

**ФГБ ОУ ВПО
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»**

Кафедра «Экономика и управление на транспорте»

**Разработка планов-прогнозов
грузовых перевозок и работы подвижного состава**

методические указания к курсовому проектированию
по дисциплине

«Экономика железнодорожного транспорта»

для студентов бакалавриата направления «Торговое дело»

Москва – 2014

**ФГБ ОУ ВПО
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»**

Кафедра «Экономика и управление на транспорте»

**Разработка планов-прогнозов
грузовых перевозок и работы подвижного состава**

Рекомендовано редакционно-издательским советом университета
в качестве методических указаний к курсовому проектированию
по дисциплине
«Экономика железнодорожного транспорта»

для студентов бакалавриата направления «Торговое дело»

Москва – 2014

УДК
П

Елишкин И.А., Горохов Д.А. Разработка планов-прогнозов грузовых перевозок и работы подвижного состава: методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Экономика железнодорожного транспорта» для студентов бакалавриата направления «Торговое дело». – М.: МИИТ, 2014. – 54 с.

В данных методических указаниях приведены варианты задания и порядок выполнения курсовой работы по планированию и экономическому регулированию эксплуатационной работы железнодорожного транспорта в условиях его реформирования.

© Московский государственный университет
путей сообщения (МИИТ), 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1. Прогнозирование и планирование перевозок.....	8
1.1. Изучение спроса на перевозки и методика планирования перевозок грузов на дорогах и отделениях.....	8
1.2. Расчет показателей плана перевозок для условного отделения дороги.....	10
2. План-прогноз эксплуатационной работы отделения.....	
2.1. Определение объемных показателей работы подвижного состава....	
2.1.1. Расчет нагрузки вагонов и их пробега в груженом состоянии.....	
2.1.2. Расчет пробега груженых и порожних вагонов.....	
2.1.3. Расчет тонно-километровой работы брутто и распределение ее по категориям поездов.....	
2.1.4. Расчет пробега поездов и локомотивов.....	
2.2. Расчет эксплуатируемого парка поездных локомотивов и рабочего парка вагонов.....	
2.3. Расчет качественных показателей использования подвижного состава.....	

ВВЕДЕНИЕ

Целевая модель рынка железнодорожных перевозок предусматривает организацию деятельности железнодорожного транспорта по функциональному принципу, что нашло отражение в модели управления такими видами деятельности ОАО «Российские железные дороги», как предоставление услуг инфраструктуры и грузовые перевозки. Как субъект хозяйственной деятельности, оно формирует стратегию развития, направленную на решение таких важнейших стратегических задач как обновление и техническое перевооружение отрасли, повышение эффективности использования имеющихся ресурсов, позволяющих улучшить финансово-экономическое состояние отрасли и повысить уровень ее конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках.

При этом базовой услугой являются перевозки железнодорожным транспортом, осуществление которых происходит на основе разработки плана-прогноза перевозок грузов и плана работы подвижного состава.

Организация эксплуатационной работы должна соответствовать корпоративным интересам ОАО «РЖД»: повышению доходности перевозок, сокращению издержек инфраструктуры на перевозки грузов, повышению экономической ответственности и заинтересованности всех структурных единиц в улучшении финансово-экономических результатов работы филиалов ОАО «РЖД» и корпорации в целом, ориентации на качественное транспортное обслуживание клиентов.

Целью методических рекомендаций является практическое закрепление знаний студентов по дисциплине «Экономика железнодорожного транспорта».

В первом разделе курсового проекта разрабатывается план-прогноз перевозок грузов на условном отделении дороги (отдельно по двум родам грузов и общий). Определяются следующие показатели плана перевозок грузов: отправление, прибытие, прием, сдача, перевозки, грузооборот, средняя дальность перевозки, средняя густота перевозки.

Второй раздел курсового проекта посвящен разработке плана работы подвижного состава. На основе данных, полученных в первом разделе, и с помощью норм, приведенных в задании, определяются объемные и качественные показатели плана работы, а также парк подвижного состава (вагонов и локомотивов).

Контрольные сроки выполнения работы:

Введение	5 %	1 неделя
1. Прогнозирование и планирование перевозок. 1.1. Изучение спроса на перевозки и методика планирования перевозок грузов на дорогах и отделениях. 1.2. Расчет показателей плана перевозок для условного отделения дороги.	35 %	6 неделя
2. План-прогноз эксплуатационной работы отделения. 2.1. Определение объемных показателей работы подвижного состава. 2.1.1. Расчет нагрузки вагонов и их пробега в груженом состоянии 2.1.2. Расчет пробега груженых и порожних вагонов. 2.1.3. Расчет тонно-километровой работы брутто и распределение ее по категориям поездов. 2.1.4. Расчет пробега поездов и локомотивов. 2.2. Расчет эксплуатируемого парка поездных локомотивов и рабочего парка вагонов 2.3. Расчет качественных показателей использования подвижного состава.	50 %	15 неделя
Оформление проекта	10 %	16 неделя
	100%	17 неделя

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

	Приложе- ние	Вариант					
		1	2	3	4		
1. Данные для разработки плана перевозок грузов отделений дороги № 1-4	№ 1	1	2	3	4		
2. Размеры местного сообщения по отделению	№ 1	1	2	3			
3. Протяженность участков отделения	№ 1	1	2	3	4	5	6
4. Нормативные показатели для расчета плана эксплуатационной работы отделений	№ 2	1	2	3	4		

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. Прогнозирование и планирование перевозок

В первом разделе курсового проекта дается стандартная методика разработки плана-прогноза перевозок грузов на дорожном уровне с адаптацией ее применения к конкретному отделению железной дороги.

Прогнозирование и планирование перевозок грузов осуществляется на основе изучения районов тяготения железных дорог и их маркетинговых исследований.

Показатели плана-прогноза перевозок определяются по одному из условных отделений (вариант задания по Приложению 1).

Для этого разрабатываются схемы грузопотоков на отделении в тыс. тонн:

- по сухогрузам;
- по наливным грузам;
- по всем грузам.

На схемах участковые станции отделения обозначены прямоугольниками, в которых показан объем отправления груза (числитель дроби) и объем его прибытия (знаменатель дроби). Прием груза на станцию и сдача груза на участок записываются в правопутном порядке соответственно перед станцией и после нее. Объем отправления и прибытия груза на промежуточных станциях участка не выделяется, а записывается суммарно для всего участка, при этом считается, что грузовая работа выполняется в центре участка. Размеры приема грузов с других отделений и его сдачи на другие отделения записываются по стыковым станциям отделения по ходу движения. Грузеным считается направление потоков с юга на север. Пример схемы грузопотоков представлен на рис.1.1.

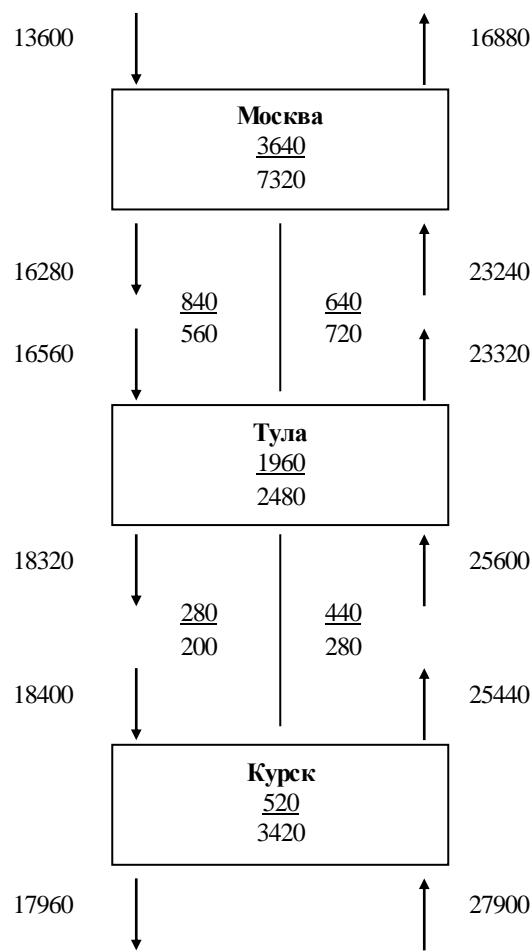


Рис.1.1 Схема грузопотоков сухогрузов по участкам отделения, тыс.т.

Проверка:

$$\text{ст. Курск} - 520 + 18400 + 27900 = 3420 + 17960 + 25440 \\ 46820 = 46820$$

$$\text{ст. Тула} - 1960 + 16560 + 25600 = 2480 + 18320 + 23320 \\ 44120 = 44120$$

$$\text{ст. Москва} - 3640 + 13600 + 23240 = 7320 + 16280 + 16880 \\ 40480 = 40480$$

по отделению в целом:

$$3640 + 1960 + 520 + 840 + 640 + 280 + 440 + 13600 + 27900 = \\ 7320 + 2480 + 3420 + 560 + 720 + 200 + 280 + 16880 + 17960 \\ 49820 = 49820$$

В плане-прогнозе перевозок можно выделить объемные и качественные показатели. К первой группе относятся:

- отправление,
- прием,
- прибытие,

- сдача,
- перевозки,
- грузооборот.

Качественными считаются показатели:

- средняя густота перевозок.
- средняя дальность перевозки,

Отправление (погрузка), измеряется в тоннах или тысячах тонн. Определяется суммированием ожидаемых размеров отправления (погрузки) по всем станциям и участкам отделения дороги.

