

равления на формирование себестоимости и более оперативной информацией, необходимой для принятия управленческих решений в ходе производственного процесса.

Предлагаемая система оптимизационного сравнительного анализа затрат и перспективного анализа, основанная на использовании методов целевой прибыли и расходных ставок, является реальным инструментом управления затратами железной дороги. Углубленное, всестороннее применение предлагаемых методов анализа эксплуатационных расходов на всех уровнях управления и хозяйствования позволит выявить резервы экономии даже в тех хозяйствах и предприятиях, которые сейчас кажутся самыми эффективными.

Получено 08.10.2006

V. G. Gizatullina, O. V. Lipatova. Outlay control as a constituent of management at Belarusian railways

The condition and main tendencies of perfection of outlay control process at the Belarusian railway undertakings at all levels of management are observed in this article. Special attention was given to the optimizational comparative analysis and to the analysis of exploitation expenses on the basis of special purpose profit of main subdivisions and organizational structures of railway transportation.

Список литературы

1 **Гизатуллина, В. Г.** Себестоимость железнодорожных перевозок : учебное пособие / В. Г. Гизатуллина. – Гомель : БелГУТ, 2002. – 302 с.

2 **Иваненко, А. Ф.** Анализ хозяйственной деятельности на железнодорожном транспорте : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / А. Ф. Иваненко. – М. : Маршрут, 2004. – 568 с.

3 **Липатова, О. В.** Основные направления совершенствования перспективного анализа затрат предприятий Белорусской железной дороги / О. В. Липатова // Федерация. – 2006. – № 7. – С. 74–76.

4 **Липатова О. В.** Оценка современного состояния и пути совершенствования анализа эксплуатационных расходов на железнодорожном транспорте / О. В. Липатова // Бух. учет и анализ. – 2005. – № 10. – С. 41–44.

Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. 2007. № 1–2(14–15)

УДК 656.222.3

А. А. ЕРОФЕЕВ, ст. преподаватель, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

НОРМАТИВНО-СПРАВОЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ В СИСТЕМЕ ПОЕЗДООБРАЗОВАНИЯ

Основой для создания системы планирования поездообразования является база нормативно-справочной информации, в которой хранятся, агрегируются и представляются исходные данные, необходимые для модуля управления. Информационная база технологических параметров включает описание конфигурации железнодорожной транспортной сети, характеристики назначений плана формирования, графиковые скорости движения грузовых поездов, технологические нормативы работы сортировочных станций полигонов сбора и обработки информации. Информация представляется в виде массивов данных исходных показателей, которые затем преобразуются в базу данных расчетных показателей. Исходными документами для получения информации являются нормативный график движения поездов, план формирования поездов, технологические процессы работы станций, характеристики участков и перегонов сети. В дополнение к технологическим параметрам полигона в базе данных содержится информация об экономических нормативах, которые используются в оптимизационных расчетах. Создание базы данных является основой для разработки автоматизированной системы управления процессами поездообразования.

Целью оперативного планирования поездообразования является прогнозирование объемов предстоящей работы по формированию поездов и нормирование ее в соответствии с графиком движения и планом формирования так, чтобы выполнить количественные и качественные показатели (количество и дальность сформированных назначений, масса поезда, простой вагонов под накоплением и т. п.).

Для качественного планирования и прогнозирования необходимо, в первую очередь, создать нормативно-справочную базу, которая бы являлась основой для последующей разработки и создания программного обеспечения. Только с использованием современных информационных тех-

нологий возможно учесть все факторы, оказывающие влияние на процессы поездообразования на полигоне железной дороги. Нормативно-справочная информация формируется на основе принятых подходов к созданию, единой базы данных железнодорожного транспорта и включает множество взаимосвязанных разделов.

Полигон поездообразования представляет собой транспортную сеть, которую можно описать симметричным графом $G(\{i\}, \{i, j\})$, состоящим из множества узлов $\sum S_i \{i\}$ (станций) и множества ориентированных дуг $\sum D \{i, j\}, i, j = \overline{1, p}$, где p – общее число станций на полигоне планирования, участвующих в сортировочной работе.

