

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

26/52/7

**Одобрено кафедрой
«Экономика, финансы
и управление на транспорте»**

ЭКОНОМИКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

**Задание на курсовой проект
с методическими указаниями
для студентов VI курса**

специальности

**080502 ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ
(ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ) (Э)**

РОАТ

Москва – 2009

Составитель – д-р экон. наук, проф. Л.В. Шкурина

Рецензент – доц. Г.Н. Гукова

ЭКОНОМИКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Задание на курсовой проект с методическими указаниями

Редактор Г. В. Тимченко

Корректор В. В. Игнатова

Компьютерная верстка Е. В. Ляшкевич

Тип. зак.	Изд. зак. 182	Тираж 700 экз.
Подписано в печать 05.08.09	Гарнитура NewtonC	Ризография
Усл. печ. л. 2,25		Формат 60×90 1/16

Издательский центр
Информационно-методического управления РОАТ,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати
Информационно-методического управления РОАТ,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

© **Московский государственный университет путей сообщения, 2009**

ЦЕЛЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект предусматривает разработку плана работы подвижного состава на отделении железной дороги. Его задача — помочь студентам в освоении практики технико-экономических расчетов, связанных с планированием эксплуатационной работы подвижного состава. Для сокращения объема вычислений заданное отделение железной дороги включает только два участка, но это не меняет метода ведения плановых расчетов. Студент должен уметь рассчитывать на основе полученных объемных и качественных показателей конечные экономические показатели — себестоимость перевозок и эксплуатационные расходы, а также экономический эффект в результате улучшения отдельных качественных показателей использования подвижного состава.

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Курсовой проект состоит из четырех взаимосвязанных разделов, в которых требуется:

- определить объем перевозок (прием и выгрузку) строительных грузов при помощи средней статической нагрузки;
- составить план погрузки и выгрузки, приема и сдачи вагонов;
- построить схему вагонопотоков груженых вагонов, рассчитать густоту движения и пробег груженых вагонов по отделению;
- построить годовой баланс порожняка и схему вагонопотоков порожних вагонов по отделению;
- рассчитать густоту движения и пробег порожних вагонов;
- на основе исходных и расчетных данных определить грузооборот нетто (эксплуатационные тонно-километры) и грузооборот брутто (тонно-километры брутто), поездо-километры, пробеги локомотивов, размеры движения в поездах;
- определить потребный парк локомотивов и качественные показатели их использования;

- рассчитать рабочий парк вагонов и качественные показатели их использования;
- рассчитать себестоимость грузовых перевозок и эксплуатационные расходы;
- провести исследования экономической эффективности от улучшения качественных показателей использования подвижного состава.



Рис. 1. Схема участков отделения дороги

Перед выполнением курсового проекта студент должен обратить внимание на правильность выбора своего варианта исходных данных.

План перевозки сухогрузов и нефти (погрузка, выгрузка, прием и сдача) задан одинаковым для всех вариантов (табл. 2 и 7).

План приема и выгрузки строительных грузов (табл. 3), качественные показатели использования подвижного состава на отделении железной дороги (табл. 6) принимаются по последней цифре шифра зачетной книжки студента.

Вариант длины участков, входящих в состав отделения железной дороги (рис. 1), выбрать по первой букве фамилии студента (табл. 1).

Варианты распределения перевозок строительных грузов по типам вагонов (табл. 4) и изменения качественных показателей работы подвижного состава для определения экономической эффективности от улучшения его работы (табл. 5) принять по последней цифре шифра.

Среднюю статическую нагрузку для определения плана перевозок строительных грузов в вагонах рассчитать на основе данных о типах вагонов, используемых для их перевозки, и технических норм загрузки вагонов.

Размеры приема сухогрузного порожняка по станции В принимаются 20% от суммы сдачи груженых вагонов по этой же станции на соседние отделения дороги и цистерн – соответственно 80% от числа сданных в груженом состоянии.

Состав порожнего поезда для всех вариантов принять исходя из длины приемо-отправочных путей (1050 м), длины локомотива (50 м) и длины вагона (16 м).

В расчетах принять, что в течение всего времени простоя сборного поезда на промежуточных станциях локомотив занят маневровой работой.

По действующим нормам 1 ч маневровой работы приравнивается к 5 км условного пробега, а 1 ч простоя локомотивов – к 1 км условного пробега.

При выполнении задания расчеты следует вести в том порядке, в котором помещены в задании формы рекомендуемых таблиц. Систематизация расчетов в таблицах обязательна. Все расчеты необходимо вести в физических вагонах. Объемные показатели работы вагонов и локомотивов, а также густоту движения вагонов по участкам принимают в тысячах (с округлением до целых тысяч). Нагрузку на вагон (статическую, динамическую) и другие качественные показатели рассчитать с точностью только до десятых долей.

Расчеты по курсовому проекту необходимо выполнять в приведенном ниже порядке, при соблюдении которого устанавливается логическая последовательность, все последующие расчеты базируются на предшествующих.

Таблица 1

Длина участков, км

Участок	Вариант									
	А, Г, Н	Б, З, Л	Д, Е, М, Ю	К	П, Р, Ш, Щ	С, Я	Ж, Ч, Э	И, В	Т, О	У, Ф, Х, Ц
А–Б	242	230	240	245	250	255	258	260	264	270
Б–В	253	250	260	265	270	275	280	285	295	300

Таблица 2

План перевозок отделения дороги, тыс. вагонов в год

Станция или участок	Погрузка (+)				Выгрузка (-)			
	Строительные грузы	Остальные сухогрузы	Нефть	Всего	Строительные грузы	Остальные грузы	Нефть	Всего
А	–	25	–	25	–	70	7	–
А – Б	–	15	–	15	–	20	5	–
Б – А	–	20	–	20	–	30	–	–
Б	–	40	–	40	–	40	10	–
Б – В	–	35	–	35	–	15	12	–
В – Б	–	22	–	22	–	30	–	–
В	–	30	–	30	–	150	30	–
ИТОГО	–	187	–	187	–	355	64	–

Таблица 3

**План приема и выгрузки минеральных
строительных грузов, тыс. т в год**

Станция и участки	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	Прием									
	3600	3800	4000	4800	5200	6000	4500	4200	5600	6900
	Выгрузка									
А	400	360	350	500	470	600	445	390	480	650
А–Б	300	700	320	430	480	530	390	370	350	500
Б	700	500	490	520	540	570	480	470	680	500
Б–В	450	240	200	280	370	450	310	260	380	400
В	380	300	320	450	600	550	420	400	610	700

Таблица 4

**Распределение перевозок минеральных строительных грузов
по типам вагонов γ_i , %**

Вариант	4-осные		8-осные
	полувагоны	платформы	полувагоны
1	43	55	2
2	38	57	5
3	37	60	3
4	41	58	1
5	35	62	3
6	32	66	2
7	29	67	4
8	30	68	2
9	36	61	3
0	40	57	3