Прием грузов с других отделений рассчитывается также суммированием прогнозируемых размеров приема грузов с других отделений по всем стыковым пунктам. Измеряется в тоннах или тысячах тонн.

Прибытие (выгрузка) определяется суммированием ожидаемых размеров прибытия (выгрузки) по всем станциям и участкам отделения дороги. Измеряется также в тоннах или тысячах тонн.

Сдача грузов по отделению определяется суммированием прогнозируемых размеров сдачи грузов на другие отделения по всем стыковым пунктам. Измеряется в тоннах или тысячах тонн.

Перевозки - показатель, определяющий объем продукции транспорта. Их можно определить двумя способами: как сумму собственного отправления и приема с других отделений или как сумму прибытия в пределах отделения и сдачи на другие отделения сети железных дорог. Измеряется в тоннах или тысячах тонн. Перевозки распределяются по видам сообщения:

- **местное** - перевозки между станциями внутри отделения;
- **вывоз** - отправление грузов на другие отделения дороги (определяется как разность между отправлением и местным сообщением);
- **ввоз** - прибытие грузов с других отделений дороги (определяется как разность между прибытием и местным сообщением);
- **транзит** - перевозка, грузов, поступающих с других отделений дороги и следующих через данное отделение на другие структурные единицы сети железных дорог. Транзит можно определить несколькими способами: из приема вычесть ввоз, либо из сдачи вычесть вывоз. В отдельных случаях транзит определяют, вычитая из общей суммы перевозок общие размеры ввоза, вывоза и местного сообщения.

Перевозки по ввозу, вывозу и транзиту называются перевозками в прямом сообщении. В их осуществлении участвуют два или более отделения.

Планирование перевозок по видам сообщений необходимо для правильного расчета оборота вагонов, а также эксплуатационных расходов и доходов дороги или отделения, потому что каждое отделение дороги выполняет неодинаковое количество операций, связанных с перевозками грузов в разных сообщениях.

Правильность расчетов по составлению плана-прогноза перевозок можно проверить по отдельным станциям и отделению в целом.

Проверка по станциям и участкам:

погрузка + прием = выгрузка + сдача.

Проверка баланса по отделению:

выгрузка + сдача на другие отделения = погрузка + прием с других отделений.

Грузооборот нетто отделения определяется как сумма произведений густоты перевозок каждого участка на его протяженность:

$$\sum PL = \sum \Gamma_{ij} * l_{ij},$$

где: $\sum PL$ – грузооборот отделения,

Γ_{ij} – густота грузопотока на участке “i-j”, тыс. т. на км. в год;

l_{ij} – протяженность участка “i-j”, км.

Измеряется грузооборот в тонно-километрах (тысячах или миллионах).

Грузооборот нетто – важный показатель плана перевозок, так как он характеризует полезную работу по перевозкам.

Грузооборот данного отделения удобно определить в таблице, аналогичной таблице 1.1.

(Примеры таблиц приведены в приложении 3)

Густота грузопотока на каждом участке равна средней арифметической величине из густоты на входе и выходе с участка в каждом направлении (удобно рассчитать густоту перевозок прямо на рисунке).

Произведение густоты грузопотока на длину участка дает объем грузооборота по участку. Грузооборот по отделению определяется как сумма размеров грузооборота по двум участкам в каждом направлении.

Средняя густота перевозок или средняя грузонапряженность - это средний грузопоток, проходящий через единицу длины железнодорожной линии в единицу времени (год). Она равна грузообороту нетто отделения, деленному на эксплуатационную длину отделения. Измеряется средняя густота перевозок обычно в тонно-километрах (тыс. или млн.) на один километр железнодорожной линии в год.

$$\Gamma_{год} = \sum PL / L_{э}$$

Средняя дальность перевозки - это среднее расстояние следования одной тонны груза в пределах отделения (дороги, сети). Она может определяться делени-

ем грузооборота нетто на размеры перевозок по отделению. Единица измерения средней дальности – километры.

$$L = \sum PL / (\sum P_{отпр} + \sum P_{пр})$$

Рассчитанные по конкретному отделению железной дороги показатели плана-прогноза перевозок грузов целесообразно свести в таблицу, аналогичную таблице 1.2.

Вариантные расчеты плана-прогноза перевозок могут быть выполнены как вручную (методический просчет), так и на компьютере.

2. Прогнозирование и планирование эксплуатационной работы отделения

План-прогноз эксплуатационной работы представляет собой часть общего плана-прогноза работы железнодорожного транспорта. Задачей этого раздела является определение объема работы подвижного состава, парков вагонов и локомотивов, необходимых для освоения намеченного грузооборота при наиболее рациональном использовании технических средств транспорта, максимальной производительности труда и наименьших издержках.

Основными исходными данными для расчета показателей работы подвижного состава на отделении железной дороги является план перевозок (рассчитанный в первом разделе) и технические нормы использования подвижного состава (вариант задания по Приложению 2).

План работы подвижного состава в грузовом движении разрабатывается на основе прогноза спроса на перевозки и размеров грузовых потоков по участкам и направлениям в следующем порядке:

- прогнозируют величины нагрузки вагонов по родам грузов и размеры погрузки, выгрузки, приема и сдачи грузов в вагонах; густоту перевозок в тоннах пересчитывают в вагоны и определяют пробег груженых вагонов;
- составляют баланс порожних вагонов по станциям и участкам; пункты выгрузки и избытка порожних вагонов прикрепляют к пунктам погрузки и недостатка порожних вагонов с учетом потребных типов вагонов; строят схему регулирования порожних вагонов и определяют порожний, а затем и общий пробег вагонов;
- рассчитывают тонно-километры брутто по участкам; исходя из длины приемоотправочных станционных путей и принятых норм массы груженых поездов и длины составов порожних поездов, устанавливают пробеги поездов и густоту их движения по участкам;
- определяют линейный пробег локомотивов исходя из установленного числа пар поездов по участкам, размещения пунктов подталкивания и участков двойной тяги;
- устанавливают потребное число специальных маневровых локомотивов и их пробег на основе объема переработки вагонов на станциях, а по числу и продолжительности остановок сборных поездов на промежуточных станциях определяют объем маневровой работы поездных локомотивов;

- рассчитывают потребный рабочий парк вагонов и эксплуатируемый парк локомотивов, исходя из поучастковых данных о пробегах подвижного состава, технических норм его использования и данных о работе депо и станций;
- на основе объемных показателей определяют качественные показатели работы подвижного состава.

Схема расчета показателей плана представлена на рис. 2.1.



Рис 2.1. Схема расчета показателей плана работы подвижного состава

2.1. Планирование объемных показателей работы

Объемные или количественные показатели работы подвижного состава можно разделить на следующие группы:

- пробеги подвижного состава (вагоно-километры, поездо-километры, локомотиво-километры);
- затраты времени подвижного состава (вагоно-часы, поездо-часы, локомотиво-часы) на различные технологические операции;
- выполненная тонно-километровая работа брутто (с учетом массы тары только вагонов или вагонов совместно с локомотивами);

– показатели, отражающие выполненный цикл работы (число погруженных за сутки вагонов, суточная сдача вагонов на соседние подразделения и т.п.).

2.1.1. Расчет нагрузки вагонов и их пробега в груженом состоянии

План работы подвижного состава составляется в физических (четырёхосных) вагонах. При этом объем работы определяется в среднем за сутки. В связи с этим, прежде всего, необходимо пересчитать грузопотоки в вагонопотоки. Пересчет делается с помощью показателя "статическая нагрузка". Каждый показатель, выраженный в тоннах (погрузка, прием и т. д.), делится на статическую нагрузку.

Статическая нагрузка рассчитывается по каждому массовому грузу и каждой планируемой группе грузов. При этом необходимо учитывать следующие факторы: тип вагона, в котором перевозится данный груз (крытые, платформы, цистерны и др.); долю груза, перевозимого в каждом типе вагонов; техническую норму загрузки каждого типа вагонов при перевозке данного груза.

Плановую среднюю статическую нагрузку вагона с учетом всех трех факторов рассчитывают по формуле:

$$P_{cm} = 100 / (\alpha_1/P_1 + \alpha_2/P_2 + \dots + \alpha_n/P_n)$$

где P_1, P_2, \dots, P_n – техническая норма загрузки данного груза в данный тип вагона, т/вагон;

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ – доля груза, перевозимого в вагонах данного типа в общем объеме перевозок данного груза, %.

В задании статическая нагрузка задается по вариантам (Приложение № 2) по родам грузов.

Для определения густоты движения груженных вагонов составляются схемы вагонопотоков (в тыс. ваг.) отдельно для:

- сухогрузов;
- наливных грузов;
- груженных вагонов в целом.

Принципы составления схем вагонопотоков не отличаются от приведенных в 1 разделе принципов составления схем перевозок грузов. Пример схемы вагонопотоков приведен на рис 2.1.