Дуга $D\{i, j\}$ ведет из узла i в узел j и имеет вес t_{ij}^G . Весом дуги t_{ij}^G являются затраты на продвижение корреспонденций в поездах между станциями полигона $\{S_i\}$ в соответствии с k -м вариантом поездообразования.

В зависимости от размеров переработки вагонопотока n_{ri} множество узлов $\{S_i\}$ можно разделить на два подмножества: узлы $\{S_i^{MG}\}$ – выделенные станции, участвующие в межгосударственном плане формирования, и узлы $\{S_i^{BD}\}$ – станции, участвующие во внутридорожном плане формирования.

Для узлов $\{S_i^{BD}\}$ присуще, как правило, формирование участков, сборных и сквозных поездов внутридорожного сообщения. В узлах $\{S_i^{MG}\}$ кроме вышеперечисленных формируются сквозные поезда междорожного (межгосударственного) сообщения.

В зависимости от условия формирования вагонопотока множество узлов $\{S_i\}$ подразделяется на узлы возникновения потока $\{S_i^B\}$ (как правило, грузовые станции) и узлы переработки вагонопотока $\{S_i^{CP}\}$ (сортировочные и участковые станции). В узлах $\{S_i^B\}$ формируются участковые, передаточные поезда и отправительские маршруты. В узлах $\{S_i^{CP}\}$ могут формироваться практически все категории поездов.

Ориентированным путем или цепью из узла i в узел j является последовательность узлов и дуг сети: $i = i_1 (i_1; i_2), i_2, \dots, i_{r-1}, (i_{r-1}; i_r), i_r = j$. Длиной цепи является сумма весов t_{ij}^G , взятых по всем дугам этой цепи. Кратчайшая цепь S_{ij}^G между узлами i и j – это цепь минимальной длины от i до j .

Каждой паре станций можно поставить (i, j) в соответствие время $t_{ij}^{c/n}$ переработки вагона на станции j , следующего по направлению от станции i , а также время $t_{ij}^{6/n}$ пропуска данного вагонопотока через станцию j без переработки.

Время хода поезда между соседними станциями t_{ij}^G является функцией суммарного поездопотока по участку N_{ij} , образующегося из вагонопотока n_{ij} , участковой скорости $v_{уч}$, коэффициента отношения участковой к технической скорости $\beta_{уч}$; длины поездного участка $L_{уч}$, наличной пропускной способности участка $N_{уч}^{нал}$, коэффициента

надежности технических средств участка $\varphi_{ij}^{тех}$, коэффициента надежности выполнения графика движения поездов, используемого на рассматриваемом участке $\varphi_{ij}^{граф}$:

$$t_{ij}^G = t_{ij}(N_{ij}; v_{уч}; L_{уч}; \beta_{уч}; N_{уч}^{нал}; \varphi_{ij}^{тех}; \varphi_{ij}^{граф}). \quad (1)$$

Границы полигона определяются в зависимости от уровня решаемой задачи (формирование поездов во внутридорожном либо в междорожном сообщении) и возможности получения полной и достоверной информации для процессов планирования. Можно выделить минимальный полигон поездообразования G_{min} и максимальный G_{max} . При существующей системе оперативного управления для условий Белорусской железной дороги границы полигона G_{min} будут определены границами узла, в которых протекает поездообразование (полигон управления маневрового диспетчера), а границы полигона G_{max} будут совпадать с границами дороги.

В зависимости от уровня решаемой задачи поездообразования полигон можно представить в виде открытого или закрытого графа. Если для полигона G_{max} рассматривать формирование поездов внутридорожного назначения, то в этом случае полигон можно представить в виде закрытого графа, который не оказывает влияния на другие полигоны (соприкасающиеся графы). В формировании поездов внутри дорожного назначения участвуют $\{S_i^{BD}\}$ станции полигона.

