

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА НИКОЛАЯ II»**

Кафедра «Экономика и управление на транспорте»

Н.П. ТЕРЁШИНА, И.А. ЕПИШКИН, В.В. ЖАКОВ

Экономика железнодорожного транспорта

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к курсовому проектированию**

для бакалавров по направлению
«Экономика»

Москва – 2017

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ ИМПЕРАТОРА НИКОЛАЯ II»**

Кафедра «Экономика и управление на транспорте»

Н.П. ТЕРЁШИНА, И.А.ЕПИШКИН, В.В. ЖАКОВ

Экономика железнодорожного транспорта

Экономика железнодорожного транспорта

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к курсовому проектированию**

для бакалавров по направлению
«Экономика»

Москва – 2017

УДК 656.2

T-35

Терёшина Н.П., Епишкин И.А., Жаков В.В. Экономика железнодорожного транспорта: Методические указания к курсовому проектированию. – М.: МГУПС (МИИТ), 2017. – 59 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 по дисциплине «Экономика железнодорожного транспорта».

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
КОНТРОЛЬНЫЕ СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.....	6
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	7
1. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПЛАНИРОВАНИЕ ПЕРЕВОЗОК.....	8
2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ДОРОГИ.....	13
2.1. Планирование объемных показателей работы.....	15
2.1.1. Расчет нагрузки вагонов и их пробега в груженом состоянии..	15
2.1.2. Планирование порожнего и общего пробега вагонов	17
2.1.3. Расчет тонно-километровой работы брутто и ее распределение по категориям поездов.	19
2.1.4. Планирование пробега поездов и локомотивов	22
2.2. Определение парков подвижного состава	26
2.2.1. Определение эксплуатируемого парка локомотивов.....	26
2.2.2. Определение рабочего парка грузовых вагонов	29
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА.....	32
3.1. Качественные показатели работы локомотивного парка.....	32
3.2. Качественные показатели работы вагонного парка	34
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	41
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	42
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	47
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	48

Введение

Структурная реформа на железнодорожном транспорте предусматривает постепенный переход от преимущественного функционально-территориального принципа организации деятельности железнодорожного транспорта к функциональному принципу, что нашло отражение в выделении вертикалей управления ОАО «Российские железные дороги». 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 основным видом деятельности являются грузовые перевозки, осуществление которых происходит на основе разработки плана-прогноза перевозок грузов и плана работы подвижного состава.

Организация эксплуатационной работы должна соответствовать корпоративным интересам холдинга РЖД: повышению доходности перевозок, сокращению издержек на перевозки грузов, повышению экономической ответственности и заинтересованности всех структурных подразделений в улучшении финансово-экономических результатов работы ОАО «РЖД» и холдинга 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 условной дороге (отдельно по двум родам грузов и общий). Определяются следующие показатели плана перевозок грузов: отправление, прибытие, прием, дача, перевозки, грузооборот, средняя дальность перевозки, средняя плотность 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 парки подвижного состава (вагонов и локомотивов).

Контрольные сроки выполнения работы

Введение	5 %	1 неделя
1. Прогнозирование и планирование перевозок. (Изучение спроса на перевозки и методика планирования перевозок грузов на дорогах. Расчет показателей плана перевозок для условной дороги.)	25 %	4 неделя
2. Прогнозирование и планирование эксплуатационной работы дороги 2.1. Планирование объемных показателей работы 2.1.1. Расчет нагрузки вагонов и их пробега в груженом состоянии 2.1.2. Планирование порожнего и общего пробега вагонов 2.1.3. Расчет тонно-километровой работы брутто и ее распределение по категориям поездов. 2.1.4. Планирование пробега поездов и локомотивов 2.2. Определение парков подвижного состава 2.2.1. Определение эксплуатируемого парка локомотивов 2.2.2. Определение рабочего парка грузовых вагонов	40 %	11 неделя
3. Определение качественных показателей работы подвижного состава 3.1. Качественные показатели работы локомотивного парка 3.2. Качественные показатели работы вагонного парка	20 %	15 неделя
Оформление проекта	10 %	16 неделя
	100%	17 неделя

Исходные данные

	Приложение	Вариант					
		1	2	3	4		
1. Данные для разработки плана перевозок грузов дорог № 1-4	№ 1	1	2	3	4		
2. Размеры местного сообщения по дороге	№ 1	1	2	3			
3. Протяженность участков дорог	№ 1	1	2	3	4	5	6
4. Нормативные показатели для расчета плана эксплуатационной работы дороги	№ 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.

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

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

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

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

На схемах участковые станции дороги 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 дорог и его сдачи на другие дороги записываются по стыковым станциям дорог по ходу движения. Грузеным считается направление потоков с юга на север. Пример схемы грузопотоков представлен на рис.1.1.

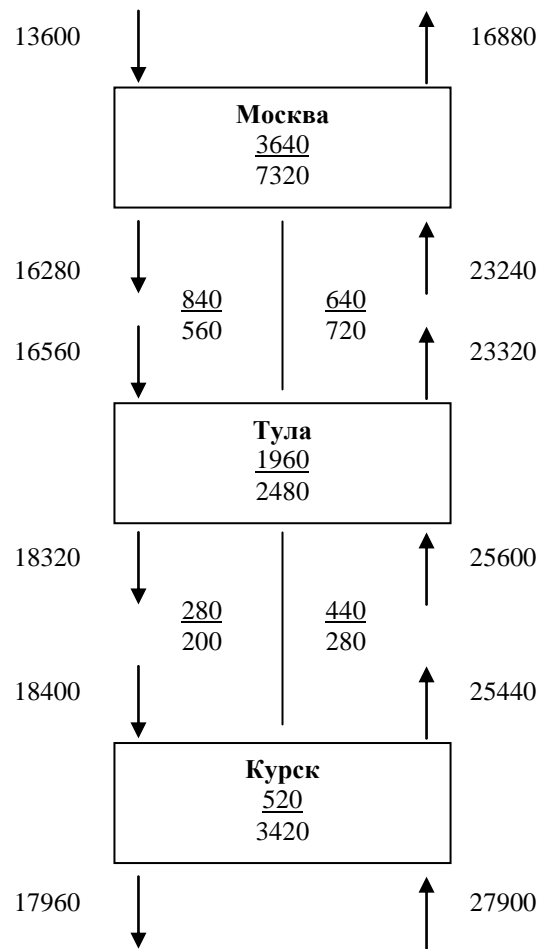


Рис.1.1 Схема грузопотоков сухогрузов по участкам дороги, тыс.т.

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 дороге 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 плотность перевозок.
- средняя дальность перевозки,

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

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

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

Сдача грузов по дороге определяется суммированием прогнозируемых размеров сдачи грузов на другие дороги 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 дорог или как сумму прибытия в пределах дороги и сдачи на

другие дороги сети железных дорог. Измеряется в тоннах или тысячах тонн. Перевозки распределяются по видам сообщения:

- *местное* - перевозки между станциями внутри дороги;
- *вывоз* - отправление грузов на другие дороги (определяется как разность между отправлением и местным сообщением);
- *ввоз* - прибытие грузов с других дорог (определяется как разность между прибытием и местным сообщением);
- *транзит* - перевозка, грузов, поступающих с других дорог и следующих через данную дорогу 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 две или более дороги.