Пробег вагонов определяется на основе схем вагонопотоков в таблице 2.1. Формулы для расчета:

$$\sum nS_{гр} = \sum \Gamma_{ij}^{гр.ваг} * l_{ij},$$

где: $\sum nS_{гр}$ – пробег груженных вагонов отделения,

$\Gamma_{ij}^{гр.ваг}$ – густота вагонопотока груженых вагонов на участке “i-j”, тыс. ваг. на км. в год;

l_{ij} – протяженность участка “i-j”, км.

$$\Gamma_{год}^{гр.ваг} = \sum n S_{гр} / L_{э}$$

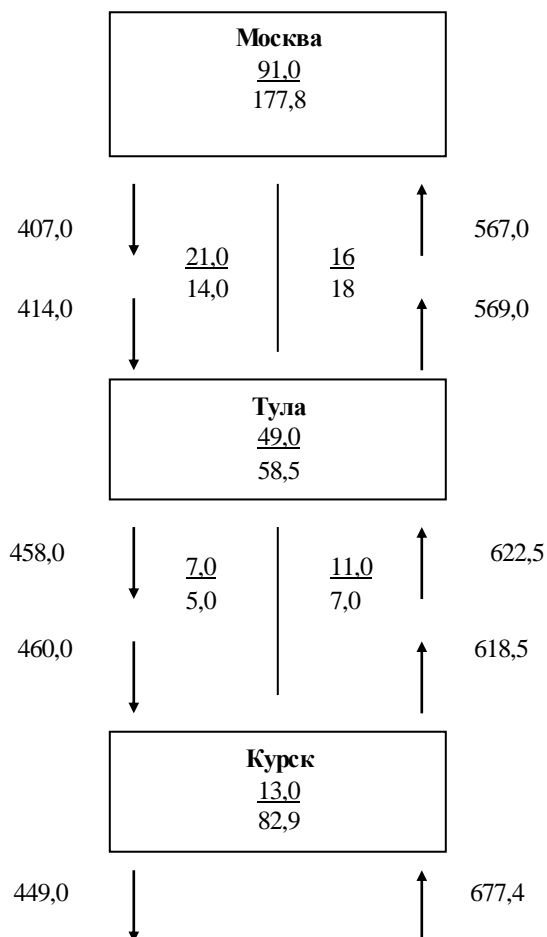


Рис. 2.1. Схема вагонопотоков всех грузов, тыс. ваг.

2.1.2. Планирование порожнего и общего пробега вагонов

Пробеги порожних вагонов складываются из пробегов местного порожняка и пробегов порожняка, следующего по регулировочным заданиям.

Для расчетов пробега местных порожних вагонов составляется баланс порожняка, т. е. определяется избыток или недостаток порожних вагонов на каждой станции и участке. При этом для упрощения расчетов, допускается, что сухогрузные вагоны всех типов, освобождающиеся на станциях или участках, являются взаимозаменяемыми и здесь же используются под погрузку, если в этом имеется необходимость. Все цистерны, освобождаемые на отделении, следуют в порожнем состоя-

нии в обратном направлении. Порожним направлением на данном отделении считается направление «север - юг». Пример расчета баланса порожняка приведен в таблице 2.2.

Размеры приема порожних вагонов (регулировочный порожняк) задаются отделению управлением дороги. Их можно определить по формуле:

$$\sum U_{рег}^{пор} = (\sum U_{сд. сух.}^{гп} - \sum U_{пр.сух}^{гп}) * k_{рег},$$

где: $(\sum U_{сд. сух.}^{гп} - \sum U_{пр.сух}^{гп})$ – разница между сдачей и приемом груженых вагонов по северной станции отделения,

$k_{рег}$ – коэффициент приема сухогрузного регулировочного порожняка (по Приложению № 2). Для цистерн $k_{рег} = 1$.

На основе данных об избытке и недостатке местного порожняка и о размерах приема регулировочного порожняка по стыковым пунктам составляются схемы движения сухогрузного и наливного порожняка. Пример – на рис. 2.2.

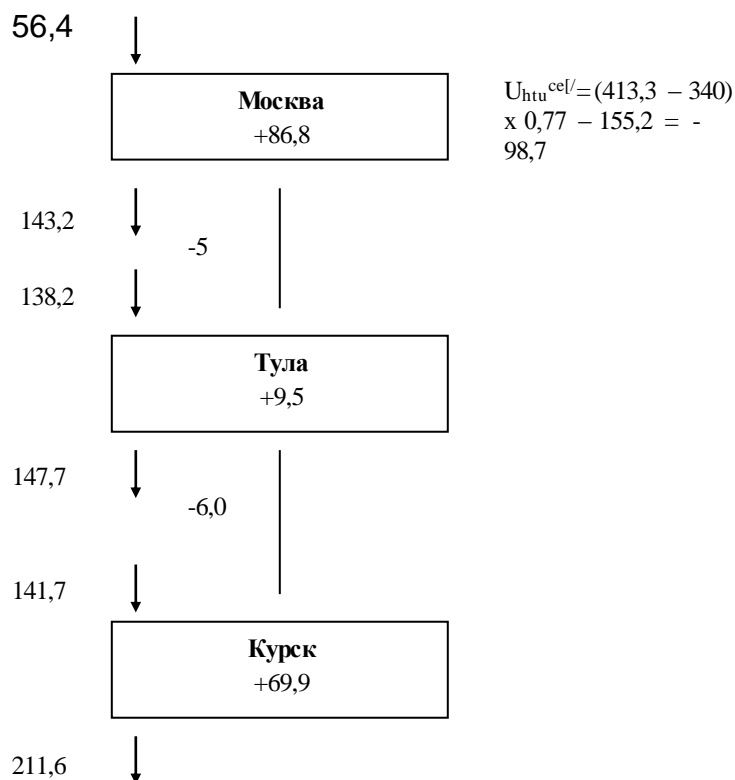


Рис.2.2. Схема вагонопотоков сухогрузного порожняка.

На основании построенных схем определяют среднюю густоту движения порожних вагонов как полусумму густоты в начале и конце участка. Умножением сред-

ней густоты движения порожних вагонов по участку на его длину рассчитывают пробег порожних вагонов в вагоно-километрах. Сумма вагоно-километров по всем участкам дает пробег порожних вагонов по отделению или дороге:

$$\sum nS_{\text{пор}} = \sum \Gamma_{ij}^{\text{пор.ваг}} * l_{ij},$$

где: $\sum nS_{\text{пор}}$ – пробег порожних вагонов отделения,

$\Gamma_{ij}^{\text{пор.ваг}}$ – густота вагонопотока порожних вагонов на участке “i-j”, тыс. ваг. в год;

l_{ij} – протяженность участка “i-j”, км.

$$\Gamma_{\text{нод}}^{\text{пор.ваг}} = \sum nS_{\text{пор}} / L_{\text{э}}$$

Результаты расчетов оформляются в таблицу, аналогичную таблице 2.3.

Общий пробег вагонов на отделении складывается из пробега груженых и порожних вагонов по участкам, входящим в состав отделения.

$$\sum nS_{\text{общ}} = \sum nS_{\text{гр}} + \sum nS_{\text{пор}} .$$

Результаты расчетов заносятся в таблицу 2.4.

2.1.3. Расчет тонно-километровой работы брутто и ее распределение по категориям поездов.

Тонно-километровая работа брутто – это работа, затрачиваемая на перемещение массы груза и тары вагонов. Она на отделении и дороге складывается из тонно-километров нетто ($\sum PI_{\text{н}}$) и тонно-километров тары вагонов ($\sum PI_{\text{т}}$):

$$\sum PI_{\text{бр}} = \sum PI_{\text{н}} + \sum PI_{\text{т}},$$

Тонно-километры нетто по участкам и в целом по отделению и дороге рассчитывают в плане перевозок (табл. 1.1.).

Тонно-километры тары вагонов определяются умножением общего пробега вагонов ($\sum nS_{\text{общ}}$) на среднюю массу тары ($q_{\text{т}}$) вагона в тоннах:

$$\sum PI_{\text{т}} = \sum nS_{\text{общ}} \cdot q_{\text{т}}.$$

Средняя масса тары вагона наиболее точно может быть определена как взвешенная по типам вагонов. В работе она задана по вариантам (Приложение № 2).

Тонно-километры брутто рассчитывают отдельно для груженых и порожних вагонов по участкам и направлениям. Формула расчета для груженых вагонов:

$$\Sigma Pl_{бр}^{зр} = \Sigma Pl_{н} + \Sigma n S_{зр} \cdot q_m.$$

Для порожних вагонов тонно-километры брутто равны тонно-километрам тары и выполняются они только в одном направлении (порожнем):

$$\Sigma Pl_{бр}^{пор} = \Sigma n S_{пор} \cdot q_m.$$

Общая тонно-километровая работа определяется суммированием тонно-километров груженых и порожних вагонов. Расчет тонно-километровой работы выполняется в виде таблицы (табл.2.5.).

Рассчитанные таким образом тонно-километры брутто груженых и порожних вагонов включают в себя работу всех категорий поездов. Поезда разных категорий имеют различную массу и скорость, требуют неодинаковых затрат на их передвижение, поэтому тонно-километры брутто должны определяться отдельно для ускоренных, сборных, передаточных и вывозных, прямых (сквозных и участковых) груженых и порожних поездов. По условиям задания на отделении работают только сквозные и сборные поезда.

Сквозные поезда следуют назначением между двумя участковыми станциями и далее. Они осваивают основной грузопоток, имея высокие нормы веса и длины. Скорости этих поездов также достаточно большие. Обычно формируются отдельно из груженых или порожних вагонов.

Сборные поезда работают внутри одного участка и обслуживают в основном местную работу (погрузку-выгрузку) на промежуточных станциях. Эти поезда имеют меньшие весовые нормы (до 1500 тонн) и невысокие скорости, поскольку на промежуточных станциях поездными локомотивами этих поездов выполняется маневровая работа, связанная с отцепкой и прицепкой вагонов. Зачастую сборные поезда состоят одновременно из груженых и порожних вагонов.

