

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

УДК 656.222.3

В. Я. НЕГРЕЙ, доктор технических наук, К. М. ШКУРИН, аспирант, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АДАПТИВНО-РЕГУЛЯРНОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВАГОНПОТОКОВ

Рассмотрены общие принципы внедрения адаптивно-регулярной технологии организации вагонопотоков на Белорусской железной дороге. Приведен пример оценки сокращения затрат вагоно-часов на накопление при переходе к адаптивно-регулярной системе.

В условиях мирового финансового кризиса повышение эффективности использования ресурсов становится не просто важным принципом хозяйствования, а важнейшим требованием для поддержания национальной безопасности Республики Беларусь.

Современная система организации вагонопотоков в значительной степени определяет производительность работы поездных и маневровых локомотивов, интенсивность использования вагонного парка, сортировочных устройств и путевого развития станций, сохранность груза при транспортировке, выполнение срока доставки груза и норм оборота вагонов, показателей эксплуатационной работы.

Оптимизация системы организации вагонопотоков позволяет сократить затраты на осуществление перевозочного процесса, улучшить финансовое положение дороги. За последние годы была проделана большая работа по совершенствованию организации вагонопотоков, однако не удалось преодолеть ряд недостатков существующей методики.

Во-первых, коллективы станций в существующей системе организации вагонопотоков поставлены в жесткие условия ограниченного выбора, что делает невозможным переход к созданию свободных рыночных механизмов на транспортном рынке.

Во-вторых, попытка вести управление вагонопотоками на основе их средних значений оказывается малоэффективной. Она не позволяет станциям приспосабливаться к резко меняющимся вагонопотокам. Кроме того, неэффективно используется локомотивный парк, сортировочные устройства и другие технические системы.

В-третьих, система организации вагонопотоков на практике «распадается» на отдельные изолированные подсистемы. Раздельное решение задачи направления вагонопотоков и задачи оптимизации распределения сортировочной работы на направлении приводит к значительным потерям. В условиях рыночной экономики резко возрастает роль комплексного решения этих задач.

Одной из важнейших мер по повышению эффективности перевозок и ускорению оборота вагонов за счет сокращения простоя под накоплением и повышения уровня транзитности вагонопотоков на технических

станциях является переход к адаптивно-регулярной системе организации вагонопотоков. Эта система является особенно эффективной в условиях повышения массы поездов и при работе на удлиненных тяговых плечах, так как при этом ликвидируется отцепка поездных локомотивов на станциях обмена групп вагонов.

Принципиальным положением предлагаемой технологии является переход к адаптивному выбору сортировочной станцией типа поезда (одноручный или многоручный) и повышению уровня его организованности после прохода очередной сортировочной станции. При этом существуют несколько принципиальных подходов.

При первом подходе на железнодорожном направлении устанавливается план формирования одноручных поездов с учетом вероятностных колебаний вагонопотоков. Для накопления вагонов каждого назначения выделяются отдельные пути. С целью сокращения простоя вагонов сквозных назначений возможно их отправление не только одноручными, но и групповыми поездами. В этом случае теоретически максимальное количество поездных групп равно количеству одноручных назначений, формируемых станцией в данном направлении. Следует отметить, что расчет плана формирования поездов при незначительных колебаниях расчетных нормативов существенно деформирует принятое решение, что свидетельствует о целесообразности применения адаптивной технологии, которая может приспосабливаться к изменяющимся условиям эксплуатации, то есть резко изменению мощности струй и колебанию расчетных нормативов.

Второй подход предполагает при наличии достаточного числа путей в сортировочном парке или их секционировании выделение отдельных путей для накопления вагонов, идущих в адрес каждой впереди расположенной сортировочной станции. Такая технология позволяет формировать поездные группы в адрес только одной сортировочной станции. Максимальное количество поездных групп равно количеству расположенных впереди сортировочных станций.

При третьем подходе вагоны маломощных назначений накапливаются на одном пути, и после пропуска потока через вспомогательное сортировочное устройство, которое размещено в хвостовой горловине сорти-

ровочного парка, вагонопоток перегруппируется в соответствии с географическим расположением сортировочных станций.

Дальнейшее совершенствование системы организации вагонопотоков связано с поиском новых технологических работ железнодорожных направлений Белорусской железной дороги. В результате резкого падения объемов работы сильно изменились режимы работы железнодорожных станций. Работа станций в зонах назначений мощностью менее 60–70 вагонов в сутки требует значительного усиления внимания к организации вагонопотоков в групповые поезда. Технология работы современных станций должна обеспечивать устойчивое формирование и обращение таких поездов.

На сегодняшний день в основе организации вагонопотоков лежит принцип выделения дальних струй. При этом общая экономия времени в приведенных часах от пропуска одного вагона через станцию без переработки определяется как усредненная величина. Принцип выделения дальних струй не учитывает внутреннюю организацию струи.

