

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

**Кафедра "Управление эксплуатационной работой"**

**Л. А. РЕДЬКО, О. И. БИК-МУХАМЕТОВА**

**ТЕХНОЛОГИЯ**  
**ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА**

**Практикум**

**Гомель 2012**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра "Управление эксплуатационной работой"

Л. А РЕДЬКО, О. И. БИК-МУХАМЕТОВА

# ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

*Рекомендовано Научно-методическим советом по железнодорожному транспорту в качестве практикума для студентов специальности «Бухгалтерский учет, анализ и аудит (по направлениям)»*

Гомель 2012

УДК 656.224/.225 (075.8)

ББК 39.23

Р33

Рецензент – **О. В. Тараскина** – зам. начальника финансово-экономического отдела Транспортного унитарного предприятия «Гомельское отделение Белорусской железной дороги»

**Редько, Л. А.**

Р33      Технология перевозочного процесса : практикум / Л. А. Редько, О. И. Бик-Мухаметова ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 82 с.  
ISBN 978-985-468-967-8

Представлены методики выполнения практических работ по дисциплине «Технология перевозочного процесса». Изложены теоретические вопросы технологии работы железнодорожного направления, обеспечения эффективного обслуживания пассажиров и перевозки грузов, комфортабельности при организации пассажирского сообщения. Изложены эксплуатационные подходы по обеспечению рационального использования подвижного состава, логистических нормативов перевозки пассажиров и грузов, дана экономическая оценка перевозочной деятельности в пассажирском сообщении на расчетном направлении.

Предназначено для студентов специальности «Бухгалтерский учет, анализ и аудит (по направлениям)».

УДК 656.224/.225 (075.8)

ББК 39.23

ISBN 978-985-468-967-8

© Л. А. Редько, О. И. Бик-Мухаметова, 2012

© Оформление. УО «БелГУТ», 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

Общие положения.....	4
Практическая работа № 1. Нормирование массы и длины пассажирских и грузовых поездов.....	5
Практическая работа № 2. Расчет эксплуатационной нагрузки на станции и участки в пассажирском сообщении.....	16
Практическая работа № 3. Расчет эксплуатационной нагрузки на станции и участки в грузовом сообщении.....	28
Практическая работа № 4. Организация пропуска пассажирских и пригородных поездов на направлении.....	44
Практическая работа № 5. Количественная и качественная оценка технологии пропуска пассажирских и грузовых поездов на направлении.....	55
Практическая работа № 6. Экономическая оценка перевозочной деятельности в пассажирском сообщении на направлении.....	68
Список использованной и рекомендуемой литературы.....	77
Приложение А Технические характеристики пассажирских локомотивов .....	78
Приложение Б Технические характеристики грузовых локомотивов.....	78
Приложение В Вместимость пригородных поездов.....	79
Приложение Г Характеристики пассажирских вагонов.....	79
Приложение Д Нумерация поездов.....	80

## **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Практические работы являются самостоятельной работой студентов по углублению и закреплению знаний по дисциплине «Технология перевозочного процесса». В процессе их выполнения решаются наиболее важные эксплуатационные задачи, являющиеся основой экономической оценки деятельности железной дороги. Практические работы имеют общие данные для комплексного рассмотрения технологии перевозок условного полигона железнодорожной сети. В процессе выполнения работы студент самостоятельно решает инженерные задачи, обоснованные расчетами, и оформляет их.

При выполнении практических работ студент должен научиться пользоваться учебной, научной и справочной литературой. Инженерные расчеты выполняются по методикам, изложенным в учебных пособиях, указанных в задании. Расчетные параметры технологии работы железнодорожного полигона должны обеспечить эффективное обслуживание пассажиров и перевозки груза, удобства в пассажирском сообщении, рациональное использование подвижного состава, повышение конкурентоспособности железнодорожного транспорта.

Практические работы выполняются студентом самостоятельно, по индивидуальным данным, указанным в задании преподавателем, и на основании материалов, приведенных в данном практикуме. Выполнение работ рекомендуется вести в последовательности, изложенной в задании. Обязанность преподавателя состоит в индивидуальной консультации каждого студента по выполнению им задания в процессе установленного учебного графика, определения степени усвоения студентами программы дисциплины.

Практическая работа № 1

**НОРМИРОВАНИЕ МАССЫ И ДЛИНЫ  
ПАССАЖИРСКИХ И ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ**

**Сведения из теории**

Нормы массы и длины поездов являются одними из основополагающих показателей, во многом определяющих количественную и качественную стороны эксплуатации железнодорожного транспорта. Масса поезда и его длина определяют, прежде всего, размеры движения, необходимую мощность локомотивов и полезную длину станционных приемо-отправочных, сортировочных и вытяжных путей, динамическую прочность сцепных устройств и рамы вагонов. С массой поезда связаны наличная пропускная и провозная способность железнодорожных линий, а также эффективность их использования, в определенной мере скорость движения, а следовательно, и потребность в вагонном и локомотивном парках для освоения заданного объема перевозок груза и пассажиров. Масса поезда и его длина во многом определяют и эксплуатационные требования к мощности пути и искусственным сооружениям, параметрам технического оснащения железнодорожных станций, конструкции вагонов и локомотивов, устройствам сигнализации, централизации и блокировки.

Масса поездов отражается на эксплуатационных и экономических показателях работы подвижного состава. С массой связаны производительность локомотивов, напряженность работы и, следовательно, степень износа верхнего строения пути, интенсивность использования двигателей локомотивов и характер динамического воздействия подвижного состава на многие другие устройства, обеспечивающие надежность и безопасность движения. Нормы массы и длины поездов определяют технологию работы станций, особенно продолжительность маневров по формированию, расформированию, перестановке составов, время накопления вагонов и обработки составов по прибытию и отправлению.

Вот почему масса и длина поезда – это важнейший фактор, определяющий организацию, технологию и экономику перевозочного процесса.

## Методические указания по выполнению работы

В пассажирском сообщении при заданном техническом оснащении железнодорожной линии нормы массы поездов устанавливаются либо по профилю пути и мощности тяговых средств, либо по полезной длине пассажирских платформ в пассажирском сообщении.

Норма массы пассажирского поезда, исходя из условия полного использования мощности локомотива:

- при тепловозной тяге –

$$Q_{\text{п\ddot{a}н}} = \frac{270 N_{\varepsilon} - P(\omega'_1 + i_{\delta})\overline{v_{\delta}}}{(\omega''_1 + i_{\delta})\overline{v_{\delta}}}; \quad (1.1)$$

- при электровозной тяге –

$$Q_{\text{п\ddot{a}н}} = \frac{367 N_{\varepsilon} - P(\omega'_1 + i_{\delta})\overline{v_{\delta}}}{(\omega''_1 + i_{\delta})\overline{v_{\delta}}}, \quad (1.2)$$

где  $N_{\varepsilon}$  – мощность длительного режима локомотива, кВт (см. приложение А);  $P$  – сцепная масса локомотива, т (см. приложение А);  $\omega'_1$ ,  $\omega''_1$  – соответственно основное удельное сопротивление движению локомотива и вагонов, кгс/т<sup>1)</sup>;  $i_{\delta}$  – расчетный уклон на направлении, ‰ (согласно заданию);  $\overline{v_{\delta}}$  – среднеходовая скорость движения соответствующей категории пассажирского поезда на направлении, км/ч (согласно заданию).

Основное удельное сопротивление движению:

- локомотива –

$$\omega'_1 = 1,9 + 0,01\overline{v_{\delta}} + 0,0003(\overline{v_{\delta}})^2; \quad (1.3)$$

- вагонов –

---

<sup>1)</sup> Так как в действующих Правилах тяговых расчетов единицей измерения касательной силы тяги локомотива является «кгс», то для расчетов удельного сопротивления движению используется устаревшая величина «кгс/т», а не «Н/т».

$$\omega_1'' = 1,2 + 0,012\overline{v_0} + 0,0002(\overline{v_0})^2; \quad (1.4)$$

Значение нормы массы пассажирских поездов, согласно правилам тяговых расчетов, округляется до ближайших 25 т.

Норма длины пассажирского поезда исходя из условия полного использования мощности локомотива

$$m_{i\grave{a}\grave{n}} = \frac{Q_{i\grave{a}\grave{n}}}{q_{i\grave{a}\grave{n}}}, \quad (1.5)$$

где  $q_{i\grave{a}\grave{n}}$  – средняя масса брутто пассажирского вагона, т ( $q_{i\grave{a}\grave{n}} = 60$  т).

При расчетах может возникнуть ситуация, когда длина поезда будет менее 9 вагонов, в этом случае рекомендуется использование двойной тяги.

Норма длины пассажирского поезда исходя из условия полного использования длины пассажирской платформы

$$m_{i\grave{a}\grave{n}} = \frac{L_{i\grave{e}\grave{e}} - l_{\grave{e}\grave{e}\grave{e}}}{l_{\grave{a}\grave{a}\grave{a}}}, \quad (1.6)$$

где  $L_{i\grave{e}\grave{e}}$  – длина пассажирской платформы, м (согласно заданию);

$l_{\grave{e}\grave{e}\grave{e}}$  – длина локомотива по осям автосцепки, м (см. приложение А);

$l_{\grave{a}\grave{a}\grave{a}}$  – длина пассажирского вагона, м ( $l_{\grave{a}\grave{a}\grave{a}} = 24,5$  м).

Значения норм длины пассажирских поездов округляются до целых значений в меньшую сторону.

Норма массы пассажирского поезда исходя из условия полного использования длины пассажирской платформы

$$Q_{i\grave{a}\grave{n}} = q_{i\grave{a}\grave{n}} m_{i\grave{a}\grave{n}}, \quad (1.7)$$

За расчетные значения норм массы и длины принимаются наименьшие из двух полученных значений:

$$Q_{i\grave{a}\grave{n}} = \min \left\{ Q_{i\grave{a}\grave{n}}^{N_{\grave{e}}}; Q_{i\grave{a}\grave{n}}^{L_{i\grave{e}\grave{e}}} \right\}; \quad (1.8)$$

$$m_{i\grave{a}\grave{n}} = \min \left\{ m_{i\grave{a}\grave{n}}^{N_{\grave{e}}}; m_{i\grave{a}\grave{n}}^{L_{i\grave{e}\grave{e}}} \right\}. \quad (1.9)$$

Окончательная норма массы и длины пассажирских поездов определяется при составлении композиции состава пассажирского поезда, т. е. при подборе вагонов в состав поезда и расчете населенности поезда.

В грузовом сообщении при заданном техническом оснащении железнодорожной линии нормы массы поездов устанавливаются ли-



бо по профилю пути и мощности тяговых средств, либо по погонной нагрузке и полезной длине станционных приемо-отправочных путей.

Норма массы грузового поезда исходя из условия полного использования силы тяги локомотива

$$Q_{\text{ад}} = \frac{F_{\text{э}} - P(\omega'_1 + i_{\delta})}{\omega''_1 + i_{\delta}}, \quad (1.10)$$

где  $F_{\text{э}}$  – касательная сила тяги длительного режима, кгс (см. приложение Б);  $P$  – масса локомотива, т (см. приложение Б);  $\omega'_1$ ,  $\omega''_1$  – соответственно удельное сопротивление движению локомотива и вагонов, кгс/т;  $i_{\delta}$  – расчетный уклон на направлении, ‰ (согласно заданию).

Удельное сопротивление движению:

- локомотива –

$$\omega'_1 = 1,9 + 0,01\bar{v}_{\delta} + 0,0003(\bar{v}_{\delta})^2; \quad (1.11)$$

- вагонов –

$$\omega''_1 = 0,7 + \frac{3 + 0,1\bar{v}_{\delta} + 0,0025(\bar{v}_{\delta})^2}{q_1}, \quad (1.12)$$

где  $\bar{v}_{\delta}$  – среднеходовая скорость движения грузовых поездов, км/ч (согласно заданию);  $q_1$  – масса брутто, приходящаяся на одну ось колесной пары, т,

$$q_1 = \frac{q_{\text{ад}}}{n_1}, \quad (1.13)$$

$q_{\text{ад}}$  – масса брутто грузового вагона, т (согласно заданию);  $n_1$  – число осей в грузовом вагоне (для условий данной работы  $n_1 = 4$  оси).

Норма массы грузового поезда исходя из полного использования полезной длины станционных путей и погонной нагрузки вагонов на путь

$$Q_{\text{ад}} = (l_{\text{п}} - l_{\text{эф}})P_{\text{п}}, \quad (1.14)$$

где  $l_{\text{п}}$  – полезная длина приемо-отправочных путей станций на направлении, м (согласно заданию);  $l_{\text{эф}}$  – длина локомотива по осям

автосцепки, м (см. приложение Б);  $P_{\text{пог}}$  – погонная нагрузка вагонов на путь, т/м,

$$P_{\text{пг}} = \frac{q_{\text{аод}}}{l_{\text{а}}}, \quad (1.15)$$

$l_{\text{а}}$  – длина условного грузового вагона, м (согласно заданию или  $l_{\text{а}} = 14$  м).

Значение нормы массы грузовых поездов, согласно правилам тяговых расчетов, округляется до ближайших 50 т. За расчетное значение нормы массы грузовых поездов принимается наименьшее из двух полученных значений:

$$Q_{\text{аод}} = \min \{ Q_{\text{аод}}^{F_{\text{е}}}; Q_{\text{аод}}^{l_{\text{п}}} \}. \quad (1.16)$$

Норма длины грузового поезда на направлении в вагонах

$$m_{\text{аод}} = \frac{Q_{\text{аод}}}{q_{\text{аод}}}. \quad (1.17)$$

Норма длины составов из порожних вагонов

$$m_{\text{пг}} = \frac{l_{\text{п}} - l_{\text{сгг}}}{l_{\text{а}}}. \quad (1.18)$$

Значения норм длины грузовых поездов округляются до целого числа в меньшую сторону.

Порядок расположения в пассажирском поезде вагонов различных типов называется **композицией состава** или **схемой формирования**. Композиция устанавливается с учетом массы и категории пассажирских поездов, типов включаемых в состав вагонов, мощности и характера пассажиропотоков на данном направлении.