Для распределения тонно-километров брутто по категориям поездов, выделяют ту часть, которая приходится на сборные поезда, тогда оставшаяся часть работы будет относиться к сквозным:

$$\Sigma Pl_{бр}^{скв} = \Sigma Pl_{бр} - \Sigma Pl_{бр}^{сб}.$$

Тонно-километры брутто сборных поездов рассчитывают отдельно для груженых и порожних вагонов. Чтобы определить тонно-километры брутто груженых ваго-

нов сборных поездов, используются данные о размерах погрузки и выгрузки грузов на участках отделения:

$$\Sigma P l_{бр}^{сб. зр.} = P_{бр}^{зр} * (\Sigma U_{погр. ij} + \Sigma U_{выгр. ij}) * 0,5 l_{ij},$$

т. е. сумму погрузки ($\Sigma U_{погр. ij}$) и выгрузки ($\Sigma U_{выгр. ij}$) в вагонах на промежуточных станциях участка «i-j» умножают на среднюю массу вагона брутто ($P_{бр}^{зр}$) и на половину длины участка, поскольку каждый вагон, следующий под выгрузку или из-под погрузки проходит в среднем половину длины участка. Средний вес вагона брутто в свою очередь определяется по формуле:

$$P_{бр}^{зр} = \Sigma P l_{бр}^{зр} / \Sigma n S_{зр}, m.$$

Расчеты тонно-километров брутто груженых вагонов ведутся по направлениям ("туда" и "обратно").

Для получения тонно-километров порожних вагонов подсчитывают количество порожних вагонов всех типов, используемых для местной работы промежуточных станций, при этом величина порожняка берется по модулю, вне зависимости, избыток или недостаток данного типа порожних вагонов наблюдается на участке. Эту величину умножают на массу тары вагона и половину протяженности участка:

$$\Sigma P l_{бр}^{сб. пор.} = q_m * (/ \Sigma U_{сух. пор. ij} / + / \Sigma U_{нал. пор. ij} /) * 0,5 l_{ij}.$$

Тонно-километровая работа брутто порожних вагонов в сборных поездах выполняется только в обратном (порожном направлении).

Расчеты по приведенным формулам выполняются в таблице, аналогичной табл.2.6.

2.1.4. Планирование пробега поездов и локомотивов

Пробег поездов определяют исходя из работы вагонов на каждом участке, выраженной в тонно-километрах брутто, и норм массы поездов. Норму массы поездов различных категорий устанавливают при разработке графика движения по каждому направлению и каждому виду тяги. При этом учитывают мощность локомотива, профиль пути, полезную длину станционных приемоотправочных путей и ряд других факторов.

В работе пробег поездов рассчитывается по каждому участку в грузовом и порожнем направлении отдельно по следующим категориям:

- сквозные груженные;
- сквозные порожние;
- сборные.

Сквозные груженные поезда осваивают основной грузопоток и имеют установленную весовую норму (задана в Приложении № 2).

Пробеги сквозных груженных поездов ($\Sigma NS^{\text{скв. гр}}$) определяют делением тонно-километров брутто ($\Sigma PI_{\text{бр}}^{\text{скв. гр}}$), выполняемых в этих поездах, на норму массы поезда ($Q_{\text{бр}}^{\text{скв. гр}}$):

$$\Sigma NS^{\text{скв. гр}} = \Sigma PI_{\text{бр}}^{\text{скв. гр}} / Q_{\text{бр}}^{\text{скв. гр}} .$$

Пробеги сквозных порожних поездов устанавливают, исходя из тонно-километров брутто порожних вагонов в сквозных порожних поездах и массы порожнего поезда:

$$\Sigma NS^{\text{скв. пор.}} = \Sigma PI_{\text{бр}}^{\text{скв. пор.}} / Q_{\text{бр}}^{\text{скв. пор.}} .$$

Масса порожнего поезда ($Q_{\text{бр}}^{\text{скв. пор.}}$) в свою очередь рассчитывается умножением числа вагонов в поезде (m) на массу тары вагона (q_t):

$$Q_{\text{бр}}^{\text{скв. пор.}} = q_t * m .$$

Норма состава поезда в вагонах (m) зависит от полезной длины станционных приемо-отправочных путей ($l_{\text{ст}}$), длины пути на установку локомотива (l_n) и длины вагона (l_v):

$$m = (l_{\text{ст}} - l_n) / l_v$$

В расчетах длину пути на установку локомотива принимают равной 50 м, остальные данные - по Приложению № 2.

При расчете пробегов сборных поездов прежде всего устанавливают массу сборного поезда. Она зависит от конкретных условий работы на участке. В проекте масса сборного поезда задана (Приложение № 2). Затем определяют количество сборных поездов на каждом участке отделения по уровню максимальной тонно-километровой работы из направлений «туда» и «обратно»:

$$N_{\text{сб}}^{\text{уч } ij} = \Sigma PI_{\text{бр}}^{\text{сб. max (уч.ij)}} / (365 * l_{\text{уч } ij} * Q_{\text{бр}}^{\text{сб.}}) .$$

Полученное количество поездов округляют до целых в большую сторону, поскольку фактическая масса сборного поезда может быть меньше допустимой нормы. Это число сборных поездов будет одинаковым для направлений движения «туда» и «обратно» на каждом участке.

На следующем этапе расчетов определяются поездо-километры сборных поездов:

$$\Sigma NS^{сб} = \Sigma N_{сб}^{уч\ ij} * l_{уч\ ij} * 365.$$

Общие поездо-километры по отделению находятся суммированием поездо-километров, выполненных во всех категориях поездов:

$$\Sigma NS_{общ} = \Sigma NS^{скв. гр} + \Sigma NS^{скв. пор.} + \Sigma NS^{сб}$$

Результаты расчетов заносятся в таблицу 2.7.

Далее выполняется расчет линейного пробега локомотивов ($\Sigma MS_{лин}$). Он определяется суммированием пробега во главе поездов ($\Sigma MS_{во\ гл.}$) и вспомогательного линейного пробега ($\Sigma MS_{лин}^{всп}$):

$$\Sigma MS_{лин} = \Sigma MS_{во\ гл.} + \Sigma MS_{лин}^{всп}.$$

Пробег во главе поездов численно равен пробегу поездов:

$$\Sigma MS_{во\ гл.} = \Sigma NS_{общ}.$$

В курсовом проекте вспомогательный линейный пробег представлен только одиночным следованием. Он определяется как разность поездо-километров по участку «туда» и «обратно», при этом знак полученного результата не учитывается, так как говорит лишь о направлении одиночного пробега:

$$\Sigma MS_{лин}^{всп} = \left| \Sigma NS_{общ}^{туда} - \Sigma NS_{общ}^{обр.} \right|.$$

Результаты расчетов приводят в таблице 2.8.

Поездная работа характеризуется не только количеством поездо-километров, но и размерами движения поездов по участкам и направлениям.

Среднесуточное число поездов каждой категории по каждому участку "туда" и "обратно" определяется делением соответствующих поездо-километров (ΣNS) по участку «i-j» за сутки на его протяженность (l_{ij}), например:

$$N_{скв. пор.}^{уч\ ij} = \Sigma NS_{скв. пор.}^{уч\ ij} / l_{уч\ ij}.$$

Результаты расчетов приводят в таблице 2.9.

Расчет общего пробега локомотивов удобно производить после определения локомотивного парка (п. 2.2.1.). Общий пробег локомотивов состоит из линейного, который был определен в табл. 2.8. и условного пробегов:

$$\Sigma MS_{\text{общ}} = \Sigma MS_{\text{лин}} + \Sigma MS_{\text{усл}}.$$

Локомотиво-часы линейного пробега посчитаны в таблице 2.11- это время в чистом движении. Локомотиво-часы одиночного следования - это время в чистом движении одиночных локомотивов.

Условный пробег, в свою очередь определяется на основе расчета затрат маневровой работы специальными маневровыми ($\Sigma MS_{\text{ман}}^{\text{спец}}$) и поездными ($\Sigma MS_{\text{ман}}^{\text{поезд}}$) локомотивами и простоев локомотивов в горячем состоянии ($\Sigma MS_{\text{г.п}}$):

$$\Sigma MS_{\text{усл}} = \Sigma MS_{\text{ман}}^{\text{спец}} + \Sigma MS_{\text{ман}}^{\text{поезд}} + \Sigma MS_{\text{г.п}}.$$

И маневровая работа локомотивов и их простой в горячем состоянии определяются на основе расчета затрат времени работы и условных коэффициентов перевода локомотиво-часов в локомотиво-километры:

$$\Sigma MS_{\text{ман}}^{\text{спец}} = 5 * \Sigma Mt_{\text{ман}}^{\text{спец}} ;$$

$$\Sigma MS_{\text{ман}}^{\text{поезд}} = 5 * \Sigma Mt_{\text{ман}}^{\text{поезд}} ;$$

$$\Sigma MS_{\text{г.п}} = 1 * \Sigma Mt_{\text{г.п}} .$$

Годовые затраты локомотиво-часов работы специальных маневровых локомотивов определяются по формуле:

$$\Sigma Mt_{\text{ман}}^{\text{спец}} = 365 * M_{\text{м}} * t_{\text{м}}$$

где $M_{\text{м}}$ – эксплуатируемый парк специальных маневровых локомотивов;

$t_{\text{м}}$ – часы работы локомотива за сутки (принимается равным 23,5 ч).