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

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

Проверка по станциям и участкам:

погрузка + прием = выгрузка + сдача.

Проверка баланса по дороге:

выгрузка + сдача на другие дороги = погрузка + прием с других дорог.

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

$$\Sigma PL = \Sigma \Gamma_{ij} * l_{ij}, \quad (1.1)$$

где: ΣPL – грузооборот дороги,

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 данной дороги 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 дороге 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 дороги, деленному на эксплуатационную длину дороги. Измеряется средняя густота перевозок обычно в тонно-километрах (тыс. или млн.) на один километр железнодорожной линии в год.

$$G = \sum PL / L, \quad (1.2)$$

Средняя дальность перевозки - это среднее расстояние следования одной тонны груза в пределах дороги. Она может определяться делением грузооборота нетто на размеры перевозок по дороге. Единица измерения средней дальности – километры.

$$L = \sum PL / (\sum P_{\text{отпр}} + \sum P_{\text{пр}}) \quad (1.3)$$

Рассчитанные по конкретной дороге показатели плана-прогноза перевозок грузов целесообразно свести в таблицу, аналогичную таблице 1.2.

2. Прогнозирование и планирование эксплуатационной работы дороги

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 железной дороге 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.

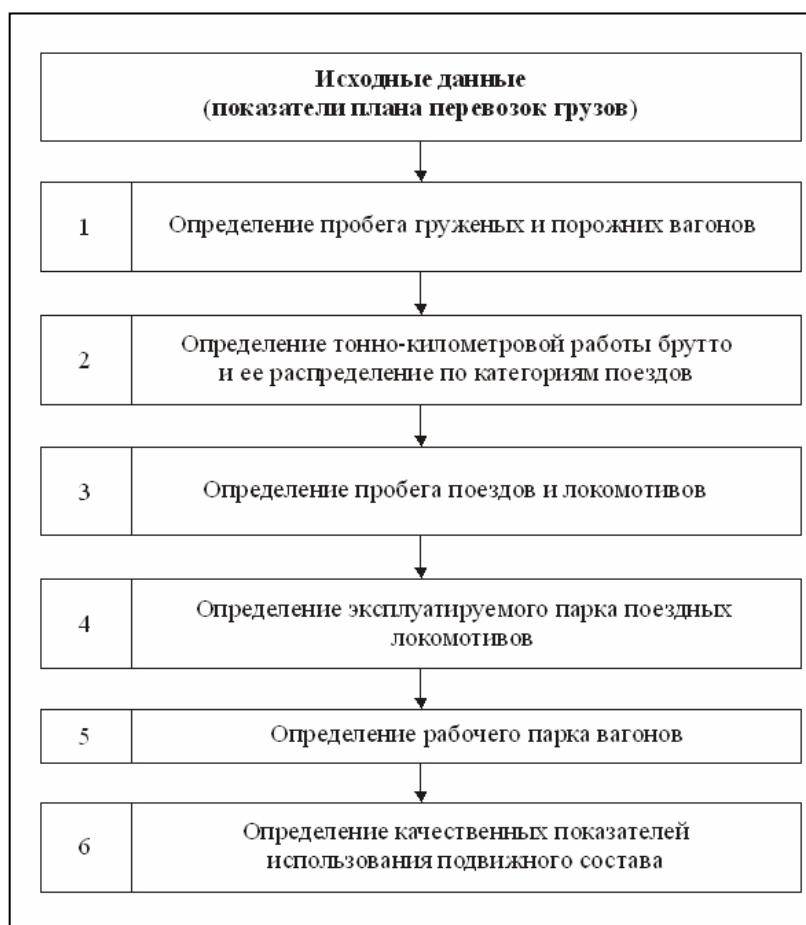


Рис 2.1. Схема расчета показателей плана работы подвижного состава.

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 груженном состоянии

План работы подвижного состава составляется в физических (четырехосных) 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:

$$P_{cm} = 100 / (\alpha_1/P_1 + \alpha_2/P_2 + \dots + \alpha_n/P_n) \quad (2.1)$$

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 груженых вагонов составляются схемы вагонопотоков (в тыс. ваг.) отдельно для:

- сухогрузов;
- наливных грузов;
- груженых 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:

$$\sum nS_{гр} = \sum \Gamma_{ij}^{гр.ваг} * l_{ij}, \quad (2.2)$$

где: $\sum nS_{гр}$ – пробег груженых вагонов дороги,

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

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

$$\Gamma_{ij}^{гр.ваг} = \sum nS_{гр} / L_{ij} \quad (2.3)$$

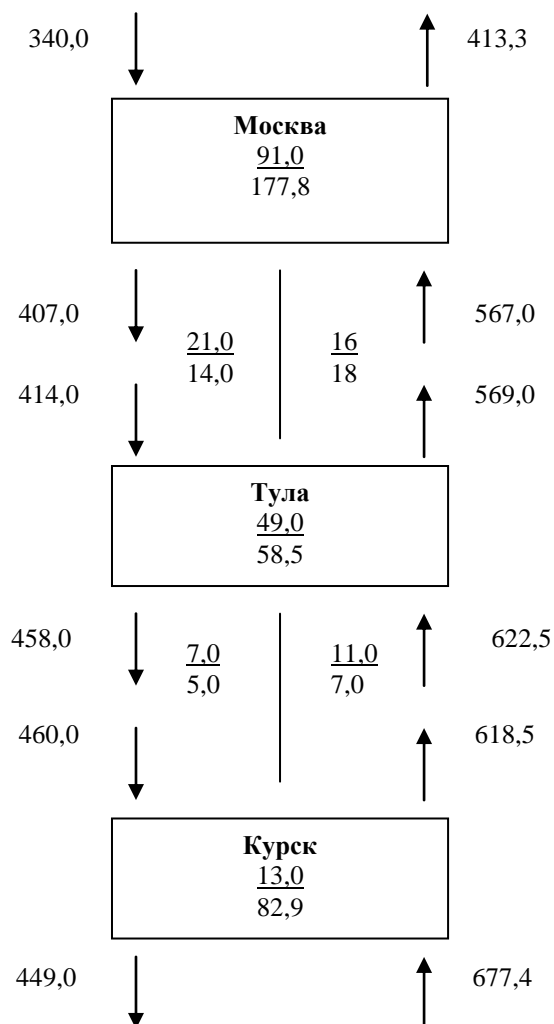


Рис. 2.1. Схема вагонопотоков всех грузов, тыс. ваг.

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 дороге, следуют в порожнем состоянии в обратном направлении. Порожним направлением на данной дороге считается направление «север - юг». Пример расчета баланса порожняка приведен в таблице 2.2.

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

$$\sum U_{рег}^{пор} = (\sum U_{сд. сух.}^{зп} - \sum U_{пр. сух.}^{зп}) * k_{рег}, \quad (2.4)$$

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

$k_{рег}$ – 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.