Таблица 5

**Варианты изменения качественных показателей
эксплуатационной работы (для определения экономического
эффекта в результате улучшения использования
подвижного состава)**

Показатель	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Увеличение динамической нагрузки груженого вагона, т	1	0,1	—	0,5	1,5	—	2,0	0,4	—	0,2
Уменьшение коэффициента общего вспомогательного пробега локомотивов, ед.	0,01	—	—	—	—	—	—	—	0,015	—
Снижение коэффициента порожнего пробега вагонов, %	—	1	2	3	—	4	—	—	—	2,5
Увеличение массы поезда брутто, т	—	20	—	60	15	50	40	10	30	—
Увеличение среднесуточного пробега вагонов, км/сут	15	—	10	—	20	—	—	—	—	5
Увеличение среднесуточного пробега локомотивов, км/сут	—	—	25	—	—	30	20	15	10	—
Вид тяги	э	э	э	э	т	э	т	т	т	т

**Качественные показатели использования подвижного состава,
необходимые для расчета эксплуатационного плана**

Показатель	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Средний вес груженого поезда $Q_{бр}$, т брутто	3500	3200	2900	3000	3100	2800	3600	3300	2950	3150
Техническая скорость V_T км/ч: сквозных поездов*	55	59	58	61	60	63	60,5	57	55,8	54
одиночных поездов	65	69	68	72	71	74	71,4	67	65,8	63,7
Участковая скорость $V_{уч}$ км/ч, сквозных поездов	40	43,8	42,1	44	43,9	45,6	43,4	41,0	40,2	38,9
сборных поездов	23	25	24	26	24,5	27	26,2	22,4	22	21
одиночных поездов	55	58	57,5	61	60	63	60,7	57	56	54
Норма простоя локомотивов в пунктах оборота (на пару поездов), ч	2	1,8	2,2	1,6	1,7	1,5	1,8	2,2	1,7	2,4
Норма простоя локомотивов на станции основного депо с заходом в депо (на пару поездов), ч	2,9	2,8	3,0	2,6	2,7	2,2	2,3	3,1	2,4	3,2
Норма простоя локомотивов в пунктах смены бригад в расчете на пару поездов, ч	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Парк специально-маневровых тепловозов	15	18	14	12	19	20	13	17	21	16
Норма простоя вагонов под грузовыми операциями $t_{го}$, ч: одиночная	17	16	14	13	15	19	12	18	12,6	14,5
случайная	25	24	21	19,5	22,5	28	18	27	18,9	22

* Техническую скорость сборных поездов принять на 10% ниже технической скорости сквозных поездов

Показатель	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Норма простоя вагонов на технической станции $t_{тс}$, ч:										
А	4,1	4,3	4,2	4,5	4,0	4,4	4,8	4,6	4,7	5,0
Б	4,0	4,4	4,6	4,7	4,5	4,2	4,2	4,9	4,8	4,6
В	4,5	4,2	4,1	4,3	4,2	4,4	4,6	4,3	4,9	4,7
Динамическая нагрузка $P_{дин}^{гр}$, т	38/41	40/43	39/40	41/42	37/39	43/42,4	44/42,5	40,5/39,8	42/41,5	42,4/40,6
Средняя масса тары вагона q_p , т	21	21,2	21,5	22,3	21,6	22	21,4	21,8	21,9	22,1
Средняя статическая нагрузка по минерально-строительным грузам $P_{ст}$, т:										
для 8-осных полувагонов	126	122	120	124	128	125	123	124	119	125
для 4-осных полувагонов	63	62	68	67	64	63	65	63	64	63
для 4-осных платформ	43	45	34	38	36	40	42	37	41	39
Норма расхода электроэнергии для тяги поездов на 10^4 т·км брутто, кВт·ч	120	125	130	117	—	115	—	—	—	—
Норма расхода дизельного топлива для тяги поездов на 10^4 т·км брутто, кг	—	—	—	—	45,2	—	46	44,5	45,0	45,6

** Числитель – туда(А-Б-В), знаменатель–обратно (В-Б-А)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

I. Расчет показателей объема работы подвижного состава

Размеры приема и выгрузки строительных грузов по станциям отделения приведены в табл. 3. Для определения перевозки в вагонах необходимо рассчитать среднюю статическую нагрузку вагона по формуле:

$$\bar{P}_{\text{ст}} = \frac{100}{\frac{\gamma_1}{P_1} + \frac{\gamma_2}{P_2} + \frac{\gamma_3}{P_3}},$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ — удельный вес вагона i -го типа, %, (табл. 4);

P_1, P_2, P_3 — средняя статическая нагрузка по минеральным строительным грузам на вагон i -го типа (табл. 6).

На основании средней статической нагрузки рассчитывается прием грузов по станции А:

$$n_{\text{прием}} = \frac{\sum P_{\text{прием}}}{P_{\text{ст}}},$$

где $P_{\text{прием}}$ — прием минеральных строительных грузов, тыс. т.

Аналогично рассчитывается выгрузка строительных грузов по станциям А, Б и В:

$$n_{\text{выгр}} = \frac{\sum P_{\text{прибытие}}}{P_{\text{ст}}}.$$

Полученные данные необходимо занести в табл. 2.

Далее определяется объем приема и сдачи груженых вагонов по станциям А и В, являющимися стыковыми с другими отделениями. Расчет ведется в табл. 7 (цифры, приведенные в табл. 7 до расчета по минеральным строительным грузам, одинаковы для всех вариантов).

Для проверки правильности полученных результатов рассчитывается работа отделения за год:

$$U_{\text{год}} = \sum n_{\text{прием}} + \sum n_{\text{погр}} = \sum n_{\text{сдача}} + \sum n_{\text{выгр}}.$$

Прием и сдача принимаются только по стыковым станциям отделения А и В, погрузка и выгрузка – по всем станциям и участкам.

Таблица 7

План приема и сдачи груженых вагонов, тыс. вагонов в год

Стыковой пункт	Прием с других отделений				Сдача на другие отделения			
	Строительных грузов	Сухогрузов (без строительных грузов)	Нефти	Всего	Строительных грузов	Сухогрузов (без строительных грузов)	Нефти	Всего
Станция А		1100	100			682		
Станция Б		700				950	36	
ИТОГО		1800	100			1632	36	

Наличие этих данных позволяет определить суточную работу отделения:

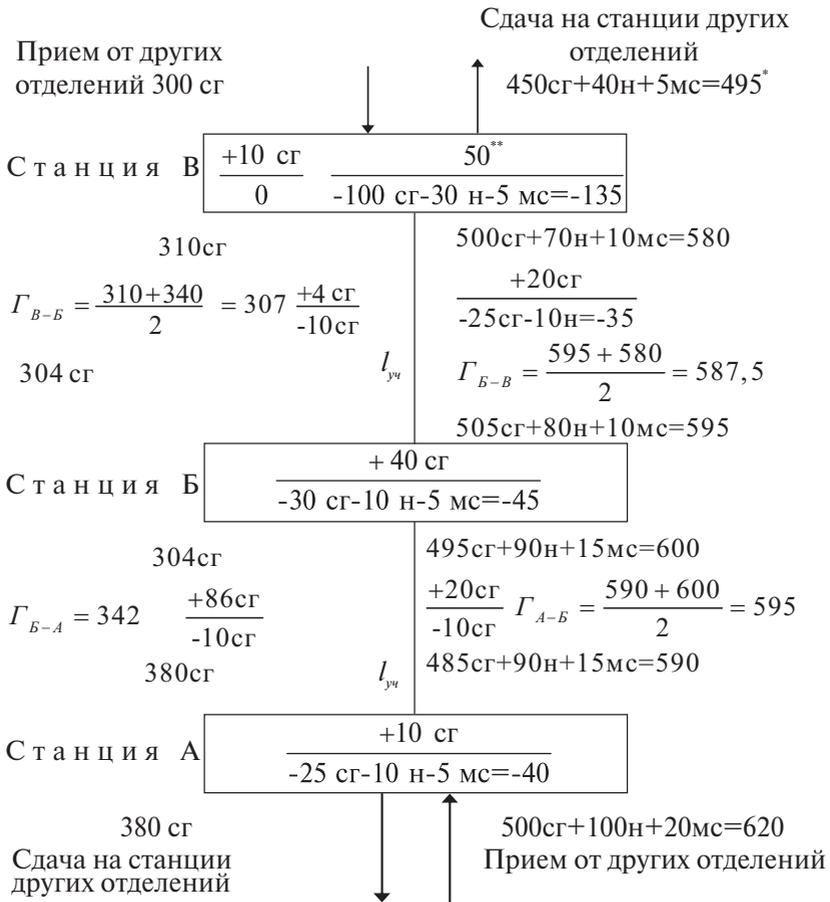
$$U_{\text{сут}} = \frac{\sum n_{\text{прим}} + \sum n_{\text{погр}}}{365} \quad \text{или} \quad U_{\text{сут}} = \frac{\sum n_{\text{сдача}} + \sum n_{\text{выгр.}}}{365}.$$

Составляется одна схема для трех родов грузов (сухогрузы, нефть, минеральные строительные грузы). Вагонопотоки по видам грузов и суммарный необходимо записать разными цветами, стрелками показать направление вагонопотоков, прием от других отделений и сдачу на другие отделения отразить только по стыковым станциям А и В, погрузку (отправление) и выгрузку (прибытие) – на станциях А, Б, В и станциях участков А–Б и Б–В.

Погрузку (отправление) следует записывать со знаком (+), а выгрузку (прибытие) – со знаком (–). Густота движения вагонов G определяется по участкам и направлениям (А–Б, Б–В, В–Б, Б–А) как средняя арифметическая величина между отправлением с одной участковой станции и прибытием на соседнюю. Среднюю густоту вагонопотоков по каждому участку (туда и обратно) занести в табл. 8 и затем рассчитать пробеги груженых вагонов.

Схема 1 (пример)

Схема вагонопотоков грузеных вагонов по отделению, тыс. ваг



*сг – сухогрузы, н – нефть, мс – минеральные строительные грузы.

** В числителе показано отправление грузов (+), в знаменателе – прибытие (-).

Пробеги порожних вагонов по отделению образуются из пробегов местного порожняка и пробегов порожняка, следующего по регулировочным заданиям. Для определения пробега местного порожняка построить баланс порожних вагонов с целью выявления его избытка или недостатка по видам вагонов на каждой станции на каждом участке.

Таблица 8

Густота движения по участкам и пробег груженных вагонов

Участок	Протяженность участка, км	Густота движения, тыс. вагонов		Пробег вагонов, тыс. вагоно-км	
		туда	обратно	туда	обратно
А–Б Б–В					
Итого по отделению	$\Sigma=...$	Расчет	Расчет	$\Sigma=...$	$\Sigma=...$

Для упрощения расчетов принимается, что сухогрузные вагоны всех типов, освобождающиеся из-под груза на станциях и участках отделения, являются взаимозаменяемыми и здесь используются под погрузку в меру потребности в порожних вагонах. Все цистерны, освобождаемые на отделении, следуют в порожнем состоянии в обратном направлении.

Годовой баланс порожних вагонов разрабатывается по форме табл. 9.

Данные о погрузке и выгрузке приведены в табл. 2.

Если выгрузка преобладает над погрузкой, то на станции или участке образуется излишек порожних вагонов, и наоборот. В соответствии с исходными данными сухогрузный регулировочный порожняк принимается по станции В в размере, равном 20 % от суммы сданных груженных вагонов, а цистерны – соответственно 80 %. Тогда в нашем примере по схеме 1 прием порожних вагонов по станции В составит $455 \cdot 0,2=91$ тыс. вагонов, а цистерн – $40 \cdot 0,8=32$ тыс. вагонов.

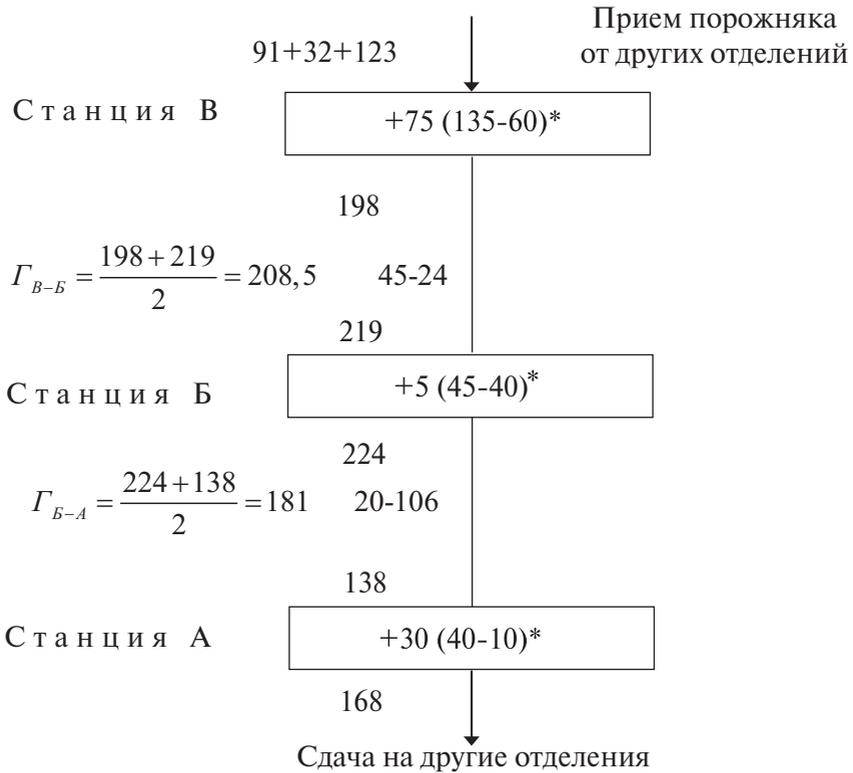
Таблица 9

Построение годового баланса порожних вагонов по отделению, тыс. вагонов/год

Станция или участок	Сухогрузы (включая строительные грузы)			Наливные грузы		
	По-грузка	Вы-грузка	Избыток (+), недостаток (-)	По-грузка	Вы-грузка	Избыток (+), недостаток (-)
А А–Б Б–В В						
Итого						

Схема 2 (пример)

**Схема вагонопотоков порожних вагонов по отделению,
тыс. вагонов**



* Данные взяты из схемы 1.