Годовые затраты локомотиво-часов работы поездных локомотивов на маневрах определяются из таблицы 2.11. по формуле, поскольку по условию задания локомотивы сборных поездов во время простоя на промежуточных станциях заняты маневровой работой:

$$\Sigma Mt_{\text{ман}}^{\text{поезд}} = 365 * \Sigma Mt_{\text{пр.ст.}}^{\text{сб}} .$$

Простой в горячем состоянии – это время нахождения локомотивов на станциях приписки, оборота локомотивов и смены бригад, а также на промежуточных

станциях (по графику движения поездов), исключая время на поездные маневры. Формула для годового расчета:

$$\Sigma Mt_{\text{эл}} = 365 * M_M * (24 - t_M) + 365 * (\Sigma Mt_{\text{очн}} + \Sigma Mt_{\text{об}} + \Sigma Mt_{\text{см}} + \Sigma Mt_{\text{пр.см.}} - \Sigma Mt_{\text{пр.см.}}^{\text{сб}}).$$

(24 - t_M) – время экипировки локомотива, ч (принимается для тепловозов 0,5 ч).

Расчет оформляется в виде табл. 2.10.

2.2. Определение парков подвижного состава

2.2.1. Определение эксплуатируемого парка локомотивов

Локомотивы, выделенные дороге для обеспечения перевозок, составляют парк локомотивов, находящийся в ее распоряжении. Этот парк состоит из инвентарного парка данной дороги (за исключением находящихся в запасе МПС, сданных в аренду и откомандированных для временной работы на другие дороги) и из локомотивов других дорог, временно прикомандированных на эту дорогу.

Парк локомотивов, находящийся в распоряжении дороги, разделяется на эксплуатируемый и неэксплуатируемый.

К эксплуатируемому парку относятся локомотивы, участвующие в перевозочном процессе, т. е. находящиеся во всех видах работы, под техническими операциями (набор топлива, набор воды и т. п.), на техническом обслуживании (в пределах установленной нормы времени) и в ожидании работы как на станционных путях, так и в основном и оборотном депо.

К неэксплуатируемому парку относятся неисправные локомотивы, локомотивы, находящиеся в резерве дороги, временно отставленные по неравномерности движения, исправные, находящиеся в процессе перемещения, приема и сдачи в холодном состоянии, под оборудованием и модернизацией между плановыми видами ремонта.

По характеру работы локомотивы эксплуатируемого парка могут быть подразделены на поездные, специальные маневровые и занятые на прочих работах.

Поездные локомотивы по роду выполняемой ими работы подразделяются на локомотивы, работающие в пассажирском, грузовом и хозяйственном движении.

Потребность в грузовых локомотивах определяется по видам тяги (электровозы, тепловозы), видам движения (грузовое и хозяйственное, специально маневровая работа). Для определения потребного эксплуатируемого парка поездных локомотивов для грузового движения существует несколько способов, имеющих разную степень точности:

1. По тонно-километровой работе:

$$M_{\text{э}} = \Sigma PL_{\text{бр}} / (365 * F_{\text{лок}}),$$

где $F_{\text{л}}$ – суточная производительность локомотива.

2. По линейному пробегу:

$$M_{\text{э}} = \Sigma MS_{\text{лин}} / (365 * S_{\text{лок}}),$$

где $S_{\text{л}}$ – среднесуточный пробег локомотива.

3. По бюджету времени:

$$M_{\text{э}} = \Sigma Mt_{\text{сут}} / 24.,$$

где $\Sigma Mt_{\text{сут}}$ – локомотиво часы в сутки:

$$\Sigma Mt_{\text{сут}} = \Sigma Mt_{\text{дв}} + \Sigma Mt_{\text{пр.ст.}} + \Sigma Mt_{\text{осн.}} + \Sigma Mt_{\text{об.}} + \Sigma Mt_{\text{см}},$$

где $\Sigma Mt_{\text{дв}}$ – время в чистом движении, ч;

$\Sigma Mt_{\text{пр.ст.}}$ – время простоя на промежуточных станциях, ч;

$\Sigma Mt_{\text{осн.}}$ – время простоя в пунктах основного депо, ч;

$\Sigma Mt_{\text{об.}}$ – время простоя в пунктах оборота, ч;

$\Sigma Mt_{\text{см.}}$ – время простоя в пунктах смены локомотивных бригад, ч.

4. По коэффициенту потребности локомотивов на 1 пару поездов:

$$M_{\text{э}} = K_{\text{потр}} * N_{\text{пар}}^{\text{сут}},$$

где $N_{\text{пар}}^{\text{сут}}$ – суточные размеры движения в парах поездов;

$K_{\text{потр}}$ – коэффициент потребности локомотивов на 1 пару поездов:

$$K_{\text{потр}} = O_{\text{лок}} / 24$$

где $O_{\text{л}}$ – среднее время оборота локомотива, ч.

Наиболее точные результаты при составлении годовых и перспективных планов дает расчет по локомотиво-часам и нормам затрат времени по графику оборота локомотива.

Для расчета потребности в локомотивном парке этим способом необходимо иметь нормы технической и участковой скорости по участкам обращения, нормы затрат времени на технические операции в основном и оборотном депо (с учетом отдыха и подмены бригад, если они имеются по графику оборота локомотива). Для расчета в курсовом проекте они приведены в Приложении №. 2.

Затраты локомотиво-часов определяют в среднем за сутки по элементам: на станции основного депо; на станции оборотного депо; на других технических станциях, на которых производится смена бригад; в поездах на участке.

Время в поездах на участках обращения локомотивов определяют делением удвоенной длины каждого участка на норму участковой скорости и умножением на число пар поездов:

$$\Sigma M t_{yч\ ij} = N * 2 l_{ij} / V_{yч\ ij} .$$

Время в чистом движении находят аналогичным способом, беря в расчет техническую скорость вместо участковой:

$$\Sigma M t_{дв\ ij} = N * 2 l_{ij} / V_{тех\ ij} .$$

Разница между временем в поездах и чистым движением показывает, какое время затрачено на простои на промежуточных станциях:

$$\Sigma M t_{пр.\ см.} = \Sigma M t_{yч} - \Sigma M t_{дв} .$$

Локомотиво-часы на станциях основного и оборотного депо, рассчитывают умножением нормы простоя локомотивов на соответствующих станциях на число пар поездов:

$$\Sigma M t_{осн.} = N * t_{осн} ;$$

$$\Sigma M t_{об.} = N * t_{об} .$$

Затраты локомотиво-часов в пунктах смены бригад определяются по формуле:

$$\Sigma M t_{см.} = N * t_{см.} * K_{см} ,$$

где $K_{см}$ – количество пунктов смены, определяемых по формуле:

$$K_{см} = (T_{бр} / 8) - 1 .$$

В свою очередь время работы локомотивной бригады ($T_{бр}$) можно определить как:

$$T_{бр} = 2 * l_{ij} / V_{yч} + t_{осн} + t_{об} .$$

Среднесуточный парк локомотивов определяют суммированием локомотиво-часов по всем элементам и участкам дороги или отделения и делением этой суммы на число часов в сутках:

$$M_{э} = (\Sigma M t_{yч} + \Sigma M t_{осн} + \Sigma M t_{об} + \Sigma M t_{см}) / 24 .$$

Расчет эксплуатируемого парка поездных локомотивов производится в таблице 2.11. Для наглядности расчетов удобно составить схему работы поездных локомотивов на участках отделения (рис 2.1.)

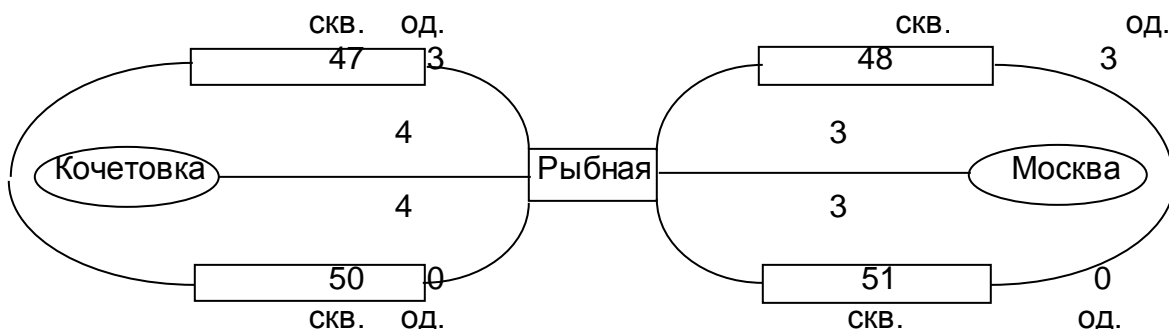


Рис.2.1. Схема работы поездных локомотивов на участках отделения.

Потребность в специальных маневровых локомотивах устанавливается по каждой станции исходя из объема и особенностей ее работы, наличия примыкающих подъездных путей, горок и технологии процесса. В курсовой работе число маневровых локомотивов задано (Приложение № 2).

2.2.2. Определение рабочего парка грузовых вагонов

Потребный парк вагонов для сети или дороги можно рассчитывать разными способами:

- умножением работы дороги (сумма суточной погрузки и приема груженых вагонов) на норму оборота вагона:

$$n_p = (\sum U_{\text{погр.}} + \sum U_{\text{пр.}}) * O_{\text{ваг}},$$

- делением рассчитанных тонно-километров нетто на суточную производительность вагона и на число дней в планируемом периоде:

$$n_p = \sum PL_n / (365 * F_{\text{ваг}}),$$

где $F_{\text{ваг}}$ – суточная производительность вагона;

- делением общего пробега вагонов на среднесуточный пробег вагона рабочего парка и на число дней в планируемом периоде:

$$n_p = \sum n S_{\text{общ}} / (365 * S_{\text{ваг}}),$$

где $S_{\text{ваг}}$ – среднесуточный пробег вагона.

