

## 2. ПЛАНИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ПОЛИГОНЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

### 2.1. Определение пробега груженных и порожних вагонов

Расчет необходимо начать с определения количества принятых и выгруженных вагонов с различными видами грузов по полигону железной дороги. План приема и выгрузки каменного угля и тарно-штучных грузов по станциям полигона железной дороги задан в тыс. тонн в год.

Перевозка каменного угля по полигону железной дороги в вагонах определяется при помощи средней статической нагрузки, которая рассчитывается по формуле средней гармонической

$$P_{\text{ст}} = \frac{100}{\frac{a_1}{p_1} + \frac{a_2}{p_2} + \dots + \frac{a_n}{p_n}}, \text{ Т} \quad (2.1)$$

где  $a_1, a_2, \dots, a_n$  – доля груза, перевозимого в вагонах данного типа в общем объеме перевозок данного груза, % (Приложение 5);

$p_1, p_2, \dots, p_n$  – техническая норма нагрузки данного груза в данный тип вагона, т/ваг (Приложение 3).

Прием и выгрузку угля по станциям полигона железной дороги определяем на основании рассчитанной средней статической нагрузки:

$$n_{\text{прием}} = \frac{\sum P_{\text{прием}}}{P_{\text{ст}}}, \text{ ваг} \quad (2.2)$$

где  $\sum P_{\text{прием}}$  – прием каменного угля, тыс.т.

Выгрузку каменного угля необходимо определить отдельно по каждой станции:

$$n_{\text{выгр}}^{\text{А,Б,В}} = \frac{\sum P_{\text{прибытие}}}{P_{\text{ст}}}, \text{ ваг} \quad (2.3)$$

где  $\sum P_{\text{прибытие}}$  – выгрузка (прибытие) угля, тыс.т.

Прием и выгрузку тарно-штучных грузов по станциям полигона железной дороги определяем также по формулам 2.2. и 2.3., на основании средней статической нагрузки по тарно-штучным грузам, представленной в Приложении 3.

После определения размеров приема и выгрузки каменного угля и тарно-штучных грузов станциями полигона железной дороги, руководствуясь исходными данными индивидуального задания на перевозку прочих грузов, следует построить схему груженных вагонопотоков. На этой схеме прямоугольниками

обозначены станции, а соединяющими линиями – участки между ними. Направления потоков показаны стрелками по конечным станциям и полигонам. На стыковых станциях полигона показывается величина приема и сдачи вагонов.

На рисунке 2.1. в качестве примера приведена схема грузеных вагонопотоков для одного из вариантов.

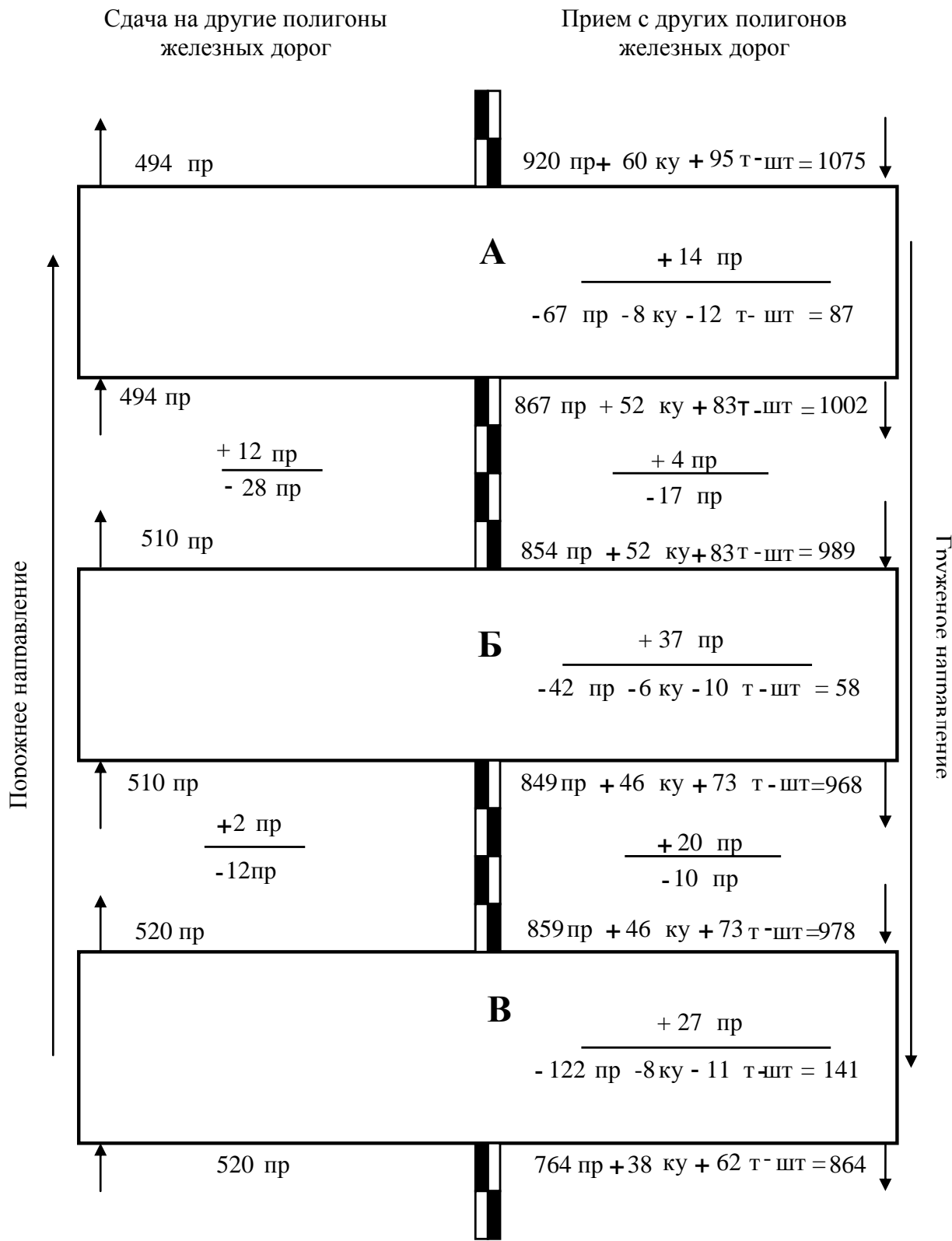


Рисунок 2.1 – Схема грузеных вагонопотоков по полигону железной дороги (тыс. ваг.)