Для взаимозаменяемости составов различных поездов и направлений композиция составов должна быть унифицирована.

Пассажирские поезда формируются из цельнометаллических вагонов: багажных – Б; с жесткими спальными местами (плацкартные) – ПЛ; с мягкими двухместными купе – СВ; с мягкими двухместными и четырехместными купе – СВМ; с мягкими четырехместными купе – М; с жесткими четырехместными купе – К; открытого типа с местами для сидения – О; межобластного типа с местами для сидения – ОБЛ; жестких с четырехместным купе и радиокупе – КР. В состав многих пассажирских поездов включаются также почтово-багажные вагоны – БП, вагоны-

рестораны – ВР или вагон-купе с буфетом – КБ. Технические характеристики пассажирских вагонов приведены в приложении Г.

На направлениях с грузом багажа и почты не менее чем на 1 поезд в сутки можно выделять прямые почтово-багажные поезда. В этом случае пассажирские поезда всех категорий формируются без включения в них почтовых и багажных вагонов.

При составлении композиций скоростных и скорых пассажирских поездов следует учесть, что они имеют, как правило, меньшую вместимость пассажиров, так как в состав поезда включаются больше спальных, мягких и купейных вагонов, количество которых зависит от уровня комфортабельности поезда (фирменные поезда). Состав таких поездов формируется, как правило, из 12–23 вагонов.

Мягкие купейные и вагоны с мягкими двухместными купе размещаются в середине поезда. В зависимости от дальности следования в состав включается вагон-ресторан или купейный вагон с буфетом, которые также находятся в середине состава. Вагон-ресторан включается в схему без номера, как правило, между вагонами № 8 и № 9, а вагон с купе-буфетом – под номером 9. 9-й и 8-й вагоны, как правило, – купейные с поездным радиоузелом. В составы многих скоростных и скорых пассажирских поездов включаются почтовые и багажные вагоны. При составлении композиции скорых и скоростных поездов необходимо учитывать, что в одном или нескольких купейных вагонах необходимо отвести от 1 до 4 купе на технологические нужды железнодорожного транспорта (для проезда поездных бригад).

Пассажирские поезда дальнего следования формируются из 12–23 вагонов, из них, как правило, 4–6 купейных, которые включаются в середину состава поезда. При этом в одном или нескольких купейных вагонах необходимо отвести от 1 до 4 купе на технологические нужды железнодорожного транспорта (для проезда поездных бригад).

В основном дальний пассажирский поезд состоит из плацкартных вагонов, что позволяет увеличить вместимость таких поездов. В состав дальних пассажирских поездов при необходимости также включаются почтовые и багажные вагоны (в голове поезда), вагоны-рестораны или купе с буфетом (в середине поезда).

Мягкие вагоны и вагоны СВ присутствуют в составе дальних пассажирских поездов, если время их нахождения в пути следования между конечными пунктами следования составляет не менее суток.

Состав местного пассажирского поезда формируется из 12–23 вагонов и состоит из купейных вагонов, купе-буфета, плацкартных и межобластных вагонов с креслами для сидения. Принцип составления композиции местного поезда аналогичен схеме составления дальних пассажирских поездов.

### Пример расчета

На двухпутном направлении А-Д (рисунок 1.1), оборудованном автоматической блокировкой и электрической централизацией стрелок на станциях, пассажирское сообщение обслуживают тепловозы ТЭП150 (в соответствии с приложением А, имеющие следующие технические характеристики:  $N_{л} = 3100$  кВт,  $P = 135$  т,  $l_{лок} = 20,4$  м), грузовое – тепловозы 2ТЭ10 (в соответствии с приложением Б, имеющие следующие технические характеристики:  $F_{к} = 52000$  кгс,  $P = 274$  т,  $l_{лок} = 34$  м).

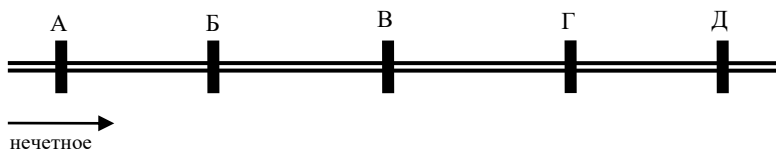


Рисунок 1.1 – Схема железнодорожного направления А-Д

Среднеходовая скорость движения скорых поездов  $\overline{v_{\delta}^{\text{н\acute{e}}}} = 120$  км/ч; пассажирских –  $\overline{v_{\delta}^{\text{п\grave{a}н}}} = 90$  км/ч; грузовых –  $\overline{v_{\delta}^{\text{а\grave{o}}}} = 70$  км/ч. Направление имеет расчетный уклон  $i_{\delta} = 6$  ‰. Длина пассажирской платформы  $L_{пл} = 400$  м. Полезная длина приемо-отправочных путей на станциях  $l_{по} = 850$  м. Масса брутто пассажирского вагона  $q_{бр} = 60$  т, длина пассажирского вагона  $l_{ваг} = 24,5$  м. Масса брутто грузового вагона  $q_{бр} = 72$  т, длина грузового вагона  $l_{в} = 14$  м.

Требуется:

1 Рассчитать норму массы и длины скорых поездов исходя из условий полного использования мощности локомотива и полного использования длины платформы.

2 Рассчитать норму массы и длины пассажирских поездов исходя из условий полного использования мощности локомотива и длины платформы.

3 Рассчитать норму массы и длины грузовых поездов исходя из условий полного использования силы тяги локомотива и полезной длины приемо-отправочных путей станций.

4 Составить композицию скорых и пассажирских поездов.

### 1 Расчет норм массы и длины скорых поездов.

В соответствии с формулами (1.3) и (1.4) рассчитывается основное удельное сопротивление движению:

$$\text{локомотива } \omega'_1 = 1,9 + 0,01 \cdot 120 + 0,0003 \cdot 120^2 = 7,42 \text{ кгс/т};$$

$$\text{вагонов } \omega''_1 = 1,2 + 0,012 \cdot 120 + 0,0002 \cdot 120^2 = 5,52 \text{ кгс/т}.$$

В соответствии с формулой (1.1) рассчитывается норма массы скорых поездов на направлении, исходя из условия полного использования мощности локомотива:

$$Q_{\text{н\acute{e}}} = \frac{270 \cdot 3100 - 134 \cdot (7,42 + 6) \cdot 120}{(5,52 + 6) \cdot 120} = 449 \approx 450 \text{ т}.$$

Норма длины скорого поезда, исходя из условия полного использования мощности локомотива, определяется по формуле (1.5):

$$m_{\text{н\acute{e}}} = \frac{450}{60} = 7,5 \approx 7 \text{ ваг.}$$

Так как длина поезда менее 9 вагонов, то в этом случае рекомендуется использование двойной тяги (2ТЭП150). Тогда новая норма массы скорого поезда составит

$$Q_{\text{н\acute{e}}} = \frac{270 \cdot 2 \cdot 3100 - 2 \cdot 134 \cdot (7,42 + 6) \cdot 120}{(5,52 + 6) \cdot 120} = 898 \approx 900 \text{ т}.$$

Норма длины

$$m_{\text{н\acute{e}}} = \frac{900}{60} = 15 \text{ ваг.}$$

Норма длины скорого поезда, исходя из условия полного использования длины пассажирской платформы, рассчитывается по формуле (1.6):

$$m_{\text{н\acute{e}}} = \frac{400 - 20,4}{24,5} = 15,49 \approx 15 \text{ ваг.}$$

Норма массы скорого поезда, исходя из условия полного использования длины пассажирской платформы, рассчитывается по формуле (1.7):

$$Q_{\text{нб}} = 15 \cdot 60 = 900 \text{ т.}$$

За расчетное значение нормы массы и длины состава скорого поезда принимается наименьшее из двух полученных значений –  $Q_{\text{ск}} = 900 \text{ т}$ ,  $m_{\text{ск}} = 15 \text{ ваг.}$

## 2 Расчет норм массы и длины пассажирского поезда.

Аналогично скорым поездам рассчитывается норма массы и длины пассажирских поездов. Основное удельное сопротивление движению локомотива и вагонов

$$\omega'_1 = 1,9 + 0,01 \cdot 90 + 0,0003 \cdot 90^2 = 5,23 \text{ кгс/т;}$$

$$\omega''_1 = 1,2 + 0,012 \cdot 90 + 0,0002 \cdot 90^2 = 3,90 \text{ кгс/т.}$$

Норма массы пассажирского поезда

$$Q_{\text{пасс}} = \frac{270 \cdot 3100 - 134 \cdot (5,23 + 6) \cdot 90}{(3,9 + 6) \cdot 90} = 787 \approx 800 \text{ т.}$$

Норма длины пассажирского поезда исходя из условия полного использования мощности локомотива

$$m_{\text{пасс}} = \frac{800}{60} = 13,3 \approx 13 \text{ ваг.}$$

Норма длины пассажирского поезда исходя из условия полного использования длины пассажирской платформы

$$m_{\text{пасс}} = \frac{400 - 20,4}{24,5} = 15,49 \approx 15 \text{ ваг.}$$

Норма массы пассажирского поезда исходя из условия полного использования длины пассажирской платформы

$$Q_{\text{пасс}} = 15 \cdot 60 = 900 \text{ т.}$$

За расчетное значение нормы массы и длины состава пассажирского поезда принимается наименьшее из двух полученных значений –  $Q_{\text{пас}} = 800 \text{ т}$ ,  $m_{\text{ск}} = 13 \text{ ваг.}$

## 3 Расчет нормы массы и длины грузовых поездов.

Масса брутто, приходящаяся на одну ось колесной пары, определяется по формуле (1.13):

$$q_1 = \frac{72}{4} = 18 \text{ т/ось.}$$

Удельное сопротивление движению локомотива и вагонов рассчитывается по формулам (1.11) и (1.12):

$$\omega'_i = 1,9 + 0,01 \cdot 70 + 0,0003 \cdot 70^2 = 4,07 \text{ кгс/т};$$

$$\omega''_i = 0,7 + \frac{3 + 0,1 \cdot 70 + 0,0025 \cdot 70^2}{18} = 1,94 \text{ кгс/т}.$$

Норма массы грузового поезда, исходя из условия полного использования силы тяги локомотива, определяется по формуле (1.10):

$$Q_{\text{ао}} = \frac{52000 - 274 \cdot (4,07 + 6)}{1,94 + 6} = 6202 \approx 6200 \text{ т}.$$

Погонная нагрузка вагонов на путь [формула (1.15)]

$$P_{\text{п\ddot{a}}} = \frac{72}{14} = 5,14 \text{ т/м}.$$

Норма массы грузового поезда исходя из условия полного использования полезной длины станционных путей и погонной нагрузки вагонов на путь [формула (1.14)]

$$Q_{\text{ао}} = (850 - 34) \cdot 5,14 = 4194 \approx 4200 \text{ т}.$$

За расчетное значение нормы массы грузовых поездов принимается наименьшие из двух полученных значений –  $Q_{\text{ао}} = 4200 \text{ т}$ .

Норма длины грузового поезда на направлении

$$m_{\text{ао}} = \frac{4200}{72} = 58,3 \approx 58 \text{ ваг}.$$

Норма длины составов из порожних вагонов

$$m_{\text{п\ddot{o}}} = \frac{850 - 34}{14} = 58,3 \approx 58 \text{ ваг}.$$

#### **4 Составление композиции скорого и пассажирского поезда.**

Исходя из расчетов, приведенных выше, норма массы скорых поездов на направлении  $Q_{\text{ск}} = 900 \text{ т}$ , норма длины –  $m_{\text{ск}} = 15 \text{ ваг}$ . В одном из купейных вагонов необходимо отвести 8 мест для отдыха поездной бригады, обслуживающих поезд. Число выделенных мест указывается дробью под цифрой населенности тех вагонов, в которых выделяются места из состава поезда. Скорый поезд формируется из купейных вагонов, вагонов СВ, плацкартных вагонов и вагонов межобластного типа с местами для сидения. Композиция или схема формирования скорого поезда приведена в таблице 1.1.

Композиция или схема формирования пассажирского поезда при норме массы на направлении  $Q_{\text{пас}} = 800$  т, норме длины –  $m_{\text{пас}} = 13$  ваг. приведена в таблице 1.2. В состав пассажирского поезда не включаются мягкие вагоны и СВ. При этом в одном из купейных вагонов 8 мест отводится для отдыха поездной бригады. Число выделенных мест указывается дробью под цифрой населенности тех вагонов, в которых выделяются места из состава поезда.

**Таблица 1.1 – Схема формирования скорого поезда при массе состава до 900 т**

Номер вагона	Категория вагона	Длина, м	Масса, т	Населенность, чел.
0	ПБ	24,5	68	-
1	ОБл	24,5	54	62
2	К	24,5	56	36
3	К	24,5	56	28/8
4	СВ	24,5	62	18
5	СВ	24,5	62	18
6	СВ	24,5	62	18
7	К	24,5	56	36
8	КР	24,5	56	30
9	КБ	24,5	60	-
10	К	24,5	56	36
11	ПЛ	24,5	60	54
12	ПЛ	24,5	60	54
13	ОБл	24,5	54	62
14	ОБл	24,5	54	62
Итого		367,5	876	514/8

**Таблица 1.2 – Схема формирования пассажирского поезда при массе состава до 800 т**

Номер вагона	Категория вагона	Длина, м	Масса, т	Населенность, чел.
0	ПБ	24,5	68	-
1	ОБл	24,5	54	62
2	ОБл	24,5	54	62
3	ОБл	24,5	54	62
4	ПЛ	24,5	60	54
5	ПЛ	24,5	60	54
6	К	24,5	56	36
7	К	24,5	56	28/8
8	КР	24,5	56	30



9	КБ	24,5	60	-
10	К	24,5	56	36
11	ПЛ	24,5	60	54
12	ПЛ	24,5	60	54
Итого		318,5	754	532/8

### **Контрольные вопросы**

- 1 Какие факторы влияют на нормативы массы и длины пассажирских поездов?
- 2 Какие факторы влияют на нормативы массы и длины грузовых поездов?
- 3 Что такое «композиция» пассажирских составов?
- 4 Основные принципы составления композиции пассажирских составов.