При формировании поездов, следующих за границы рассматриваемого полигона, полигон представляется в виде открытого графа. Узлами графа являются $\{S_i^{MG}\}$. При рассмотрении открытого графа выделяются входные $\{S_i^{BX}\}$ и выходные $\{S_i^{BXX}\}$ вершины. Входными вершинами открытого графа являются станции приема вагонопотока с соседних графов $\{S_i^{BX}\}$. Относительно рассматриваемого графа G входные вершины будут станциями зарождения вагонопотока $\{S_i^B\}$, а выходные – станциями погашения вагонопотока $\{S_i^{POG}\}$.

Перечень струй задается в виде массива, который имеет следующий вид:

$$\{ECP(q), n_{min}(q)\}, \quad (2)$$

где $ECP(q)$ – диапазон кодов ЕСР, включенных в струю q ; $n_{min}(q)$ – минимальное количество вагонов, позволяющее претендовать струе q на выделение в самостоятельное назначение.

При формировании массива струй выделяются станции тяготения корреспонденций. Перечень входящих в район тяготения станций определяется системой развоза местного груза.

В зависимости от мощности струя может входить в состав участкового, сквозного, многогруппного назначений или выделяться в самостоятельное назначение.

С учетом рассмотренного выше массива формируется перечень допустимых вариантов сочетания элементарных назначений в составе поезда по каждой станции полигона с указанием признаков подборки в отдельные группы и признака основного варианта по нормативному плану формирования.

Данный перечень можно представить в виде массива

$$\{P(j), \{ЕСРП(j), i(j)\}, \{ЕСРГР(j), i(j)\}, ПФП(j)\}, \quad (3)$$

где $P(j)$ – вариант поездообразования по рассматриваемой станции j ; $ЕСРП(j)$; $ЕСРГР(j)$ – станция назначения соответственно поездов и поездных групп, формируемых по станции j согласно варианту поездообразования; $i(j)$ – список элементарных назначений, включаемых в формируемые поезда и поездные группы в соответствии с вариантом поездообразования; $ПФП(j)$ – признак принадлежности формируемого назначения нормативному плану формирования.

К основным параметрам графика движения поездов относятся нормы массы и длины поездов, наличие ниток графика и времена хода поезда по участкам.

Допустимые нормы массы и длины поездов, отправляемых со станции i в каждое поездное назначение q могут быть представлены в виде следующего массива:

$$\left\{ \begin{array}{l} ЕСР(i), ЕСР(q), КП(i, q), m_{\min}(i, q); \\ m_{\max}(i, q), Q_{\min}(i, q), Q_{\max}(i, q), \end{array} \right\} \quad (4)$$

где $ЕСР(i)$ – код станции формирования поезда; $ЕСР(q)$ – код станции назначения поезда; $КП(i, q)$ – категория поезда, следующего со станции i назначением на станцию q ; $m_{\min}(i, q)$, $m_{\max}(i, q)$ – минимальная и максимальная допустимые длины поезда, следующего со станции i назначением на станцию q без переработки; $Q_{\min}(i, q)$, $Q_{\max}(i, q)$ – минимальная и максимальная допустимые массы поезда, следующего со станции i назначением на станцию q без переработки.

Нитки графика движения поездов, отправляемых со станции,

$$\{НП(i; l), КП(i; l), Я(i; l), m_{\max}(i; l), Q_{\max}(i; l)\}, \quad (5)$$

где $НП(i; l)$ – номер поезда, отправляемого со станции i по l -й нитке графика; $КП(i; l)$ – категория поезда, следующего со станции i по l -й нитке графика; $Я(i; l)$ – признак включения поезда в ядро графика; $m_{\max}(i; l)$, $Q_{\max}(i; l)$ – соответственно максимальная длина и масса поезда, который можно отправить со станции i по l -й нитке графика.

Времена хода поезда по участкам в целях использования в системе поездообразования могут быть представлены в виде матрицы технологических времен следования корреспонденций до станции полигона планирования.

В матрице время следования $t_{p;i}$ является прогнозным временем прибытия корреспонденции со станции S_p на станцию S_i .

Технологическое время следования рассчитывается в соответствии с действующими нормативами организации грузового движения на рассматриваемом направлении:

- планом формирования поездов;
- технологическими процессами работы станций;
- графиком движения поездов.

