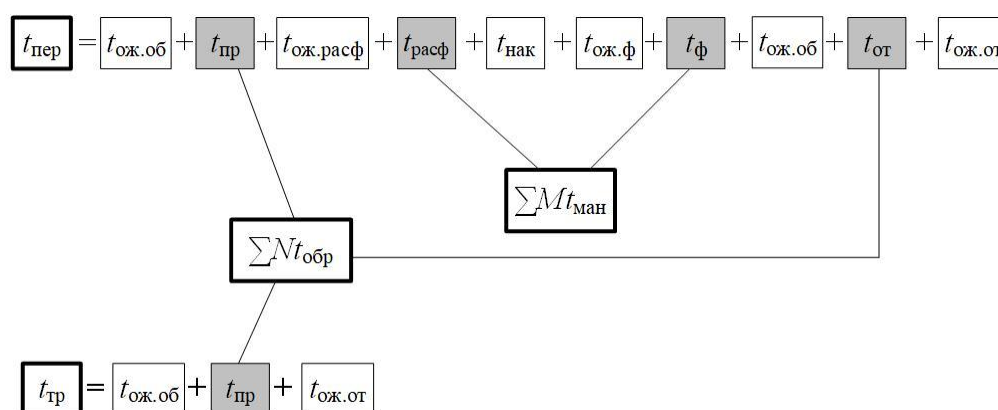


Рис. 4. Схема определения интегральных измерителей эффективности схемы продвижения вагонопотока

Определение эффективности схемы продвижения вагонопотока

Измеритель	Величина измерителя	Расходная ставка	Расходы на анализируемый вагонопоток
Маневровые локомотивочасы	$\sum M t_{\text{ман}}$	$e^{\text{лчм}}$	$e^{\text{лчм}} \sum M t_{\text{ман}}$
Часы обработки бригадами ПТО	$\sum N t_{\text{обр}}$	$e^{\text{обр}}$	$e^{\text{обр}} \sum N t_{\text{обр}}$

где $T_{всп}$ – время, затрачиваемое на экипировку локомотивов, пересмену бригад и т. д.

$$M_{обр} = \frac{\sum N t_{обр}}{1440 - T_{всп}}. \quad (4)$$

Основываясь на ресурсоемких элементах простоя вагонов (см. рис. 2, 3) и полученных на их основе интегральных измерителях (см. рис. 4), можно определить показатели, характеризующие качество организации системы продвижения вагонопотока:

– количество часов маневровой работы, приходящихся на один вагон:

$$t_{ман} = \frac{\sum M t_{ман}}{N}, \quad (5)$$

где N – количество перевезенных вагонов;

– количество часов технической обработки, приходящихся на один вагон:

$$t_{обр} = \frac{\sum N t_{обр}}{N}. \quad (6)$$

Если рассматриваются варианты, когда вагонопоток может следовать параллельными железнодорожными ходами, а также если присутствует встречное движение вагонов, что характерно для порожнего вагонопотока в современных условиях, следует добавить измеритель $\sum M t_{поезд}$, характеризующий количество локомотиво-часов поездной работы, и показатель, характеризующий количество локомотиво-часов, приходящихся на один вагон:

$$t_{поезд} = \frac{\sum M t_{поезд}}{N}. \quad (7)$$

Таким образом, анализируя проблему оптимизации системы организации порожних вагонопотоков в современных условиях, можно сделать следующие выводы:

1. В последние десять лет возник совершенно новый вид вагонопотока – порожние вагоны частных операторов, система организации продвижения которого практически не исследована. Методы теории плана формирования поездов не подходят для анализа си-

стемы организации порожних вагонопотоков в современных условиях.

2. Если проанализировать цикл производимых с вагоном операций на технической станции, можно выделить ресурсоемкие элементы простоя и элементы, на которых перевозчик не несет прямых расходов.

3. В условиях рыночной экономики при проследовании вагона, не являющегося собственностью компании-перевозчика, без переработки во всех случаях перевозчик будет нести меньше расходов, чем при его переработке, каким бы большим ни был его простой в накоплении и ожидании освобождения бригад ПТО и маневровых локомотивов, если все эти простои будут предусмотрены сроком доставки груза.