## Контрольные вопросы

- 1 Какие факторы влияют на нормативы массы и длины пассажирских поездов?
- 2 Какие факторы влияют на нормативы массы и длины грузовых поездов?
- 3 Что такое «композиция» пассажирских составов?
- 4 Основные принципы составления композиции пассажирских составов.

## Практическая работа № 2

### РАСЧЕТ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА СТАНЦИИ И УЧАСТКИ В ПАССАЖИРСКОМ СООБЩЕНИИ

#### Сведения из теории

Размеры движения пассажирских поездов зависят от ряда факторов. К числу основных из них относятся:

- мощность пассажиропотока рассматриваемого железнодорожного направления;
- дальность следования поездов и их весовая норма;
- композиция и вместимость составов поездов;
- масса вагона;
- желательная частота движения поездов;
- экономическое, социальное, культурное или курортное значение конечных и промежуточных населенных пунктов.

В связи со значительными колебаниями мощности пассажиропотока размеры движения определяются на летний и зимний периоды. На ряде направлений (особенно курортных) в летнее время пассажиропотоки увеличиваются примерно в два-три раза. Такую неравномерность потоков необходимо учитывать при расчете размеров движения пассажирских поездов.

Размеры движения пригородных поездов зависят от мощности суточного пассажиропотока, количества зонных станций и вместимости состава пригородных поездов, обслуживающих заданный участок. В связи со значительными сезонными и внутринедельными колебаниями пригородных пассажиропотоков размеры движения пригородных поездов устанавливаются отдельно на зимний и летний периоды, а также на будние и выходные дни.

На пригородных участках по мере удаления от головной станции происходит значительный спад пригородных пассажиропотоков.

Наиболее резкий спад создается на станциях, расположенных в пределах городов-спутников, промышленных предприятий, мест отдыха, крупных жилых массивов и др. В связи с этим на пригородных участках возникает необходимость организации зонного движения пригородных поездов. В этом случае часть пригородных поездов следует до определенных станций, обслуживая пассажиропоток назначением до этих или ближайших к ним станций. Такие станции на пригородном участке называются **зонными**, а часть участка между головной и зонной станциями, между зонными станциями либо между зонной и конечной станциями – **пригородной зоной**. Оборот пригородных составов происходит на такой пригородной зоне. Основными факторами, влияющими на определение протяженности пригородных зон, а следовательно, и места расположения зонных станций, являются:

- протяженность пригородного участка;
- наличие пунктов массовой посадки-высадки пригородных пассажиров;
- удобство обслуживания пригородных пассажиров;
- обеспечение эффективного использования технических средств;
- минимальные затраты на организацию пригородного движения на участке.

Целесообразность организации зонного движения зависит от мощности пригородного пассажиропотока. Так, при незначительном пассажиропотоке, когда суточные размеры движения пригородных поездов невелики, применять зонное движение в большинстве случаев нецелесообразно.

### **Методические указания по выполнению работы**

Планирование объемов перевозок пассажиров в местном сообщении производится на основе изучения пассажиропотоков и их изменения за планируемый период. Результаты планирования представляются в виде «косой» таблицы планируемых к отправлению среднесуточных пассажиропотоков (таблица 2.1).

На основании «косой» таблицы составляется диаграмма пассажиропотока, которая дает наглядное представление о его распределении на направлении. Пример диаграммы пассажиропотока представлен на рисунке 2.1. Так как пассажиропоток в четном и

нечетном направлениях практически одинаковый, то достаточно составить диаграмму для одного направления, а размеры движения в дальнейшем считать в парах поездов.

Таблица 2.1 – «Косая» таблица планируемых к отправлению среднесуточных пассажиропотоков в нечетном направлении

Со станции	На станцию					Итого
	А	Б	В	Г	Д	
А	-	$a_{А-Б}$	$a_{А-В}$	$a_{А-Г}$	$a_{А-Д}$	$A_{\text{пос}}^А$
Б		-	$a_{Б-В}$	$a_{Б-Г}$	$a_{Б-Д}$	$A_{\text{пос}}^Б$
В			-	$a_{В-Г}$	$a_{В-Д}$	$A_{\text{пос}}^В$
Г				-	$a_{Г-Д}$	$A_{\text{пос}}^Г$
Д					-	-
Итого		$A_{\text{выс}}^Б$	$A_{\text{выс}}^В$	$A_{\text{выс}}^Г$	$A_{\text{выс}}^Д$	

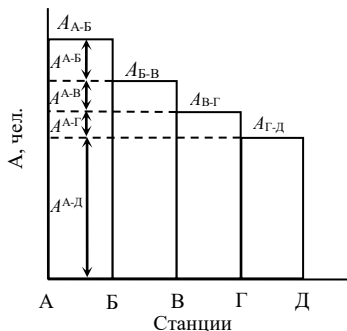


Рисунок 2.1 – Диаграмма среднесуточного пассажиропотока на железнодорожном направлении

пассажиропоток, следующий по участкам А-Б, Б-В, В-Г, Г-Д, чел.;  $A_{\text{пос}}^А$ ,  $A_{\text{пос}}^Б$ ,  $A_{\text{пос}}^В$ ,  $A_{\text{пос}}^Г$  – соответственно посадка пассажиров по станциям А, Б, В и Г, чел. (определяется по данным «косой» таблицы);  $A_{\text{выс}}^Б$ ,  $A_{\text{выс}}^В$ ,  $A_{\text{выс}}^Г$ ,  $A_{\text{выс}}^Д$  – соответственно высадка пассажиров по станциям Б, В, Г и Д, чел. (определяется по данным «косой» таблицы).

Построение диаграммы среднесуточных пассажиропотоков начинается с головной станции А и ведется последовательно по каждому участку направления:

$$A_{А-Б} = A_{\text{пос}}^А; \quad (2.1)$$

$$A_{Б-В} = A_{А-Б} - A_{\text{выс}}^Б + A_{\text{пос}}^Б; \quad (2.2)$$

$$A_{В-Г} = A_{Б-В} - A_{\text{выс}}^В + A_{\text{пос}}^В; \quad (2.3)$$

$$A_{Г-Д} = A_{В-Г} - A_{\text{выс}}^Г + A_{\text{пос}}^Г = A_{\text{выс}}^Д, \quad (2.4)$$

где  $A_{А-Б}$ ,  $A_{Б-В}$ ,  $A_{В-Г}$ ,  $A_{Г-Д}$  – соответственно суммарный

Размеры движения пассажирских поездов определяются на основании данных диаграммы пассажиропотоков и населенности пассажирских составов, полученной при составлении композиции:

$$N_{\text{пас}}^i = \frac{A^i}{a_{\text{пас}}}, \quad (2.5)$$

где  $A^i$  – пассажиропоток  $i$ -го назначения, чел.;  $a_{\text{пас}}$  – населенность пассажирского поезда, чел.

При расчете размеров движения местных пассажирских поездов необходимо учитывать, что часть пассажиропотока отдельного назначения может перевозиться скорыми поездами. Тогда из общего пассажиропотока конкретного назначения вычитается пассажиропоток, который будет перевезен скорыми поездами:

$$N_{\text{іан}}^{\hat{A}-\hat{A}} = \frac{\hat{A}^{\hat{A}-\hat{A}} - N_{\hat{\text{нє}}}^{\hat{A}-\hat{A}} \hat{a}_{\hat{\text{нє}}}}{\hat{a}_{\text{іан}}}, \quad (2.6)$$

где  $\hat{A}^{\hat{A}-\hat{A}}$  – пассажиропоток назначением А-Д, чел. (см. диаграмму пассажиропотоков);  $N_{\hat{\text{нє}}}^{\hat{A}-\hat{A}}$  – число заданных скорых поездов назначением А-Д, пар поездов (согласно заданию);  $\hat{a}_{\hat{\text{нє}}}$ ,  $\hat{a}_{\text{іан}}$  – соответственно населенность скорого и пассажирского поездов, чел. (см. практическую работу № 1).

Полученное значение количества пассажирских поездов округляется до целого числа в большую сторону. В связи с этим возникает резерв мест

$$\hat{a}_{\hat{\text{дэс}}}^{\hat{A}-\hat{A}} = N_{\hat{\text{нє}}}^{\hat{A}-\hat{A}} \hat{a}_{\hat{\text{нє}}} + N_{\text{іан}}^{\hat{A}-\hat{A}} \hat{a}_{\text{іан}} - \hat{A}^{\hat{A}-\hat{A}}, \quad (2.7)$$

который может использоваться пассажирами более коротких назначений (резерв мест назначения А-Д может использоваться пассажирами назначения А-Г, резерв мест назначения А-Г – пассажирами назначением А-В и т. д.):

$$N_{\text{іан}}^{\hat{A}-\hat{A}} = \frac{\hat{A}^{\hat{A}-\hat{A}} - \hat{a}_{\hat{\text{дэс}}}^{\hat{A}-\hat{A}}}{\hat{a}_{\text{іан}}}; \quad (2.8)$$

$$\hat{a}_{\hat{\text{дэс}}}^{\hat{A}-\hat{A}} = N_{\text{іан}}^{\hat{A}-\hat{A}} \hat{a}_{\text{іан}} + \hat{a}_{\hat{\text{дэс}}}^{\hat{A}-\hat{A}} - \hat{A}^{\hat{A}-\hat{A}}; \quad (2.9)$$

$$N_{\text{іан}}^{\hat{A}-\hat{A}} = \frac{\hat{A}^{\hat{A}-\hat{A}} - \hat{a}_{\hat{\text{дэс}}}^{\hat{A}-\hat{A}}}{\hat{a}_{\text{іан}}}; \quad (2.10)$$

$$\dot{a}_{\text{дв}}^{\hat{A}-\hat{A}} = N_{\text{iан}}^{\hat{A}-\hat{A}} \dot{a}_{\text{iан}}^{\hat{A}-\hat{A}} + \dot{a}_{\text{дв}}^{\hat{A}-\hat{A}} - \dot{A}^{\hat{A}-\hat{A}}; \quad (2.11)$$

$$N_{\text{iан}}^{\hat{A}-\hat{A}} = \frac{\dot{A}^{\hat{A}-\hat{A}} - \dot{a}_{\text{дв}}^{\hat{A}-\hat{A}}}{\dot{a}_{\text{iан}}^{\hat{A}-\hat{A}}}; \quad (2.12)$$

$$\dot{a}_{\text{дв}}^{\hat{A}-\hat{A}} = N_{\text{iан}}^{\hat{A}-\hat{A}} \dot{a}_{\text{iан}}^{\hat{A}-\hat{A}} + \dot{a}_{\text{дв}}^{\hat{A}-\hat{A}} - \dot{A}^{\hat{A}-\hat{A}}. \quad (2.13)$$

Резерв мест на самом коротком назначении А-Б может использоваться пассажирами в пригородном сообщении, но в этом случае из числа пригородных пассажиропотоков назначением А-Б это число пассажиров исключается. Если резерв мест на этом участке составит более 50 % от населенности состава, то в этом случае целесообразно отказаться от курсирования местных пассажирских поездов назначением А-Б и передать пассажиров в пригородное сообщение, увеличивая при этом число пассажиров назначением А-Б в пригородном сообщении на это число пассажиров.

Планирование объемов перевозок пассажиров в пригородном сообщении производится на основе изучения пригородных пассажиропотоков и их изменения за планируемый период. Результаты планирования представляются в виде «косой» таблицы планируемых к отправлению среднесуточных пригородных пассажиропотоков (таблица 2.2).

На основании «косой» таблицы составляется диаграмма пригородного пассажиропотока, которая дает наглядное представление о его распределении на направлении. Пример диаграммы пригородного пассажиропотока представлен на рисунке 2.2. Так как пассажиропоток в четном и нечетном направлении практически одинаковый, то достаточно составить диаграмму для одного направления, а размеры движения в дальнейшем считать в парах пригородных поездов.

Построение диаграммы среднесуточных пригородных пассажиропотоков начинается с головной станции А и ведется последовательно по каждому перегону участка:

$$A_{\text{А-е}} = A_{\text{пос}}^{\text{А}}; \quad (2.14)$$

$$A_{\text{е-ж}} = A_{\text{А-е}} - A_{\text{выс}}^{\text{е}} + A_{\text{пос}}^{\text{е}}; \quad (2.15)$$

$$A_{\text{ж-и}} = A_{\text{е-ж}} - A_{\text{выс}}^{\text{ж}} + A_{\text{пос}}^{\text{ж}}; \quad (2.16)$$

$$A_{\text{и-к}} = A_{\text{ж-и}} - A_{\text{выс}}^{\text{и}} + A_{\text{пос}}^{\text{и}}; \quad (2.17)$$

.....