Данные по технологическим временам дополняются значениями среднеквадратических отклонений времен выполнения операций. В общем случае матрица технологических времен имеет вид, показанный на рисунке 1.

Для каждой из пар станций устанавливается время следования корреспонденции с учетом наличия или отсутствия переработок на попутных технических станциях (определяется планом формирования либо вариантом поездообразования предыдущих полигонов), участковой скорости для заданной категории поездов и т. п. Время следования $t_{p;i}$ будет состоять из технологических операций продолжительностью $\sum t_n$ на маршруте следования корреспонденций до станции поездообразования. Рассчитанные технологические времена являются эталонами следования корреспонденций.

Станции отправления

	S_{\min}	...	p	...	z	1	2	...	i	...	$X-1$	
$t_{\min; X};$...	$t_{p; X};$...	$t_{z; X};$	$t_{1; X};$	$t_{2; X};$...	$t_{i; X};$...	$t_{X-1; X};$	X	Станция формирования полигона $G_{\text{план}}$
$\sigma_{\min; X}$		$\sigma_{p; X}$		$\sigma_{z; X}$	$\sigma_{1; X}$	$\sigma_{2; X}$		$\sigma_{i; X}$		$\sigma_{X-1; X}$		
...				
$t_{\min; i};$...	$t_{p; i};$	...	$t_{z; i};$	$t_{1; i};$	$t_{2; i};$	...				i	
$\sigma_{\min; i}$		$\sigma_{p; i}$		$\sigma_{z; i}$	$\sigma_{1; i}$	$\sigma_{2; i}$						
...						
$t_{\min; 2};$...	$t_{p; 2};$	...	$t_{z; 2};$	$t_{1; 2};$						2	
$\sigma_{\min; 2}$		$\sigma_{p; 2}$		$\sigma_{z; 2}$	$\sigma_{1; 2}$							
$t_{\min; 1};$...	$t_{p; 1};$	...	$t_{z; 1};$							1	
$\sigma_{\min; 1}$		$\sigma_{p; 1}$		$\sigma_{z; 1}$								

Рисунок 1 – Матрица технологических времен следования корреспонденций до станций полигона планирования и их среднеквадратических отклонений

Каждый узел S_i транспортной сети G характеризуется набором свойств, определяющих функциональное назначение и возможности станции по переработке вагонопотока. Каждая станция полигона характеризуется эксплуатационными возможностями по выполнению сортировочной работы и временными параметрами нахождения вагонов различных категорий на станции.

Эксплуатационные возможности i -й станции определяются предельным размером технически допустимой переработки вагонов $n_{T,i}$, и описываются функцией вида

$$n_{T,i} = f_1(M_{\Gamma}; M_{\text{вф}}; k_{\text{н}}; N_{\text{тр чп}}; \{t_{\text{тех}}^z\}), \quad (6)$$

где M_{Γ} – число горочных локомотивов; $M_{\text{вф}}$ – число вытяжных локомотивов; $k_{\text{н}}$ – количество назначений, формируемых на станции; $N_{\text{тр}}$ – число транзитных поездов, пропускаемых станцией без переработки; $N_{\text{тр чп}}$ – число транзитных поездов, пропускаемых станцией с частичной переработкой; $\{t_{\text{тех}}^z\}$ – время технологической обработки составов z -й категории на станции.

Время нахождения вагонов на станции зависит от мощности корреспонденций и времени обслуживания в подсистемах станции и описывается функциями следующего вида:

$$t_{\text{тp } i} = f_2(N_{\text{пер}}; N_{\text{тр}}; N_{\text{тр чп}}; \{t_{\text{тех}}^z\}), \quad (7)$$

$$t_{\text{пер } i} = f_3\left(\begin{matrix} M_{\Gamma}; M_{\text{вф}}; k; \\ N_{\text{тр}}; N_{\text{тр чп}}; \{t_{\text{тех}}^z\} \end{matrix}\right); \quad (8)$$

$$t_{\text{нак } l}^i = f_4\left(\begin{matrix} n_l; k; m_l; t_{\text{перыв } l}; I; \\ m_{\text{тр } l}; m_{\text{з гр } l}; \pm \Delta m_l \end{matrix}\right), \quad (9)$$