По схеме можно определить работу полигона железной дороги за год.

Работа полигона определяется как сумма погруженных и принятых груженых или же, как сумма выгруженных и сданных груженых вагонов:

$$U_p = \sum n_{\text{погр}} + \sum n_{\text{пр.гр}} = \sum n_{\text{выгр}} + \sum n_{\text{сд.гр}}, \text{ тыс. ваг} \quad (2.4)$$

Суточная работа полигона железной дороги определяется делением работы полигона железной дороги за год на 365:

$$U_{\text{сут}}^p = \frac{U_p}{365}, \text{ тыс. ваг} \quad (2.5)$$

Стыковыми пунктами, для которых определяются размеры приема и сдачи, являются станции А и В.

Данные о размерах приема и сдачи груженых вагонов следует занести в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

Размеры приема и сдачи груженых вагонов, тыс. ваг.

Стыковой пункт	Прием с других полигонов железных дорог				Сдача с других полигонов железных дорог			
	камен- мен- ный уголь	тарно- штуч- ные	прочие	всего	камен- ный уголь	тарно- штуч- ные	прочие	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9
А					-	-		
В	-	-						
ИТОГО								

Густота грузопотока по участкам и направлениям (А–Б, Б–В, В–Б, Б–А) определяют как среднюю арифметическую величину из густоты на входе и выходе с участка, т. е. между отправлением с одной участковой станции и прибытием на соседнюю:

$$\Gamma_{A-B} = \frac{P_A^{cd} + P_B^{np}}{2}, \text{ тыс. ваг.} \quad (2.6)$$

Пробег груженых вагонов  $\sum nl_{\text{зр}}$  определяется как произведение густоты движения груженых вагонов по участку на длину участка. Результаты расчета следует свести в таблицу 2.2.

Таблица 2.2

## Пробег груженых вагонов по полигону железной дороги, вагоно-км

Участок	Длина участка, км	Густота движения, тыс. ваг. в год		Пробег вагонов, тыс. вагоно-км	
		туда	обратно	туда	обратно
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
А–Б					
Б–В					
Итого					

Пробеги порожних вагонов по полигону железной дороги образуются из пробегов местного порожняка и пробегов порожняка, следующего по регулировочным заданиям. Для расчета пробега местного порожняка выявляется избыток или недостаток порожних вагонов на каждой станции и участке, для чего составляется баланс порожних вагонов. Баланс составляется по типам взаимозаменяемых вагонов.

Для упрощения расчетов в курсовом проекте принимается, что вагоны всех типов, освобождающиеся из-под выгрузки на станциях и участках полигона железной дороги, являются взаимозаменяемыми и могут быть использованы под погрузку.

Пример годового баланса порожних вагонов на полигоне железной дороги представлен в таблице 2.3.

Если выгрузка преобладает над погрузкой, то на станции или на участке образуется излишек порожних вагонов и наоборот.

Таблица 2.3

## Годовой баланс порожних вагонов

Станция, участок	Погрузка (+)	Выгрузка (-)	Избыток (+), Недостаток (-)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
А	14	87	+73
А–Б	4	17	+13
Б–А	12	28	+16
Б	37	58	+21
Б–В	20	10	-10
В–Б	2	12	+10
В	27	141	+114
Итого по полигону железной дороги	116	353	237

Порожние вагоны поступают на полигон железной дороги по станции В в размере 16% от величины сданных груженых вагонов и сдаются на другие полигоны по станции А. Для нашего примера по схеме 2.1. прием порожних вагонов по станции В составит:

$$n_{\text{прием}}^{\text{пор.}} = 864 \cdot 0,18 = 138,2 \text{ тыс. ваг.}$$

На основании данных таблицы 2.3. и размеров приема порожняка по регулировочному заданию разрабатывается схема вагонопотоков порожних вагонов по полигону железной дороги (рис. 2.2). Порожний вагонопоток следует в направлении В-Б-А.