Таблица 2.2 – «Косая» таблица среднесуточных пригородных пассажиропотоков на участке А-Б

Из	На станции													Итого
	А	е	ж	и	к	л	м	н	п	р	с	т	Б	
А	-	$a_{А-е}$	$a_{А-ж}$	$a_{А-и}$	$a_{А-к}$	$a_{А-л}$	$a_{А-м}$	$a_{А-н}$	$a_{А-п}$	$a_{А-р}$	$a_{А-с}$	$a_{А-т}$	$a_{А-Б}$	$A_{\text{пос}}^A$
е		-	$a_{е-ж}$	$a_{е-и}$	$a_{е-к}$	$a_{е-л}$	$a_{е-м}$	$a_{е-н}$	$a_{е-п}$	$a_{е-р}$	$a_{е-с}$	$a_{е-т}$	$a_{е-Б}$	$A_{\text{пос}}^e$
ж			-	$a_{ж-и}$	$a_{ж-к}$	$a_{ж-л}$	$a_{ж-м}$	$a_{ж-н}$	$a_{ж-п}$	$a_{ж-р}$	$a_{ж-с}$	$a_{ж-т}$	$a_{ж-Б}$	$A_{\text{пос}}^ж$
и				-	$a_{и-к}$	$a_{и-л}$	$a_{и-м}$	$a_{и-н}$	$a_{и-п}$	$a_{и-р}$	$a_{и-с}$	$a_{и-т}$	$a_{и-Б}$	$A_{\text{пос}}^и$
к					-	$a_{к-л}$	$a_{к-м}$	$a_{к-н}$	$a_{к-п}$	$a_{к-р}$	$a_{к-с}$	$a_{к-т}$	$a_{к-Б}$	$A_{\text{пос}}^к$
л						-	$a_{л-м}$	$a_{л-н}$	$a_{л-п}$	$a_{л-р}$	$a_{л-с}$	$a_{л-т}$	$a_{л-Б}$	$A_{\text{пос}}^л$
м							-	$a_{м-н}$	$a_{м-п}$	$a_{м-р}$	$a_{м-с}$	$a_{м-т}$	$a_{м-Б}$	$A_{\text{пос}}^м$
н								-	$a_{н-п}$	$a_{н-р}$	$a_{н-с}$	$a_{н-т}$	$a_{н-Б}$	$A_{\text{пос}}^н$
п									-	$a_{п-р}$	$a_{п-с}$	$a_{п-т}$	$a_{п-Б}$	$A_{\text{пос}}^п$
р										-	$a_{р-с}$	$a_{р-т}$	$a_{р-Б}$	$A_{\text{пос}}^р$
с											-	$a_{с-т}$	$a_{с-Б}$	$A_{\text{пос}}^с$
т												-	$a_{т-Б}$	$A_{\text{пос}}^т$
Б													-	-
Итого		$A_{\text{выс}}^e$	$A_{\text{выс}}^ж$	$A_{\text{выс}}^и$	$A_{\text{выс}}^к$	$A_{\text{выс}}^л$	$A_{\text{выс}}^м$	$A_{\text{выс}}^н$	$A_{\text{выс}}^п$	$A_{\text{выс}}^р$	$A_{\text{выс}}^с$	$A_{\text{выс}}^т$	$A_{\text{выс}}^Б$	



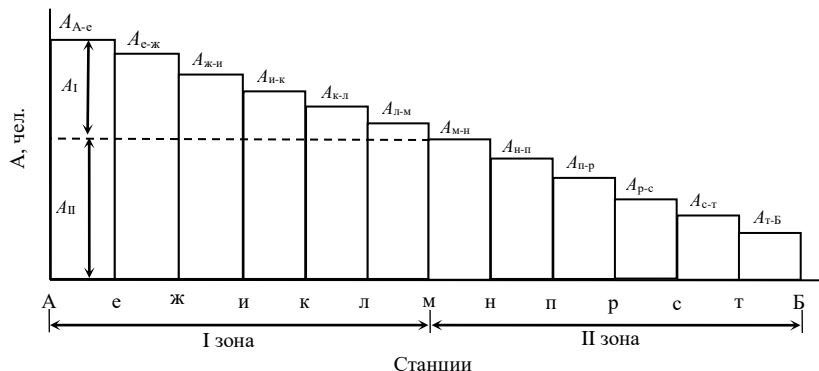


Рисунок 2.2 – Диаграмма среднесуточного пригородного пассажиропотока на железнодорожном участке А-Б

$$A_{с-т} = A_{р-с} - A_{выс}^c + A_{пос}^c ; \quad (2.18)$$

$$A_{т-Б} = A_{с-т} - A_{выс}^t + A_{пос}^t , \quad (2.19)$$

где  $A_{A-е}$ ,  $A_{е-ж}$ ,  $A_{ж-и}$ ,  $A_{и-к}$ , ... – соответственно суммарный пригородный пассажиропоток, следующий по перегонам А-е, е-ж, ж-и, и-к, ..., чел.;  $A_{пос}^A$ ,  $A_{пос}^e$ ,  $A_{пос}^ж$ ,  $A_{пос}^и$ , ... – соответственно посадка пассажиров по станциям А, е, ж, и, ..., чел. (определяется по данным «косой» таблицы);  $A_{выс}^e$ ,  $A_{выс}^ж$ ,  $A_{выс}^и$ ,  $A_{выс}^к$  – соответственно высадка пассажиров по станциям е, ж, и, к, ..., чел. (определяется по данным «косой» таблицы).

Размеры движения пригородных поездов определяются на основании данных диаграммы пригородных пассажиропотоков, населенности пригородных составов и расположения зонных станций.

Число поездов для обслуживания каждой зоны определяется по следующим формулам:

- на I зону –

$$N_I = \frac{A_I - A_{II}}{a_1} ; \quad (2.20)$$

- на II зону –

$$N_{II} = \frac{A_{II} - A_{III}}{a} ; \quad (2.21)$$

.....  
- на последнюю зону –

$$N_n = \frac{A_n}{a}, \quad (2.22)$$

где  $A_1, A_{II}, A_{III}, \dots, A_n$  – среднесуточные пригородные пассажиропотоки соответственно на I, II, ...,  $n$ -ю зоны, чел.;  $a$  – число мест для сидения в пригородном составе;  $a_1$  – число мест в составе пригородного поезда с учетом их увеличения за счет проезда пассажирами стоя (приложение В).

Общие размеры движения пригородных поездов на участке А-Б, пар поездов:

$$N_{\text{общ}} = N_I + N_{II} + \dots + N_n, \quad (2.23)$$

где  $N_I$  – число пригородных поездов на первую зону, пар поездов;  $N_{II}$  – число пригородных поездов на вторую зону, пар поездов;  $N_n$  – число пригородных поездов на  $n$ -ю зону, пар поездов.

### Пример расчета

На двухпутном железнодорожном направлении А-Д известны планируемый к отправлению среднесуточный пассажиропоток (таблица 2.3) и планируемый к отправлению среднесуточный пригородный пассажиропоток (таблица 2.4). Из предыдущей практической работы населенность пассажирского поезда  $a_{\text{пас}} = 532$  чел., скорого поезда  $a_{\text{ск}} = 514$  чел. Пригородное сообщение обслуживают дизель-поезда ДЭЛ-01 с населенностью  $a = 416$  чел. По заданию установлены следующие категории пассажирского поездопотока: транзитные скорые поезда  $N_{\text{ск}}^{\text{ИЗ-за А-за Д}} = 2$  пары поездов; транзитный дальний пассажирский поезд  $N_{\text{дп}}^{\text{ИЗ-за А-за Д}} = 1$  пара поездов; скорые местные поезда  $N_{\text{ск}}^{\text{А-Д}} = 2$  пары поездов. На участке А-Б две пригородные зоны.

Требуется:

- 1 Построить диаграмму среднесуточного пассажиропотока на железнодорожном направлении А-Д.
- 2 Рассчитать потребные размеры пассажирских поездов для освоения заданного пассажиропотока.

3 Построить диаграмму среднесуточного пригородного пассажиропотока на участке А-Б и определить расположение зонных станций.

4 Рассчитать потребные размеры пригородных поездов для освоения заданного пассажиропотока.

Таблица 2.3 – «Косая» таблица планируемого к отправлению среднесуточного пассажиропотока на направлении А-Д

Со станции	На станцию					Итого
	А	Б	В	Г	Д	
А	-	4000	2000	1500	1000	<b>8500</b>
Б		-	1500	1000	600	<b>3100</b>
В			-	1000	600	<b>1600</b>
Г				-	600	<b>600</b>
Д					-	-
<b>Итого</b>	-	<b>4000</b>	<b>3500</b>	<b>3500</b>	<b>2800</b>	<b>13800</b>

*Примечание* – Размеры пассажиропотока в четном и нечетном направлениях принять одинаковыми.

Таблица 2.4 – «Косая» таблица планируемого к отправлению среднесуточного пассажиропотока на участке А-Б

Из	На станции														Итого
	А	е	ж	и	к	л	м	н	п	р	с	т	Б		
А	-	400	800	300	1000	100	1200	400	400	850	300	250	300+24	<b>6300+24</b>	
е		-	10	10	10	30	10	25	20	25	20	25	15	<b>200</b>	
ж			-	5	15	15	5	5	10	10	5	5	5	<b>80</b>	
и				-	10	10	10	10	5	10	5	5	5	<b>75</b>	
к					-	10	5	10	10	5	5	10	10	<b>65</b>	
л						-	5	10	10	5	10	10	10	<b>60</b>	
м							-	15	10	10	15	15	5	<b>70</b>	
н								-	15	10	10	10	10	<b>55</b>	
п									-	10	10	15	10	<b>45</b>	
р										-	15	10	10	<b>35</b>	
с											-	10	20	<b>30</b>	
т												-	40	<b>40</b>	
Б													-	-	
<b>Итого</b>	-	<b>400</b>	<b>810</b>	<b>315</b>	<b>1035</b>	<b>165</b>	<b>1235</b>	<b>475</b>	<b>480</b>	<b>935</b>	<b>400</b>	<b>365</b>	<b>440+24</b>	<b>7055+24</b>	

*Примечание* – Размеры пассажиропотока в четном и нечетном направлениях принять одинаковыми.

### 1 Построение диаграммы среднесуточного пассажиропотока.

На основании формул (2.1)–(2.4) выполняется расчет размеров пассажиропотока, следующего по участкам направления А-Д:

$$A_{A-B} = 8500 \text{ чел.};$$

$$A_{B-B} = 8500 - 4000 + 3100 = 7600 \text{ чел.};$$

$$A_{B-Г} = 7600 - 3500 + 1600 = 5700 \text{ чел.};$$

$$A_{Г-Д} = 5700 - 3500 + 600 = 2800 \text{ чел.}$$

На основании полученных данных строится диаграмма. Диаграмма среднесуточных пассажиропотоков приведена на рисунке 2.3.

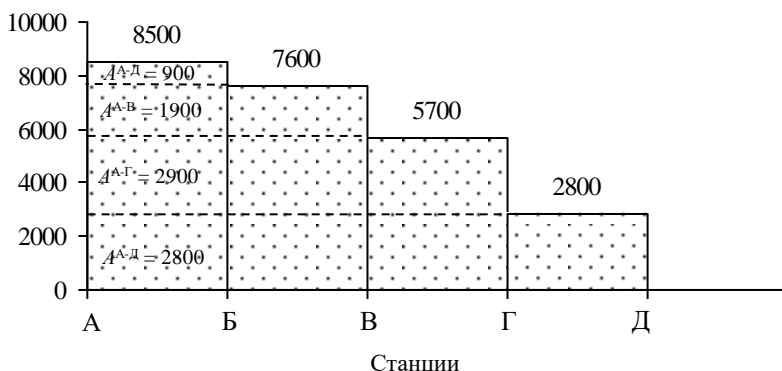


Рисунок 2.3 – Диаграмма среднесуточных пассажиропотоков на направлении А-Д

## 2 Расчет потребных размеров пассажирских поездов.

На основании данных диаграммы среднесуточных пассажиропотоков (см. рисунок 2.3) по формулам (2.6)–(2.13) производится расчет потребного количества местных пассажирских поездов для освоения заданного пассажиропотока:

$$N_{\text{iан}}^{\dot{A}-\ddot{A}} = \frac{2800 - 2 \cdot 514}{532} = 3,33 \approx 4 \text{ пары поездов.}$$

Тогда резерв мест в поездах назначением А-Д

$$\dot{a}_{\text{оаф}}^{\dot{A}-\ddot{A}} = 2 \cdot 514 + 4 \cdot 532 - 2800 = 356.$$

Потребное количество пассажирских поездов назначением А-Г

$$N_{\text{iан}}^{\dot{A}-\ddot{A}} = \frac{2900 - 356}{532} = 4,78 \approx 5.$$

Резерв мест в поездах назначением А-Г

$$\dot{a}_{\text{д\acute{a}ц}}^{\dot{A}-\tilde{A}} = 5 \cdot 532 + 356 - 2900 = 116.$$

Потребное количество пассажирских поездов назначением А-В

$$N_{\text{i\grave{a}ñ}}^{\dot{A}-\tilde{A}} = \frac{1900 - 116}{532} = 3,35 \approx 4.$$

Резерв мест в поездах назначением А-В

$$\dot{a}_{\text{д\acute{a}ц}}^{\dot{A}-\tilde{A}} = 4 \cdot 532 + 116 - 1900 = 344.$$

Потребное количество пассажирских поездов назначением А-Б

$$N_{\text{i\grave{a}ñ}}^{\dot{A}-\tilde{A}} = \frac{900 - 344}{532} = 1,04 \approx 1 \text{ поезд.}$$

Так как количество поездов округляется в меньшую сторону, то часть пассажиров будет не перевезена:

$$\dot{a}_{\text{д\acute{a}ц}}^{\dot{A}-\tilde{A}} = 1 \cdot 532 + 344 - 900 = -24 \text{ места.}$$

Данные пассажиры передаются в пригородное сообщение на участок А-Б (см. таблицу 2.4).

### 3 Построение диаграммы среднесуточного пригородного пассажиропотока.

На основании формул (2.14)–(2.19) выполняется расчет размеров пригородного пассажиропотока, следующего по перегонам участка А-Б:

$$A_{\text{А-с}} = 6324 \text{ чел.};$$

$$A_{\text{с-ж}} = 6324 - 400 + 200 = 6124 \text{ чел.};$$

$$A_{\text{ж-и}} = 6124 - 810 + 80 = 5394 \text{ чел.};$$

$$A_{\text{и-к}} = 5394 - 315 + 75 = 5154 \text{ чел.};$$

$$A_{\text{к-л}} = 5154 - 1035 + 65 = 4184 \text{ чел.};$$

$$A_{\text{л-м}} = 4184 - 165 + 60 = 4079 \text{ чел.};$$

$$A_{\text{м-н}} = 4079 - 1235 + 70 = 2914 \text{ чел.};$$

$$A_{\text{н-п}} = 2914 - 475 + 55 = 2494 \text{ чел.};$$

$$A_{\text{п-р}} = 2494 - 480 + 45 = 2059 \text{ чел.};$$

$$A_{\text{р-с}} = 2059 - 935 + 35 = 1159 \text{ чел.};$$

$$A_{\text{с-т}} = 1159 - 400 + 30 = 789 \text{ чел.};$$

$$A_{\text{т-Б}} = 789 - 365 + 40 = 464 \text{ чел.}$$

На основании полученных данных строится диаграмма среднесуточных пригородных пассажиропотоков (рисунок 2.4).

Пригородный участок требуется разделить на две зоны. Станцией перелома пассажиропотока является станция «м» (см. рисунок 2.4). Она и будет являться зонной станцией.