Однако плановые оборот, суточная производительность и среднесуточный пробег вагона в целом по дороге без предварительного расчета могут быть приняты лишь приближенно, поэтому и расчет потребного рабочего парка по ним оказывается недостаточно обоснованным. Более точным является способ расчета рабочего

парка по затратам вагоно-часов по элементам оборота вагонов:

$$n_p = (\Sigma nt_n + \Sigma nt_{gp} + \Sigma nt_{tex}) / (365 * 24),$$

где Σnt_n – вагоно-часы в поездах на участках;

Σnt_{gp} – вагоно-часы простоя под грузовыми операциями;

Σnt_{tex} – вагоно-часы простоя на технических станциях.

Затраты вагоно-часов в поездах на участке (Σnt_n) определяются делением вагоно-километров (груженых и порожних), запланированных на каждом участке, на среднюю участковую скорость по графику для данного участка и суммированием участковых данных по дороге или отделению:

$$\Sigma nt_n = (\Sigma nS_{gp} + \Sigma nS_{пор}) / V_{уч.}$$

Результат расчетов заносится в табл.2.12.

Вагон, прибывший на станцию под местные операции, может иметь одну или две операции (только погрузку, только выгрузку или выгрузку и погрузку).

Время на сдвоенную операцию значительно меньше, чем на две одиночные, поэтому при расчете вагоно-часов на грузовые операции необходимо рассчитать отдельно число одиночных и сдвоенных операций на планируемый период.

Число одиночных операций может быть принято как разность погрузки и выгрузки, число сдвоенных операций принимают по каждой станции равным погрузке или выгрузке, но обязательно по меньшей величине.

Вагоно-часы под грузовыми (местными) операциями определяют умножением числа операций (одиночных или сдвоенных) по каждой станции и участку на соответствующую норму простоя вагона под грузовой операцией, т.е. по формуле:

$$\Sigma nt_{gp} = \Sigma U_{сдв.} * t_{gp}^{сдв} + \Sigma U_{од.} * t_{gp}^{од},$$

где $\Sigma U_{сдв.}$, $\Sigma U_{од.}$ – число вагонов со сдвоенными и одиночными операциями;

$t_{gp}^{сдв}$, $t_{gp}^{од}$ – нормы простоя под сдвоенными и одиночными операциями (Приложение № 2).

Сумма вагоно-часов по всем станциям и участкам дороги дает общую затрату вагоно-часов рабочего парка под погрузкой и выгрузкой.

Результаты расчетов записываются в табл.2.13.

Вагоно-часы на технических станциях отражают затраты времени на смену локомотивов, техническое и коммерческое обслуживание вагонов на участковых станциях. Для их расчета необходимо определить общее число вагонов, проходящих через каждую станцию, выделив из них местные.

Общее число вагонов, проходящих через станцию, — сумма всех вагонов, которые прибывают на станцию с примыкающих к ней участков. Число местных вагонов принимают равным большей величине из погрузки или выгрузки. Разница между общим числом проходящих станцию вагонов и числом местных вагонов — это транзитные вагоны. Целесообразно провести этот расчет в виде таблицы, подобной табл. 2.14.

Затем вагоно-часы на технических станциях находятся умножением соответствующих норм простоя на количество вагонов:

$$\Sigma nt_{mex} = \Sigma U_{mp} * t_{mex},$$

где $\Sigma U_{тр}$ — число транзитных вагонов;

$t_{тр}$ — норма простоя транзитного вагона на технической станции (Приложение № 2). Результаты расчетов сводятся в табл. 2.15.

На основе таблиц 2.12., 2.13. и 2.15. определяется рабочий парк вагонов отделения дороги.

2.3. Определение качественных показателей работы подвижного состава

Качественными называются показатели, характеризующие либо условия, либо качество работы подвижного состава. Их можно классифицировать по следующим группам:

- Показатели использования подвижного состава по мощности и грузоподъемности;
- Показатели использования подвижного состава во времени;
- Показатели непроизводительной работы;
- Обобщающие качественные показатели.

С помощью качественных показателей все объемные показатели связаны между собой и объединены в стройную систему. Поэтому большинство качественных показателей могут быть определены как через количественные, так и через другие качественные показатели (по аналитическим формулам). Это позволяет осуществлять взаимопроверку показателей плана работы подвижного состава.

2.3.1. Качественные показатели работы локомотивного парка

Основными показателями, характеризующими использование локомотивов, являются:

- масса поезда брутто,
- эксплуатируемый парк поездных локомотивов,
- среднесуточный пробег,
- суточная производительность локомотива,

Формулы расчета основных показателей, характеризующих использование локомотивов приведены в табл. 2.16. В аналогичном виде их удобно и рассчитывать.

Таблица 2.16

Качественные показатели работы локомотивного парка отделения дороги

Наименование показателя	Формула расчета	Плановая величина
1. Масса поезда брутто, т	$Q_{\text{бп}} = \frac{\Sigma P l_{\text{бп}}}{\Sigma N S}$	
2. Эксплуатируемый парк поездных локомотивов, ед	$M_{\text{э}} = \frac{\Sigma M t_{\text{с у м}}}{24}$	
3. Среднесуточный пробег поездных локомотивов, км.	$S_{\text{л}} = \frac{\Sigma M S_{\text{л}}}{365 \cdot M_{\text{э}}}$	
4. Среднее время оборота локомотивов, ч	$O_{\text{л}} = \frac{\Sigma M t_{\text{с у м}}}{N_{\text{н а р}}^{\text{с у м}}}$	
5. Суточная производительность локомотива, ткм брутто/лок.	$F_{\text{л}} = \frac{\Sigma P l_{\text{лр}}}{365 \cdot M_{\text{э}}} \quad \text{или}$ $F_{\text{л}} = Q_{\text{бп}} \cdot S_{\text{л}} \cdot (1 - \beta') = \frac{Q_{\text{бп}} \cdot S_{\text{л}}}{1 + \beta''}$	

Условные обозначения:

β' – доля вспомогательного линейного пробега в общей величине;

β'' – отношение вспомогательного линейного пробега к пробегу локомотивов во главе поездов.

2.3.2. Качественные показатели работы вагонного парка

Основными показателями использования вагонов являются:

- средняя динамическая нагрузка груженого вагона,
- средняя динамическая нагрузка вагона рабочего парка,
- средний вес вагона брутто,
- полное время оборота вагона,

- полный рейс вагона,
- груженный рейс вагона,
- процент порожнего пробега к груженому,
- средняя участковая скорость,
- средняя техническая скорость,
- время нахождения вагонов в движении за оборот,
- время нахождения вагона на промежуточных станциях,
- среднее время нахождения вагона под одной грузовой операцией,
- коэффициент местной работы,
- время нахождения вагона под грузовыми операциями за оборот,
- среднее время нахождения вагона на одной технической станции,
- вагонное плечо,
- число технических станций, проходимых вагоном за оборот,
- время нахождения вагонов на технических станциях за оборот,
- среднесуточный пробег вагона,
- суточная производительность (выработка) вагона рабочего парка.

Формулы расчета основных показателей, характеризующих использование вагонов на отделении дороги приведены в табл. 2.17. Их расчет удобно выполнить в форме таблицы, аналогичной табл.2.17.

Таблица 2.17.

Качественные показатели работы вагонного парка отделения дороги

Наименование показателя	Формула расчета	Плановая величина
1. Средняя динамическая нагрузка груженого вагона, т	$P_{zp} = \frac{\sum P l_n}{\sum n S_{zp}}$	
2. Средняя динамическая нагрузка вагона рабочего парка, т	$P_{pab} = \frac{\sum P l_n}{\sum n S_{обц}}$	
3. Средний вес вагона брутто, т	$q_{бp} = \frac{\sum P l_{бp}}{\sum n S_{обц}}$	
4. Полное время оборота вагона, суток (час).	$M_{\%o} = \frac{n_{pab} \cdot 365}{U_{погр} + U_{пргр}}$ $O_e = \frac{R_n}{V_m} + \left(\frac{R_n}{V_{y\ddot{z}}} - \frac{R_n}{V_m} \right) + k_m \cdot t_{zp} + \frac{R_n}{L_e} \cdot t_{me x}$	
5. Полный рейс вагона, км.	$R. = \frac{\sum n S_{обц}}{U_{погр} + U_{пргр}}$	