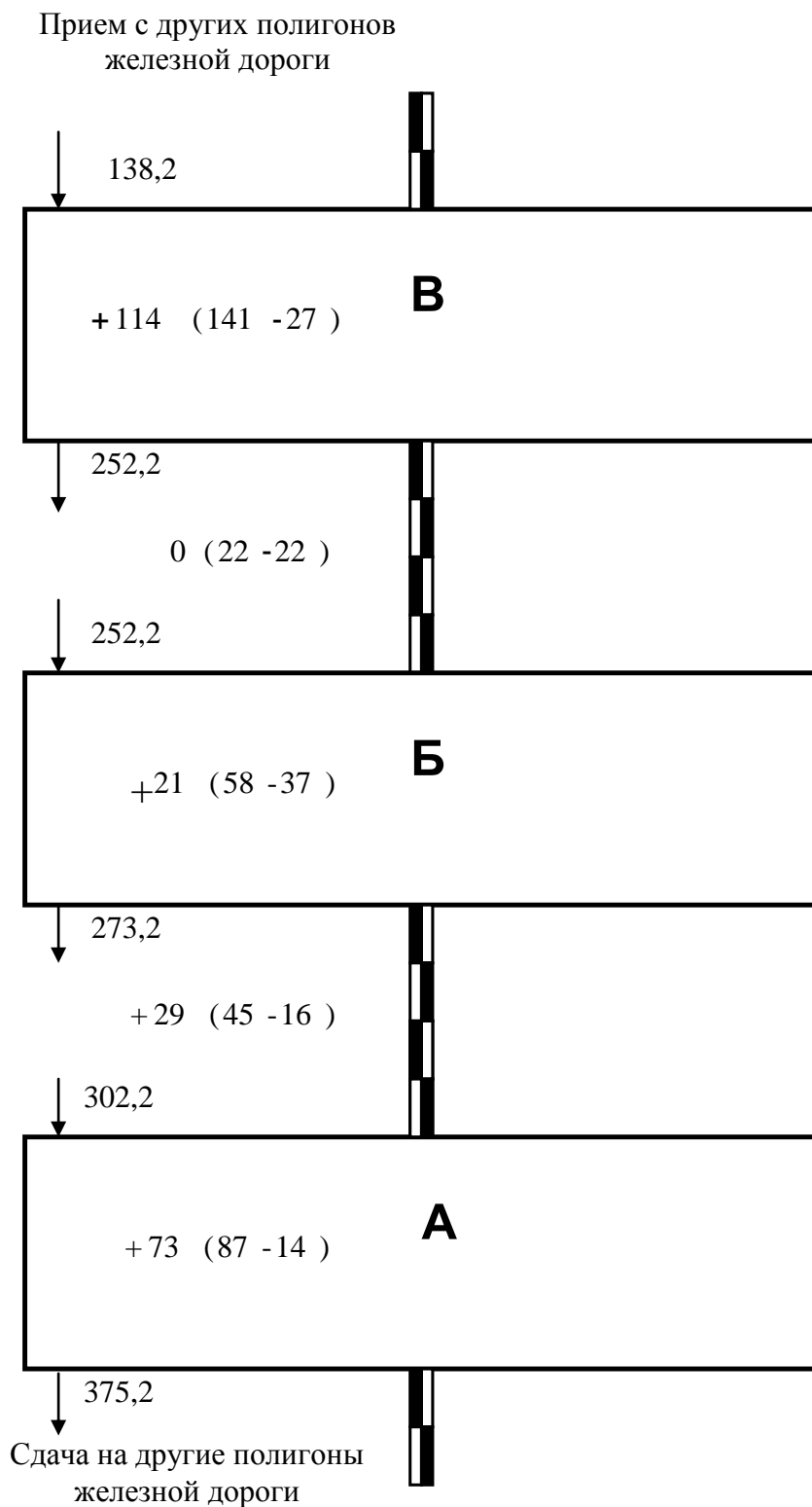


Рисунок 2.2. – Схема порожних вагонопотоков по полигону железной дороги (тыс.ваг.)

Густоту движения порожних вагонов по участку рассчитывают так же, как и для груженых вагонов.

Результаты расчета пробега порожних вагонов необходимо свести в таблицу 2.4.

Таблица 2.4

Пробег порожних вагонов по полигону железной дороги, вагоно-км

Участок	Длина участка, км	Густота движения, тыс. ваг	Пробег порожних вагонов, тыс. ваг.-км.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
В–Б			
Б–А			
Итого			

На основании схем движения порожних и груженых вагонопотоков составляется таблица 2.5.

Таблица 2.5

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

Стыковые станции полигона железной дороги	Прием вагонов		Сдача вагонов	
	груженых	порожних	груженых	порожних
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
А				
В				
Итого				

Используя данные таблиц 2.2 и 2.4, определяют общую густоту и общий пробег груженых и порожних вагонов по полигону железной дороги. Данные сводятся в таблицу 2.6.

Таблица 2.6

Определение общей густоты движения по участкам и общего пробега вагонов

Участок	Длина участка, км	Густота движения, тыс.ваг			Пробег вагонов, тыс.ваг-км		
		груженых	порожних	всего	груженых	порожних	всего
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
А–Б			-			-	
Б–А							
Итого	-						
Б–В			-			-	
В–Б							
Итого	-						
Всего							

Далее необходимо рассчитать некоторые качественные показатели использования вагонов:

– полный рейс вагона ( $R_{п}$ ):

$$R_{п} = \frac{\sum nl_{общ}}{U_{п}}, \text{ км} \quad (2.7)$$

– груженный рейс вагона ( $R_{гр}$ ):

$$R_{гр} = \frac{\sum nl_{гр}}{U_{п}}, \text{ км} \quad (2.8)$$

– порожний рейс вагона ( $R_{пор}$ ):

$$R_{пор} = \frac{\sum nl_{пор}}{U_{п}}, \text{ км} \quad (2.9)$$

где  $\sum nl_{общ}, \sum nl_{гр}, \sum nl_{пор}$  – пробег вагонов соответственно общий, груженный и порожний.

## 2.2 Расчет тонно-километровой работы

**Тонно-километры брутто** ( $Pl_{бр}$ ) представляют собой сумму тонно-километров нетто ( $Pl_{нетто}$ ) и тонно-километров тары ( $Pl_{тары}$ ):

$$\sum Pl_{бр} = \sum Pl_{нетто} + \sum Pl_{тары}, \text{ Т-км} \quad (2.10)$$

**Тонно-километры нетто** рассчитывают, исходя из величины пробега груженных вагонов и динамической нагрузки груженого вагона  $P_{гр}^{дин}$

$$\sum Pl_{нетто} = P_{дин}^{гр} \cdot \sum nl_{гр}, \text{ Т-км} \quad (2.11)$$

При расчете следует помнить, что величина динамической нагрузки зависит от направления движения (порожнее или груженое).

**Тонно-километры тары** рассчитывают как:

$$\sum Pl_{тары} = q_{т} \cdot \sum nl_{п}, \text{ Т-км} \quad (2.12)$$

где  $q_{т}$  – масса тары вагона, т (Приложение 3).

Расчет тонно-километровой работы нетто и брутто необходимо произвести в таблицах 2.7 и 2.8 соответственно.

Таблица 2.7

Расчет тонно-километров нетто

Участок	Пробег груженых вагонов, тыс. ваг-км	Динамическая нагрузка груженого вагона, т/ваг	Тонно-километры нетто, млн.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
А – Б			
Б – А			
Итого по участку		-	
Б – В			
В – Б			
Итого по участку		-	
Всего по полигону железной дороги		-	

Таблица 2.8

Расчет тонно-километров брутто

Участок	Т-км нетто, млн	Вагоно-км, тыс.		Масса тары вагона, т	Т-км. тары груженых вагонов, млн.	Т-км. брутто груженых вагонов, млн.	Т-км. тары порожних вагонов, млн.	Общие т-км. брутто, млн
		Груженых вагонов	Порожних вагонов					
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
А – Б			-				-	
Б – А								
Итого				-				
Б – В			-				-	
В – Б								
Итого				-				
ВСЕГО				-				

Зная величину тонно-километровой работы брутто и нетто, можно рассчитать коэффициент брутто:

$$K_{\text{бр}} = \frac{\sum Pl_{\text{бр}}}{\sum Pl_{\text{нетто}}} \quad (2.13)$$



## 2.3 Определение пробега поездов

Расчет пробега поездов производят в таблице 2.9.