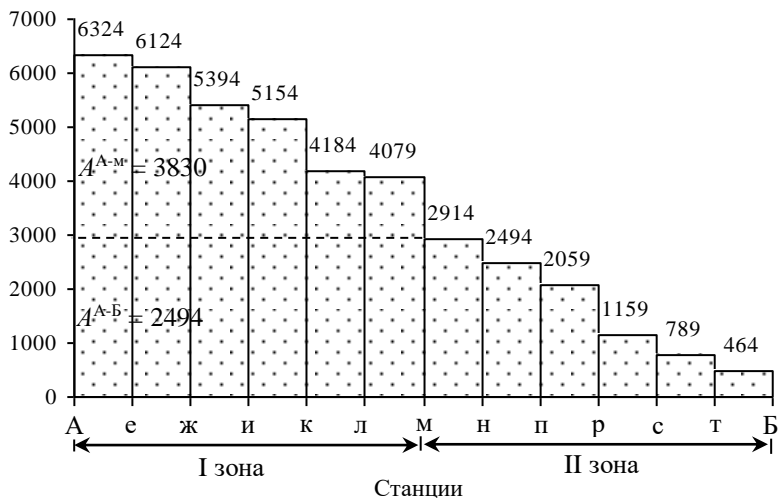


Рисунок 2.4 – Диаграмма среднесуточных пригородных пассажиропотоков на участке А-Б

#### 4 Расчет потребных размеров пригородных поездов.

На основании данных диаграммы (см. рисунок 2.4), населенности дизель-поезда ДЭЛ-01 и расчетных формул (2.20)–(2.23) рассчитываются потребные размеры пригородных поездов:

$$\text{на I зону: } N_I = \frac{6324 - 2914}{416} = 9,2 \approx 10 \text{ пар поездов;}$$

$$\text{на II зону: } N_{II} = \frac{2914}{416} = 7,01 \approx 7 \text{ пар поездов.}$$

Общее количество пригородных поездов:

$$N_{\text{общ}} = 10 + 7 = 17 \text{ пар поездов.}$$

#### Контрольные вопросы

1 Перечислите факторы, влияющие на размеры движения пассажирских поездов.

2 Перечислите факторы, влияющие на размеры движения пригородных поездов.

3 Что такое «зонная станция» и «пригородная зона»?

2 Перечислите факторы, влияющие на размеры движения пригородных поездов.

3 Что такое «зонная станция» и «пригородная зона»?

### Практическая работа № 3

## РАСЧЕТ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ НА СТАНЦИИ И УЧАСТКИ В ГРУЗОВОМ СООБЩЕНИИ

### Сведения из теории

Организация и порядок направления грузовых вагонопотоков является важнейшей технологической задачей эксплуатационной работы железнодорожного транспорта. Организация вагонопотоков в поезда производится по **плану формирования поездов**.

*План формирования грузовых поездов* – это план организации вагонопотоков в специализированные поезда, план распределения маневровой работы между станциями сети. Им устанавливается, какие поезда, из каких вагонов и на какие назначения, т. е. на какие станции выгрузки, расформирования или передачи вагонов, должна формировать каждая станция железнодорожной сети, а также какие поезда она должна расформировывать и какие пропускать без переработки.

В качестве исходных материалов для расчета плана формирования поездов используют:

- план перевозок грузов, на основании которого составляется «шахматка» среднесуточных груженых вагонопотоков;
- нормы массы и длины составов поездов;
- схемы участков обращения локомотивов и локомотивных бригад;
- различные данные о затратах на передвижение груженых и порожних вагонов по участкам;
- данные о техническом развитии и перерабатывающей способности станций, технико-экономических показателях их работы, о подъездных путях.

Расчет *сетевых планов формирования поездов* примерно для трехсот так называемых опорных сортировочных, участковых и грузовых станций сети выполняется Советом по железнодорожному транспорту СНГ, Латвийской, Литовской и Эстонской республик. Здесь же разрабатывается и план формирования отправительских маршрутов, составов из порожних вагонов, скорых и ускоренных по-





Суточное количество вагонов для  $i$ -й корреспонденции перевозимого груза за сутки

$$n_i = \frac{P_i \cdot 10^3}{365 P_{\text{н}0}}, \quad (3.1)$$

где  $P_i$  – мощность  $i$ -й корреспонденции грузопотока, тыс. т;  $P_{\text{н}0}$  – статическая нагрузка одного вагона, т,

$$P_{\text{н}0} = q_{\text{а}0} + q_{\text{д}0\text{а}0}; \quad (3.2)$$

$q_{\text{а}0}$  – средняя масса брутто физического вагона (задается преподавателем), т;  $q_{\text{д}0\text{а}0}$  – средняя масса тары физического вагона, т,  $q_{\text{д}0\text{а}0} = 24$  т.

На основании данных «косой» таблицы вагонопотоков составляется «шахматка» вагонопотоков. Целью составления «шахматки» является распределение вагонопотоков по видам сообщения (ввоз, вывоз, транзит и местное сообщение) и расчет показателей работы вагонного парка (работа, погрузка, выгрузка, ввоз, вывоз, транзит, сдача груженых, прием груженых). «Шахматка» вагонопотоков представлена в таблице 3.3.

Для определения такого показателя работы вагонного парка, как пробег, составляется пробегная «шахматка» вагонопотоков (таблица 3.4). Пробегная «шахматка» имеет аналогичную структуру, как и «шахматка» плановых вагонопотоков (см. таблицу 3.3), но в ней добавлены две графы: расстояние следования корреспонденции (км) и вагоно-километры пробега данной корреспонденции (ваг·км). При следовании корреспонденции на участок или с участка пробег по этому участку условно принимается равным половине его длины. В итоге устанавливается пробег груженых вагонов на расчетном направлении  $\sum n S_{\text{а}0}$ .

Для организации погрузки и выгрузки на станциях и участках направления необходимо обеспечить своевременный подвод порожних вагонов на станцию и вывод порожних вагонов со станции. Этот процесс называется регулировкой порожнего парка.

В «шахматке» вагонопотоков (см. таблицу 3.3) установлены объемы погрузки и выгрузки на выделенных станциях и участках направления. Порожние вагоны, которые образуются после

выполнения операций выгрузки, могут быть использованы под погрузку.

В зависимости от соотношения значений погрузки и выгрузки может образоваться на станциях и участках избыток или недостаток порожних вагонов:

$$U_{\delta}^i = U_{\text{а}}^i - U_{\text{г}}^i, \quad (3.3)$$

где  $U_{\text{а}}^i$ ,  $U_{\text{г}}^i$  – соответственно объем среднесуточной погрузки и выгрузки на  $i$ -й станции или участке, ваг.

Для определения направления следования порожних вагонов на полигоне (регулируемых направлений) разрабатывается схема регулировки порожних вагонов. Для этого используются данные об избытках и недостатках порожних вагонов на станциях и участках полигона. При разработке схем регулировки порожних вагонов учитываются направления следования порожних транзитных маршрутов и их объем, который задается преподавателем.

На основании данных «косой» таблицы вагонопотоков и схемы регулировки порожних вагонов строится диаграмма вагонопотоков на заданном железнодорожном направлении. Построение диаграммы груженого вагонопотока производится отдельно для нечетного и четного направлений (на рисунке 3.1 груженные вагонопотоки выделены темным цветом).

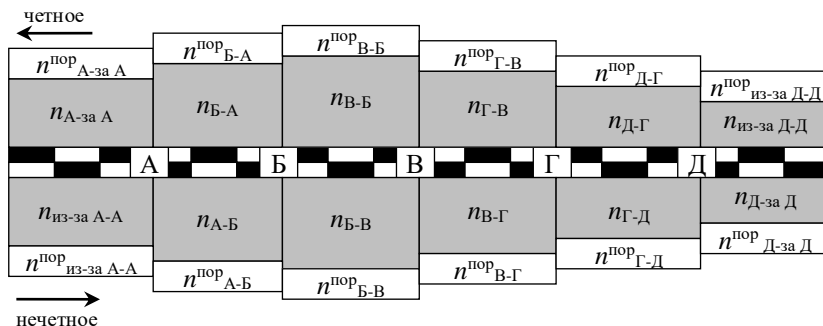


Рисунок 3.1 – Диаграмма груженого и порожнего вагонопотоков на участках направления

Для нечетного направление построение диаграммы среднесуточных вагонопотоков начинается с определения подхода к станции А и ведется последовательно по каждому участку направления:



и участкам из-за Д, Д, Г-Д, Г, В-Г, В, Б-В, Б, А-Б, А, ваг.;  $U_{\hat{a}}^{\hat{A}(\pm)}$ ,  $U_{\hat{a}}^{\hat{A}(\pm)}$ ,  $U_{\hat{a}}^{\hat{A}(\pm)}$ ,  $U_{\hat{a}}^{\hat{A}(\pm)}$ ,  $U_{\hat{a}}^{\hat{A}(\pm)}$ ,  $U_{\hat{a}}^{\hat{A}(\pm)}$ ,  $U_{\hat{a}}^{\hat{A}(\pm)}$  – соответственно выгрузка в четном направлении по станциям и участкам Д, Г-Д, Г, В-Г, В, Б-В, Б, А-Б, А, ваг.

На основании данных схемы регулировки порожних вагонов на диаграмме строятся порожние вагонопотоки на участках (на рисунке 3.1 порожние вагонопотоки выделены светлым цветом). При этом на участке указывается наибольшая величина порожнего вагонопотока.

По результатам построения диаграммы вагонопотоков определяются размеры движения грузовых поездов на участках отдельно в четном и нечетном направлениях:

$$N_{i(\pm)j} = \frac{n_{i(\pm)j}^{\bar{a}\delta} + n_{i(\pm)j}^{\bar{i}\delta}}{m_{\bar{a}\delta}}, \quad (3.16)$$

где  $n_{i(\pm)j}^{\bar{a}\delta}$ ,  $n_{i(\pm)j}^{\bar{i}\delta}$  – соответственно груженный и порожний вагонопотоки в нечетном или четном направлении на  $j$ -м участке, ваг.;  $m_{\bar{a}\delta}$  – число вагонов в составе грузового поезда.

Значение числа поездов на участке округляется до целого числа в большую сторону.

Для дальнейшей организации движения грузовых поездов на направлении необходимо получить распределение размеров движения грузовых поездов по категориям поездопотока (сквозные, участковые и местные поезда). Так как методика получения оптимального плана формирования грузовых поездов на направлении довольно трудоемкий процесс, то на основании полученных размеров движения грузовых поездов план формирования поездов в рамках практических работ задается преподавателем.

### Пример расчета

На двухпутном железнодорожном направлении А-Д известны годовые размеры планируемых к отправлению тысяч тонн груза (таблица 3.5). Длина участков железнодорожного направления:  $L_{\hat{A}-\hat{A}} = 120$  км,  $L_{\hat{A}-\hat{A}} = 140$  км,  $L_{\hat{A}-\hat{A}} = 160$  км,  $L_{\hat{A}-\hat{A}} = 180$  км. Из первой практической работы длина грузового поезда  $m_{\bar{a}\delta} = 58$  ваг., длина порожнего

маршрута  $m_{\text{пд}} = 58$  ваг. Масса брутто грузового вагона  $q_{\text{дб}} = 72$  т.

Масса тары грузового вагона  $q_{\text{дбд}} = 24$  т.

В соответствии с заданием на железнодорожное направление из-за

А за Д поступает  $N_{\text{пд}}^{\text{дс-сд А-сд А}} = 1$  порожний маршрут, из-за Д за А –

$N_{\text{пд}}^{\text{дс-сд А-сд А}} = 2$  порожних маршрута.

Требуется:

- 1 Составить «шахматку» и пробегную «шахматку» вагонопотоков.
- 2 Определить избыток и недостаток порожних вагонов на полигоне.
- 3 Выполнить регулировку порожних вагонов на полигоне.
- 4 Построить диаграмму грузовых вагонопотоков и рассчитать размеры движения грузовых поездов на полигоне.

## **1 Составление «шахматки» и пробегной «шахматки» вагонопотоков.**

На основании данных «косой» таблицы грузопотоков (см. таблицу 3.5) по формулам (3.1) и (3.2) составляется «косая» таблица среднесуточных вагонопотоков.

Размер мощности вагонопотока для корреспонденции из-за А за А составит

$$n_{\text{дс-сд А-сд А}} = \frac{100 \cdot 10^3}{365(72 - 24)} = 5,7 \approx 6 \text{ ваг.}$$

Аналогично производятся расчеты и по другим корреспонденциям железнодорожного направления А-Д. Результаты расчетов представлены в таблице 3.6.

На основании «косой» таблицы составляется «шахматка» среднесуточных груженых вагонопотоков – таблица 3.7. На основании «шахматки» вагонопотоков и длин участков составляется пробегная «шахматка» груженых вагонопотоков – таблица 3.8.

## **2 Определение избытка и недостатка порожних вагонов на полигоне.**

На основании данных «шахматки» груженых вагонопотоков и формулы (3.3) рассчитывается избыток и недостаток порожних вагонов на станциях и участках направления А-Д. Результаты расчета

приведены в таблице 3.9. Из таблицы следует, что на полигоне существует общий недостаток  $U_{\delta} = 131 - 5 = 77$  порожних вагонов.

