

УДК 656.212.5

В. Г. КУЗНЕЦОВ, кандидат технических наук, В. Г. КОЗЛОВ, научный сотрудник, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАЧ ПЛАНА ФОРМИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Основой организации вагонопотоков на железнодорожном транспорте является план формирования поездов. Оптимальный план формирования обеспечивает рациональное использование ресурсов, связанных с организацией поездов различных категорий и их пропуском по железнодорожным участкам. Вероятность нахождения оптимальной системы организации вагонопотоков зависит от качества информационного обеспечения – достоверности и актуальности исходных данных. Для этих целей в автоматизированной системе организации вагонопотоков (АС ОВ) создан блок информационного обеспечения задач плана формирования, который является основой для функционирования остальных блоков из функционально-структурной композиции АС ОВ.

Информационное обеспечение задач плана формирования Белорусской железной дороги осуществляется в рамках отдельного информационного блока комплекса автоматизированной системы организации вагонопотоков (АС ОВ) [1, 2]. Блок информационного обеспечения (БИО) задач плана формирования (ПФ) является основанием для функционирования остальных подсистем из функционально-структурной композиции АС ОВ [3]. БИО представляет собой набор массивов условно-постоянных и условно-переменных данных, необходимых для решения задач организации вагонопотоков.

Организация системы информационного обеспечения ПФ грузовых поездов на Белорусской железной дороге формируется путем информационного взаимодействия по временным циклам с оперативными моделями «Информационно-аналитической системы поддержки управленческих решений по грузовым перевозкам» (ИАС ПУР ГП) и ее подсистемы нормативно-справочной информации (ПЭ НСИ), обработки данных согласно требованиям соответствующей задачи плана формирования, а также путем интерактивного ввода недостающих данных.

Исходные данные БИО задач системы организации вагонопотоков по структуре данных делятся на две основные подгруппы: массив расчетных вагонопотоков и массив объектов инфраструктуры транспортной сети. Формирование массивов расчетных вагонопотоков осуществляется в подсистеме АС «Динамическая карта», для реализации которой разработана модель транспортной сети с учетом требований системы организации вагонопотоков:

- адекватность топологии объектов железнодорожной инфраструктуры и исключения внутренних противоречий;

- соответствие общим принятым приемам и правилам описания транспортной сети;

- идентификации на транспортной сети объектов системы организации вагонопотоков: железнодорожной станции, участка и маршрута следования поезда, установленного назначения;

- определения размеров транспортной нагрузки по объектам транспортной сети с учетом установленных параметров;

- моделирование и агрегирование транспортной нагрузки по объектам транспортной сети;

- соответствие правилам формализации железнодорожных транспортных сетей в системе организации вагонопотоков.

Объектная транспортная сеть плана формирования грузовых поездов в виде железнодорожных станций является базисом для формирования расчетных сетей (расчетных полигонов) при решении задач системы организации вагонопотоков. Она может быть создана двумя способами: автоматически (средствами АС ОВ) и непосредственным вводом станций, идентифицирующих расчетную сеть. Интерактивный ввод может также использоваться при корректировке существующей расчетной сети (путем добавления (удаления) станций в (из) расчетную (-ой) сеть. В сети формируются районы тяготения к выделенным станциям (для полигона Белорусской железной дороги) [4].

Железнодорожная сеть для расчета плана формирования представляется множеством станций:

$$S = \{S_1, S_2, \dots, S_k\}, \quad (1)$$

где S_k – множество индексов (кодов станций согласно Единой сетевой разметки) станций; k – количество станций в рассматриваемой железнодорожной сети.

Для описания топологии сети коммуникационные связи между станциями на множестве $\{S_i\}$ задаются матрицей C :

$$C = \{c_{ij} : i, j = \overline{1, k}\}, \quad (2)$$

где $c_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{– если станции } i \text{ и } j \text{ связаны между собой} \\ & \text{железнодорожным перегонном;} \\ 0 & \text{– в противном случае.} \end{cases}$

Для описания сети используются понятия: конечный (граничный), транзитный (промежуточный) и транспортный узел. Путь, соединяющий станции i и j , задается множеством

$$r_{pq} = \{s_1, \dots, s_i, \dots, s_n\}, s_1 = p; s_n = q; s_i \in S. \quad (3)$$

При этом учитывается, что путь, соединяющий станции p и q , может быть не единственным. Для задач плана формирования расчетный путь, соединяющий станции p и q определяется с учетом минимизации расстояния между станциями:

$$r_{pq}^{\text{ПФ}} = \min \{r_{pq}^1, \dots, r_{pq}^i, \dots, r_{pq}^n\}. \quad (4)$$

Все элементы расчетного пути идентифицируются набором параметров, необходимым для расчета ПФ.