6. Грузенный рейс вагона, км	$R_{cp} = \frac{\Sigma n S_{cp}}{U_{позр} + U_{прзр}}$	
7. Процент порожнего пробега к грузеному, км	$\alpha_{n\varphi}^{cp} = \frac{\Sigma n S_{n\varphi}}{\Sigma n S_{cp}} \cdot 100$ $\alpha_{n\varphi}^{cp} = \frac{1}{1 - \alpha_{n\varphi}^{об\ у}}$	
8. Средняя участковая скорость, км/час	$V_{y\ddot{z}} = \frac{\Sigma N S}{\Sigma N t_n}$	
9. Средняя техническая скорость, км/час	$V_m = \frac{\Sigma N S}{\Sigma N t_{об}}$	
10. Время нахождения вагонов в движении за оборот, час	$T_{об} = \frac{R_n}{V_m}$	
11. Время нахождения вагона на промежуточных станциях за оборот, час	$T_{npc\ m} = \frac{R_n}{V_{y\ddot{z}}} - \frac{R_n}{V_m}$	
12. Среднее время нахождения вагона под одной грузовой операцией, час	$\bar{t}_{cp} = \frac{\Sigma n t_{cp}}{\Sigma U_{позр} + \Sigma U_{вызр}}$	
13. Коэффициент местной работы, ед	$k_{..} = \frac{\Sigma U_{позр} + \Sigma U_{вызр}}{\Sigma U_{позр} + \Sigma U_{прзр}}$	
14. Время нахождения вагона под грузовыми операциями за оборот, час	$T_{cp} = \bar{t}_{cp} \cdot k_m$	
15. Среднее время нахождения вагона на одной технической станции, час.	$\bar{t}_{me\ x} = \frac{\Sigma n t_{me\ x}}{\Sigma U_{m\ p}}$	
16. Вагонное плечо, км.	$L_{\epsilon} = \frac{\Sigma n S_{cp} + \Sigma n S_{n\varphi}}{\Sigma U_{m\ p}}$	
17. Число технических станций, проходимых вагоном за оборот, ед.	$k_{me\ x} = \frac{R_n}{L_{\epsilon}}$	
18. Время нахождения вагонов на технических станциях за оборот, час.	$T_{me\ x} = \frac{R_n}{L_{\epsilon}} \cdot \bar{t}_{me\ x}$	
19. Среднесуточный пробег вагона, км.	$S_{\epsilon} = \frac{\Sigma n S_{cp} + \Sigma n S_{n\varphi}}{365 \cdot n_{paб}}$	
20. Суточная производительность (выработка) вагона рабочего парка, ткм. нетто/ваг	$F_{\epsilon} = \frac{\Sigma P l_n}{365 \cdot n_{paб}}$ или по аналитической формуле: $F_{\epsilon} = \frac{P_{cp} \cdot S_{\epsilon}}{1 + \alpha_{n\varphi}^{cp}} = P_{cp} \cdot S_{\epsilon} (1 - \alpha_{n\varphi}^{об\ у})$	

Рекомендуемая литература:

1. «Экономика железнодорожного транспорта» учебник / Н.П.Терёшина, В.Г. Галабурда, В.А. Токарев и др.; под ред. Н.П.Терешинной, Б.М.Лapidуса. – М.: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. – 676 с.
2. Расходы инфраструктуры железнодорожного транспорта. Терешина Н.П. и др. М.: УМЦ ЖДТ, 2010, 224 с.
3. Корпоративное управление на железнодорожном транспорте. Терешина Н.П., Сорокина А.В. М.: УМЦ ЖДТ, 2009, с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

План перевозок грузов условной железной дороги

План перевозок по отделению № 1, тыс. т.

Станции и участки		Погрузка		Выгрузка			
		сухогрузы	нефтяные грузы	сухогрузы	нефтяные грузы		
Курск		546	-	3876	220		
Курск - Тула		462	-	294	176		
Тула - Курск		294	-	210	-		
Тула		2058	-	2184	-		
Тула - Москва		672	-	756	264		
Москва - Тула		882	-	588	-		
Москва		3822	-	7856	264		
Станции приема и сдачи		Прием		Сдача			
		сухогрузы	нефтяные грузы	сухогрузы	нефтяные грузы		
Курск	Станции др. отд.	29480	1320	18858	-		
	Тула	19320	-	26612	1100		
Тула	Курск	26780	924	19236	-		
	Москва	17388	-	24806	924		
Москва	Тула	24722	660	17094	-		
	Станции др. отд.	14280	-	17874	396		
Станции		Вариант	Местное сообщение (сухогрузы)				
Курск - Тула		1	100				
Курск - Москва			70				
Тула - Москва		2	50				
Тула - Курск			80				
Москва - Тула		3	75				
Москва - Курск			45				
Участок		Протяженность участков, км					
		Вариант					
		1	2	3	4	5	6
Москва - Тула		210	200	218	197	255	186
Тула - Курск		343	340	267	256	365	220

План перевозок по отделению № 2, тыс. т.

Станции и участки		Погрузка		Выгрузка			
		сухогрузы	нефтяные грузы	сухогрузы	нефтяные грузы		
Кочетовка		420	-	2804	132		
Кочетовка - Рыбное		84	-	504	220		
Рыбное - Кочетовка		546	-	1134	-		
Рыбное		1428	-	2080	352		
Рыбное - Москва		840	-	378	308		
Москва - Рыбное		84	-	420	-		
Москва		924	-	5850	792		
Станции приема и сдачи		Прием		Сдача			
		сухогрузы	нефтяные грузы	сухогрузы	нефтяные грузы		
Кочетовка	Станции др. отд.	45040	2552	25872	-		
	Рыбное	17630	-	34414	2420		
Рыбное	Кочетовка	33994	2200	18218	-		
	Москва	19282	-	34406	1848		
Москва	Рыбное	34868	1540	19618	-		
	Станции др. отд.	18900	-	29224	748		
Станции		Вариант	Местное сообщение (сухогрузы)				
Кочетовка - Рыбное		1	36				
Кочетовка - Москва			28				
Рыбное - Кочетовка		2	14				
Рыбное - Москва			62				
Москва - Кочетовка		3	25				
Москва - Рыбное			45				
Участок		Протяженность участков, км					
		Вариант					
		1	2	3	4	5	6
Москва - Рыбное		210	200	218	197	255	186
Рыбное - Кочетовка		343	340	267	256	365	220

План перевозок по отделению № 3, тыс. т.

Станции и участки		Погрузка		Выгрузка			
		сухогрузы	нефтяные грузы	сухогрузы	нефтяные грузы		
Ворожба		168	-	426	44		
Ворожба - Унеча		210	-	126	44		
Унеча - Ворожба		126	-	84	-		
Унеча		168	-	752	88		
Унеча - Орша		210	-	168	44		
Орша - Унеча		84	-	42	-		
Орша		210	-	868	44		
Станции приема и сдачи		Прием		Сдача			
		сухогрузы	нефтяные грузы	сухогрузы	нефтяные грузы		
Ворожба	Станции др. отд.	14470	396	7644	-		
	Унеча	7560	-	14128	352		
Унеча	Ворожба	14212	308	7518	-		
	Орша	7350	-	13460	220		
Орша	Унеча	13502	176	7308	-		
	Станции др. отд.	7140	-	12676	132		
Станции		Вариант	Местное сообщение (сухогрузы)				
Ворожба – Унеча		1	6				
Ворожба – Орша			28				
Унеча - Ворожба		2	14				
Унеча - Орша			8				
Орша - Ворожба		3	25				
Орша - Унеча			7				
Участок		Протяженность участков, км					
		Вариант					
		1	2	3	4	5	6
Орша - Унеча		210	200	218	197	255	186
Унеча - Ворожба		343	340	267	256	365	220

План перевозок по отделению № 4, тыс. т.

Станции и участки		Погрузка		Выгрузка			
		сухогрузы	нефтяные грузы	сухогрузы	нефтяные грузы		
Касторная		588	-	694	44		
Касторная - Узловая		588	-	378	88		
Узловая - Касторная		210	-	630	-		
Узловая		1246	-	378	88		
Узловая - Москва		630	-	420	44		
Москва - Узловая		294	-	420	-		
Москва		420	-	504	132		
Станции приема и сдачи		Прием		Сдача			
		сухогрузы	нефтяные грузы	сухогрузы	нефтяные грузы		
Касторная	Станции др. отд.	38184	616	31332	-		
	Узловая	26754	-	33500	572		
Узловая	Касторная	33710	484	27174	-		
	Москва	27048	-	34452	396		
Москва	Узловая	34662	352	27174	-		
	Станции др. отд.	27216	-	34620	220		
Станции		Вариант	Местное сообщение (сухогрузы)				
Касторная – Узловая		1	156				
Касторная – Москва			28				
Узловая – Касторная		2	75				
Узловая – Москва			55				
Москва – Касторная		3	100				
Москва - Узловая			65				
Участок		Протяженность участков, км					
		Вариант					
		1	2	3	4	5	6
Москва - Узловая		210	200	218	197	255	186
Узловая – Касторная		343	340	267	256	365	220

Нормативные показатели для расчета плана эксплуатационной работы отделений

Показатель	Вариант			
	1	2	3	4
Статическая нагрузка вагонов, т:				
а) нефтяных грузов	44	48	42	46
б) сухогрузов	42	44	40	43
Масса сквозного груженого поезда, т брутто				
туда	3500	3400	2700	3600
обратно	3300	3200	2500	3200
Техническая скорость сквозных поездов, км/ч	60	58	55	60
Техническая скорость сборных поездов, км/ч	50	46	44	48
Техническая скорость одиночных локомотивов, км/ч	70	65	60	65
Участковая скорость сквозных поездов, км/ч	40	35	38	36
Участковая скорость сборных поездов, км/ч	25	20	18	22
Участковая скорость одиночных локомотивов, км/ч	60	55	50	58
Простой локомотивов на станциях основного депо с заходом в депо (на пару поездов)	2,2	2,4	2,5	2,3
Простой локомотивов в пунктах оборота (на пару поездов)	2,0	2,2	2,2	2,0
Простой локомотивов в пунктах смены бригад (на пару поездов)	0,4	0,5	0,6	0,7
Парк специальных маневровых локомотивов, ед.	25	30	20	35
Время работы маневрового локомотива в сутки, ч	23,5	23,5	23,5	23,5
Простой вагонов под одиночными грузовыми операциями, ч	15	17	12	14
Простой вагонов под сдвоенными операциями, ч	23	24	20	22
Простой вагонов на технических станциях:				
а)	4,5	5,0	4,8	4,6
б)	3,9	4,7	4,2	4,9
в)	4,6	4,5	5,0	4,4
Процент приема регулировочного порожняка для сухогрузов (по северной станции отделения) от разницы между сдачей и приемом груженых вагонов	95	75	80	65
Средняя масса тары вагона, т	21	23	22	24
Средняя масса сборного поезда, т брутто	1500	1500	1500	1500
Средняя длина приемо-отправочных путей, м	1050	1050	850	1050
Средняя длина грузового вагона, м	14	16	14	16

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Предлагаемые формы таблиц

Таблица 1.1.