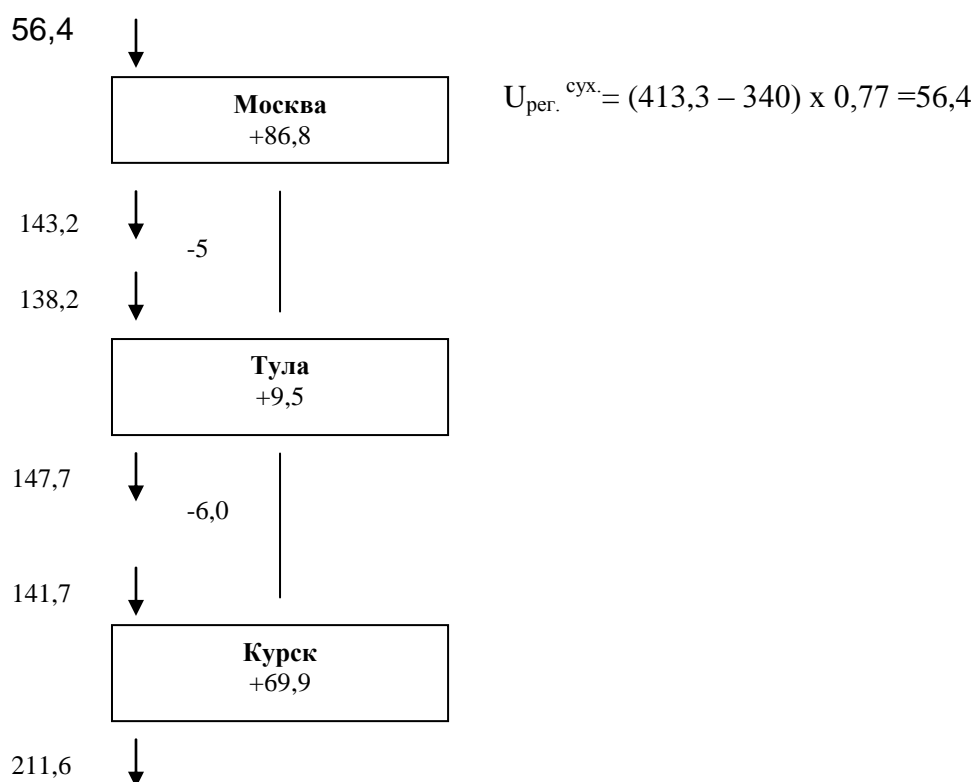


Рис.2.2. Схема вагонопотоков сухогрузного порожняка.

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

$$\sum nS_{пор} = \sum \Gamma_{ij}^{пор.ваг} * l_{ij}, \quad (2.5)$$

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

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

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

$$\Gamma_{год}^{пор.ваг} = \sum nS_{пор} / L, \quad (2.6)$$

Результаты расчетов оформляются в таблицу, аналогичную таблице 2.3.

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

$$\sum nS_{общ} = \sum nS_{гр} + \sum nS_{пор} \quad (2.7)$$

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 дороге складывается из тонно-километров нетто ($\sum Pl_n$) и тонно-километров тары вагонов ($\sum Pl_m$):

$$\sum Pl_{бр} = \sum Pl_n + \sum Pl_m, \quad (2.8)$$

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

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

$$\sum Pl_m = \sum nS_{общ} * q_m. \quad (2.9)$$

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:

$$\Sigma Pl_{\text{бр}}^{\text{зп}} = \Sigma Pl_{\text{н}} + \Sigma n S_{\text{зп}} * q_{\text{т}}. \quad (2.10)$$

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

$$\Sigma Pl_{\text{бр}}^{\text{ноп}} = \Sigma n S_{\text{ноп}} * q_{\text{т}}. \quad (2.11)$$

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 дороге 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 раздельно 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:

$$\Sigma Pl_{\text{бр}}^{\text{скв}} = \Sigma Pl_{\text{бр}} - \Sigma Pl_{\text{бр}}^{\text{сб}}. \quad (2.12)$$

Тонно-километры брутто сборных поездов рассчитывают отдельно для груженых и порожних вагонов. Чтобы определить тонно-километры брутто груженых вагонов сборных поездов, используются данные о размерах погрузки и выгрузки грузов на участках дороги:

$$\Sigma Pl_{\text{бр}}^{\text{сб. зр.}} = P_{\text{бр}}^{\text{зр}} * (\Sigma U_{\text{позр. ij}} + \Sigma U_{\text{вызр. ij}}) * 0,5 l_{ij}, \quad (2.13)$$

т. е. сумму погрузки ($\Sigma U_{\text{позр. ij}}$) и выгрузки ($\Sigma U_{\text{вызр. ij}}$) в вагонах на промежуточных станциях участка «i-j» умножают на среднюю массу вагона брутто ($P_{\text{бр}}^{\text{гр}}$) 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:

$$P_{\text{бр}}^{\text{зр}} = \Sigma Pl_{\text{бр}}^{\text{зр}} / \Sigma n S_{\text{зр}}, \text{ т.} \quad (2.14)$$

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:

$$\Sigma Pl_{\text{бр}}^{\text{сб. пор.}} = q_m * ([\Sigma U_{\text{сух. пор. ij}}] + [\Sigma U_{\text{нал. пор. ij}}]) * 0,5 l_{ij}. \quad (2.15)$$

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

$$\Sigma NS^{скв. гр} = \Sigma Pl_{бр}^{скв. гр} / Q_{бр}^{скв. гр} . \quad (2.16)$$

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

$$\Sigma NS^{скв. пор.} = \Sigma Pl_{бр}^{скв. пор.} / Q_{бр}^{скв. пор.} . \quad (2.17)$$

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

$$Q_{бр}^{скв. пор} = q_T * m. \quad (2.18)$$

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

$$m = (l_{ст} - l_L) / l_B \quad (2.19)$$

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 дороги по уровню максимальной тонно-километровой работы из направлений «туда» и «обратно»:

$$N_{сб}^{уч ij} = \Sigma P l_{бр}^{сб. max. (уч. ij)} / (365 * l_{уч ij} * Q_{бр}^{сб.}). \quad (2.20)$$

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:

$$\Sigma NS^{сб} = \Sigma N_{сб}^{уч ij} * l_{уч ij} * 365. \quad (2.21)$$

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

$$\Sigma NS_{общ} = \Sigma NS^{скв. зр} + \Sigma NS^{скв. пор} + \Sigma NS^{сб} \quad (2.22)$$

Результаты расчетов заносятся в таблицу 2.7.

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

$$\Sigma MS_{\text{лин}} = \Sigma MS_{\text{во гл.}} + \Sigma MS_{\text{лин}}^{\text{всп}}. \quad (2.23)$$

Пробег во главе поездов численно равен пробегу поездов:

$$\Sigma MS_{\text{во гл.}} = \Sigma NS_{\text{общ}}. \quad (2.24)$$

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

$$\Sigma MS_{\text{лин}}^{\text{всп}} = | \Sigma NS_{\text{общ}}^{\text{туда}} - \Sigma NS_{\text{общ}}^{\text{обр.}} |. \quad (2.25)$$

Результаты расчетов приводят в таблице 2.8.