Формирование групповых поездов из двух и более назначений приводит к значительному сокращению простоя вагонов под накоплением. К сожалению, большинство железнодорожных станций и направлений работают в условиях высокой неравномерности вагонопотоков, и сфера реальной эффективности групповых поездов оказывается значительно ниже теоретической, поэтому на практике такая система применяется ограниченно. В связи с этим целесообразно становится новая технология формирования групповых поездов, предусматривающая создание на полигоне станций обмена групп, систематизирование размещения групп в поезде и ограничение их количества. Вагоны в составе при данной технологии должны подбираться в соответствии с географическим расположением станций переработки. Технология носит адаптивный характер и предполагает набор допустимых вариантов объединения групп по станциям направления. Для её реализации необходимо:

- установление на направлении ниток графика, по которым организуется отправление групповых поездов с возможным согласованным подводом групп вагонов;
- обеспечение формирования (в пределах допустимых норм) тяжеловесных групп и включения в групповой поезд максимального количества вагонов соответствующего назначения, поступивших до его прибытия на станцию;
- непрерывное планирование поездообразования на направлении с целью снижения простоя подвижного состава;
- минимизацию маневровой работы и безопасное размещение порожних вагонов в составе поезда;
- выделение специальных путей на станциях направления для формирования групповых поездов.

Внедрение новых технологий тесно связано с выбором оптимального количества групп в поезде. Анализ показателей работы станции показывает, что с увеличением количества групп в составе поезда простой вагонов под накоплением сокращается, однако рост количества групп приводит к усложнению работ по перецепке групп или их формированию. Поэтому необходимо выбрать такое количество групп, при котором суммарные затраты будут минимальными.

Для выбора оптимального количества поездных групп необходимо исходить из условия исключения перестановки транзитных групп поезда. Поэтому технология должна обеспечивать выполнение следующих требований:

- на каждой станции перегруппировки местная группа должна быть крайней;
- станции перегруппировки должны отправлять поезда на смежную станцию с местной группой, расположенной с головы или хвоста поезда.

Указанные требования возможно выполнить, если в составе поезда будет не более трех групп. В этом случае после отцепки группы местных вагонов на пути перестановки остаются две транзитные группы. Пополнение состава может происходить с любой стороны. В отдельных случаях транзитные группы могут следовать далее без накопления.

Количество перецепок на направлении зависит от числа сортировочных и участковых станций, структуры вагонопотоков и многих других факторов.

Если на направлении расположены k технических станций, то вагоны самой дальней струи максимально могут перецепляться $(k - 2)$ раз, то есть на каждой попутной технической станции. Минимальное количество перецепок равно нулю. Таким образом, в среднем количество перецепок составит $(k - 2) / 2$.

Вагоны следующей по дальности струи будут перецепляться в среднем $(k - 3) / 2$ раз, вагоны менее дальних струй – $(k - 4) / 2$, $(k - 5) / 2$ раз и т. д.

В общем виде среднее количество перецепок на направлении, включающем k станций, можно определить по формуле

$$n_{\text{перцеп}} = \frac{(k-2) + (k-3) \cdot 2 + (k-4) \cdot 3 + (k-5) \cdot 4 + \dots}{2}. \quad (1)$$

При адаптивно-регулярной технологии переработки вагонопотока, когда на каждой станции направления струи накапливаются отдельно, а затем формируются одно-, двух- или трёхгруппные поезда, затраты вагоно-часов на перецепку групп изменятся.

При формировании групп, равных по количеству вагонов мощности данного назначения, вагоно-часы накопления на каждую группу составят

$$B_{\text{гр}} = \frac{C}{N} m_{\text{гр}}^{-2}. \quad (2)$$

При формировании групп с разным количеством вагонов вагоно-часы накопления определяются по формуле

$$B_{\text{гр}} = C \bar{m}_{\text{гр}} + \frac{C \Delta m^2}{3 \bar{m}_{\text{гр}}}. \quad (3)$$

При этом суммарные затраты вагоно-часов на накопление составят

$$B_{\text{н}} = \beta C m (k - 1) + n_{\text{перцеп}} t_{\text{перцеп}} (m - N_{\text{н}}), \quad (4)$$

где β – коэффициент, учитывающий увеличение простоя вагонов под накоплением, изменяющийся от 1,1 до 1,3; C – параметр накопления; m – среднее количество вагонов в составе поезда; $t_{\text{перцеп}}$ – приведенные дополнительные затраты времени на перецепку по сравнению с простым транзитного вагона с переработкой, составляющие, как правило, от 0,3 до 0,7 ч; $N_{\text{н}}$ – среднее количество вагонов в перецепляемой группе.

Для оценки эффективности технологии рассмотрим два условных примера, в которых мощности всех струй равны и составляют 20 и 40 вагонов в сутки соответственно.

Для первого примера рассмотрим случай, когда $T_{эк} = 5$ ч, $t_{перец} = 0,5$ ч, а количество технических станций на направлении равно 4.