4. В условиях увеличения вагонного парка, простоев вагонов и, как следствие, увеличения занятости путевого развития в результате перехода железнодорожной отрасли к рыночной модели необходимы новые подходы к развитию инфраструктуры. Для стабильной работы железнодорожных систем необходимы новые способы привлечения инфраструктурных капиталовложений (как государственных, так и частных) для устранения дефицита путевого развития железнодорожных станций в соответствии с требованиями экономики.

5. Для оценки эффективности схемы продвижения вагонопотоков предлагается использовать интегральные измерители, отражающие затраты перевозчика по выполнению следующих ресурсоемких технологических операций на технических станциях: обработка по прибытии, расформирование, формирование и перестановка, обработка по отправлению. Рациональная схема продвижения в этом случае может определяться с использованием целевой функции, минимизирующей расходы по указанным измерителям.

Библиографический список

1. Акулиничев В. М. Организация вагонопотоков. М. : Транспорт, 1979. 223 с.
2. Инструктивные указания по организации вагонопотоков на железных дорогах ОАО «РЖД». М. : Техинформ, 2007. 528 с.
3. Елисеев С. Ю., Шатохин А. А. Как сократить простои грузовых вагонов в ожидании погрузки? // Вестник транспорта. 2016. № 4. С. 24–28.

4. Беляев В. В. Особенности продвижения и переработки вагонопотоков, обслуживающих углепромышленные районы, в современных условиях // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2016. № 3. С. 166–173.
5. Анализ расходов по перевозочным видам деятельности // Годовой отчет 2015 ОАО «РЖД». URL : <http://ar2015.rzd.ru/ru/financial-results/expenses-transportation-activities/> (дата обращения: 05.03.2017).
6. Хусаинов Ф. И. Управление вагонными парками: ложная дилемма // Транспорт Российской Федерации : портал для специалистов транспортной отрасли. URL : <http://rostransport.com/article/39/> (дата обращения: 06.03.2017).
7. Хусаинов Ф. И. Экономическая статистика железнодорожного транспорта. Очерки. М. : Наука, 2016. 100 с.
8. Приказ Минтранса России от 07.08.2015 № 245 «Об утверждении Правил исчисления сроков доставки грузов, порожних грузовых вагонов железнодорожным транспортом». URL : <https://minjust.consultant.ru/documents/19053?items=1&page=1> (дата обращения: 10.04.2017).
9. Грузовые перевозки по инфраструктуре ОАО «РЖД» // Годовой отчет 2015 ОАО «РЖД». URL : http://ar2015.rzd.ru/ru/operating-results/transportation-logistics/freight-shipments/index.php?sphrase_id=1654 (дата обращения: 11.04.2017).
10. Казанцева Л. С., Юзрина О. П. Нормирование сроков доставки грузов и технология перевозочного процесса // Бюллетень транспортной информации. 2015. № 6. С. 29–33.

V. V. Belyaev

Substantiation of Indicators Characterizing the Efficiency of Forwarding and Shunting Empty Railcars

Abstract. The article is devoted to issue of effective forwarding empty railcars. Basic research of the issue was conducted during the Soviet period and was relevant for a planned economy transport. Currently railways are part of market economy and some aspects of the theory of railcars traffic organization have to change. The basis of most methods for calculating schedule of train formation is comparison of time expenditure at classification yard and saving time when railcars follow classification yard without shunting. But in modern conditions railcars do not belong to the hauling company and some comparison of times cannot be completely correct. If we analyze series of operations make with railcars at classification yards we can conclude: series of operations include resource-intensive parts and parts do not have hauling costs. The author proposes to evaluate efficiency of forwarding railcars with integral meters reflect hauling costs at classification yard: arrival technical inspection of cars, shunting operations, departure technical inspection of cars. Effective schedule of forwarding railcars can be determined with objective function minimizes hauling costs for integral meters.

Key words: *railcars traffic; schedule of train formation; hauling costs; classification yard; shunting railcars.*

Беляев Владислав Викторович – аспирант кафедры «Железнодорожные станции и узлы» СГУПС.
E-mail: vladibely@gmail.com