На основании вышеуказанной математической формализации железнодорожной транспортной сети формируются расчетные вагонопотоки (рисунок 1). Исходными данными для формирования являются план перевозок, заявки перевозчиков на перемещение грузов и операторов подвижного состава на перемещение порожних вагонов, а также данные анализа о выполненных вагонопотоках.

Исходной базой для получения выполненных вагонопотоков служат массивы данных ИАС ПУР ГП,

АС «Месплан», ПС «Динамическая карта». Информация о выполненных вагонопотоках поступает в АС ОВ ежесуточно за отчетные сутки [5].

Для решения задач плана формирования используются только вагоны рабочего парка с различным уровнем детализации: по состоянию – груженные и порожние, по типу – в соответствии с классификатором ИАС ПУР ГП, по принадлежности к железнодорожной администрации, по собственнику вагонов, роду груза по единой тарифно-статистической номенклатуре грузов.

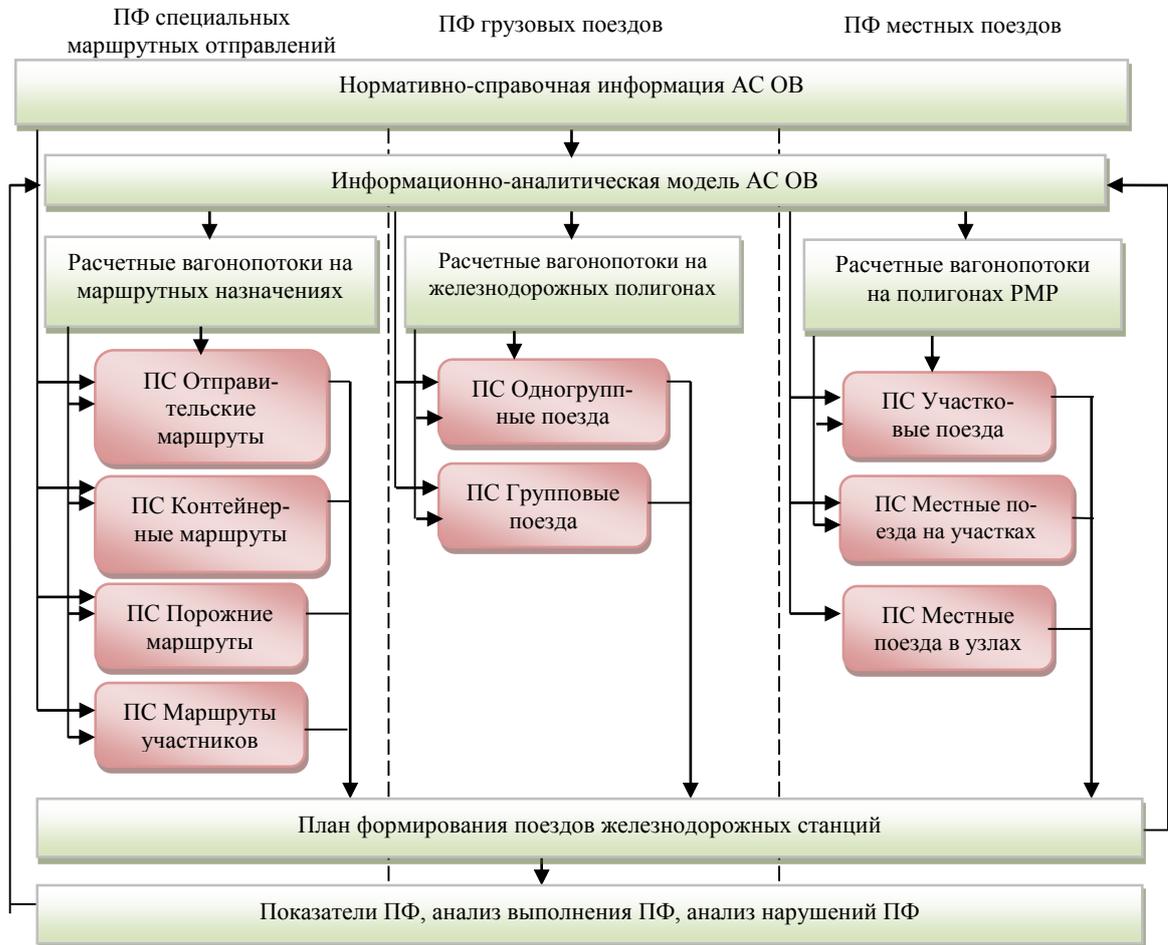


Рисунок 1 – Схема формирования расчетных вагонопотоков в подсистемах АС ОВ

Массив заявок на перемещение грузов, характеризуется следующим набором показателей, необходимых для расчета ПФ:

$$\{g_{pq}\} = \{p, q, S_{kp}, \{S_{c.p.i}\}, S_{kq}, r_{п.с.}, \{m_{ср}; Q_{ср}\}, k_o, T_{g_{pq}}\}, \quad (5)$$

где p – станция погрузки; q – станция назначения груза; S_{kp} – техническая станция тяготения станции погрузки; $S_{c.p.i}$ – станция перехода между железнодорожными администрациями (железными дорогами); S_{kq} – техническая станция тяготения станции назначения груза; $r_{п.с.}$ – род подвижного состав, необходимый для обеспечения заявки; $m_{ср}$ – среднесуточное количество вагонов, необходимое для обеспечения заявки; $Q_{ср}$ – среднесуточная масса груза в соответствии с заявкой, отправленная со станции; k_o – вид отправки груза; $T_{g_{pq}}$ – срок доставки груза.

Массив заявок на перемещение порожних вагонов характеризуется следующим набором показателей, необходимых для расчета ПФ:

$$\{n_{pq}^{пор}\} = \{p, q, S_{kp}^{пор}, \{S_{c.p.i}\}, S_{kq}^{пор}, r_{п.с.}^{пор}, \{m_{ср}^{пор}; Q_{ср}^{пор}\}, k_o^{пор}, T_{g_{pq}}^{пор}\}, \quad (6)$$

где p – станция отправления порожних вагонов: выгрузка груза, дислокации, отстоя; q – станция назначения порожних вагонов: погрузки, приписки, отстоя и др.; $S_{kp}^{пор}$, $S_{kq}^{пор}$ – техническая станция тяготения станции отправления и назначения порожних вагонов; $r_{п.с.}^{пор}$ – род порожнего подвижного состав, необходимый для обеспечения заявки; $m_{ср}^{пор}$, $Q_{ср}^{пор}$ – соответственно среднесуточное число вагонов и масса вагонов, отправляемых со станции; $k_o^{пор}$ – вид отправки порожних вагонов; $T_{g_{pq}}^{пор}$ – срок перемещения порожних вагонов.

На основании полученной информации о плановых и выполненных вагонопотоках в подсистеме АС «Динамическая карта» формируются методом моделирования таблицы расчетных вагонопотоков на участках инфраструктуры дороги по установленным пользователем

классификационным признакам с возможностью выбора детализации и маршрута следования в железнодорожной сети.

Вагонопотоки объединяются в массивы совмещенных и развернутых таблиц вагонопотоков и систематизируются по расчетным полигонам, направлениям следования (как правило, четное, нечетное), по состоянию вагонов, роду груза, типу подвижного состава и иным характеристикам, необходимым для дифференциации вагонопотока при расчете ПФ. В общем виде вагонопоток представляется упорядоченной совокупностью корреспонденций мощностью n_{pq} между выделенными станциями ($p, q \in \overline{1, k}$) расчетного полигона, включающего k станций:

$$\cup n_{pq} = \left\{ \begin{array}{ccccccc} n_{1,k} & n_{2,k} & \dots & n_{p,k} & \dots & n_{k-2,k-1} & n_{k-1,k} \\ n_{1,k-1} & n_{2,k-1} & \dots & n_{p,k-1} & \dots & n_{k-2,k-1} & \\ & & & & & & \\ n_{1,3} & n_{2,3} & & & & & \\ n_{1,2} & & & & & & \end{array} \right\} \quad (7)$$

Указанные вагонопотоки обладают свойством аддитивности, и любое объединение корреспонденций вагонопотоков в различные назначения соответствует общему вагонопотоку на участках между выделенными станциями полигона [6].