Таблица 2.9

Расчет пробега грузовых поездов

Участок	Т-км. брутто, млн		Масса поезда, т		Поездо-км, тыс.		Общие поезде-км, тыс.
	груженые поезда	порожние поезда	гружено-го	порожне-го	груженых поездов	порожних поездов	
1	2	3	4	5	6	7	8
А – Б		-				-	
Б – А							
Итого			-	-			
Б – В		-				-	
В – Б							
Итого			-	-			
ВСЕГО			-	-			

Пробег поездов определяется отдельно для груженых и порожних составов:

– для груженых составов

$$\sum Nl_{гр} = \frac{\sum Pl_{бр}}{Q_{бр}}, \quad (2.14)$$

– для порожних составов

$$\sum Nl_{пор} = \frac{\sum Pl_{тары}}{Q_{пор}}, \quad (2.15)$$

где  $\sum Nl_{гр}$ ,  $\sum Nl_{пор}$  – пробег груженых и порожних поездов, поезде-км;

$Q_{бр}$  – масса поезда (груженого) брутто, т (Приложение 5);

$Q_{пор}$  – масса поезда порожнего, т

Масса порожнего поезда определяется по формуле

$$Q_{пор} = q_t \cdot m_{пор}, \quad (2.16)$$

где  $m_{пор}$  – состав порожнего поезда, ваг.

Состав порожнего поезда равен

$$m_{пор} = \frac{l_{поп} - l_{лок}}{l_{ваг}}, \quad (2.17)$$

где  $l_{поп}$  – длина приемоотправочных путей, м;

$l_{\text{лок}}$  – длина локомотива, м;  
 $l_{\text{ваг}}$  – средняя длина вагона, м.

## 2.4 Определение пробега локомотивов

Различают следующие виды пробегов локомотивов:

- пробег локомотивов во главе поездов ( $Ml_{\text{вогл}}$ );
- пробег локомотивов в одиночном следовании ( $Ml_{\text{од}}$ );
- пробег локомотивов в двойной тяге ( $Ml_{\text{дв}}$ );
- пробег локомотивов в подталкивании ( $Ml_{\text{подт}}$ );
- пробег локомотивов на маневрах ( $Ml_{\text{ман}}$ );
- «горячий» простой локомотивов ( $Ml_{\text{гор}}$ );

Общий пробег локомотивов получают суммированием линейного ( $Ml_{\text{лин}}$ ) и условного пробегов ( $Ml_{\text{усл}}$ ), и измеряется в локомотиво-км.

$$Ml_{\text{лин}} = Ml_{\text{вогл}} + Ml_{\text{од}} + Ml_{\text{дв}} + Ml_{\text{подт}} \quad (2.18)$$

$$Ml_{\text{усл}} = Ml_{\text{ман}} + Ml_{\text{гор}} \quad (2.19)$$

Пробег локомотива в двойной тяге и подталкивании в курсовом проекте не предусматривается.

Пробег локомотивов во главе поездов равен пробегу поездов (табл. 2.9).

Пробег локомотивов в одиночном следовании вызывается непарностью движения по направлениям «туда» и «обратно» и представляет собой разницу между поездо-километрами в груженом и порожнем направлениях по всем категориям поездов.

Расчет пробегов локомотивов производится в таблице 2.10

Таблица 2.10

Расчет линейного пробега локомотивов

Участок	Пробег локомотивов во главе поездов, тыс. лок-км			Пробег локомотивов в одиночном следовании, тыс. лок-км	Линейный пробег локомотивов, тыс. лок-км
	туда	обратно	всего		
<i>I</i>	2	3	4	5	6
А – Б					
Б – В					
Всего за год по полигону железной дороги					

## 2.5. Расчет потребного парка локомотивов и качественных показателей их использования

В курсовом проекте необходимо рассчитать потребный парк локомотивов для поездной работы.

$$M_{\text{э}} = \frac{\sum Ml_{\text{лин}}}{365 \cdot S_{\text{л}}}, \text{ лок} \quad (2.20)$$

где  $M_{\text{э}}$  – эксплуатируемый парк локомотивов;

$S_{\text{л}}$  – среднесуточный пробег локомотивов, км.

Средняя масса поезда брутто по полигону железной дороги определяется по формуле

$$Q_{\text{бр}}^{\text{ср}} = \frac{\sum Pl_{\text{бр}}^{\text{общ}}}{\sum Nl_{\text{общ}}}, \text{ т} \quad (2.21)$$

Процент вспомогательного линейного пробега локомотивов определяют как отношение вспомогательного линейного пробега к пробегу во главе поездов ( $\beta_{\text{лин}}$ ):

$$\beta_{\text{лин}} = \frac{\sum Ml_{\text{всп}}^{\text{лин}}}{\sum Ml_{\text{вогл}}} \quad (2.22)$$

$$\sum Ml_{\text{всп}}^{\text{лин}} = Ml_{\text{од}} + Ml_{\text{дв}} + Ml_{\text{подт}} \quad (2.23)$$

Обобщающим показателем эффективности использования локомотивов является их производительность ( $\Pi_{\text{л}}$ ), показывающая количество тонно-километров брутто, приходящихся в среднем на один локомотив эксплуатируемого парка.

$$\Pi_{\text{л}} = \frac{Q_{\text{бр}} \cdot S_{\text{л}}}{1 + \beta_{\text{лин}}}, \text{ тыс. ткм брутто} \quad (2.24)$$

При расчете качественных показателей использования локомотивов следует помнить, что для проверки правильности рассчитанных величин показателей можно использовать и другие известные формулы. Например, производительность локомотива может быть определена по формуле

$$\Pi_{\text{л}} = \frac{\sum Pl_{\text{бр}}}{365 \cdot M_{\text{э}}}, \quad (2.25)$$

и наоборот, эксплуатируемый парк локомотивов может быть определен через производительность локомотива:

$$M_{\text{э}} = \frac{\sum Pl_{\text{бр}}}{365 \cdot \Pi_{\text{л}}}. \quad (2.26)$$

Для наглядности все рассчитанные показатели использования локомотивов следует свести в таблицу 2.11.