На основании данных табл.9 и размеров приема регулируемого порожняка составляется схема густоты движения порожних вагонов на отделении без подразделения по видам (схема 2). Весь порожняк следует только в направлении В—Б—А.

Необходимо густоту порожних вагонопотоков по каждому участку занести в табл. 10 и рассчитать пробеги порожних вагонов на отделении.

Таблица 10

Густота движения по участкам и пробег порожних вагонов

Участок	Протяженность участка, км	Густота движения, тыс. вагонов	Пробег вагонов, тыс. вагонов
В–Б Б–А			
Итого	Σ	Расчет	Σ

На основе схем 1 и 2 следует рассчитать величину приема груженых и порожних вагонов с соседних отделений и сдачу на соседние отделения и занести эти данные в табл. 11.

Таблица 11

Прием и сдача груженых и порожних вагонов, тыс. вагонов в год

Стыковые пункты	Прием вагонов		Сдача вагонов	
	груженых	порожных	груженых	порожных
Станция А Станция В				
Итого	Σ	Σ	Σ	Σ

Затем, используя данные табл. 8 и 10, определяется общая густота и общий пробег груженых и порожних вагонов на отделении.

Таблица 12

Расчет общей густоты движения вагонов по участкам и общего пробега вагонов

Участок	Протяженность участка, км	Густота движения, тыс. вагонов			Пробег вагонов, тыс. вагоно-км		
		груженых	порожных	Всего	груженых	порожных	Всего
А–Б Б–А							
Итого							
В–Б Б–В							
Итого							
Всего по отделению							

После определения пробега вагонов на отделении и работы отделения рассчитывается полный рейс вагона l_0 , который

складывается из груженого и порожнего рейсов и рассчитывается по формулам:

$$l_0 = \frac{\sum nS_0}{U_{\text{год}}};$$

$$l_{\text{гр}} = \frac{\sum nS_{\text{гр}}}{U_{\text{год}}};$$

$$l_{\text{пор}} = \frac{\sum nS_{\text{пор}}}{U_{\text{год}}},$$

где $\sum nS_0$, $\sum nS_{\text{гр}}$, $\sum nS_{\text{пор}}$ – пробег вагонов соответственно общий, груженный, порожний, тыс. вагоно-км.

Для проверки можно использовать формулу

$$l_0 = l_{\text{гр}} + l_{\text{пор}}.$$

Далее рассчитывается коэффициент порожнего пробега вагонов к груженому пробегу вагонов $\alpha_{\text{гр}}$ и к общему пробегу вагонов α_0 по формулам:

$$\alpha_{\text{гр}} = \frac{\sum nS_{\text{пор}}}{\sum nS_{\text{гр}}};$$

$$\alpha_0 = \frac{\sum nS_{\text{пор}}}{\sum nS_0}.$$

Среднюю динамическую нагрузку груженого вагона $P_{\text{дин}}^{\text{гр}}$ по отделению можно рассчитать, используя данные табл. 13:

$$P_{\text{дин}}^{\text{гр}} = \frac{\sum Pl_3}{\sum nS_{\text{гр}}}.$$

Динамическая нагрузка на рабочий вагон

$$P_{\text{дин}}^{\text{раб}} = \frac{\sum Pl_3}{\sum nS_0}.$$

Далее рассчитать объем грузовых перевозок в эксплуатационных тонно-километрах нетто (табл. 3).

Расчет эксплуатационных тонно-километров (нетто), млн т·км

Участок	Протяженность участка, км	Пробег груженых вагонов, тыс. вагоно-км*	Динамическая нагрузка,** т/вагон	Тонно-километры нетто $\sum Pl_3$, млн т·км
А–Б				
Б–А				
Итого				
Б–В				
В–Б				
Итого				
Всего по отделению				

* Данные взять из табл. 12.

** Данные взять из табл. 6.

По результатам табл. 13 определяется средняя густота грузопотока G (грузонапряженность) на отделении

$$G = \frac{\sum Pl_3}{L_3},$$

где L_3 – эксплуатационная длина отделения железной дороги, км.

Полученное значение грузонапряженности сравнивается со среднесетевыми данными и дается заключение о степени интенсивности использования технических средств.

Тонно-километры брутто учитывают пробег груза (тонно-километры нетто) и тары вагонов (тонно-километры тары груженых и порожних вагонов) и определяют объем работы локомотивов.

Тонно-километры брутто можно определить по формуле:

$$\sum Pl_{бр} = \sum Pl_3 + \sum nS_0q_t,$$

где q_t – масса тары вагона, т.

Расчет тонно-км брутто необходимо произвести по форме табл. 14.

Таблица 14

Определение тонно-км брутто, т · км брутто

Участок	Тонно-километры нетто, млн	Вагоно-километры, тыс. вагоно-км		Вес тары на вагон *	Тонно-километры тары груженых вагонов, млн т · км	Тонно-километры брутто груженых вагонов, млн т · км	Тонно-километры тары порожних вагонов, млн т · км	Тонно-километры брутто общие $\sum Pl_{бр}$, млн т · км
		груженых вагонов	порожных вагонов					
А–Б								
Б–А								
Итого								
Б–В								
В–Б								
Итого								
Всего по отделению								

* Данные взять из табл. 6.

На основании данных табл. 14 рассчитывается коэффициент брутто

$$K_{бр} = \frac{\sum Pl_{бр}}{\sum Pl_{э}}$$

Для определения пробегов поездов в поездо-км следует рассчитать средний вес порожнего поезда

$$Q_{пор} = q_{т} \cdot m_{ср}$$

Состав поезда $m_{ср}$ можно определить делением средней длины приемо-отправочных путей за вычетом длины локомотива на среднюю длину вагона (см. исходные данные).

Средний вес брутто груженых поездов по вариантам принять из табл. 6.

Расчет пробега поездов следует произвести в табл. 15.

Определение пробега грузовых поездов

Участок	Протяженность участка, км	Тонно-километры брутто, млн т · км		Грузовые поезда		Порожние поезда		Общие поезде-километры $\sum NS_o$, тыс. поезде-км
		грузовых вагонов	порожних вагонов	Вес поезда $Q_{гр}$, т	Поездо-километры $\sum NS_{гр}$, тыс. поезде-км	Вес поезда $Q_{пор}$, т	Поездо-километры $\sum NS_{пор}$, тыс. поезде-км	
А–Б Б–А В–В В–Б								
Всего по отделению	Σ	Σ	Σ	Расчет	Σ	Расчет	Σ	Σ

Далее следует произвести расчет линейного пробега локомотивов, который складывается из пробега локомотивов во главе поездов (соответствует поезде-километрам) и одиночного следования. Пробеги поездных локомотивов в одиночном следовании при отсутствии двойной тяги и подталкивания равны разнице между пробегами поездов «туда» и «обратно».