где $t_{\text{тp } i}$ – время нахождения транзитного вагона без переработки на i -й станции; $t_{\text{пер } i}$ – время нахождения транзитного вагона с переработкой (без учета накопления) на i -й станции; $t_{\text{нак } l}^i$ – время накопления назначения l на i -й станции; n_l – мощность назначения l ; m_l – количество вагонов в составе, назначением l ; k – количество формируемых на станции назначений; $t_{\text{перыв } l}$ – продолжительность перерывов на накоплении составов назначением на l ; I – интервал поступления поездов на станцию в расформирование; $m_{\text{тр } l}$ – величина группы вагонов назначения l в составе расформировываемых на станции поездов; $m_{\text{з гр } l}$ – величина замыкающей группы в составе назначением на l ; $\pm \Delta m_l$ – допустимые отклонения в количестве вагонов в составе поезда назначением на l .

Времена выполнения технологических операций на станциях зависят от объема перерабатываемого вагонопотока. При формировании поездов повышенной транзитности необходимо установить мощности технологических линий и нормативы технологического процесса обработки составов и вагонов не только для станций полигона планирования, но и для станций полигона назначений.

Итоговая таблица с параметрами станционных технологических комплексов может быть представлена в следующем виде:

Таблица 1 – Параметры станционных технологических комплексов

Параметры	Диапазон	Станции полигонов планирования и назначения								
		1	2	...	<i>i</i>	...	<i>X</i>	<i>X + 1</i>	...	<i>N</i>
$n_{\max}^{c/п}$										
$n_{\max}^{б/п}$										
$T_j^{c/п}$	0... n_1									
	n_1 ... n_2									
	...									
	n_i ... $n_{\max}^{c/п}$									
$T_j^{б/п}$	0... n_1									
	n_1 ... n_2									
	...									
	n_i ... $n_{\max}^{б/п}$									

Стоимостные нормативы включают следующий массив информации:

- C_B^i – средняя стоимость вагона *i*-го типа, р.;
- $K_{рез}^i$ – коэффициент, учитывающий резерв вагонного парка;
- g_a – установленная норма амортизации, %;
- γ_p^i – доля простоя вагона во всех видах ремонта по установленным нормам;
- $C_{кр}$, $C_{др}$, $C_{пр}$ – цена соответственно капитального, деповского и профилактического ремонтов *i*-го типа вагона, р.;
- $n_{кр}$, $n_{др}$, $n_{пр}$ – соответственно количество капитальных, деповских и профилактических ремонтов за срок службы вагона;
- $T_{сл}$ – срок службы вагона, лет;
- $N_{им}$ – ставка налога на имущество;
- $\gamma_{из}^i$ износ вагона в доле к его стоимости;
- $K_{вр}^i$ – затраты на содержание и амортизацию вагоноремонтной базы в доле к стоимости вагонного парка;
- $e_{вс}$ – действующие ставки за вагоно-сутки пользования грузовыми вагонами других государств;
- $e_{ман}^{движ}$ – стоимость локомотиво-часа маневровой работы локомотива, р.;
- $e_{ман}^{пр}$ – стоимость локомотиво-часа простоя маневрового локомотива, р.;
- $e_{л-ч}$, $e_{б-ч}$, $e_{л-км}$ – единичные расходные ставки соответственно на локомотиво-час поездного

локомотива, бригадо-час, локомотиво-километр поездного локомотива.

Нормативно-справочная информация в системе поездообразования является условно-постоянной, но может корректироваться при изменениях технологических условий пропуска вагонопотока, корректировке нормативного графика движения поездов и плана формирования, а также при изменениях экономических условий.

Создание массива нормативно-справочной информации является трудоемкой задачей, требующей первоочередного решения. Сформированная база данных может использоваться не только в системе поездообразования, но и для решения других технологических задач: разработки плана формирования поездов, составления нормативного графика движения поездов, определения рационального уровня загрузки станционных комплексов и т. п.

Создание нормативно-справочной базы является основополагающим этапом по информатизации управляющих процессов в системе организации вагонопотоков и в системе поездообразования, в частности.