Таблица 2.11

Показатели использования локомотивов

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
1	Эксплуатируемый парк локомотивов	лок	
2	Процент линейного вспомогательного пробега локомотивов к пробегу во главе поездов	%	
3	Производительность локомотивов	тыс. ткм. брутто	

## 2.6. Расчет рабочего парка вагонов и показателей их использования

### 2.6.1. Определение среднего времени простоя вагона под одной грузовой операцией

Простой вагона под одной грузовой операцией ( $t_{\text{го}}$ ) определяется по формуле

$$t_{\text{го}} = \frac{\sum nt_{\text{го}}}{\sum n_{\text{го}}}, \quad (2.27)$$

где  $\sum nt_{\text{го}}$  – вагоно-часы простоя под грузовыми операциями;  
 $\sum n_{\text{го}}$  – количество грузовых операций,  $\sum n_{\text{го}} = \sum n_{\text{од}} + \sum n_{\text{сдв}}$ .

Вагоно-часы простоя под грузовыми операциями определяются умножением числа грузовых операций (одиночных или сдвоенных) по каждой станции и участку на соответствующую норму простоя. Сумма вагоно-часов по всем станциям и участкам полигона железной дороги дает общую затрату вагоно-часов рабочего парка под погрузкой и выгрузкой. Вагон, прибывший на стан-

цию под местные операции, может иметь одну (одинокую) или две (сдвоенную) операции (только погрузку, только выгрузку, или выгрузку и погрузку).

Затраты времени на сдвоенную операцию меньше, чем на две одиночные, поэтому при расчете вагоно-часов под грузовыми операциями необходимо рассчитать отдельно количество одиночных и сдвоенных операций.

Число одиночных операций может быть принято равным разности величин погрузки и выгрузки. Количество сдвоенных операций принимают на каждой станции равным погрузке или выгрузке, но обязательно меньшей величине. Если, например, по станции планируется погрузка в размере 50 вагонов в сутки, а выгрузка в размере 30 вагонов, то за сутки на данной станции может быть произведено максимум 30 сдвоенных операций при условии, что вагоны, высвободившиеся из-под погрузки, могут быть использованы под погрузку другого груза. Остальные 20 вагонов будут погружены за счет подвода порожняка с соседних станций. Порядок расчета не изменится, если выгрузка будет превышать погрузку. Расчет одиночных и сдвоенных операций ведется по каждой станции и по каждому типу вагонов отдельно (если типы вагонов не являются взаимозаменяемыми).

Для расчета числа сдвоенных операций в курсовом проекте можно исходить из условия, что все вагоны, освобождающиеся из-под выгрузки можно здесь же использовать под погрузку.

Расчет затрат вагоно-часов под грузовыми операциями следует произвести в таблице 2.12.

Таблица 2.12

Затраты вагоно-часов под грузовыми операциями

Станция, участок	Погрузка, тыс.ваг	Выгрузка, тыс.ваг	Количество вагонов со сдвоенными операциями	Количество вагонов с одиночными операциями	Норма простоя, час		Вагоно-часы за год, тыс			Вагоно-часы за сутки, тыс		
					На сдвоенную операцию	На одиночную операцию	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
А												
А-Б												
Б-А												
Б												
Б-В												
В-Б												
В												
Итого					-	-						

### 2.6.2. Определение среднего простоя транзитного вагона на одной технической станции

Средний по полигону железной дороги простой транзитного вагона (с переработкой и без переработки) на одной технической станции ( $t_{\text{тр}}^{\text{тех}}$ ) определяется по формуле

$$t_{\text{тр}}^{\text{тех}} = \frac{\sum nt_{\text{тех}}}{n_{\text{тр}}}, \text{ час} \quad (2.28)$$

где  $\sum nt_{\text{тех}}$  – вагоно-часы простоя транзитных вагонов на технических станциях за определенный период;

$n_{\text{тр}}$  – количество транзитных (с переработкой и без переработки) вагонов, проследовавших технические станции за тот же период.

Для расчета затрат вагоно-часов на технических станциях первоначально определяют число вагонов, проходящих через каждую техническую станцию. Это число равно сумме всех груженых и порожних вагонов, принимаемых станцией за год со всех направлений (см. рис. 2.1 и 2.2).

Из общей суммы вагонов, принимаемых станцией, необходимо исключить местные вагоны. В результате получают число транзитных вагонов, следующих через данную станцию. Число местных вагонов принимают равным большей величине погрузки или выгрузки.

По заданию в курсовом проекте не требуется распределения транзитных вагонов на транзит с переработкой и без переработки.

Количество транзитных вагонов определить в таблице 2.13.

Таблица 2.13

Количество транзитных вагонов, следующих через станции  
полигона железной дороги

Показатели	Станции			ВСЕГО
	А	Б	В	
1	2	3	4	5
Общее количество вагонов, проследовавших за год, тыс.				
в том числе:				
– местных вагонов за год, тыс.				
– местных вагонов в среднем в сутки, тыс.				
– транзитных вагонов за год, тыс.				
– транзитных вагонов в среднем в сутки, тыс.				

Вагоно-часы на технических станциях определяют умножением числа транзитных вагонов на среднюю норму простоя транзитного вагона.

Результаты расчета сводятся в таблицу 2.14.

Таблица 2.14

Расчет вагоно-часов простоя на технических станциях

Станции	Количество транзитных вагонов за год, тыс.	Норма простоя одного транзитного вагона, час	Вагоно-часы за год, тыс.	Вагоно-часы за сутки, тыс.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
А				
Б				
В				
ИТОГО				

### 2.6.3. Определение вагоно-часов в движении

Вагоно-часы в движении равны вагоно-километрам груженым и порожним, деленным на среднюю участковую скорость движения, т. е.:

$$\sum nt_{\text{дв}} = \frac{\sum nl_{\text{гр}} + \sum nl_{\text{пор}}}{365 \cdot V_{\text{уч}}}. \quad (2.29)$$

### 2.6.4. Определение рабочего парка вагонов

Потребность рабочего парка грузовых вагонов определяется на основании затрат вагоно-часов по элементам перевозочного процесса по формуле

$$n_p = \frac{\sum nt_{\text{дв}} + \sum nt_{\text{го}} + \sum nt_{\text{тех}}}{24} \quad (2.30)$$

где  $\sum nt_{\text{дв}}$  – затраты вагоно-часов в движении (поездах);

$\sum nt_{\text{го}}$  – затраты вагоно-часов под грузовыми операциями;

$\sum nt_{\text{тех}}$  – затраты вагоно-часов на технических станциях;

Рабочий пар вагонов можно определить и другими способами, например, через производительность вагона рабочего парка, через величину среднесуточного пробега и т.д. такие проверочные расчеты следует выполнить после определения остальных качественных показателей использования грузовых вагонов.