**Таблица 3.9 – Определение избытка и недостатка порожних вагонов на выделенных станциях и участках**

Станция или участок	Погрузка	Выгрузка	Избыток	Недостаток
А	109	65	0	44
А-Б	24	18	0	6
Б	69	57	0	12
Б-В	39	21	0	18
В	105	151	46	0
В-Г	30	18	0	12
Г	112	120	8	0
Г-Д	36	18	0	18
Д	131	110	0	21
Итого	655	578	54	131
Регулировка на полигоне			0	77

### 3 Регулировка порожних вагонов на полигоне.

Прием порожних вагонов по стыковым пунктам составит:

$$U_{\text{ид.пд}}^{\text{А}} = N_{\text{пд}}^{\text{вс-св}} \cdot \text{А-св} \cdot \text{А} \cdot m_{\text{пд}} = 1 \cdot 58 = 58;$$

$$U_{\text{ид.пд}}^{\text{А}} = N_{\text{пд}}^{\text{вс-св}} \cdot \text{А-св} \cdot \text{А} \cdot m_{\text{пд}} = 2 \cdot 58 = 116.$$

Общий прием порожних вагонов на расчетный полигон

$$U_{\text{ид.пд}} = U_{\text{ид.пд}}^{\text{А}} + U_{\text{ид.пд}}^{\text{А}} = 58 + 116 = 174.$$

Исходя из таблицы 3.9, на полигоне наблюдается недостаток 77 порожних вагонов, который будет восполняться за счет порожних вагонов, принимаемым по стыковым пунктам. Так как прием порожних вагонов по стыковым пунктам больше, чем недостаток вагонов на полигоне, то оставшиеся вагоны после регулировки необходимо сдать по регулировочному заданию на другие полигоны. Сдача порожних вагонов с полигона

$$U_{\text{на.пд}} = U_{\text{ид.пд}} - U_{\delta} = 174 - 77 = 97.$$

В случае, если принимаемых вагонов для погашения недостатка будет недостаточно, то необходимо принять, что резерв порожних вагонов находится на станции «В».

Регулировка порожних вагонов выполняется в виде схемы регулировки порожних вагонов (рисунок 3.2). Построение схемы регулировки ведется произвольно, начиная с любого стыкового пункта. В данном примере оно начато с распределения порожних вагонов, поступающих на полигон по стыковому пункту А.

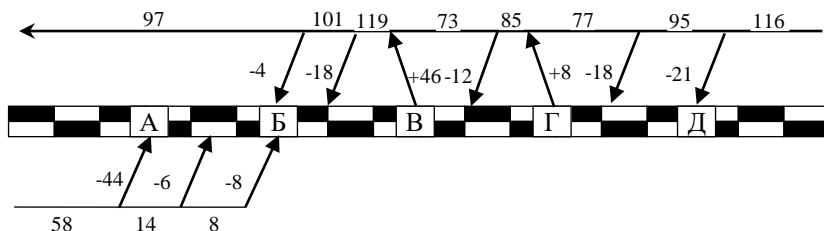


Рисунок 3.2 – Схема регулировки порожних вагонов на направлении А-Д

По станции А принимается 58 порожних вагонов, при этом на самой станции А имеется недостаток 44 вагонов; тогда на участок А-Б будет отправлено  $58 - 44 = 14$  вагонов. На участке А-Б имеется недостаток 6 вагонов, которые будут изыматься из нечетного порожнего потока; тогда на станцию Б будет прибывать  $14 - 6 = 8$  вагонов. Эти вагоны частично погасят недостаток 12 вагонов по станции Б. Недостаток оставшихся 4 вагонов будет погашен порожними вагонами, принимаемыми по стыковому пункту Д. Как видно из схемы регулировки, порожний вагонопоток, поступивший по стыковому пункту А, полностью погашен. Аналогично производится регулировка порожних вагонов поступающих по стыковому пункту Д.

#### 4 Построение диаграммы грузовых вагонопотоков и расчет размеров движения грузовых поездов.

Для нечетного направление построение диаграммы среднесуточных вагонопотоков начинается с определения подхода к станции А и ведется последовательно по каждому участку направления по формулам (3.4)–(3.9):

$$n_{\text{вс-сд}} \text{ А-А} = 274 \text{ ваг.};$$



$$n_{\bar{A}-\bar{A}} = 274 - 6 + 91 + 21 = 380 \text{ ваг.};$$

$$n_{\bar{A}-\hat{A}} = 380 - 21 - 3 + 42 + 27 = 425 \text{ ваг.};$$

$$n_{\hat{A}-\bar{A}} = 425 - 61 - 9 + 46 + 15 = 416 \text{ ваг.};$$

$$n_{\bar{A}-\bar{A}} = 416 - 85 - 9 + 44 + 12 = 378 \text{ ваг.};$$

$$n_{\bar{A}-\text{çà}\bar{A}} = 378 - 70 - 15 + 38 = 331 \text{ ваг.}$$

Для четного направления построение диаграммы среднесуточных вагонопотоков начинается с определения подхода к станции Д и ведется последовательно по каждому участку направления по формулам (3.10)–(3.15):

$$n_{\text{еç-çà}\bar{A}-\bar{A}} = 342 \text{ ваг.};$$

$$n_{\bar{A}-\bar{A}} = 342 - 40 + 93 + 24 = 419 \text{ ваг.};$$

$$n_{\bar{A}-\hat{A}} = 419 - 35 - 3 + 68 + 15 = 464 \text{ ваг.};$$

$$n_{\hat{A}-\bar{A}} = 464 - 90 - 9 + 59 + 12 = 436 \text{ ваг.};$$

$$n_{\bar{A}-\bar{A}} = 436 - 36 - 12 + 3 + 27 = 418 \text{ ваг.};$$

$$n_{\bar{A}-\text{çà}\bar{A}} = 418 - 59 - 15 + 18 = 362 \text{ ваг.}$$

Диаграмма среднесуточных вагонопотоков приведена на рисунке 3.3. На основании данных схемы регулировки порожних вагонов на диаграмме строятся порожние вагонопотоки на участках (на рисунке 3.3 порожние вагонопотоки выделены светлым цветом). При этом на участке указывается наибольшая величина порожнего вагонопотока.

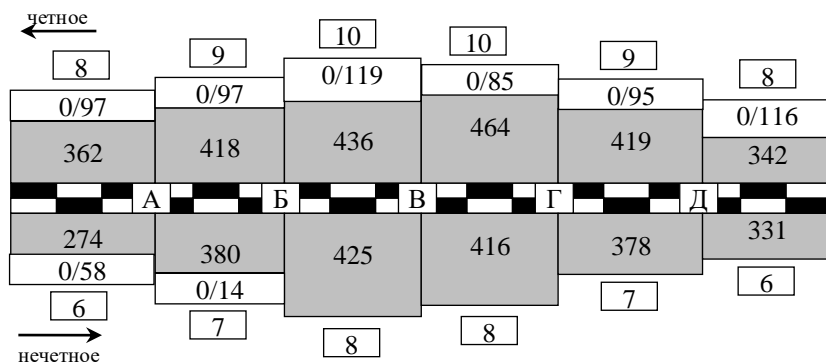


Рисунок 3.3 – Диаграмма груженого и порожнего вагонопотоков на участках направления А-Д

По результатам построения диаграммы вагонопотоков и формулы (3.16) определяются размеры движения грузовых поездов на участках отдельно в четном и нечетном направлениях. На участке из-за А-А в нечетном направлении требуется

$$N_{\text{неч}}^{\text{А-А}} = \frac{274 + 58}{58} = 5,7 \approx 6 \text{ поездов.}$$

Аналогично рассчитываются размеры движения по остальным участкам. Значение числа поездов на участке округляется до целого числа в большую сторону. На рисунке 3.3 размеры движения грузовых поездов указаны в прямоугольном контуре.

На основании полученных размеров движения грузовых поездов **план формирования поездов** в рамках практической работы задается преподавателем.

### Контрольные вопросы

- 1 Что такое план формирования поездов?
- 2 Исходные данные для составления плана формирования поездов.
- 3 Что такое «шахматка» вагонопотоков?
- 4 Что такое регулировка порожних вагонов?

Таблица 3.2 – «Косая» таблица планируемых к отправлению среднесуточных вагонопотоков

Из	На станции											Итого	Из них	
	За А	А	А-Б	Б	Б-В	В	В-Г	Г	Г-Д	Д	За Д		чет.	неч.
Из-за А	-												-	$U_{\hat{a}}^{\text{èç-çà}\hat{A}(i)}$
А		-											$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(i)}$
А-Б			-										$U_{\hat{a}}^{\hat{A}-\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}-\hat{A}(i)}$
Б				-									$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(i)}$
Б-В					-								$U_{\hat{a}}^{\hat{A}-\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}-\hat{A}(i)}$
В						-							$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(i)}$
В-Г							-						$U_{\hat{a}}^{\hat{A}-\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}-\hat{A}(i)}$
Г								-					$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(i)}$
Г-Д									-				$U_{\hat{a}}^{\hat{A}-\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}-\hat{A}(i)}$
Д										-			$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(i)}$
Из-за Д											-		$U_{\hat{a}}^{\text{èç-çà}\hat{A}(\pm)}$	-
<b>Итого</b>														
<b>чет.</b>	$U_{\hat{a}}^{\text{çà}\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}-\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}-\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}-\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}-\hat{A}(\pm)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(\pm)}$	-			
<b>неч.</b>	-	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(i)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}-\hat{A}(i)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(i)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}-\hat{A}(i)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(i)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}-\hat{A}(i)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(i)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}-\hat{A}(i)}$	$U_{\hat{a}}^{\hat{A}(i)}$	$U_{\hat{a}}^{\text{çà}\hat{A}(i)}$			

Таблица 3.3 – «Шахматка» среднесуточных груженых вагонопотоков

Из	На станции и участки полигона										За пределы полигона		Итого	Всего
	А	А-Б	Б	Б-В	В	В-Г	Г	Г-Д	Д	Итого	Из-за А	Из-за Д		
А	Местное сообщение										Вывоз			$U_{i\dot{A}}$
А-Б														$U_{i\dot{A}-\dot{A}}$
Б														$U_{i\dot{A}}$
Б-В														$U_{i\dot{A}-\dot{A}}$
В														$U_{i\dot{A}}$
В-Г														$U_{i\dot{A}-\dot{A}}$
Г														$U_{i\dot{A}}$
Г-Д														$U_{i\dot{A}-\dot{A}}$
Д														$U_{i\dot{A}}$
<b>Итого</b>										$U_{i\dot{n}}$			$U_{\dot{a}\dot{a}\dot{a}}$	$U_{i\dot{A}}$
Из-за А	Ввоз										Транзит			
Из-за Д														
<b>Итого</b>										$U_{\dot{a}\dot{a}\dot{a}}$			$U_{\dot{o}\dot{o}}$	$U_{i\dot{o},\dot{a}\dot{o}}$
<b>Всего</b>	$U_{\dot{a}\dot{A}}$	$U_{\dot{a}\dot{A}-\dot{A}}$	$U_{\dot{a}\dot{A}}$	$U_{\dot{a}\dot{A}-\dot{A}}$	$U_{\dot{a}\dot{A}}$	$U_{\dot{a}\dot{A}-\dot{A}}$	$U_{\dot{a}\dot{A}}$	$U_{\dot{a}\dot{A}-\dot{A}}$	$U_{\dot{a}\dot{A}}$	$U_{\dot{a}}$			$U_{\dot{n}\dot{a},\dot{a}\dot{o}}$	$U$

Таблица 3.4 – Пробежная «шахматка» среднесуточных груженных вагонопотоков

Со станции или участка	На станцию или участок						полигона			Итого	За пределы полигона						Итого	Всего
	А			А-Б			Д				Из-за А			Из-за Д				
	ваг.	км	ваг·км	ваг.	км	ваг·км	ваг.	км	ваг·км		ваг.	км	ваг·км	ваг.	км	ваг·км		
А																		
А-Б																		
Б																		
Б-В																		
В																		
В-Г																		
Г																		
Г-Д																		
Д																		
Итого										$\sum nS_{in}$							$\sum nS_{\text{ааа}}$	
Из-за А																		
Из-за Д																		
Итого										$\sum nS_{\text{аа}}$							$\sum nS_{\text{оо}}$	
Всего																		$\sum nS_{\text{ао}}$

Таблица 3.5 – Годовые размеры планируемых к отправлению грузов

В тысячах тонн

Из	На станции										Итого	
	Из-за А	А	А-Б	Б	Б-В	В	В-Г	Г	Г-Д	Д		Из-за Д
Из-за А	-	100	50	100	100	400	50	400	50	500	3000	<b>4750</b>
А	300	-	0	200	50	400	0	300	50	400	150	<b>1850</b>
А-Б	50	0	-	50	0	100	0	50	0	50	100	<b>400</b>
Б	300	100	50	-	0	100	50	300	50	0	200	<b>1150</b>
Б-В	100	50	0	50	-	50	50	50	0	100	200	<b>650</b>
В	600	200	50	150	0	-	0	350	50	0	400	<b>1800</b>
В-Г	50	50	0	50	0	100	-	0	0	50	200	<b>500</b>
Г	400	100	100	100	100	300	50	-	50	100	600	<b>1900</b>
Г-Д	150	50	0	50	50	100	0	0	-	0	200	<b>600</b>
Д	300	50	0	100	0	700	50	400	0	-	650	<b>2250</b>
Из-за Д	4000	400	50	100	50	350	50	200	50	700	-	<b>5950</b>
<b>Итого</b>	<b>6250</b>	<b>1100</b>	<b>300</b>	<b>950</b>	<b>350</b>	<b>2600</b>	<b>300</b>	<b>2050</b>	<b>300</b>	<b>1900</b>	<b>5700</b>	<b>21800</b>

Таблица 3.6 – «Косая» таблица планируемых к отправлению среднесуточных вагонопотоков на железнодорожном направлении А-Д

Из	На станции											Итого	Из них	
	Из-за А	А	А-Б	Б	Б-В	В	В-Г	Г	Г-Д	Д	Из-за Д		чет.	нечет
Из-за А	-	6	3	6	6	23	3	23	3	29	172	<b>274</b>	0	274
А	18	-	0	12	3	23	0	18	3	23	9	<b>109</b>	18	91
А-Б	3	0	-	3	0	6	0	3	0	3	6	<b>24</b>	3	21
Б	18	6	3	-	0	6	3	18	3	0	12	<b>69</b>	27	42
Б-В	6	3	0	3	-	3	3	3	0	6	12	<b>39</b>	12	27
В	35	12	3	9	0	-	0	20	3	0	23	<b>105</b>	59	46
В-Г	3	3	0	3	0	6	-	0	0	3	12	<b>30</b>	15	15
Г	23	6	6	6	6	18	3	-	3	6	35	<b>112</b>	68	44
Г-Д	9	3	0	3	3	6	0	0	-	0	12	<b>36</b>	24	12
Д	18	3	0	6	0	40	3	23	0	-	38	<b>131</b>	93	38
Из-за Д	229	23	3	6	3	20	3	12	3	40	-	<b>342</b>	342	0
<b>Итого</b>	<b>362</b>	<b>65</b>	<b>18</b>	<b>57</b>	<b>21</b>	<b>151</b>	<b>18</b>	<b>120</b>	<b>18</b>	<b>110</b>	<b>331</b>	<b>1271</b>	661	610
чет.	362	59	15	36	12	90	9	35	3	40	0	661		
неч.	0	6	3	21	9	61	9	85	15	70	331	610		