Расчет линейного пробега локомотивов осуществляется в табл. 16.

Определение линейного пробега поездных локомотивов

Участок	Пробег локомотивов во главе поездов, тыс. локомотиво-км			Локомотиво-километры одиночного следования $\sum mS_{ос}$, тыс. локомотиво-км	Линейный пробег локомотивов $\sum mS_{лп}$, тыс. локомотиво-км
	туда	обратно	всего $\sum NS_{гл}$		
А–Б Б–В					
Итого по отделению	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ

На основании данных табл. 16 рассчитывается:

- коэффициент вспомогательного линейного пробега локомотивов к пробегу во главе поездов

$$\beta_{л} = \frac{\sum mS_{oc}}{\sum NS_{гл}};$$

- коэффициент использования локомотивов

$$K_{л} = \frac{\sum NS_{гл}}{\sum mS_{л}}.$$

Расчет размера движения в поездах по участкам отделения и направлениям составляется в табл. 17.

Для расчета пробега сборных поездов учитываются объемы местной работы из табл. 2, 3, 9.

При определении количества сборных поездов условно принять, что пробеги сборных поездов составляют:

на уч. А–Б (туда) – 3-4% от поездо-км груженых поездов;

на уч. А–Б (обратно) – 1,2-1,6% от поездо-км груженых поездов и 4-6% от поездо-км порожних поездов;

на уч. Б–В (туда) – 2,5-3% от поездо-км груженых поездов;

на уч. Б–В (обратно) – 1,2-1,8% от поездо-км груженых поездов и 2-2,5% от поездо-км порожних поездов.

Например, на уч. А–Б (туда) $\sum NS_{гр}$ составляет 4465 тыс. поездо-км в год, на уч. Б–А (обратно) – 2677 тыс. поездо-км в год и $\sum NS_{пор}$ – 1468 тыс. поездо-км. Тогда на уч. А–Б пробеги сборных поездов будут равны:

$$\sum NS_{сб}^{гр} (А-Б) = 4465 \cdot 0,03 = 134 \text{ тыс. поездо-км};$$

$$\sum NS_{сб}^{гр} (Б-А) = 2677 \cdot 0,016 = 43 \text{ тыс. поездо-км};$$

$$\sum NS_{сб}^{пор} (Б-А) = 1468 \cdot 0,06 = 88 \text{ тыс. поездо-км}.$$

**Определение суточных размеров движения в поездах,
по участкам и направлениям (пример)**

Участок	Протя- женность участка, км	Поездо-киломе- тры за год, тыс. поездо-км				Поездо-киломе- тры за сутки, тыс. поездо-км				Количество поездов в сутки			
		сборных	сквозных порожних	сквозных грузеных	грузеных	сборных	сквозных порожних	сквозных грузеных	грузеных	сборных	сквозных порожних	сквозных грузеных	грузеных
А–Б	220	134	–	4331	367,1	–	11865,7	1,7	–	53,9	55,6		
Б–А	220	131	1380	2634	358,9	3780,8	7216,4	1,6	17,2	32,8	51,6		
Б–В													
В–Б													
Итого													

После этого скорректировать пробеги поездов различных категорий. На уч. А–Б (туда) они составят: сборных – 134, сквозных грузеных – $4465 - 134 = 4331$ тыс. поездо-км; на уч. Б–А (обратно): сборных $43 + 88 = 131$ тыс. поездо-км, сквозных порожних $1468 - 88 = 1380$ тыс. поездо-км, сквозных грузеных $2677 - 43 = 2634$ тыс. поездо-км.

Количество поездов в сутки определяется в результате деления поездо-километров пробега поездов в сутки на протяженность участка. Пример расчетов приведен в табл. 17.

II. Расчет качественных показателей использования локомотивного парка

Потребный эксплуатируемый парк локомотивов определяется подсчетом суммарного времени работы локомотива на передвижение поездов, на стоянки на промежуточных станциях, на стоянки в пунктах основного (станция Б) и оборотного депо (станция А), в пунктах смены локомотивных бригад.

Эксплуатируемый парк локомотивов определяется по формуле:

$$m_3 = \frac{\sum mh}{24},$$

где $\sum mh$ — сумма локомотиво-часов в движении, времени простоя на промежуточных станциях, в пунктах смены бригад и на станциях основного, оборотного депо и станциях смены локомотивных бригад.

Время, затрачиваемое локомотивами в движении, равно длине участка, деленной на техническую скорость V_T , а время нахождения на участке — длине участка, деленной на участковую скорость $V_{уч}$.

Разница во времени нахождения локомотива на участке и в движении соответствует простоям локомотивов на промежуточных станциях. Скорость для различных видов поездов неодинакова (см. табл. 6), поэтому необходимо затраты времени локомотивов определить отдельно для сквозных и сборных поездов, а также для одиночных локомотивов.

Время простоя на станциях основного и оборотного депо и в пункте смены бригад равно норме простоя на одну пару поездов (см. табл. 6), умноженной на количество поездов и деленной на 2.

Для сокращения расчетов можно в табл. 18 указать норму простоя на один поезд, т.е. норму на одну пару поездов, деленную на 2.

Количество одиночных локомотивов, следующих по участку в сутки, определить как разницу между числом поездов «туда» и числом поездов «обратно» (см. табл. 17).

В нашем примере на участке А–Б число сквозных поездов в сутки составляет $53,9+17,2+32,8=103,9$, число одиночных локомотивов — $55,6-51,6=4$, число сборных — $1,7+1,6=3,3$.

Итого по участку 111,2 поездов, т.е. удвоенное количество числа поездов в максимальном груженом направлении ($55,6 \cdot 2 = 111,2$). Эти данные запишем в табл. 18 как пример расчета.

При определении времени простоя локомотивов на станциях, где расположены депо и в пунктах смены бригад следует исходить из их размещения на отделении по принятой схеме (см. рис. 1).

При следовании по участку А–Б поездные локомотивы будут простаивать в оборотном депо на станции А (смена бригад,

ожидание поездов) и в основном депо на станции Б (с заходом в депо). При следовании по участку Б–В поездные локомотивы будут простаивать на станции В (пункт смены бригад).

В решенном примере (табл. 18) на участке А–Б сумма локомотиво-часов составит $569,13+111,2+122,32=802,65$ ч, эксплуатируемый парк составит $802,65:24=33,44$ локомотивов сутки.

Аналогично производится расчет и по участку Б–В. Затем все количественные показатели суммируются по отделению в целом, а качественные – рассчитываются.