### 2.6.5. Расчет остальных качественных показателей использования грузовых вагонов

В годовом плане работы подвижного состава определяют следующие качественные показатели:

1. Порожний пробег вагонов в процентах к грузеному ( $\alpha_{гр}^{пор}$ ):

$$\alpha_{гр}^{пор} = \frac{\sum nl_{пор}}{\sum nl_{гр}}. \quad (2.31)$$

2. Порожний пробег вагонов в процентах к общему ( $\alpha_{общ}^{пор}$ ):

$$\alpha_{общ}^{пор} = \frac{\sum nl_{пор}}{\sum nl_{пор} + \sum nl_{гр}}. \quad (2.31)$$

Взаимосвязь коэффициентов  $\alpha_{гр}$  и  $\alpha_{общ}$  характеризуется следующими зависимостями:

$$\alpha_{гр} = \frac{\alpha_{общ}}{1 - \alpha_{общ}}; \quad \alpha_{общ} = \frac{\alpha_{гр}}{1 + \alpha_{гр}}. \quad (2.32)$$

3. Средняя динамическая нагрузка на грузеный вагон ( $P_{дин}^{гр}$ ):

$$P_{дин}^{гр} = \frac{\sum Pl_{нетто}}{\sum nl_{гр}}, \text{ т/ваг.} \quad (2.33)$$

4. Динамическая нагрузка на вагон рабочего парка:

$$P_{дин}^{раб} = \frac{\sum Pl_{нетто}}{\sum nl_{пор} + \sum nl_{гр}}, \text{ т/ваг.} \quad (2.34)$$

5. Полное время оборота грузового вагона в сутках ( $O_v$ ).

Время оборота грузового вагона является одним из важнейших обобщающих качественных показателей использования вагонного парка. Его определяют делением среднесуточного рабочего парка на ( $n_p^{сут}$ ) суточную работу полигона железной дороги ( $U_p^{сут}$ ):

$$O_v = \frac{n_p}{U_p}, \text{ сут.} \quad (2.35)$$



Время оборота вагона в пределах сети дорог – это время от момента окончания одной погрузки до момента окончания следующей погрузки.

Оборот вагона можно рассчитать и по так называемой аналитической формуле:

$$O_{\text{в}} = \frac{1}{24} \left( \frac{R_{\text{п}}}{v_{\text{тех}}} + \left( \frac{R_{\text{п}}}{v_{\text{уч}}} - \frac{R_{\text{п}}}{v_{\text{тех}}} \right) + \frac{R_{\text{п}}}{L_{\text{в}}} t_{\text{тр}}^{\text{тех}} + \kappa_{\text{м}} \cdot t_{\text{го}} \right), \text{ сут.} \quad (2.36)$$

где  $L_{\text{в}}$  – среднее расстояние, которое проходит вагон между техническими станциями с переработкой и без переработки (вагонное плечо), км;

$\kappa_{\text{м}}$  – коэффициент местной работы, показывающий количество грузовых операций, приходящихся на один вагон за время оборота;

$t_{\text{го}}$  – простой под одной грузовой операцией, час.

Вагонное плечо определяется по формуле

$$L_{\text{в}} = \frac{\sum n l_{\text{пор}} + \sum n l_{\text{гр}}}{\sum n_{\text{тр}}^{\text{год}}}, \quad (2.37)$$

где  $\sum n_{\text{тр}}^{\text{год}}$  – количество транзитных вагонов.

Коэффициент местной работы определяется по формуле

$$\kappa_{\text{м}} = \frac{\sum n_{\text{пор}} + \sum n_{\text{выгр}}}{U_{\text{р}}} \quad (2.38)$$

6. Среднесуточный пробег вагона ( $S_{\text{в}}$ ):

$$S_{\text{в}} = \frac{R_{\text{п}}}{O_{\text{в}}}, \text{ км.} \quad (2.39)$$

7. Среднесуточная производительность грузового вагона рабочего парка:

$$\Pi_{\text{в}} = \frac{\sum Pl_{\text{нетто}}}{365 \cdot n_{\text{р}}}, \text{ т-км нетто.} \quad (2.40)$$

Производительность грузового вагона можно рассчитать и с помощью качественных показателей:

$$\Pi_{\text{в}} = P_{\text{дин}}^{\text{раб}} \cdot S_{\text{в}}. \quad (2.41)$$

В заключении раздела все рассчитанные качественные показатели использования вагонов следует свести в таблицу 2.15.

Таблица 2.15

Качественные показатели использования вагонов

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
1. Среднее время простоя вагона под одной грузовой операцией	час	
2. Среднее время простоя транзитного вагона на одной технической станции	час	
3. Коэффициент порожнего пробега вагонов к груженому	%	
4. Коэффициент порожнего пробега вагонов к общему	%	
5. Средняя динамическая нагрузка на груженный вагон	т	
6. Средняя динамическая нагрузка на вагон рабочего парка	т	
7. Оборот вагона	сут	
8. Среднесуточный пробег вагона	км	
9. Производительность грузового вагона	т-км нетто	

### 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПОЛИГОНА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

В данном разделе курсового проекта необходимо определить себестоимость перевозок и экономический эффект за счет улучшения качества использования подвижного состава на полигоне железной дороги. В курсовом проекте условно произошло увеличение динамической нагрузки груженого вагона ( $P_{\text{дин}}^{\text{гр}}$ ) и повышение массы поезда ( $Q_{\text{бр}}$ ). Изменение качественных показателей представлено в Приложении 4.

Улучшение качественных показателей использования подвижного состава при неизменном грузообороте позволяет увеличить доходы, прибыль и рентабельность железной дороги, а также высвободить подвижной состав.

Изменение величины эксплуатационных расходов определяется через изменение себестоимости:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta C \cdot \sum Pl, \quad (3.1)$$

где  $\Delta C$  – изменение себестоимости перевозок грузов;  
 $\sum Pl$  – грузооборот нетто (табл. 2.7.)

В курсовом проекте расчет себестоимости грузовых перевозок следует провести методом единичных расходных ставок. Расчет выполняется по схеме, представленной в табл. 3.1. Смысл расчета себестоимости перевозок методом единичных расходных ставок заключается в определении величины расходов, приходящихся на 1000 т-км нетто в зависимости от качественных показателей использования подвижного состава.