Таблица 3.7 – «Шахматка» среднесуточных груженых вагонопотоков на направлении А-Д

Из	На станции и участки полигона										За пределы полигона		Итого	Всего
	А	А-Б	Б	Б-В	В	В-Г	Г	Г-Д	Д	Итого	Из-за А	Из-за Д		
А	-	0	12	3	23	0	18	3	23	<b>82</b>	18	9	<b>27</b>	<b>109</b>
А-Б	0	-	3	0	6	0	3	0	3	<b>15</b>	3	6	<b>9</b>	<b>24</b>
Б	6	3	-	0	6	3	18	3	0	<b>39</b>	18	12	<b>30</b>	<b>69</b>
Б-В	3	0	3	-	3	3	3	0	6	<b>21</b>	6	12	<b>18</b>	<b>39</b>
В	12	3	9	0	-	0	20	3	0	<b>47</b>	35	23	<b>58</b>	<b>105</b>
В-Г	3	0	3	0	6	-	0	0	3	<b>15</b>	3	12	<b>15</b>	<b>30</b>
Г	6	6	6	6	18	3	-	3	6	<b>54</b>	23	35	<b>58</b>	<b>112</b>
Г-Д	3	0	3	3	6	0	0	-	0	<b>15</b>	9	12	<b>21</b>	<b>36</b>
Д	3	0	6	0	40	3	23	0	-	<b>75</b>	18	38	<b>56</b>	<b>131</b>
<b>Итого</b>	<b>36</b>	<b>12</b>	<b>45</b>	<b>12</b>	<b>108</b>	<b>12</b>	<b>85</b>	<b>12</b>	<b>41</b>	<b>363</b>	<b>690</b>	<b>1368</b>	<b>2058</b>	<b>2421</b>
Из-за А	6	3	6	6	23	3	23	3	29	<b>102</b>	-	172	<b>172</b>	<b>274</b>
Из-за Д	23	3	6	3	20	3	12	3	40	<b>113</b>	229	-	<b>229</b>	<b>342</b>
<b>Итого</b>	<b>29</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>43</b>	<b>6</b>	<b>35</b>	<b>6</b>	<b>69</b>	<b>215</b>	<b>229</b>	<b>172</b>	<b>401</b>	<b>616</b>
<b>Всего</b>	<b>65</b>	<b>18</b>	<b>57</b>	<b>21</b>	<b>151</b>	<b>18</b>	<b>120</b>	<b>18</b>	<b>110</b>	<b>578</b>	<b>919</b>	<b>1540</b>	<b>2459</b>	<b>3037</b>



Таблица 3.8 – Пробежная «шахматка» среднесуточных груженых вагонопотоков на направлении А-Д

Со станции или участка	На станцию или участок полигона																								Итого	За пределы полигона						Итого	Всего			
	А			А-Б			Б			Б-В			В			В-Г			Г			Г-Д				Д			Из-за А					Из-за Д		
	ваг	км	ваг·км	ваг.	км	ваг·км	ваг.	км	ваг·км	ваг.	км	ваг·км	ваг.	км	ваг·км	ваг.	км	ваг·км	ваг.	км	ваг·км	ваг.	км	ваг·км		ваг.	км	ваг·км	ваг.	км	ваг·км			ваг.	км	ваг·км
А	-	-	0	0	60	0	12	120	1440	3	190	570	23	260	5980	0	340	0	18	420	7560	3	510	1530	23	600	13800	<b>30880</b>	18	0	0	9	600	5400	<b>5400</b>	<b>36280</b>
А-Б	0	60	0	-	-	-	3	60	180	0	130	0	6	200	1200	0	280	0	3	360	1080	0	450	0	3	540	1620	<b>4080</b>	3	60	180	6	540	3240	<b>3420</b>	<b>7500</b>
Б	6	120	720	3	60	180	-	-	-	0	70	0	6	140	840	3	220	660	18	300	5400	3	390	1170	0	480	0	<b>8970</b>	18	120	2160	12	480	5760	<b>7920</b>	<b>16890</b>
Б-В	3	190	570	0	130	0	3	70	210	-	-	-	3	70	210	3	150	450	3	230	690	0	320	0	6	410	2460	<b>4590</b>	6	190	1140	12	410	4920	<b>6060</b>	<b>10650</b>
В	12	260	3120	3	200	600	9	140	1260	0	70	0	-	-	-	0	80	0	20	160	3200	3	250	750	0	340	0	<b>8930</b>	35	260	9100	23	340	7820	<b>16920</b>	<b>25850</b>
В-Г	3	340	1020	0	280	0	3	220	660	0	150	0	6	80	480	-	-	-	0	80	0	0	170	0	3	260	780	<b>2940</b>	3	340	1020	12	260	3120	<b>4140</b>	<b>7080</b>
Г	6	420	2520	6	360	2160	6	300	1800	6	230	1380	18	160	2880	3	80	240	-	-	-	3	90	270	6	180	1080	<b>12330</b>	23	420	9660	35	180	6300	<b>15960</b>	<b>28290</b>
Г-Д	3	510	1530	0	450	0	3	390	1170	3	320	960	6	250	1500	0	170	0	0	90	0	-	-	-	0	90	0	<b>5160</b>	9	510	4590	12	90	1080	<b>5670</b>	<b>10830</b>
Д	3	600	1800	0	540	0	6	480	2880	0	410	0	40	340	13600	3	260	780	23	180	4140	0	90	0	-	-	-	<b>23200</b>	18	600	10800	38	0	0	<b>10800</b>	<b>34000</b>
<b>Итого</b>	<b>36</b>		<b>11280</b>	<b>12</b>		<b>2940</b>	<b>45</b>		<b>9600</b>	<b>12</b>		<b>2910</b>	<b>108</b>		<b>26690</b>	<b>12</b>		<b>2130</b>	<b>85</b>		<b>22070</b>	<b>12</b>		<b>3720</b>	<b>41</b>		<b>19740</b>	<b>101080</b>	<b>690</b>		<b>38650</b>	<b>1368</b>		<b>37640</b>	<b>76290</b>	<b>177370</b>
Из-за А	6	0	0	3	60	180	6	120	720	6	190	1140	23	260	5980	3	340	1020	23	420	9660	3	510	1530	29	600	17400	<b>37630</b>	-	-	-	172	600	103200	<b>103200</b>	<b>140830</b>
Из-за Д	23	600	13800	3	540	1620	6	480	2880	3	410	1230	20	340	6800	3	260	780	12	180	2160	3	90	270	40	0	0	<b>29540</b>	229	600	137400	-	-	-	<b>137400</b>	<b>166940</b>
<b>Итого</b>	<b>29</b>		<b>13800</b>	<b>6</b>		<b>1800</b>	<b>12</b>		<b>3600</b>	<b>9</b>		<b>2370</b>	<b>43</b>		<b>12780</b>	<b>6</b>		<b>1800</b>	<b>35</b>		<b>11820</b>	<b>6</b>		<b>1800</b>	<b>69</b>		<b>17400</b>	<b>67170</b>	<b>229</b>		<b>137400</b>	<b>172</b>		<b>103200</b>	<b>240600</b>	<b>307770</b>
<b>Всего</b>	<b>65</b>		<b>25080</b>	<b>18</b>		<b>4740</b>	<b>57</b>		<b>13200</b>	<b>21</b>		<b>5280</b>	<b>151</b>		<b>39470</b>	<b>18</b>		<b>3930</b>	<b>120</b>		<b>33890</b>	<b>18</b>		<b>5520</b>	<b>110</b>		<b>37140</b>	<b>168250</b>	<b>919</b>		<b>176050</b>	<b>1540</b>		<b>140840</b>	<b>316890</b>	<b>485140</b>

Аналогично рассчитываются размеры движения по остальным участкам. Значение числа поездов на участке округляется до целого числа в большую сторону. На рисунке 3.3 размеры движения грузовых поездов указаны в прямоугольном контуре.

На основании полученных размеров движения грузовых поездов **план формирования поездов** в рамках практической работы задается преподавателем.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Что такое план формирования поездов?
- 2 Исходные данные для составления плана формирования поездов.
- 3 Что такое «шахматка» вагонопотоков?
- 4 Что такое регулировка порожних вагонов?

## **Практическая работа № 4**

### **ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОПУСКА ПАССАЖИРСКИХ И ПРИГОРОДНЫХ ПОЕЗДОВ НА НАПРАВЛЕНИИ**

#### **Сведения из теории**

На железнодорожном транспорте движение поездов осуществляется по графику. **График движения поездов** выражает план всей эксплуатационной работы железной дороги и является основой организации перевозок. Движение поездов по графику обеспечивается выполнением технологического процесса работы станций, локомотивных и вагонных депо, тяговых подстанций, ПТО, дистанций пути и других подразделений, связанных с движением поездов. Координируя работу этих подразделений, график движения позволяет осуществлять своевременную перевозку грузов и пассажиров при одновременном выполнении требований безопасности движения, наивыгоднейшего использования подвижного состава, обеспечения ритмичности работы станций, участков при наилучшем использовании их пропускной способности.

График движения поездов представляет собой графическое изображение следования поездов по участкам и направлениям, выполненное в координатных осях времени (горизонтальная ось) и расстояния (вертикальная ось). Он устанавливает время прибытия, отправления и проследования поездов по каждому отдельному

пункту, время следования поездов по перегонам, продолжительность нахождения локомотивов и бригад на участках и конечных станциях.

График строится обычно на стандартной сетке с масштабом времени и расстояний. На сетке каждый час разделен вертикальными линиями на шесть десятиминутных интервалов, получасовые деления указаны штриховой линией; горизонтальными линиями обозначены оси отдельных пунктов. Нечетные поезда наносят сверху вниз, а четные – снизу вверх. В точках пересечения линий движения поездов с осями отдельных пунктов (в тупых углах) ставят цифру, указывающую число минут сверх целого десятка, соответствующую моменту прибытия, отправления или проследования поезда.

График движения поездов должен обеспечивать:

- удовлетворение потребностей в перевозках пассажиров и грузов;
- безопасность движения поездов;
- эффективное использование пропускной и провозной способностей участков и перерабатывающей способности станций;
- рациональное использование подвижного состава;
- соблюдение установленной продолжительности непрерывной работы локомотивных бригад;
- возможность производства работ по текущему содержанию и ремонту пути, сооружений, устройств СЦБ, связи и электроснабжения.

Таким образом, график движения поездов по существу является планом всей эксплуатационной работы железной дороги, основой организации движения поездов, грузовой и коммерческой работы станций, депо, подразделений вагонной службы, службы пути, сигнализации и связи, строительных организаций, т. е. всех подразделений железнодорожного транспорта. График движения основан на определении грузопотоков, тесном взаимодействии в работе железных дорог и всех других видов транспорта.

Скорость доставки грузов, наиболее рациональная организация их перевозок в поездах, объем оборотных товарно-материальных ценностей, находящихся в процессе перевозок, качество и быстрота пассажирских перевозок – все это зависит от графика движения поездов.

Разновидностью графика движения является **сокращенный график движения поездов**. Построение такого графика необходимо для увязки проследования пассажирских поездов по участкам смежных отделений и дорог, графика оборота составов и



## Методические указания по выполнению работы

В практической работе необходимо разработать сокращенный график движения поездов. Для этого надо знать:

- направление следования пассажирских поездов всех категорий;
- продолжительность стоянок поездов на всем пути следования;
- среднеходовую скорость;
- время следования между пассажирскими станциями ( $T_m$ );
- минимальное технологическое время простоя составов в пунктах приписки и оборота.

При незначительных размерах движения прокладку пассажирских поездов необходимо осуществлять, обеспечивая по возможности удобное время отправления пассажиров из начальных пунктов, проследования через крупные города и прибытия на конечные пункты. В этом отношении отправление поездов из крупных городов назначается после рабочего дня (в вечернее время) и должно заканчиваться до прекращения работы городского транспорта. Прибытие в крупные города наиболее целесообразно планировать утром не позднее 10 ч, а подвод местных поездов к областным или республиканским центрам осуществлять в период с 7 до 9 ч. Прибытие поездов в курортные пункты планируется так, чтобы пассажиры прибывали в санатории или дома отдыха до окончания рабочего дня.

Исходя из вышесказанного, пассажирские поезда с начальных станций целесообразно отправлять вечером, а приводить на конечные пункты следования утром или в первой половине дня. Такая прокладка поездов на графике удобна отправляющимся с начальной станции нетранзитным пассажирам и всем пассажирам, прибывающим на конечные пункты. Поэтому она получила название «вечер – утро» (рисунок 4.1).

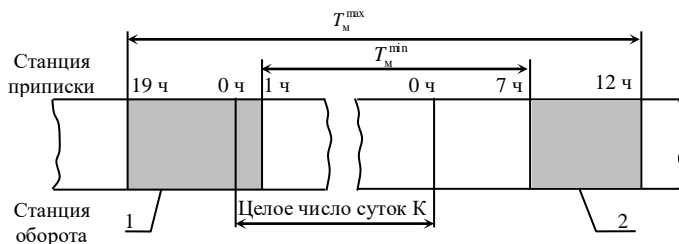


Рисунок 4.1 – Периоды удобного отправления (1) и прибытия (2) пассажирских поездов при прокладке их на графике по варианту «вечер – утро»

Однако такая прокладка при значительных размерах пассажирского движения не позволяет наиболее эффективно использовать подвижной состав, затрудняет взаимозаменяемость составов одинаковой композиции, требует увеличенного числа путей для отстоя составов на конечных станциях, способствует сгущенному подводу грузовых поездов к сортировочным и грузовым станциям, нарушая ритм их работы в отдельные периоды суток. Кроме того, прибытие в утренние часы многих дальних пассажирских поездов на крупные пассажирские станции больших железнодорожных узлов создает значительные трудности в организации пригородного движения и в работе городского транспорта.