Например, техническую и участковую скорости следует рассчитать делением поездо-километров в сутки $\sum NS_{\text{гл}}$ соответственно на время в чистом движении и на общее время нахождения поездов на отделении. В нашем примере для участка А–Б:

$$V_{\text{т}} = \frac{(103,9 + 3,3)220}{415,6 + 14,65} = 54,81 \text{ км/ч};$$

$$V_{\text{уч}} = \frac{(103,9 + 3,3)220}{521,58 + 31,55} = 42,64 \text{ км/ч}.$$

Аналогично рассчитывается скорость движения поездов по участку Б–В и отделению в целом.

Работу специально-маневровых локомотивов и маневровую работу поездных локомотивов сборных поездов рассчитывают в локомотиво-часах, а для определения общего пробега локомотивов $\sum mS_0$ эти виды работ выражают в локомотиво-километрах условного пробега.

Условный пробег можно определить исходя из принятого значения, когда 1 ч маневровой работы равен 5 км пробега, а 1 ч простоя – 1 км пробега.

В работе последовательно рассчитывается условный пробег поездных локомотивов на маневрах (все время нахождения сборных поездов на промежуточных станциях) и в горячем простое (на станциях основных и оборотных депо), а также условный пробег сквозных поездов и одиночных локомотивов на промежуточных станциях.

Таблица 19

Расчет условного пробега специально-маневровых локомотивов

Вид локомотивов	Парк локомотивов	Время работы в сутки, ч	Количество часов работы		Условный пробег в год, тыс. км (1 локомотиво-ч = 5 локомотиво-км)
			в сутки	в год	
Специально-маневровые локомотивы m_M		23,5	$m_M \cdot 23,5$	$m_M \cdot 23,5 \cdot 365$	$m_M \cdot 23,5 \cdot 365 \cdot 5$

Время работы в сутки специально-маневровых локомотивов принять 23,5 ч.

Условный пробег специально-маневровых локомотивов за время экипировки определяется по формуле:

$$\sum m S_{\text{усл}}^3 = m_M \cdot 0,5 \cdot 365 \cdot 1.$$

Полученные значения записываются в тыс. локомотиво-км и локомотиво-ч в строке прочий простой (условный пробег) – табл. 23.

Таблица 20

Маневровая работа и условный пробег поездных локомотивов (со сборными поездами) (пример)

Участок	Время нахождения сборных поездов на промежуточных станциях за сутки, ч*	Локомотиво-часы маневровой работы в год, ч	Локомотиво-километры условного пробега в год, тыс. (1 локомотиво-ч = 5 локомотиво-км)
А–Б	16,9	16,9·365 = 6168,5	
Б–В			
Итого			

* Данные берутся из табл. 18.

Таблица 21

Расчет условного пробега остальных поездных локомотивов (сквозных поездов и одиночных локомотивов) (пример)

Участок	Время простоя на промежуточных станциях в сутки, ч*	Локомотиво-часы простоя в год	Локомотиво-километры условного пробега в год, тыс. (1 локомотиво-ч = 1 локомотиво-км)
А–Б	105,98+2,48 = 108,46	108,46·365 = 39587,9	39,59
Б–В			
Итого			

* Время простоя сквозных поездов и одиночных локомотивов на промежуточных станциях берется из табл. 18.

Таблица 22

**Расчет условного пробега локомотивов, простаивающих
в пунктах смены бригад, основного и оборотного депо (пример)**

Участок	Время простоя локомотивов на станциях, локомотиво-ч*			Локомотиво-кило- метры условного пробега в год, тыс. (1 локомотиво-ч = 1 локомотиво-км)
	смены бригад	основного депо	оборотного депо	
А-Б Б-В Итого	—	111,2·365 = 40588	122,32·365 = 44646,8	40,588+44,647 = =82,235

* Данные берутся из табл. 18.

Данные табл. 16, 18-22 обобщаются в табл. 23.

Общий парк локомотивов определяется по формуле:

$$m_{\text{ч}} = m_{\text{э}} + m_{\text{м}}$$

Проверку правильности расчета работы локомотивов на от-
делении произвести по формуле:

$$m_{\text{ч}} = \frac{\sum mh_i}{24}$$

Таблица 23

Сводные данные о работе локомотивного парка на отделении

Вид работы	Локомотиво-часы в сутки	Локомотиво- километры за год
1. Поездная работа. Линейный пробег локомотивов.* В том числе одиночное следование		
2. Условный пробег. В том числе: — маневровая работа поездными локо- мотивами — маневровая работа специально-ма- невровыми локомотивами — прочий простой** (условный про- бег)		
Итого:	$\sum mh_i$	$\sum mS_0$

* Локомотиво-часы в чистом движении, включая одиночное следование, из табл. 18. Локомотиво-километры линейного пробега из табл. 16.

** Сумма итогов табл. 21, 22.

Если $m_3 + m_m = \frac{\sum mh_i}{24}$, то расчеты выполнены правильно.

Другие качественные показатели использования локомотивного парка определяется в следующем порядке.

Коэффициент общего вспомогательного пробега локомотивов β_0 , включая условный, к пробегу во главе поездов определяется:

$$\beta_0 = \frac{\sum mS_{oc} + \sum mS_{усл.}}{\sum NS_{гл.}}$$

Среднесуточный пробег локомотивов рассчитывается по формуле:

$$S_{л.} = \frac{\sum mS_{л.}}{365m_3}$$

Средний вес поезда брутто определяется:

$$Q_{бр}^{cp} = \frac{\sum Pl_{бр.}}{\sum NS_0}$$

Комплексным показателем эффективности использования локомотивов является их производительность $H_{л.}$, тыс. т·км брутто на один локомотив в сутки:

$$H_{л.} = \frac{Q_{бр}^{cp} \cdot S_{л.}}{1 + \beta_{л.}}$$

Для самопроверки рассчитывается производительность локомотива

$$H_{л.} = \frac{\sum Pl_{бр.}}{365m_3}$$

Все рассчитанные показатели использования локомотивного парка на отделении сводятся в табл. 24.

Показатели использования локомотивов

Показатель	Условное обозначение	Значение по плану
Средняя техническая скорость по отделению, км/ч	V_T	
Средняя участковая скорость, км/ч	$V_{уч}$	
Среднесуточный пробег локомотива, км/сут	S_L	
Коэффициент вспомогательного линейного пробега локомотивов	β_L	
Коэффициент общего вспомогательного пробега локомотивов	β_0	
Средний вес грузового поезда брутто, т	$Q_{бр}^{ср}$	
Производительность локомотива, тыс. т · км брутто на один локомотив в сутки	H_L	
Коэффициент участковой скорости	$K_{V_{уч}} = \frac{V_{уч}}{V_T}$	

III. Расчет качественных показателей использования грузовых вагонов

Расчет вагоно-часов под грузовыми операциями выполняется на основе данных табл. 9, схемы 1 (погрузка и выгрузка) и табл. 6 (нормы простоя под одиночными и двояными операциями).