Величины качественных показателей, используемых для расчета затрат эксплуатационных измерителей, должны соответствовать их значению в выполненных ранее расчетах.

Расчет изменения величины зависящих эксплуатационных расходов сводится в таблицу 3.2.

В заключении необходимо сделать выводы по результатам расчетов, произведенных при улучшенных качественных показателях использования подвижного состава.

Таблица 3.1

## Схема расчета себестоимости перевозок на 1000 т-км нетто

Измерители	Величина измерителя на 1000 т-км нетто	Расходная ставка на единицу измерителя, р.*	Расходы на 1000 т-км нетто, р.
Вагоно-километры	$\sum nl = \frac{1000}{P_{\text{дин}}^{\text{гр}}} \cdot (1 + \alpha_{\text{гр}}^{\text{пор}})$	$e^{\text{ВКМ}}$	$e^{\text{ВКМ}} \cdot \sum nl$
Вагоно-часы	$\sum nt = \frac{\sum nl}{S_{\text{в}}} \cdot 24$	$e^{\text{ВЧ}}$	$e^{\text{ВЧ}} \cdot \sum nt$
Локомотиво-километры	$\sum Ml = \sum Nl (1 + \beta_{\text{общ}}) = \frac{1000 + q_m \sum nl}{Q_{\text{бр}}} \cdot (1 + \beta_{\text{общ}})$	$e^{\text{ЛКМ}}$	$e^{\text{ЛКМ}} \cdot \sum Ml$
Локомотиво-часы	$\sum Mt = \frac{\sum Nl (1 + \beta_{\text{лин}})}{S_{\text{л}}} \cdot 24$	$e^{\text{ЛЧ}}$	$e^{\text{ЛЧ}} \cdot \sum Mt$
Бригадо-часы локомотивных бригад	$\sum Mt_{\text{бр}} = \frac{\sum Nl (1 + \beta_{\text{лин}})}{V_{\text{уч}}} \cdot (1 + \varphi)$	$e^{\text{бчл}}$	$e^{\text{бчл}} \cdot \sum Mt_{\text{бр}}$
Т-км брутто вагонов и локомотивов	$\sum Pl_{\text{бр}}^{\text{в+л}} = Q_{\text{бр}} \cdot \sum Nl + P_{\text{л}} \cdot \sum Nl \cdot (1 + \beta_{\text{лин}})$	$e^{\text{ТКМ}}$	$e^{\text{ТКМ}} \cdot \sum P_{\text{бр}}^{\text{в+л}}$
Расход электроэнергии на тягу поездов	$\sum A_{\text{э}} = \frac{a_{\text{э}} Q_{\text{бр}} \sum Nl}{10^4} = \frac{a_{\text{э}} (1000 + q_m \sum nl)}{10^4}$	$e^{\text{э}}$	$e^{\text{э}} \cdot \sum A_{\text{э}}$
Локомотиво-часы маневровые	$\sum Mt_{\text{ман}} = \frac{K_{\text{м}} \sum nl}{1000}$	$e^{\text{лчм}}$	$e^{\text{лчм}} \cdot \sum Mt_{\text{ман}}$
Число грузовых отправок	$\sum K_{\text{го}} = \frac{1000}{P_{\text{го}} \cdot l_{\text{гр}}}$	$e^{\text{гр}}$	$e^{\text{гр}} \cdot \sum K_{\text{го}}$
Итого зависящих расходов			$\sum \mathcal{E}_{\text{зав}}$
Итого независящих расходов			$\sum \mathcal{E}_{\text{незав}}$
Всего расходов на 1000 т-км нетто			$\sum \mathcal{E}$
Себестоимость перевозок 10 т-км нетто			

\* – Расходные ставки на измерители работы задаются преподавателем.

Таблица 3.2

Расчет себестоимости перевозок на 1000 т-км нетто  
до и после улучшения показателей

Наименование измерителей	Расходная ставка на измеритель, руб.	До улучшения показателей		После улучшения показателей	
		величина измерителя	расходы, р	величина измерителя	расходы, р.
1. Вагоно-км					
2. Вагоно-часы					
3. Локомотиво-км					
4. Локомотиво-часы					
5. Бригадо-часы локомотивных бригад					
6. Ткм брутто вагонов и локомотивов					
7. кВт·час электроэнергии (или кг условного топлива)					
8. Маневровые локомотиво-часы					
9. Число грузовых отправок					
Итого зависящих расходов	-	-		-	
Итого независящих расходов	-	-		-	
Всего расходов на 1000 т-км нетто	-	-		-	
Себестоимость перевозок 10 ткм нетто	-	-		-	
Изменение себестоимости	$\Delta C =$				

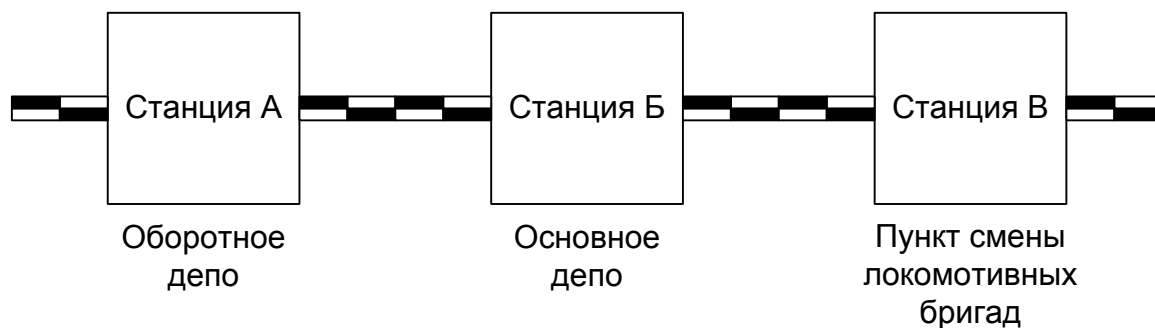


Рисунок 1 – Схема полигона железной дороги

Таблица 1

План приема груженых вагонов с прочим грузом от других полигонов железной дороги, тыс. вагонов в год

Стыковой пункт	Количество принимаемых вагонов
А	920
В	520

Таблица 2

План перевозок прочих грузов по полигону железной дороги, тыс. вагонов в год

Наименование станций и участков	Погрузка	Выгрузка
А	14	67
А–Б	4	17
Б–А	12	28
Б	37	42
Б–В	20	10
В–Б	2	12
В	27	122
ИТОГО	116	298