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

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

$$N_{\text{скв. пор.}}^{\text{уч ij}} = \Sigma NS^{\text{скв. пор. уч ij}} / l_{\text{уч ij}}. \quad (2.26)$$

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 пробега:

$$\Sigma MS_{\text{общ}} = \Sigma MS_{\text{лин}} + \Sigma MS_{\text{усл}}. \quad (2.27)$$

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 ($\Sigma MS_{\text{г.п}}$):

$$\Sigma MS_{\text{усл}} = \Sigma MS_{\text{ман}}^{\text{спец}} + \Sigma MS_{\text{ман}}^{\text{поезд}} + \Sigma MS_{\text{г.п}}. \quad (2.28)$$

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:

$$\Sigma MS_{\text{ман}}^{\text{спец}} = 5 * \Sigma Mt_{\text{ман}}^{\text{спец}}; \quad (2.29)$$

$$\Sigma MS_{\text{ман}}^{\text{поезд}} = 5 * \Sigma Mt_{\text{ман}}^{\text{поезд}}; \quad (2.30)$$

$$\Sigma MS_{\text{г.п}} = 1 * \Sigma Mt_{\text{г.п}}. \quad (2.31)$$

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

$$\Sigma Mt_{\text{ман}}^{\text{спец}} = 365 * M_{\text{м}} * t_{\text{м}} \quad (2.32)$$

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:

$$\Sigma Mt_{\text{ман}}^{\text{поезд}} = 365 * \Sigma Mt_{\text{нр.см.}}^{\text{сб}}. \quad (2.33)$$

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:

$$\Sigma Mt_{\text{г.п}} = 365 * M_{\text{м}} * (24 - t_{\text{м}}) + 365 * (\Sigma Mt_{\text{очн}} + \Sigma Mt_{\text{об}} + \Sigma Mt_{\text{см}} + \Sigma Mt_{\text{нр.см.}} - \Sigma Mt_{\text{нр.см.}}^{\text{сб}}). \quad (2.34)$$

(24 - $t_{\text{м}}$) – 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, 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 по-

ездных локомотивов для грузового движения существует несколько способов, имеющих разную степень точности:

1. По тонно-километровой работе:

$$M_3 = \Sigma PL_{\text{бр}} / (365 * F_{\text{лок}}), \quad (2.35)$$

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

2. По линейному пробегу:

$$M_3 = \Sigma MS_{\text{лин}} / (365 * S_{\text{лок}}), \quad (2.36)$$

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

3. По бюджету времени:

$$M_3 = \Sigma Mt_{\text{сут}} / 24, \quad (2.37)$$

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

$$\Sigma Mt_{\text{сут}} = \Sigma Mt_{\text{дв}} + \Sigma Mt_{\text{пр.ст.}} + \Sigma Mt_{\text{осн.}} + \Sigma Mt_{\text{об.}} + \Sigma Mt_{\text{см}}, \quad (2.38)$$

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:

$$M_3 = K_{\text{потр}} * N_{\text{пар}}^{\text{сут}}, \quad (2.39)$$

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

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

$$K_{\text{потр}} = O_{\text{лок}} / 24 \quad (2.40)$$

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:

$$\Sigma Mt_{уч. ij} = N * 2 l_{ij} / V_{уч. ij}. \quad (2.41)$$

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

$$\Sigma Mt_{дв. ij} = N * 2 l_{ij} / V_{тех. ij}. \quad (2.42)$$

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

$$\Sigma Mt_{пр. ст.} = \Sigma Mt_{уч.} - \Sigma Mt_{дв.}. \quad (2.43)$$

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

$$\Sigma Mt_{осн.} = N * t_{осн.}; \quad (2.44)$$

$$\Sigma Mt_{об.} = N * t_{об.}. \quad (2.45)$$

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

$$\Sigma Mt_{см.} = N * t_{см.} * K_{см.}, \quad (2.46)$$

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

$$K_{см} = (T_{бр} / 8) - 1. \quad (2.47)$$

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

$$T_{бр} = 2 * l_{ij} / V_{уч} + t_{осн} + t_{об}. \quad (2.48)$$

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

$$M_s = (\sum M t_{уч} + \sum M t_{осн} + \sum M t_{об} + \sum M t_{см}) / 24. \quad (2.49)$$

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

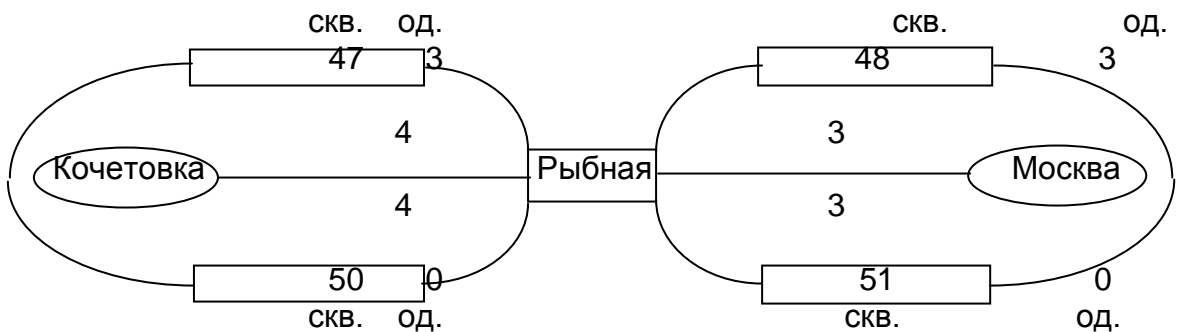


Рис.2.1. Схема работы поездных локомотивов на участках дороги.

Потребность в специальных маневровых локомотивах устанавливают 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:

$$n_p = (\sum U_{погр.} + \sum U_{пр.}) * O_{ваг} \quad (2.50)$$

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

$$n_p = \Sigma PL_n / (365 * F_{ваг}), \quad (2.51)$$

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

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

$$n_p = \Sigma n S_{общ} / (365 * S_{ваг}), \quad (2.52)$$

где $S_{ваг}$ – 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 требуемого рабочего парка по ним оказывается недостаточно обоснованным. Более точным является способ расчета рабочего парка по затратам вагоно-часов по элементам оборота вагонов:

$$n_p = (\Sigma nt_n + \Sigma nt_{сп} + \Sigma nt_{тех}) / (365 * 24), \quad (2.53)$$

где Σnt_n – вагоно-часы в поездах на участках;

$\Sigma nt_{сп}$ – вагоно-часы простоя под грузовыми операциями;

$\Sigma nt_{тех}$ – 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:

$$\Sigma nt_n = (\Sigma n S_{сп} + \Sigma n S_{пор}) / V_{уч}. \quad (2.54)$$

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 двоянную операцию значительно меньше, чем на две одиночные, поэтому при расчете вагоно-часов на грузовые операции необходимо рассчитать отдельно число одиночных и двоянных 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:

$$\Sigma nt_{zp} = \Sigma U_{сдв.} * t_{zp}^{сдв} + \Sigma U_{од.} * t_{zp}^{од}, \quad (2.55)$$

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

$t_{zp}^{сдв}$, $t_{zp}^{од}$ – 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:

$$\Sigma nt_{mex} = \Sigma U_{mp} * t_{mex} \quad (2.56)$$

где ΣU_{mp} , – число транзитных вагонов;

t_{mp} – 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 дороги.

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.

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.

Основными качественными показателями использования локомотивов являются следующие.