Густота движения и грузооборот отделения дороги

Участок по отделению	Протяженность участка, км	Густота грузопотока на участке, тыс.т.						Грузооборот на участке, млн. ткм								
		Туда			Обратно			Туда			Обратно			Всего		
		Сх/гр	Н/гр	Всего	Сх/гр	Н/гр	Всего	Сх/гр	Н/гр	Всего	Сх/гр	Н/гр	Всего	Сх/гр	Н/гр	Всего
Участок 1																
Участок 2																
Итого по отделению за год																

Таблица 1.2.

Показатели плана перевозок грузов по отделению.

Показатель	Единица измерения	Величина показателя		
		по сухогрузам	по нефтяным грузам	по всем грузам
1. Отправление	тыс. т			
2. Прием	тыс. т			
3. Прибытие	тыс. т			
4. Сдача	тыс. т			
5. Перевозки	тыс. т			
в т. ч. ввоз	тыс. т			
вывоз	тыс. т			
транзит	тыс. т			
местное сообщение	тыс. т			
6. Грузооборот	млн. ткм			
7. Средняя дальность	км			
8. Средняя густота перевозок	млн. ткм/км			

Таблица 2.1.

Густота вагонопотока и пробег грузовых вагонов отделения дороги

Участок по отделению	Протяженность участка, км	Густота вагонопотока на участке, тыс.ваг.						Вагонокилометры на участке, млн.								
		Туда			Обратно			Туда			Обратно			Всего		
		Сх/гр	Н/гр	Всего	Сх/гр	Н/гр	Всего	Сх/гр	Н/гр	Всего	Сх/гр	Н/гр	Всего	Сх/гр	Н/гр	Всего
Участок 1																
Участок 2																
Итого по отделению за год																

Таблица 2.2.

Определение годового баланса местного порожняка по отделению дороги, тыс. ваг.

Станции и участки по дороге №	Сухогрузные			Наливные		
	погрузка	выгрузка	Избыток (+) или недостаток (-) порожняка	погрузка	выгрузка	Избыток (+) или недостаток (-) порожняка
Курск	13,0	82,9	+69,9	-	5,0	+5,0
Участок № 1	18,0	12,0	-6,0	-	4,0	+4,0
Тула	49,0	58,5	9,5	-	-	-
Участок № 2	37,0	32,0	-5,0	-	6,0	+6,0
Москва	91,0	177,9	+86,8	-	6,0	+6,0
Итого за год	208,0	363,1	+155,1	-	21,0	+21,0

Таблица 2.3.

Густота вагонопотока и пробег порожних вагонов отделения дороги

Участок по отделению	Протяженность участка, км	Густота вагонопотока на участке, тыс.ваг.			Вагонокилометры на участке, млн.		
		Сх/гр	Н/гр	Всего	Сх/гр	Н/гр	Всего
Участок 1							
Участок 2							
Итого по отделению за год							

Таблица 2.4.

Общая густота вагонопотока и общий пробег вагонов отделения дороги

Участок по отделению	Протяженность участка, км	Густота вагонопотока на участке, тыс.ваг.		Вагонокилометры на участке, млн.		
		Груженого	Порожного	Груженные	Порожние	Всего
Участок 1, всего в т.ч.						
Туда						
Обратно						
Участок 2, всего в т.ч.						
Туда						
Обратно						
Итого по отделению за год						

Таблица 2.5.

Определение тонно-километровой работы брутто отделения дороги

Участок по отделению №	Тонно-километры нетто, млн.	Вагоно-километры, млн.		Масса тары вагона, т	Тонно-километры тары груженых вагонов, млн.	Тонно-километры брутто груженых вагонов, млн.	Тонно-километры брутто (ткм тары) порожних вагонов, млн.	Всего тонно-километров брутто груженых и порожних вагонов, млн.
		Груженых	Порожных					
Туда								
Обратно								
Итого по участку 1								
.								
.								
.								
Всего по отделению за год								

Таблица 2.6.

Распределение тонно-километров брутто (млн. ткм.) по категориям поездов отделения
дороги

Участок по отделению дороги №	Во всех категориях			В сборных						В сквозных		
				Груженых			Порожних					
	Груженых	Порожних	Всего	Погрузка + выгрузка, тыс. ваг.	Масса вагона брутто, т	Тонно-километры брутто	/Погрузка/ + /Выгрузка/, тыс. ваг.	Масса тары вагона, т	Тонно-километры брутто	Груженых	Порожних	Всего
Туда												
Обратно												
Итого по участку 1												
.												
.												
.												
Всего по отделению за год												

Таблица 2.7.

Определение величины поездо-километров по категориям поездов отделения дороги

Участок по отделению дороги №	Сборные поезда				Сквозные поезда						Все категории поездов
	Всего тонно-километров брутто, млн.	Количество поездов в сутки	Поездо-километры, тыс.	Средняя масса поезда брутто, т	Порожние			Груженые			
					Тонно-км брутто, млн.	Масса порожнего поезда, т	Поездо-км, тыс.	Тонно-км брутто, млн.	Масса поезда брутто, т	Поездо-км, тыс.	
Туда											
Обратно											
Итого по участку 1											
.											
.											
.											
Всего по отделению за год											

Таблица 2.8.

Определение линейного пробега локомотивов отделения дороги

Участок по дороге №	Во главе поезда, тыс. поездо-км			В одиночном следовании	Линейный пробег
	Туда	Обратно	Всего		
Итого за год					

Таблица 2.9.

Определение суточных размеров движения по участкам отделения дороги

Участок по отделению дороги №	Протяженность участка, км	Поездо-км в год, тыс			Количество поездов в год, ед			Количество поездов в сутки, ед			Всего
		Сборных	Сквозных по-рожных	Сквозных груженых	Сборных	Сквозных по-рожных	Сквозных груженых	Сборных	Сквозных по-рожных	Сквозных груженых	
Туда											
Обратно											
Итого по участку 1											
.											
.											
.											
Всего по отделению за год											

Таблица 2.10.

Определение общего пробега локомотивов по участкам отделения дороги

Вид пробега	Локомотиво-часы, тыс.	Локомотиво-километры, тыс.
1. Линейный пробег		
в т.ч. одиночное следование		
2. Условный пробег		
в т.ч. маневровая работа поездными локомотивами		
маневровая работа специальными локомотивами		

вами		
прочий условный пробег		
Всего общий пробег локомотивов за год		

Таблица 2.11.

Определение эксплуатируемого парка поездных локомотивов по участкам отделения дороги

Участок по отделению дороги №	Протяженность участка, км	Категория поезда			Число поездов за сутки	Техническая скорость, км/ч	Участковая скорость, км/ч	Время на участке, ч		Время в чистом движении, ч		Время простоя на промежуточных станциях, ч		Время простоя в пунктах между бригад, ч		Время простоя на станциях основного депо, ч		Время простоя на станциях оборотного депо, ч		Общая затрата локомотиво-часов	Парк поездных локомотивов		
		туда	обратно	всего				Одного поезда	Всех поездов	Одного поезда	Всех поездов	Одного поезда	Всех поездов	Одной пары поездов	Всех поездов	Одной пары поездов	Всех поездов	Одной пары поездов	Всех поездов				

Таблица 2.12.

Определение затрат вагоно-часов в поездах по участкам отделения дороги

Участок по отделению дороги №	Общие вагоно-километры, млн.	Участковая скорость, км / ч	Вагоно-часы за год, тыс.	Вагоно-часы за сутки, ед.
	Т			
Всего по отделению за год				

Таблица 2.13.

Определение затрат вагоно-часов под грузовыми операциями по станциям и участкам отделения дороги

Участок и станция по отделению дороги №	Сухо-грузы		Наливные		Число вагонов со сдвоенными операциями, тыс. ваг			Число вагонов с одиночными операциями, тыс. ваг			Норма простоя вагонов, час		Затраты вагоно-часов за год, тыс.			Затраты вагоно-часов за сутки, ед.				
	Погрузка, тыс. ваг	Выгрузка, тыс. ваг	Погрузка, тыс. ваг	Выгрузка, тыс. ваг	Сухогрузы	Наливные	Всего	Сухогрузы	Наливные	Всего	Со сдвоенными операциями	С одиночными операциями	Всего	Со сдвоенными операциями	С одиночными операциями	Всего	Со сдвоенными операциями	С одиночными операциями	Всего	

Таблица 2.14.

Определение числа транзитных вагонов, следующих через станции отделения дороги

Станция отделения дороги №	Общее количество вагонов, тыс.	В том числе	
		Местных	Транзитных
Всего по отделению за год			

Таблица 2.15.

Определение затрат вагоно-часов на технических станциях отделения дороги

Станция отделения дороги №	Количество транзитных вагонов за год, тыс.	Норма простоя одного транзитного вагона, ч	Вагоно-часы за год, тыс.	Вагоно-часы за сутки, ед.
Всего по отделению за год				