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

#### Дополнительные исходные данные

Средняя статическая нагрузка по каменному углю, т/ваг:	
4-осного полувагона	58
4-осной платформы	33
Средняя статическая нагрузка по тарно-штучным грузам, т/ваг	44
Длина приемо-отправочных путей, м	1050
Длина станционных путей для установки локомотива, м	50
Средняя длина вагонов, м	16
Вес тары вагонов, т	24
Масса локомотива, т	194
Коэффициент, учитывающий время дополнительной работы локомотивных бригад ( $\phi$ )	0,5
Норма расхода электроэнергии на тягу поездов на 10000 ткм брутто ( $a_э$ ), кВт-ч	140
Норма затрат локомотиво-часов маневровой работы на 1000 вагоно-км ( $\kappa_m$ )	0,49
Средняя масса одной грузовой отправки ( $P_{го}$ ), т	35
Средняя дальность перевозки грузов ( $l_{го}$ ), км	570
Независящие расходы в % от зависящих	40

### ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Варианты изменения качественных показателей для определения эффективности улучшения использования подвижного состава  
(повышение показателя в %)

Наименование показателя	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Повышение веса поезда на	2	3	4	3	5	2	4	3	6	4
Увеличение динамической нагрузки на	6	5	4	5	3	6	4	5	2	3
Увеличение участковой скорости на	4	6	5	4	4	5	6	4	3	5

# ПРИЛОЖЕНИЕ 5

## Исходные данные по вариантам

№	Показатели	Варианты											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Длина участков, км А–Б	255	260	245	270	275	285	250	255	300	265	250	260
	Б–В	240	240	260	245	255	260	265	240	240	240	265	240
2	Распределение перевозок каменного угля по типам вагонов, %												
	4 <sup>х</sup> осные полувагоны	95	92	96	93	94	95	91	96	96	94	92	95
3	Прием каменного угля по ст. А, тыс.т/год	3300	3500	3450	3600	3700	3750	3400	3550	3450	3500	3600	3400
	4 <sup>х</sup> осные платформы	5	8	4	7	6	5	9	4	4	6	8	5
4	Выгрузка каменного угля по станциям, тыс.т/год А	470	460	450	490	550	440	490	450	450	550	480	460
	Б	370	340	320	350	350	350	450	370	320	360	440	350
	В	430	410	440	420	410	420	430	410	440	400	430	430
5	Прием тарно-штучных грузов по ст. А, тыс.т/год	4185	4220	4300	4250	4000	4100	4450	4000	4200	4000	4150	4185
6	Выгрузка тарно-штучных грузов по станциям, тыс.т/год А	540	580	570	550	540	530	570	540	560	540	520	540
	Б	460	470	390	450	410	400	410	410	390	420	430	460
	В	500	520	540	510	550	540	550	510	540	550	540	500
7	Масса груженого поезда брутто, т	3600	3650	3500	3700	3300	3400	3300	3400	3600	3500	3300	3600
8	Динамическая нагрузка груженого вагона в грузовом направлении, т/ваг	42	44	43	45	42	41	45	42	43	44	41	42
9	Динамическая нагрузка груженого вагона в порожнем направлении, т/ваг	39	40	40	41	40	38	42	39	40	41	38	39
10	Средняя участковая скорость, км/ч	38	40	39	42	41	41	43	40	39	41	42	38
11	Средняя техническая скорость, км/ч	50	53	51	54	52	53	54	50	51	52	51	53
12	Норма простоя вагона на технических станциях, час А	4,6	4,5	4,3	4,2	4,4	4,5	4,3	4,6	4,4	4,4	4,6	4,6
	Б	4,4	4,5	4,5	4,1	4,3	4,4	4,1	4,5	4,5	4,3	4,3	4,5
	В	4,2	4,4	4,0	4,4	4,3	4,1	4,0	4,0	4,1	4,5	4,1	4,1
13	Среднесуточный пробег локомотива, км/сут	710	750	710	680	690	740	730	710	700	680	740	710
14	Норма простоя вагонов под грузовыми операциями, час												
	одиночными	13	10	11	12	10	9	11	12	11	11	10	13
	сдвоенными	17	18	16	17	16	15	14	18	16	15	16	18



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Журавель А. И. Себестоимость железнодорожных перевозок. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2000. – 304 с.
2. Методические указания для студентов специальности 080502 «Экономика и управление на предприятии (железнодорожный транспорт)». – М. : ФГБОУ ВПО Московский государственный университет путей сообщения, 2011. – 51 с.
3. Плахотич С.А. Правила дипломного проектирования, оформления и представления к защите дипломных проектов и работ : учеб.-метод. пособие / С. А. Плахотич, А. Г. Пяткова. – Екатеринбург : УрГУПС. 2010. – 80 с.
4. Приказ Минтранса России от 17 августа 2007 г. №124 «Об утверждении порядка проведения раздельного учета доходов, расходов и финансовых результатов по видам деятельности, тарифным составляющим и укрупненным видам работ ОАО «РЖД», приложение №1 – Номенклатура доходов и расходов по видам деятельности ОАО «РЖД».
5. Рачек С. В., Пикалин Ю. А., Антонова В. Д. и др. Экономика и планирование деятельности железных дорог: учеб. пособие. – Екатеринбург : УрГУПС, 2007. – 196 с.
6. Семенов Е.М., Анашенкова Ю.Л. Планирование объемных и качественных показателей работы подвижного состава и определение экономической эффективности от их улучшения : задание и методические указания к выполнению курсовой работы. – Екатеринбург : УрГУПС, 2005. – 31 с.
7. СТБ 2.2.1–2005 Система менеджмента качества. Стандарт предприятия (УрГУПС). Управление процессом методического обеспечения образовательного процесса. Структура, организация, требования к оформлению.
8. СТБ 2.5.1.17-2009 Система менеджмента качества. Стандарт предприятия (УрГУПС). Дипломное проектирование, Требования к выполнению и представлению. Правила оформления (введен в действие приказом ректора университета непосредственно в качестве локального нормативного акта внутреннего пользования с 1 декабря 2009 года взамен СТБ 2.5.1.17 – 2007).
9. Экономика железнодорожного транспорта: учеб. для вузов ж.-д. трансп./ Н. П. Терешина, 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», 2013. – 676 с.