1. *Средняя масса поезда брутто* ($Q_{бр}$) – учитывается масса перевозимого груза и масса тары вагонов, определяется по формуле:

$$Q_{бр} = \frac{\sum Pl_{бр}}{\sum NS}, \quad (3.1)$$

где $\sum Pl_{бр}$ – грузооборот брутто;

$\sum NS$ – пробег поездов.

2. *Средняя масса поезда нетто* ($Q_{н}$) – учитывается только масса перевозимого груза, определяется по формуле:

$$Q_{н} = \frac{\sum Pl_{н}}{\sum NS}, \quad (3.2)$$

где $\sum Pl_{н}$ – грузооборот нетто.

3. *Средний состав поезда в вагонах* (m) – определяется как отношение пробега вагонов к пробегу поездов:

$$m = \frac{\sum nS_{общ}}{\sum NS}. \quad (3.3)$$

4. *Скорость движения поезда:*

– **ходовая** V_x – показывает среднее расстояние, проходимое поездом за час чистого движения без учета времени на разгон и замедление;

– **техническая** $V_{тех}$ – показывает среднее расстояние, проходимое поездом за час чистого движения с учетом времени на разгон и замедление;

– **участковая** $V_{уч}$ – учитывает также простой на промежуточных станциях;

– **маршрутная** V_m – учитывает дополнительно простой на технических станциях без переработки.

5. *Эксплуатируемый парк поездных локомотивов* ($M_э$):

$$M_э = \frac{\sum Mt_{сут}}{24}. \quad (3.4)$$

6. **Среднесуточный пробег локомотива** ($S_{\text{лок}}$) – средний пробег локомотива эксплуатируемого парка при поездной работе с учетом всех стоянок за сутки:

$$S_{\text{лок}} = \frac{\sum MS_{\text{лин}}}{365 \cdot M_{\text{э}}}. \quad (3.5)$$

7. **Среднее время оборота локомотивов** ($O_{\text{л}}$), ч:

$$O_{\text{л}} = \frac{\sum MT_{\text{сут}}}{N_{\text{пар}}^{\text{сут}}}. \quad (3.6)$$

8. **Процент вспомогательного пробега локомотивов** ($b_{\text{всп}}$) – показывает долю вспомогательного пробега локомотивов в общем пробеге:

$$b_{\text{всп}} = \frac{\sum MS_{\text{всп}}}{\sum MS_{\text{общ}}}. \quad (3.7)$$

9. **Среднесуточная производительность локомотива** ($F_{\text{л}}$) – показывает тонно-километровую работу брутто, выполняемую одним локомотивом в среднем за сутки:

$$F_{\text{л}} = \frac{\sum Pl_{\text{бр}}}{365 \cdot M_{\text{э}}}, \quad (3.8)$$

где $M_{\text{э}}$ – эксплуатируемый парк локомотивов, или по аналитической формуле:

$$F_{\text{л}} = Q_{\text{бр}} \cdot S_{\text{л}} \cdot (1 - \beta) = \frac{Q_{\text{бр}} \cdot S_{\text{л}}}{1 + \beta''}, \quad (3.9)$$

где β' – доля вспомогательного линейного пробега в общей величине;

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

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 дороге приведены в табл. 2.17. Их расчет удобно выполнить в форме таблицы, аналогичной табл.2.17.

Основными **качественными показателями использования грузовых вагонов** являются следующие:

1. **Статическая нагрузка грузового вагона** ($P_{ст}$) – показывает, какое количество груза приходится в среднем на 1 вагон при погрузке. Определяется как отношение количества погруженных тонн к количеству погруженных вагонов:

$$P_{ст} = \frac{\sum P_{огр}}{U_{огр}} . \quad (3.10)$$

2. **Динамическая нагрузка груженого вагона** ($P_{\text{дин}}^{\text{гр}}$) – показывает, какое количество тонн груза приходится в среднем на 1 груженный вагон на всем пути его следования. Определяется как отношение грузооборота нетто к пробегу груженных вагонов:

$$P_{\text{дин}}^{\text{гр}} = \frac{\sum Pl_{\text{н}}}{\sum nS_{\text{гр}}} . \quad (3.11)$$

Если вагоны с большей нагрузкой следуют на более дальние расстояния, чем малозагруженные, то динамическая нагрузка груженого вагона будет больше статической, и наоборот.

3. **Динамическая нагрузка вагона рабочего парка** ($P_{\text{дин}}^{\text{раб}}$) – показывает среднее количество грузов, находящихся в вагоне рабочего парка на всем пути его следования. Определяется отношением грузооборота нетто к общему пробегу грузовых вагонов:

$$P_{\text{дин}}^{\text{раб}} = \frac{\sum Pl_{\text{н}}}{\sum nS_{\text{общ}}} . \quad (3.12)$$

4. **Средняя масса вагона брутто** ($q_{\text{бр}}$), т – показывает среднюю массу грузов в вагоне рабочего парка и массу самого вагона рабочего парка на всем пути его следования. Определяется отношением грузооборота брутто к общему пробегу грузовых вагонов:

$$q_{\text{бр}} = \frac{\sum Pl_{\text{бр}}}{\sum nS_{\text{общ}}} . \quad (3.13)$$

5. **Оборот грузового вагона** ($O_{\text{в}}$), сут – характеризует продолжительность одного производственного цикла работы грузового вагона от момента погрузки до момента следующей погрузки. В пределах дороги большая часть вагонов не совершает полного цикла работы, но расчет оборота вагона осуществляется на всех дорогах. Время оборота выражается в сутках или часах и рассчитывается по объемной формуле – как отношение рабочего парка к работе сети:

$$O_{\text{в}} = \frac{n_{\text{раб}} \cdot 365}{U_{\text{погр}} + U_{\text{пр.гр}}} . \quad (3.14)$$

6. **Полный рейс вагона** (R_{Π}), км – расстояние, пройденное вагоном рабочего парка за время полного оборота:

$$R_{\Pi} = \frac{\sum nS_{\text{общ}}}{U_{\text{пор}} + U_{\text{пр.гр}}}. \quad (3.15)$$

Полный рейс состоит из груженого и порожнего:

$$R_{\Pi} = R_{\text{гр}} + R_{\text{пор}} = R_{\text{гр}} \cdot (1 + \alpha_{\text{гр}}). \quad (3.15)$$

7. **Груженный рейс вагона** ($R_{\text{гр}}$), км – расстояние, пройденное груженым вагоном за время полного оборота:

$$R_{\text{гр}} = \frac{\sum nS_{\text{гр}}}{U_{\text{пор}} + U_{\text{пр.гр}}}. \quad (3.16)$$

8. **Коэффициент порожнего пробега вагонов** – определяется как отношение порожнего пробега вагонов к общему пробегу (доля порожнего пробега в общем – $\alpha_{\text{общ}}^{\text{пор}}$) или как отношение порожнего пробега вагонов к груженому (доля порожнего пробега в груженом – $\alpha_{\text{гр}}^{\text{пор}}$):

$$\alpha_{\text{общ}}^{\text{пор}} = \frac{\sum nS_{\text{пор}}}{\sum nS_{\text{гр}} + \sum nS_{\text{пор}}}, \quad (3.17)$$

$$\alpha_{\text{гр}}^{\text{пор}} = \frac{\sum nS_{\text{пор}}}{\sum nS_{\text{гр}}}, \quad (3.18)$$

при этом
$$\alpha_{\text{общ}}^{\text{пор}} = \frac{\sum nS_{\text{гр}}}{1 - \alpha_{\text{общ}}^{\text{пор}}}. \quad (3.19)$$

9. **Средняя участковая скорость** ($V_{\text{уч}}$), км/ч:

$$V_{\text{уч}} = \frac{\sum NS}{\sum Nt_{\text{уч}}}, \quad (3.20)$$

где $\sum Nt_{\text{уч}}$ – поездо-часы на участке, равны локомотиво-часам на участке без учета локомотиво-часов на участке одиночных локомотивов.