Число двояных операций для вагонов под сухогрузы определяется, исходя из условий, что все вагоны, освобождающиеся из-под груза на станциях, можно здесь же использовать под погрузку. Результаты расчета оформляются в виде табл. 25 (см. приведенный в таблице пример расчета количества грузовых операций).

Таблица 25

Расчет среднего простоя под одной грузовой операцией (пример)

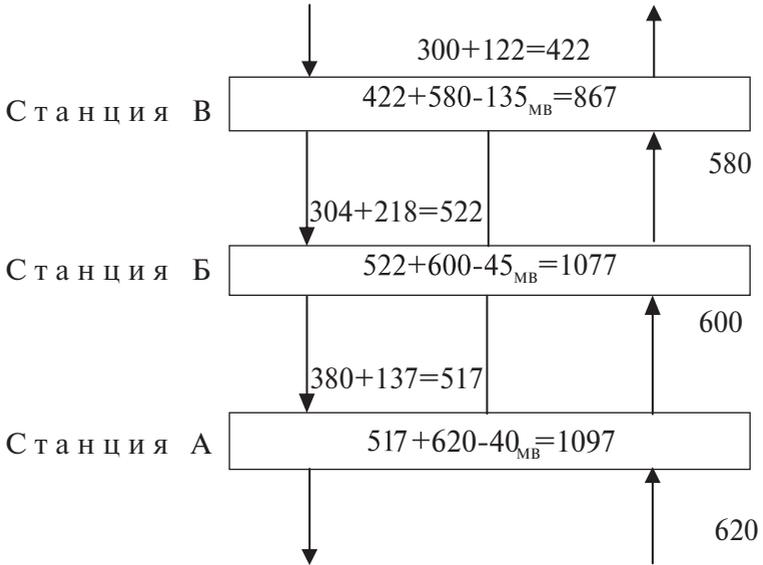
Участок или станция	Крытые и открытые вагоны, тыс. шт.		Цистерны, тыс. шт.		Число вагонов со сдвоенными операциями, тыс. шт.		Число вагонов с одиночными операциями, тыс. шт.		Норма простоя вагонов, ч, с операциями		Затраты вагоно-часов за год, тыс. вагоно-ч при операциях			Затраты вагоно-часов за сутки при операциях			
	поручка	выручка	поручка	выручка	крытые и открытые	цистерны	всего	крытые и открытые	цистерны	всего	одиночными	сдвоенными	всего	одиночными	сдвоенными	всего	
А	10	30	—	10	10	—	10	20	10	30							
А-Б	106	20	—	—	—	—	20	86	—	86							
В	40	35	—	10	35	—	35	5	10	15							
Б-В	24	35	—	10	—	—	—	59	10	69							
В	60	105	—	30	60	—	60	45	30	75							
Итого	240	225	—	60	105	—	125	215	60	275							

Проверка правильности расчета количества грузовых операций, тыс.

$$240 + 225 + 60 = 525 = 125 \cdot 2 + 215 + 60$$

Схема 3 (пример)

**Схема транзитных вагонопотоков технических станций
отделения, тыс. вагонов**



**Определение количества транзитных вагонов,
следующих через станции отделения**

Таблица 26

Показатель	Станции			Всего
	А	Б	В	
Общее количество вагонов, проследовавших за год, тыс. шт.				
В том числе:				
местных вагонов за год				
местных вагонов в среднем в сутки				
транзитных вагонов за год				
транзитных вагонов в среднем за сутки				

Простой под одной грузовой операцией определяется на основе данных табл. 25:

$$t_{г.о} = \frac{\sum nh_{г.о}}{N_{г.о}},$$

где $\sum nh_{г.о}$ – вагоно-часы простоя под грузовыми операциями;

$N_{г.о}$ – количество грузовых операций.

Для расчета затраты вагоно-часов на технических станциях первоначально следует определить число вагонов, проходящих через каждую техническую станцию. Это число равно сумме всех груженых и порожних вагонов, принимаемых станцией за год со всех направлений (см. схемы 1,2).

Из общего количества вагонов, принимаемых станцией, исключаются местные вагоны. В результате получится число транзитных вагонов, следующих через данную станцию. Расчет проводят по схеме 3.

На основе данных схемы 3 можно сделать вывод, что через станцию А следует 1097 тыс. транзитных вагонов в год; 40 тыс. вагонов участвуют в грузовых операциях (местные вагоны). В примере, приведенном в схеме 3, продолжен цифровой пример схем 1, 2.

Нормы простоя транзитных вагонов заданы отдельно для каждой станции. Вагоно-часы на технических станциях определяются умножением числа транзитных вагонов на среднюю норму простоя транзитного вагона (см. табл. 6).

Результаты расчета простоя транзитных вагонов представляются в виде табл. 26 и 27.

Расчет вагоно-часов простоя на технических станциях транзитных вагонов с переработкой и без переработки (пример)

Таблица 27

Станция	Количество транзитных вагонов за год, тыс. шт.	Норма простоя одного транзитного вагона, ч	Вагоно-часы за год, тыс. вагоно-ч	Вагоно-часы за сутки
А	1097	4,1	4497,7	12322,5
Б				
В				
Итого		и т.д.		

Средний по отделению простой транзитного вагона на одной технической станции $t_{\text{TC}}^{\text{cp}}$ определится из выражения

$$t_{\text{TC}}^{\text{cp}} = \frac{\sum nh_{\text{TC}}}{n_{\text{TP}}},$$

где $\sum nh_{\text{TC}}$ – вагоно-часы транзитных вагонов на технических станциях за год, тыс.;

n_{TP} – количество транзитных вагонов, проследовавших за год, тыс. вагонов.

Произведенные расчеты позволяют определить рабочий парк грузовых вагонов.

Расчет рабочего парка вагонов для обеспечения планового объема перевозок производится по формуле:

$$n_{\text{p}} = \frac{\sum nh + \sum nh_{\text{г.о}} + \sum nh_{\text{TC}}}{24}.$$

Вагоно-часы в движении определяются по формуле:

$$\sum nh = \frac{\sum nS_0}{365 \cdot V_{\text{уч}}}.$$

Вагоно-часы под грузовыми операциями и вагоно-часы на технических станциях принимаются за сутки по данным табл. 25 и 27.

Расчет времени оборота грузового вагона проводится по формуле

$$O_{\text{в}} = \frac{n_{\text{п}}}{U_{\text{сут}}}.$$

Важнейший показатель использования вагонов в пространстве и времени – оборот вагона, который можно рассчитать по формуле:

$$O_{\text{в}} = \frac{1}{24} \left[\frac{l_0}{V_{\text{T}}} + \left(\frac{l_0}{V_{\text{уч}}} - \frac{l_0}{V_{\text{T}}} \right) + n_{\text{TC}} \cdot t_{\text{TC}}^{\text{cp}} + k_{\text{MP}} \cdot t_{\text{г.о}} \right].$$

Предварительно следует определить коэффициент местной работы, показывающий количество грузовых операций, приходящихся на один рабочий вагон,

$$K_{\text{мр}} = \frac{\sum n_{\text{погр}} + \sum n_{\text{выгр}}}{U}.$$

Среднее число технических станций, проходимых вагоном за оборот,

$$n_{\text{тс}} = \frac{\sum nS_0}{L},$$

где L – вагонное плечо:

$$L = \frac{\sum nS_0}{\sum n_{\text{тр}}}$$

Разумеется, что значение оборота вагона во всех формах расчета должно быть одинаковым.