Список литературы

- 1 Буянов, В. А. Автоматизированные информационные системы на железнодорожном транспорте / В. А. Буянов, Г. С. Ратин. – М. : Транспорт, 1984. – 239 с.
- 2 Тишкин, Е. М. Автоматизация управления вагонным парком / Е. М. Тишкин. – М. : Интекст, 2000. – 224 с.
- 3 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте / под ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 1994. – 476 с.

A. A. Erofeev. Referenced data in system of planning trains makeup

Basis for creation of system of planning trains makeup is the base of the referenced data in which the initial data necessary for the module of management are stored, aggregated and represented. The information base of technological parameters includes the description of a configuration of a railway transport network, the characteristic of purposes of the plan of formation, schedule speeds of movement of cargo trains, technological specifications of work of switchyards of ranges of gathering and processing of the information. The information is represented as data files of initial parameters which then will be transformed to a database of settlement parameters. Initial documents for reception of the information are the normative train schedule, the plan of formation of trains, technological processes of work of stations, characteristics of sites networks. In addition to technological parameters of range the database contains the information on economic specifications which are used in optimization calculations. Creation of a database is a basis for development of the automated control system by processes trains' makeup.

Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. 2007. № 1–2(14–15)

УДК 658.53.656 2

О. Н. ЛИСОГУРСКИЙ, ассистент, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ДОРОГИ (СПР ТНЭРД)

Планирование эксплуатационных показателей работы дороги и ее подразделений было и остается одной из актуальных задач железнодорожного транспорта. Изменение структуры управления железнодорожным транспортом путем создания новых структурных подразделений (ДЦУП, ЦУ ГО и др.), изменение структуры принадлежности вагонного парка (свои – чужие вагоны, вагоны инвентарного парка, арендованные и частные) привело к необходимости отхода от стандартных методов планирования показателей и создания новой модели технического нормирования работы дороги. На Белорусской железной дороге создается современная система принятия решений по техническому нормированию эксплуатационной работы дороги (СПР ТНЭРД), отвечающая всем современным требованиям.

На железнодорожном транспорте всегда уделялось значительное внимание планированию работы на среднесрочный период (квартал, месяц). Благодаря исследованиям Дувальяна С. В., Кудрявцева В. А., Сметанина А. И., Тулупова Л. П. и других ученых была создана четкая модель разработки месячных технических норм и сменно-суточных планов работы железной дороги и ее структурных подразделений. На основе предложенных методик на ряде дорог были созданы программы расчета технического нормирования, которые в настоящее время имеют ряд недостатков:

1) упрощенная декомпозиция объектов технического нормирования – планирование работы ведется по дороге в целом и ее отделениям без разбивки по техническим станциям, направлениям, железнодорожным участкам;

2) расчеты вагонного парка ведутся фактически только по одному объекту принадлежности, так как отсутствует декомпозиция рабочего парка по принадлежности государству-собственнику, владельцу;

3) технические нормы разрабатываются только для вагонного парка; не производится нормирование потребности в локомотивах, затрат на топливно-энергетические ресурсы и др.;

4) неадекватное отражение эксплуатационной нагрузки на объекты системы – укрупненная оценка корреспонденций вагонопотоков на полигоне дороги (отделение – отделение), отсутствие моделей пропуска вагонопотока по направлениям следования на полигоне сети, моделей прогнозирования вагонопотока с учетом многофакторного анализа;

5) практически не производится нормирование грузопотоков, вагонопотоков и поездопотоков (только по железнодорожным участкам, примыкающим к стыковым пунктам);

6) расчет технических норм производится без учета влияния изменения плана формирования, работы служб пути и других подразделений, влияющих на пропускную способность участков;

7) неадекватность информационной модели состоянию и мерам оперативного управления – укрупненная декомпозиция полигона дороги для принятия управленческих решений при техническом нормировании по регулированию транспортными средствами; высокий уровень неопределенности данных об объектах управления вследствие отсутствия единой базы сбора исходных данных о состоянии перевозочного процесса на полигоне железной дороги и объективного ее анализа и контроля;