10. **Средняя техническая скорость** ($V_{\text{т}}$), км/ч:

$$V_{\text{т}} = \frac{\sum NS}{\sum Nt_{\text{дв}}}, \quad (3.21)$$

где $\sum Nt_{\text{дв}}$ – поездо-часы в движении, равны локомотиво-часам в движении без учета локомотиво-часов в движении одиночных локомотивов.

11. **Время нахождения вагона в движении за оборот** ($T_{\text{дв}}$), ч:

$$T_{\text{дв}} = \frac{R_{\text{п}}}{V_{\text{т}}}. \quad (3.22)$$

12. **Время нахождения вагона на промежуточных станциях** ($T_{\text{пр.ст}}$), ч:

$$T_{\text{пр.ст}} = \frac{R_{\text{п}}}{V_{\text{уч}}} - \frac{R_{\text{п}}}{V_{\text{т}}}. \quad (3.23)$$

13. **Среднее время нахождения вагона под одной грузовой операцией** ($\bar{t}_{\text{гр}}$), ч:

$$\bar{t}_{\text{гр}} = \frac{\sum nt_{\text{гр}}}{\sum U_{\text{погр}} + \sum U_{\text{выгр}}}. \quad (3.24)$$

14. **Коэффициент местной работы** (число грузовых операций с вагоном за оборот – $k_{\text{м}}$):

$$k_{\text{м}} = \frac{\sum U_{\text{погр}} + \sum U_{\text{выгр}}}{\sum U_{\text{погр}} + \sum U_{\text{пр.гр}}}. \quad (3.25)$$

15. **Время нахождения вагона под грузовыми операциями за оборот** ($T_{\text{гр}}$), ч:

$$T_{\text{гр}} = \bar{t}_{\text{гр}} \cdot k_{\text{м}}. \quad (3.26)$$

16. **Среднее время нахождения вагона на одной технической станции** ($\bar{t}_{\text{тех}}$), ч:

$$\bar{t}_{\text{тех}} = \frac{\sum nt_{\text{тех}}}{\sum U_{\text{тр}}}, \quad (3.27)$$

где $\sum U_{\text{тр}}$ – количество транзитных вагонов, проходящих по дороге за год с переработкой и без переработки.

17. **Вагонное плечо, км** (среднее расстояние между техническими станциями – $L_{\text{в}}$):

$$L_{\text{в}} = \frac{\sum nS_{\text{гр}} + \sum nS_{\text{пор}}}{\sum U_{\text{тр}}}. \quad (3.28)$$

18. **Число технических станций, проходимых вагоном за оборот** ($k_{\text{тех}}$), ч:

$$k_{\text{тех}} = \frac{R_{\text{п}}}{L_{\text{в}}}. \quad (3.29)$$

19. **Время нахождения вагонов на технических станциях за оборот** ($T_{\text{тех}}$), ч:

$$T_{\text{тех}} = \frac{R_{\text{п}}}{L_{\text{в}}} \cdot \bar{t}_{\text{тех}}. \quad (3.30)$$

20. *Среднесуточный пробег грузового вагона* ($S_{\text{ваг}}$) – характеризует расстояние, пройденное вагоном рабочего парка в груженом и порожнем состоянии в среднем в сутки:

$$S_{\text{ваг}} = \frac{\sum nS_{\text{гр}} + \sum nS_{\text{пор}}}{365 \cdot n_{\text{раб}}} = \frac{R_{\text{п}}}{O_{\text{в}}}. \quad (3.31)$$

21. *Среднесуточный полезный пробег грузового вагона* ($S_{\text{пол}}$) – характеризует пробег грузового вагона в груженом состоянии за сутки полного оборота:

$$S_{\text{пол}} = \frac{\sum nS_{\text{гр}}}{365 \cdot n_{\text{раб}}} = \frac{R_{\text{гр}}}{O_{\text{в}}}. \quad (3.32)$$

22. *Суточная производительность (выработка) вагона рабочего парка* ($F_{\text{ваг}}$), т·км нетто – характеризует грузооборот нетто, выполняемый одним вагоном в среднем за сутки:

$$F_{\text{ваг}} = \frac{\sum Pl_{\text{н}}}{365 \cdot n_{\text{раб}}}, \quad (3.33)$$

или по аналитической формуле:

$$F_{\text{ваг}} = \frac{P_{\text{гр}}^{\text{дин}} \cdot S_{\text{ваг}}}{1 + \alpha_{\text{пор}}^{\text{гр}}} = P_{\text{гр}}^{\text{дин}} \cdot S_{\text{ваг}} \cdot (1 - \alpha_{\text{пор}}^{\text{общ}}). \quad (3.34)$$

Важнейшим качественным показателем использования вагонов является оборот вагона. Его расчет возможен как по формуле (17.4), так и по аналитической формуле – как сумма отдельных элементов. В простейшем случае время оборота вагона расчленяется на три элемента:

$$O_{\text{в}} = T_{\text{уч}} + T_{\text{тех}} + T_{\text{гр}}, \quad (3.35)$$

где $T_{\text{уч}}$ – время нахождения вагона на участках;

$$T_{\text{уч}} = T_{\text{дв}} + T_{\text{пр.ст}} = \frac{R_{\text{п}}}{V_{\text{уч}}}, \quad (3.36)$$

где $T_{\text{гр}}$ – время нахождения вагона под грузовыми операциями;

$T_{\text{тех}}$ – время нахождения вагона на технических станциях.

Может быть выделено время на технических станциях с переработкой и без переработки:

– с переработкой:

$$T_{\text{тех}}^{\text{с/п}} = K_{\text{тех}}^{\text{с/п}} \cdot t_{\text{тех}}^{\text{с/п}} = \frac{R_{\text{п}}}{L_{\text{м}}} \cdot t_{\text{тех}}^{\text{с/п}}, \quad (3.37)$$

где L_M – маршрутное плечо (среднее расстояние между техническими станциями с переработкой),

$K_{\text{тех}}^{c/\pi}$ – количество технических станций с переработкой, проходимых вагоном за оборот,

$t_{\text{тех}}^{c/\pi}$ – средний простой вагона на технической станции с переработкой;

– без переработки:

$$T_{\text{тех}}^{\bar{c}/\pi} = (K_{\text{тех}} - K_{\text{тех}}^{c/\pi}) \cdot t_{\text{тех}}^{\bar{c}/\pi} = \left(\frac{R_{\text{п}}}{L_{\text{в}}} - \frac{R_{\text{п}}}{L_{\text{м}}} \right) \cdot t_{\text{тех}}^{\bar{c}/\pi}, \quad (3.38)$$

где $t_{\text{тех}}^{\bar{c}/\pi}$ – средний простой вагона на технической станции без переработки.