Здесь же произвести расчет среднесуточного пробега грузового вагона по аналитической формуле:

$$S_{\text{в}} = \frac{l_0}{O_{\text{в}}}.$$

Среднесуточная производительность вагона рабочего парка $H_{\text{в}}$ является комплексным показателем интенсивности использования грузовых вагонов:

$$H_{\text{в}} = \frac{\sum Pl_3}{365n_{\text{в}}}.$$

Проверочный расчет следует выполнить по аналитической формуле:

$$H_{\text{в}} = \frac{P_{\text{дин}}^{\text{гр}} \cdot S_{\text{в}}}{1 + \alpha_{\text{гр}}}.$$

Остальные качественные показатели использования вагонов рассчитаны после табл. 12, 13.

Качественные показатели использования вагонов

Показатель	Условное обозначение	Значение по плану
Простой вагона под грузовой операцией, ч	$t_{го}$	
Средний простой транзитного вагона на одной технической станции, ч	$t_{ТС}^{CP}$	
Коэффициент порожнего пробега к грузеному пробегу вагонов	$\alpha_{тр}$	
То же, к общему пробегу вагонов	α_0	
Динамическая нагрузка грузеного вагона, т/ваг	$P_{ДИН}^{ГР}$	
Динамическая нагрузка на один рабочий вагон, т/ваг	$P_{ДИН}^{РАБ}$	
Коэффициент местной работы	K_{MP}	
Оборот вагона, сут	O_B	
Среднесуточный пробег вагона, км/сут	S_B	
Производительность грузового вагона, эксплуатационные т·км/ваг. сут	H_B	

IV. Расчет экономического эффекта от улучшения качественных показателей использования подвижного состава

Важнейшей задачей железнодорожного транспорта является совершенствование перевозочного процесса, постоянное улучшение качественных показателей использования подвижного состава для сокращения расходов на перевозку.

Себестоимость железнодорожных перевозок определяется методом расходных ставок.

Студент должен убедиться в непосредственной связи качественных показателей с эксплуатационными расходами (затратами на перевозки), себестоимостью перевозок, рассчитав плановую себестоимость перевозок в части зависящих расходов методом расходных ставок в расчете на 1000 эксплуатационных т·км.

Все качественные показатели, принимаемые для расчета затрат эксплуатационных измерителей, должны соответствовать их плановому значению в выполненных ранее расчетах (табл. 24, 28).

Затем необходимо определить экономический эффект от улучшения отдельных качественных показателей в сравнении с плановым их значением (см. табл. 5).

Расчет отклонений (\pm) себестоимости в части зависящих расходов под влиянием изменения каждого качественного по-

казателя произвести методом расходных ставок. Расходные ставки принять такими же, как в табл. 29.

Таблица 29

Расчет себестоимости перевозок (в части зависящих расходов) методом расходных ставок

Эксплуатационные измерители	Расчетные формулы	Расходные ставки C_1 , руб.		Зависящие расходы \mathcal{E}_1 , коп.
		электро-тяги	тепловозная тяга	
Вагоно-километры	$\sum nS_0 = \frac{1000(1+\alpha)}{P_{\text{мин}}^{\text{рп}}}$	0,61		
Вагоно-часы	$\sum nh = \frac{\sum nS_0 \cdot 24}{S_0}$	14,34		
Поездо-километры	$\sum nS = \frac{1000 + q_2 \cdot \sum nS_0}{Q_{\text{сп}}^{\text{рп}}}$	—		
Локомотиво-километры общего пробега	$\sum mS_0 = \sum NS(1+\beta_0)$	6,03	27,02	
Локомотиво-километры линейного пробега	$\sum mS_{\text{л}} = \sum NS(1+\beta_{\text{л}})$	—		
Локомотиво-часы	$\sum mh = \frac{\sum nS_{\text{л}} \cdot 24}{S_{\text{л}}}$	289,91	405,73	
Бригадо-часы локомотивных бригад	$\sum MH = \frac{\sum mS_{\text{л}}}{V_{\text{уч}}} \cdot 1,30$	518,86	656,47	
Тонно-километры брутто	$\sum pl_{\text{бр}} = \sum NS \cdot Q_{\text{бр}}^{\text{рп}} + \sum mS_{\text{л}} \cdot P^*$	0,01022		
Расход электроэнергии	$\mathcal{E} = \frac{a}{10^4} \sum NS \cdot Q_{\text{бр}}^{\text{рп}}$	1,34	—	
Расход дизельного топлива	$\mathcal{E} = \frac{b}{10^4} \sum NS \cdot Q_{\text{бр}}^{\text{рп}}$	—	13,253	
Маневровые локомотиво-часы	$\sum mh_{\text{м}} = \frac{\beta_{\text{м}}^{**} \cdot \sum nS_0}{1000}$	1083,77		
Итого зависящих расходов на 1000 т·км				Σ

* P – масса локомотива, т: электровоза – 150, тепловоза – 252

** $\beta_{\text{м}}$ – затрата локомотиво-часов маневровых локомотивов на 1000 вагоно-км, рассчитанная по табл. 19;

$$\beta_{\text{м}} = \frac{\sum mh_{\text{м}}}{\sum nS_0 \cdot 10^{-3}}$$

Экономический эффект $\Delta \mathcal{E}$ (тыс. руб.) от улучшения каждого качественного показателя

$$\Delta \mathcal{E}_i = \Delta C_i^{\text{зав}} \sum P l_3^{\text{пл}},$$

где $\Delta C_i^{\text{зав}}$ – снижение себестоимости в части зависящих расходов под влиянием i -го показателя, коп. на 1000 эксплуатационных т·км;

$\sum P l_3^{\text{пл}}$ – эксплуатационные т·км (табл. 13), млн.

Полная себестоимость

$$C_0 = C_3 + K_{\text{нз}} C_3,$$

где C_3 – себестоимость грузовых перевозок в части зависящих расходов, коп. /10 т·км;

$K_{\text{нз}}$ – принимается в пределах 0,88–0,95 от себестоимости в части зависящих расходов.

Общая сумма эксплуатационных расходов

$$C = C_0 \sum P l_3,$$

C_0 – полная себестоимость, коп./10 т·км.

$\sum P l_3$ – эксплуатационные тонно-километры, млн т·км.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Экономика железнодорожного транспорта: Учеб./Под ред. Н.П. Тершиной, Б.М. Лapidуса, М.Ф. Трихункова. –М.: Транспорт, 2005.