По традиционной технологии приведенные затраты при оптимальном плане формирования поездов

$$B = 3 \cdot 10 \cdot 60 + 5 \cdot [(20 + 20) + (20 + 20)] = 2200 \text{ ваг.} \cdot \text{ч.}$$

Согласно формуле (4), затраты вагоно-часов при внедрении адаптивно-регулярной технологии

$$B_n = 1,3 \cdot 10 \cdot 60 \cdot (4-1) + 2 \cdot 0,4 \cdot (60-20) = 2380 \text{ ваг.} \cdot \text{ч.}$$

Результаты расчета эффекта от перехода к адаптивно-регулярной технологии сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Эффект от адаптивно-регулярной технологии при мощности струи, равной 20 вагонам

Затраты на перецепку, ч		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	
4 станции	Затраты, вагоно-часов	2364	2372	2380	2388	2396	
	Экономия, вагоно-часов	по ср. с участковой системой	-164	-172	-180	-188	-196
		по ср. с ОПФ	-164	-172	-180	-188	-196
5 станций	Затраты, вагоно-часов	3180	3200	3220	3240	3260	
	Экономия, вагоно-часов	по ср. с участковой системой	220	200	180	160	140
		по ср. с ОПФ	220	200	180	160	140
6 станций	Затраты, вагоно-часов	4020	4060	4100	4140	4180	
	Экономия, вагоно-часов	по ср. с участковой системой	980	940	900	860	820
		по ср. с ОПФ	980	740	700	660	620

Из таблицы видно, что время на перецепку групп оказывает незначительное влияние на затраты вагоно-часов.

Графическая интерпретация зависимости затрат вагоно-часов от количества технических станций на участке представлена на рисунке 1.

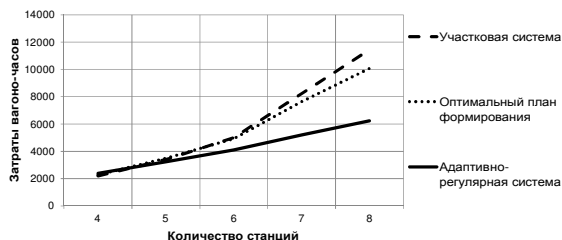


Рисунок 1 – Эффект от адаптивно-регулярной технологии при мощности струи, равной 20 вагонам

Получено 17.12.2013

V. J. Negrey, K. M. Shkurin. Implementation of adaptive-regular system of car traffic organization efficiency.

The general principles of implementation of adaptive-regular system of car traffic organization on Belarusian Railways are considered. An example of evaluation of car-hours cost reduction provided that adaptive-regular system is adopted is given.

Результаты расчета эффекта от перехода к адаптивно-регулярной технологии при мощности всех струй, равной 40 вагонам в сутки, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Эффект от адаптивно-регулярной технологии при мощности струи, равной 40 вагонам

Затраты на перецепку, ч		0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	
4 станции	Затраты, вагоно-часов	2352	2356	2360	2364	2368	
	Экономия, вагоно-часов	по ср. с участковой системой	248	244	240	236	232
		по ср. с ОПФ	248	244	240	236	232
5 станций	Затраты, вагоно-часов	3150	3160	3170	3180	3190	
	Экономия, вагоно-часов	по ср. с участковой системой	1250	1240	1230	1220	1210
		по ср. с ОПФ	1050	1040	1030	1020	1010
6 станций	Затраты, вагоно-часов	3960	3980	4000	4020	4040	
	Экономия, вагоно-часов	по ср. с участковой системой	3040	3020	3000	2980	2960
		по ср. с ОПФ	2040	2020	2000	1980	1960

На рисунке 2 показана графическая интерпретация зависимости затрат вагоно-часов от количества технических станций на участке.

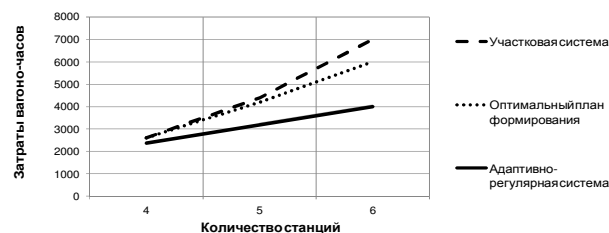


Рисунок 2 – Эффект от адаптивно-регулярной технологии при мощности струи, равной 40 вагонам

Выполненная оценка эффективности предлагаемой технологии показывает, что колебания времени на перецепку групп оказывают незначительное влияние на затраты вагоно-часов. Эффект от перехода к адаптивно-регулярной системе значительно возрастает с увеличением числа технических станций и мощности вагонопотоков на линии.

Список литературы

- Вдовин, А. Н. На основе имитационного моделирования / А. Н. Вдовин, И. Н. Шапкин // Железнодорожный транспорт. – 2013. – № 3. – С. 37–41.
- Нурмухамедов, Т. Р. Рациональная организация и управление сборными и участковыми вагонопотоками при их колебаниях / Т. Р. Нурмухамедов. – М.: МИИТ, 2000. – 16 с.
- Рыженков, А. В. Оптимизация местной работы на участках железной дороги / А. В. Рыженков // Мир транспорта. – 2005. – № 2. – С. 92–95.