В соответствии с выделенными элементами оборота вагона, для его расчета могут быть использованы трех-, четырех- и пятичленная формулы:

$$O_{\text{в}} = T_{\text{уч}} + T_{\text{тех}} + T_{\text{гр}} = \frac{R_{\text{п}}}{V_{\text{уч}}} + t_{\text{тех}}^{\bar{c}} \cdot \frac{R_{\text{п}}}{L_{\text{в}}} + K_{\text{м}} \cdot t_{\text{гр}}^{\bar{c}}, \quad (3.39)$$

$$O_{\text{в}} = T_{\text{дв}} + T_{\text{пр.ст}} + T_{\text{тех}} + T_{\text{гр}} = \frac{R_{\text{п}}}{V_{\text{т}}} + \left(\frac{R_{\text{п}}}{V_{\text{уч}}} - \frac{R_{\text{п}}}{V_{\text{т}}} \right) + t_{\text{тех}}^{\bar{c}} \cdot \frac{R_{\text{п}}}{L_{\text{в}}} + K_{\text{м}} \cdot t_{\text{гр}}^{\bar{c}}, \quad (3.40)$$

$$\begin{aligned} O_{\text{в}} &= T_{\text{дв}} + T_{\text{пр.ст}} + T_{\text{тех}}^{c/\pi} + T_{\text{тех}}^{\bar{c}/\pi} + T_{\text{гр}} = \\ &= \frac{R_{\text{п}}}{V_{\text{т}}} + \left(\frac{R_{\text{п}}}{V_{\text{уч}}} - \frac{R_{\text{п}}}{V_{\text{т}}} \right) + t_{\text{тех}}^{c/\pi} \cdot \frac{R_{\text{п}}}{L_{\text{м}}} + t_{\text{тех}}^{\bar{c}/\pi} \cdot \left(\frac{R_{\text{п}}}{L_{\text{в}}} - \frac{R_{\text{п}}}{L_{\text{м}}} \right) + K_{\text{м}} \cdot t_{\text{гр}}^{\bar{c}}. \end{aligned} \quad (3.41)$$

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 дороге № 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. дор.	29480	1320	18858	-		
	Тула	19320	-	26612	1100		
Тула	Курск	26780	924	19236	-		
	Москва	17388	-	24806	924		
Москва	Тула	24722	660	17094	-		
	Станции др. дор.	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 дороге № 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. дор.	45040	2552	25872	-		
	Рыбное	17630	-	34414	2420		
Рыбное	Кочетовка	33994	2200	18218	-		
	Москва	19282	-	34406	1848		
Москва	Рыбное	34868	1540	19618	-		
	Станции др. дор.	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 дороге № 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. дор.	14470	396	7644	-		
	Унеча	7560	-	14128	352		
Унеча	Ворожба	14212	308	7518	-		
	Орша	7350	-	13460	220		
Орша	Унеча	13502	176	7308	-		
	Станции др. дор.	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 дороге № 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. дор.	38184	616	31332	-	
	Узловая	26754	-	33500	572	
Узловая	Касторная	33710	484	27174	-	
	Москва	27048	-	34452	396	
Москва	Узловая	34662	352	27174	-	
	Станции др. дор.	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

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица П.2.

Нормативные показатели для расчета плана эксплуатационной работы дорог

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 дороги) 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 дороги

Участок на дороге	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	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Участок 1																	
Участок 2																	
Итого по дороге за год																	

Таблица 1.2.

Показатели плана перевозок грузов по дороге.

Показатель	Единица измерения	Величина показателя		
		по сухогрузам	по нефтяным грузам	по всем грузам
1	2	3	4	5
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 грузеных вагонов дороги

Участок на дороге	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	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Участок 1																	
Участок 2																	
Итого по дороге за год																	

Таблица 2.2.

Определение годового баланса местного порожняка по дороге, тыс. ваг.

Станции и участки на дороге №	Сухогрузные			Наливные		
	погрузка	выгрузка	Избыток (+) или недостаток (-) порожняка	погрузка	выгрузка	Избыток (+) или недостаток (-) порожняка
1	2	3	4	5	6	7
Курск						
Участок № 1						
Тула						
Участок № 2						
Москва						
Итого за год						

Таблица 2.3.

Густота вагонопотока и пробег порожних вагонов дороги

Участок на дороге	Протяженность участка, км	Густота вагонопотока на участке, тыс.ваг.			Вагонокилометры на участке, млн.		
		Сх/гр	Н/гр	Всего	Сх/гр	Н/гр	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Участок 1							
Участок 2							
Итого по дороге за год							

Таблица 2.4.

Общая густота вагонопотока и общий пробег вагонов дороги

Участок на дороге	Протяженность участка, км	Густота вагонопотока на участке, тыс.ваг.		Вагонокilометры на участке, млн.		
		Груженого	Порожного	Груженные	Порожние	Всего
1	2	3	4	5	6	7
Участок 1, всего в т.ч.						
Туда						
Обратно						
Участок 2, всего в т.ч.						
Туда						
Обратно						
Итого по дороге за год						

Таблица 2.5.

Определение тонно-километровой работы грунто дороги

Участок на дороге №	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					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Туда								
Обратно								
Итого по участку 1								
.								
.								
.								
Всего по дороге за год								

Таблица 2.6.

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

Участок на дороге №	Во всех категориях			В сборных						В сквозных				
				Груженых			Порожных						Всего	
	Груженых	Порожных	Всего	Погрузка + выгрузка, тыс. ваг.	Масса вагона брутто, т	Тонно-километры брутто	/Погрузка/ + /Выгрузка/, тыс. ваг.	Масса тары вагона, т	Тонно-километры брутто	Груженых	Порожных	Всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Туда														
Обратно														
Итого по участку 1														
.														
.														
.														
Всего по дороге за год														

Таблица 2.7.

Определение величины поездо-километров по категориям поездов дороги

Участок на дороге №	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.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Туда												
Обратно												
Итого по участку 1												
.												
.												
.												
Всего по дороге за год												

Таблица 2.8.

Определение линейного пробега локомотивов дороги

Участок по дороге №	Во главе поезда, тыс. поездо-км			В одиночном следовании	Линейный пробег
	Туда	Обратно	Всего		
1	2	3	4	5	6
Итого за год					

Таблица 2.9.

Определение суточных размеров движения по участкам дороги

Уча- сток на дороге №	Про- тя- жен- ность участ ка, км	Поездо-км в год, тыс			Количество поездов в год, ед			Количество поездов в сутки, ед			Всего
		Сбор ных	Скво- зных по- рож- ных	Скво- зных гру- же- ных	Сбор ных	Скво- зных по- рож- ных	Скво- зных гру- же- ных	Сбор- ных	Сквоз- ных порож- ных	Сквоз- ных груже- ных	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Туда											
Обрат- но											
Итого по участку 1											
.											
Всего по до- роге за год											

Таблица 2.10.

Определение общего пробега локомотивов по участкам дороги

Вид пробега	Локомотиво-часы, тыс.	Локомотиво- километры, тыс.
1	2	3
1. Линейный пробег		
в т.ч. одиночное следование		
2. Условный пробег		
в т.ч. маневровая работа поездными локомотивами		
маневровая работа специальными локомотивами		
прочий условный пробег		
Всего общий пробег локомотивов за год		

Таблица 2.11.