Наличие подсистемы «Динамическая карта» позволяет в системе организации вагонопотоков перейти к корректировке исходных вагонопотоков с временным лагом в сутки и использовать фактические данные о вагонопотоках в оперативных корректировках ПФ.

Исходные и расчетные параметры объектов инфраструктуры, необходимые для решения задач АС ОБ интегрируются в подсистеме «Ведомость ПФ» с различных информационных систем железной дороги. Целями интеграции данных и создания АС «Ведомость ПФ» являются:

- создание базы данных нормативно-справочной информации (НСИ) по станциям, участвующим в плане формирования, с исходными параметрами транспортной сети и переменной информации, характеризующей расчетные транспортные потоки, для решения задач их организации прочих прикладных задач организации перевозок и транспортного обслуживания;

- подготовка исходных данных для автоматизированного решения задачи выбора оптимального варианта плана формирования грузовых поездов на железной дороге;

- определение ограничений на размеры транспортных потоков (грузов, вагонов и поездов) по станциям Белорусской железной дороги и их дифференциации по назначениям; устанавливаются в зависимости от технического развития объекта и его элементов (допустимые размеры переработки и число назначений по станциям, допустимые размеры движения по участкам, допустимые размеры отправления и прибытия отправительских маршрутов и т. п.);

- определение ограничений на допустимое время нахождения вагонов на станции; устанавливается в зависимости от нормативов времени доставки грузов, размеров транспортных потоков и их дифференциацией по назначениям;

- анализ выполнения показателей ПФ для принятия решений, направленных на оптимизацию системы организации вагонопотоков с учетом технического оснащения станций и эксплуатационной нагрузки;

- приведение технического и технологического оснащения станций дороги к размерам эксплуатационной нагрузки на них.

Объектами, которые подлежат учету в АС «Ведомость ПФ», являются станции, участвующие в плане формирования грузовых поездов, и примыкающие к ним железнодорожные перегоны.

АС «Ведомость ПФ» для станций, участвующих в плане формирования, состоит из четырех разделов:

- 1) технические средства станции (по состоянию на момент ввода нового плана);

- 2) основные показатели плана формирования и эксплуатационной работы станции;

- 3) характеристика поездопотока, перерабатываемого на станции;

- 4) расчетные нормативы плана формирования.

АС «Ведомость ПФ» и АС «Динамическая карта» являются основой информационного обеспечения задач плана формирования и входят комплекс систем, предназначенных для создания единой автоматизированной системы организации вагонопотоков на полигоне Белорусской железной дороги.

Список литературы

- 1 Методические рекомендации по организации вагонопотоков на Белорусской железной дороге : утв. приказом № 1294 НЗ от 30.12.2013. – Минск : Бел. ж. д., 2013. – 320 с.
- 2 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте : учеб. для вузов / под ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 1994. – 543 с.
- 3 Буянова, В. К. Система организации вагонопотоков / В. К. Буянова, А. И. Сметанин, Е. В. Архангельский. – М. : Транспорт, 1988. – 223 с.
- 4 Кузнецов, В. Г. Оценка использования аналитических методов расчета плана формирования однопутных грузовых поездов / В. Г. Кузнецов, В. Г. Козлов // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2013. – № 1. – С. 49–51.
- 5 Кузнецов, В. Г. Расчет объемов транспортного потока по направлениям железнодорожной сети / В. Г. Кузнецов, В. Г. Козлов, М. Г. Козлов // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2011. – № 1. – С. 68–71.
- 6 Козлов, В. Г. Использование общего условия оценки выделения назначений при расчетах плана формирования методом совмещенных аналитических сопоставлений / В. Г. Козлов // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2014. – № 1. – С. 58–60.

Получено 19.12.2016

V. G. Kuznetsov, V. G. Kozlov. Information support of the plan tasks of railway formation.

The basis of the organization of traffic volumes in rail transport is a train formation plan. The best plan of formation provides a rational use of resources related to the organization of the various categories of trains and their pass on railway stations. The probability of finding the optimal organization of traffic volumes of the system depends on the quality of information provision – the reliability and relevance of the source data. For this purpose, automated bath system of the organization of traffic volumes has been created a block of information support of the task of forming a plan that is the basis for the operation of the remaining blocks of the functional and structural composition of AS OC.