Определение эксплуатируемого парка поездных локомотивов по участкам дороги

Участок на дороге №	Протяженность участка, км	Категория поезда			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 смены бригад, ч		Время простоя на станциях основного депо, ч		Время простоя на станциях оборотного депо, ч		Общая загрузка 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					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Таблица 2.12.

Определение затрат вагоно-часов в поездах по участкам дороги

Участок на дороге №	Общие вагоно-километры, млн.	Участковая скорость, км / ч	Вагоно-часы за год, тыс.	Вагоно-часы за сутки, ед.
1	2	3	4	5
Всего по дороге за год				

Таблица 2.13.

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

Участок и станция на дороге №	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	Со сдвоенными операциями	С одиночными операциями	Всего	Со сдвоенными операциями	С одиночными операциями	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Таблица 2.14.

Определение числа транзитных вагонов, следующих через станции дороги

Станция дороги №	Общее количество вагонов, тыс.	В том числе	
		Местных	Транзитных
1	2	3	4
Всего по дороге за год			

Таблица 2.15.

Определение затрат вагоно-часов на технических станциях дороги

Станция дороги №	Количество транзитных вагонов за год, тыс.	Норма простоя одного транзитного вагона, ч	Вагоно-часы за год, тыс.	Вагоно-часы за сутки, ед.
1	2	3	4	5
Всего по дороге за год				

Таблица 2.16

Качественные показатели работы локомотивного парка дороги

Наименование показателя	Формула расчета	Плановая величина
1	2	3
1. Масса поезда брутто, т	$Q_{\text{бр}} = \frac{\sum Pl_{\text{гр}}}{\sum NS}$	
2. Эксплуатируемый парк поездных локомотивов, ед	$M_{\text{э}} = \frac{\sum Mt_{\text{сум}}}{24}$	
3. Среднесуточный пробег поездных локомотивов, км.	$S_{\text{л}} = \frac{\sum MS_{\text{л}}}{365 \cdot M_{\text{э}}}$	
4. Среднее время оборота локомотивов, ч	$O_{\text{л}} = \frac{\sum Mt_{\text{сум}}}{N_{\text{пар}}^{\text{сут}}}$	
5. Суточная производительность локомотива, ткм брутто/лок.	$F_{\text{л.}} = \frac{\sum Pl_{\text{гр}}}{365 \cdot M_{\text{э}}} \quad \text{или}$ $F_{\text{л.}} = Q_{\text{бр}} \cdot S_{\text{л}} \cdot (1 - \beta') = \frac{Q_{\text{бр}} \cdot S_{\text{л}}}{1 + \beta''}$	

Индексы в формулах

Условные обозначения:

β' – доля вспомогательного линейного пробега в общей величине;

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

Таблица 2.17.

Качественные показатели работы вагонного парка дороги

Наименование показателя	Формула расчета	Плановая величина
1	2	3
1. Средняя динамическая нагрузка груженого вагона, т	$P_{zp} = \frac{\sum Pl_n}{\sum nS_{zp}}$	
2. Средняя динамическая нагрузка вагона рабочего парка, т	$P_{zp} = \frac{\sum Pl_n}{\sum nS_{общ}}$	
3. Средний вес вагона брутто, т	$q_{бр} = \frac{\sum Pl_{бр}}{\sum nS_{общ}}$	
4. Полное время оборота вагона, суток (час).	$O_{\epsilon} = \frac{n_{раб} \cdot 365}{U_{пор} + U_{прзр}}$ $O_{\epsilon} = \frac{R_n}{V_m} + \left(\frac{R_n}{V_{y\pm}} - \frac{R_n}{V_m} \right) + k_m \cdot t_{zp} + \frac{R_n}{L_{\epsilon}} \cdot t_{мex}$	
5. Полный рейс вагона, км.	$R_n = \frac{\sum nS_{общ}}{U_{пор} + U_{прзр}}$	
6. Грузенный рейс вагона, км	$R_{zp} = \frac{\sum nS_{zp}}{U_{пор} + U_{прзр}}$	
7. Процент порожнего пробега к груженому, км	$\alpha_{zp}^{пор} = \frac{\sum nS_{пор}}{\sum nS_{zp}} \cdot 100$ $\alpha_{zp}^{пор} = \frac{1}{1 - \alpha_{общ}^{пор}}$	
8. Средняя участковая скорость, км/час	$V_{уч} = \frac{\sum NS}{\sum Nt_{уч}}$	
9. Средняя техническая скорость, км/час	$V_m = \frac{\sum NS}{\sum Nt_{\delta\epsilon}}$	
10. Время нахождения вагонов в движении за оборот, час	$T_{\delta\epsilon} = \frac{R_n}{V_m}$	
11. Время нахождения вагона на промежуточных станциях за оборот, час	$T_{пр.ст} = \frac{R_{полн}}{V_{уч}} - \frac{R_{zp}}{V_{уч}}$	
12. Среднее время нахождения вагона под одной грузовой операцией, час	$\bar{t}_{zp} = \frac{\sum nt_{zp}}{\sum U_{пор} + \sum U_{выгр}}$	
13. Коэффициент местной работы, ед	$k_m = \frac{\sum U_{пор} + \sum U_{выгр}}{\sum U_{пор} + \sum U_{прзр}}$	
14. Время нахождения вагона под грузовыми операциями за оборот, час	$T_{zp} = \bar{t}_{zp} \cdot k_m$	

15. Среднее время нахождения вагона на одной технической станции, час.	$t_{mex} = \frac{\sum n t_{mex}}{\sum U_{mp}}$	
16. Вагонное плечо, км.	$L_{\epsilon} = \frac{\sum n S_{zp} + \sum n S_{nop}}{\sum U_{mp}}$	
17. Число технических станций, проходимых вагоном за оборот, ед.	$k_{mex} = \frac{R_n}{L_{\epsilon}}$	
18. Время нахождения вагонов на технических станциях за оборот, час.	$T_{mex} = \frac{R_n}{L_{\epsilon}} \cdot t_{mex}$	
19. Среднесуточный пробег вагона, км.	$S_{\epsilon} = \frac{\sum n S_{zp} + \sum n S_{nop}}{365 \cdot n_{pab}}$	
20. Суточная производительность (выработка) вагона рабочего парка, ткм. нетто/ваг (Р _{гр} – дин. нагрузка гружёного вагона)	$F_{\epsilon} = \frac{\sum P l_n}{365 \cdot n_{pab}}$ <p>или по аналитической формуле:</p> $F_{\epsilon} = \frac{P_{zp} \cdot S_{\epsilon}}{1 + \alpha_{zp}^{nop}} = P_{zp} \cdot S_{\epsilon} (1 - \alpha_{\text{оби}}^{nop})$	

Учебно-методическое издание

Терёшина Наталья Петровна

Епишкин Илья Анатольевич

Жаков Владимир Владимирович

Экономика железнодорожного транспорта

Методические указания к курсовому проектированию

Подписано в печать

Заказ №

Формат

Усл.-п.л.-

Тираж 50 экз.