Более целесообразным вариантом, по сравнению с изложенным, следует считать прокладку пассажирских поездов на графике равномерно в течение всего деятельного периода суток, т. е. с 5–6 ч утра и до 1 ч ночи (рисунок 4.2). Такая прокладка позволяет сократить стоянки пассажирских составов на станциях приписки и оборота за счет рациональной увязки поездов по графику и возможности применения взаимозаменяемости составов одинаковой композиции, имеющих общую станцию приписки. Этим сокращается потребность в путях отстоя и составах.

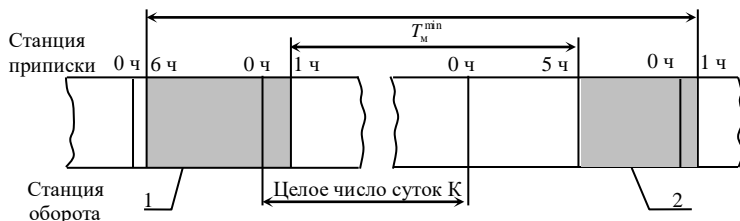


Рисунок 4.2 – Периоды отправления (1) и прибытия (2) пассажирских поездов при прокладке их на графике равномерно в течение суток

Помимо экономии капитальных вложений на локомотивы и вагоны, равномерная прокладка пассажирских поездов на графике обеспечивает также экономию эксплуатационных расходов. Из-за уменьшения числа составов для обслуживания потребных размеров движения сокращается необходимое количество проводников, бригадиров поездов и т. п.

Кроме уже отмеченных достоинств, равномерная прокладка обеспечивает:

а) отсутствие периодов сгущенного движения пассажирских поездов на направлении, что создает условия для равномерного движения грузовых поездов и ритмичной работы сортировочных и грузовых станций;

б) равномерную загрузку вокзалов в течение суток, что позволяет лучше организовать обслуживание пассажиров, избежать их чрезмерного накопления в залах ожидания, не допускать очередей у билетных касс, камер хранения и т. д.;

в) возможность выбора пассажиром наиболее удобного для поездки поезда, что очень важно в первую очередь для транзитных пассажиров, которые могут значительно сэкономить время на пересадку;

г) равномерную загрузку городского транспорта благодаря отсутствию скопления пассажиров, прибывающих дальними поездами, что особенно нежелательно в утренние «часы пик» в больших городах, когда городской транспорт перегружается едущими в город на работу пригородными пассажирами.

При прокладке пассажирских поездов обгоны одних пассажирских поездов другими, имеющими более высокую скорость, должны предусматриваться только на тех пассажирских станциях, где время стоянки пассажирских поездов позволяет производить такой обгон.

График составляется с таким расчетом, чтобы простой составов на станциях приписки и оборота не был меньше заданной нормы. Нормы простоя составов на станциях приписки ( $t_{oc}$ ) и оборота ( $t_{об}$ ) приведены в задании. Продолжительность и число остановок для каждой категории поездов устанавливаются из заданного режима стоянок.

Для построения сокращенного графика движения поездов необходимо определить маршрутное время нахождения поездов в пути следования и минимальные простои составов в пунктах приписки и оборота.

Время нахождения поезда в пути следования (маршрутное время) определяется из выражения

$$T_M = T_X + T_{CT} = \frac{L}{v_X} + t_{CT} \frac{L}{100}, \quad (4.1)$$

где  $\overline{v_X}$  – среднеходовая скорость движения данной категории поезда, км/ч;  $\overline{t_{CT}}$  – режим стоянок, среднее время, затрачиваемое на стоянки, разгон и замедление (на 100 км пути), ч;  $L$  – длина маршрута следования поезда, км.

Среднеходовая скорость и режим стоянок указаны в задании для каждой категории пассажирских поездов.

Результаты расчетов маршрутного времени хода поездов различных категорий на железнодорожном направлении целесообразно свести в таблицу 4.1.

Для составления сокращенного графика пригородных поездов требуется рассчитать время хода поездов – «скороходов» и «тихоходов» – по зонам.

**Таблица 4.1 – Расчет маршрутного времени хода поездов**

Категория поезда	Маршрут следования	Количество поездов, $N$	Среднеходовая скорость $\overline{v_{\circ}}$ , км/ч	Расстояние маршрута следования $L$ , км	Время, ч		
					ходовое $\frac{L}{\overline{v_{\circ}}}$	продолжительность стоянок в пути $\overline{t_{\text{п}\circ}} \frac{L}{100}$	маршрутное $T_i$

«Скороходы» – пригородные поезда, проходящие станции пригородной зоны без остановок.

«Тихоходы» – пригородные поезда, проходящие пригородную зону со всеми предусмотренными остановками.

Время хода «скорохода», мин,

$$t_{\text{н}} = \frac{l}{v_{\circ}} \cdot 60, \quad (4.2)$$



где  $l$  – длина зоны, км;  $\overline{v_x}$  – среднеходовая скорость пригородного поезда (принимается равной скорости пассажирского поезда), км/ч.

Время хода «тихохода», мин,

$$t_{\text{д}} = \frac{l}{v_{\text{д}}} \cdot 60 + t_{\text{пд}} \frac{l}{100}. \quad (4.3)$$

На сокращенном графике движения линии хода пригородных поездов прокладываются по часам суток и по зонам. Для этого вначале необходимо сделать предварительное распределение пригородных поездов с учетом вероятности прибытия и отправления поездов с головной станции.

При распределении пригородных поездов в течение суток учитывается время начала и конца работы или занятий на предприятиях, в учреждениях и учебных заведениях.

Наибольшее количество пассажиров отправляется с головной станции в период с 17 до 20 часов. Также надо обеспечить выезд рабочих, которые заканчивают работу в 7, 8, 20 и 24 часа. Пригородные поезда должны отправляться через 40–50 минут после окончания рабочего дня или смены. В «часы пик» утреннего прибытия (с 7 до 9 часов) и вечернего отправления (с 17 до 20 часов) сосредоточивается до 35–40 % суточного количества поездов. На дневной период (с 10 до 17 часов) приходится 35–40 %, а на вечерний и ночной периоды – 20–30 %.

При небольшом числе поездов для обеспечения необходимой частоты движения по зонам целесообразно применять параллельный график пригородных поездов, на котором все пригородные поезда следуют «тихоходами».

При значительном числе поездов, особенно в «часы пик», следует организовать пригородное движение по непараллельному графику, на котором должны прокладываться в порядке чередования «скороходы» и «тихоходы».

На сокращенном графике движения поездов в первую очередь прокладываются скоростные поезда с минимальным числом остановок для технических операций (смены локомотивов и бригад, снабжения состава водой и др.), а также для посадки и высадки пассажиров, погрузки и выгрузки багажа и почты. Нормы стоянок поездов определены заранее, и превышать их при прокладке поездов на графике запрещается. На втором этапе прокладываются скорые

пассажирские поезда и пассажирские поезда дальнего следования, на третьем – местные пассажирские, на четвертом – пригородные поезда.

При обгоне пассажирского поезда скорым или скорого скоростным к маршрутному времени хода обгоняемого поезда надо добавить 20 минут на каждый обгон.

На участках с большими размерами пригородного и местного пассажирского движения (более 20 пар поездов в сутки) прокладка этих категорий пассажирских поездов производится с учетом расписаний следования пригородных поездов, связанных с подвозом в города рабочих и служащих. Расписание движения этих поездов разрабатывается так, чтобы время их прибытия и отправления совпадало с началом и окончанием рабочего дня или рабочих смен и было увязано с работой городского транспорта. При прокладке на графике других поездов сдвигка линий хода пригородных и местных поездов допускается, однако названный принцип должен соблюдаться.

В общем случае при прокладке на графике пригородных поездов необходимо обеспечить:

- минимальные затраты времени пассажирами при следовании по пригородному участку;

- потребную частоту движения пригородных поездов между всеми остановочными пунктами участка;

- достаточное количество пригородных поездов в периоды следования пассажиров к месту работы и при возвращении к месту жительства;

- увязку расписания движения пригородных поездов с началом и концом работы предприятий и учреждений города, а также с работой городского транспорта;

- согласование расписания движения пригородных поездов с расписанием остальных пассажирских поездов.

На пригородных участках с несколькими зонами в периоды интенсивного движения пригородных поездов первыми на головную станцию целесообразно подводить поезда с ближайших зон, а после – с дальних, а отправление производить в обратном порядке. Если в это время по пригородной зоне необходимо пропускать и дальние пассажирские поезда, то линии их хода прокладываются в конце пакета пригородных поездов. Это позволяет обеспечить большую скорость дальних поездов и уменьшить съём ими пропускной способности на пригородном участке.

В ночные часы, примерно с часа ночи до пяти часов утра, когда пригородное движение прекращается, не следует оставлять на всех зонных станциях пригородные составы на стоянку. Целесообразнее осуществлять засылку составов на близлежащие зонные станции утром, а на самой дальней зонной станции можно оставлять состав на ночь. Этот состав при начале пригородного движения в данных сутках следует пропускать «тихоходом» по всем зонам для посадки пассажиров, которым утром необходимо быть в городе.

Для лучшего использования пригородных составов рекомендуется на сокращенном графике принимать минимальные стоянки составов на головной и зонных станциях по обороту в пределах 12–20 мин. Пригородные составы не следует прикреплять для обслуживания отдельных зон.

Сокращенный график необходимо составить на одни сутки для всех категорий пассажирских поездов.

### **Пример расчета**

На двухпутном железнодорожном направлении А-Д известны: размеры движения различных категорий поездов (см. практическую работу № 2); среднеходовая скорость движения поездов на направлении (см. практическую работу № 1); протяженность железнодорожных участков (см. практическую работу № 3). Станция приписки пассажирских составов, обращающихся на полигоне, – «А». Нормы простоя пассажирских составов всех категорий на станции основного депо – 4 ч, на станции оборотного депо – 3 ч. Режим стоянок поездов в пути следования на 100 км пути: скорого – 5 мин; дальнего пассажирского – 12 мин; местного пассажирского – 20 мин; пригородного – 26 мин.

Требуется:

- 1 Рассчитать маршрутные времена хода скорых, пассажирских и пригородных поездов.
- 2 Разработать сокращенный график движения пассажирских и пригородных поездов на расчетном полигоне.
- 3 Составить график оборота пассажирских и пригородных составов.

#### **1 Расчет маршрутных времен хода.**

Для пассажирских поездов различных категорий маршрутное время хода определяется по формуле (4.1), при этом среднеходовая скорость и режим стоянок для каждой категории пассажирских поездов указаны в задании:

$$T_{i(n\bar{e})}^{\bar{c}\bar{a}\bar{A}\bar{c}\bar{A}} = \frac{600}{120} + \frac{5 \cdot 600}{60 \cdot 100} = 5,0 + 0,5 = 5,5 \text{ ч} = 5 \text{ ч } 30 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитываются остальные времена хода. Результаты расчета маршрутных времен хода пассажирских поездов сведены в таблицу 4.2.

Для пригородных поездов рассчитывается маршрутное время хода «скороходов» и «тихоходов» по зонам А-м и м-Б по формулам (4.2) и (4.3), при этом среднеходовая скорость пригородных поездов принимается равной скорости пассажирских поездов:

- время хода «скорохода»

$$t_{\bar{n}}^{\bar{A}\bar{i}} = \frac{54}{90} \cdot 60 = 36 \text{ òì};$$

- время хода «тихохода»

$$t_{\bar{o}}^{\bar{A}\bar{i}} = \frac{54}{90} \cdot 60 + 26 \cdot \frac{54}{100} = 36 + 14 = 50 \text{ òì}.$$

Результаты расчета маршрутного времени хода пригородных поездов сведены в таблицу 4.3.

**Таблица 4.2 – Расчет маршрутного времени хода пассажирских поездов**

Категория поезда	Маршрут следования	Количество поездов, $N$	Среднеходовая скорость $v_{\bar{o}}$ , км/ч	Расстояние маршрута следования $L$ , км	Время, ч		
					ходовое $T_x$	продолжительность стоянок в пути $T_{\text{ст}}$	маршрутное $T_M$
Скорый	Из-за А за Д	2	120	600	5,00	0,50	5,50
Скорый	А-Д	2	120	600	5,00	0,50	5,50
Дальний пассажирский	Из-за А за Д	1	90	600	6,67	1,20	7,87
Пассажирский	А-Д	4	90	600	6,67	2,00	8,67
Пассажирский	А-Г	5	90	420	4,67	1,40	6,07
Пассажирский	А-В	4	90	260	2,89	0,87	3,76

Пассажирский	А-Б	1	90	120	1,33	0,40	1,73
--------------	-----	---	----	-----	------	------	------

**Таблица 4.3 – Расчет маршрутного времени хода пригородных поездов**

Категория поезда	Маршрут следования	Среднеходовая скорость $v_0$ , км/ч	Расстояние маршрута следования $L$ , км	Время, мин		
				ходовое $T_x$	продолжительность стоянок в пути $T_{ст}$	маршрутное $T_m$
Пригородный «сороход»	А-м	90	54	36	0	36
Пригородный «тихоход»	А-м	90	54	36	14	50
Пригородный «сороход»	м-Б	90	66	44	0	44
Пригородный «тихоход»	м-Б	90	66	44	17	61

## **2 Разработка сокращенного графика движения поездов.**

Сокращенный график движения пассажирских поездов приведен на рисунке 4.3. Так как количество пассажирских поездов довольно значительно, то они на графике уложены равномерно в течение суток.

Сокращенный график движения пригородных поездов на участке А-Б приведен на рисунке 4.3. Так как число пригородных поездов значительно, то их прокладка осуществлялась по непараллельному графику, с учетом чередования «сороходов» и «тихоходов».

## **3 Разработка графика оборота пассажирских и пригородных составов.**

График оборота пассажирских и пригородных составов приведен на рисунке 4.3.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Что такое график движения поездов?
- 2 Что такое сокращенный график движения поездов?
- 3 Принципы построения сокращенного графика движения пассажирских поездов.
- 4 Принципы построения сокращенного графика пригородных поездов.

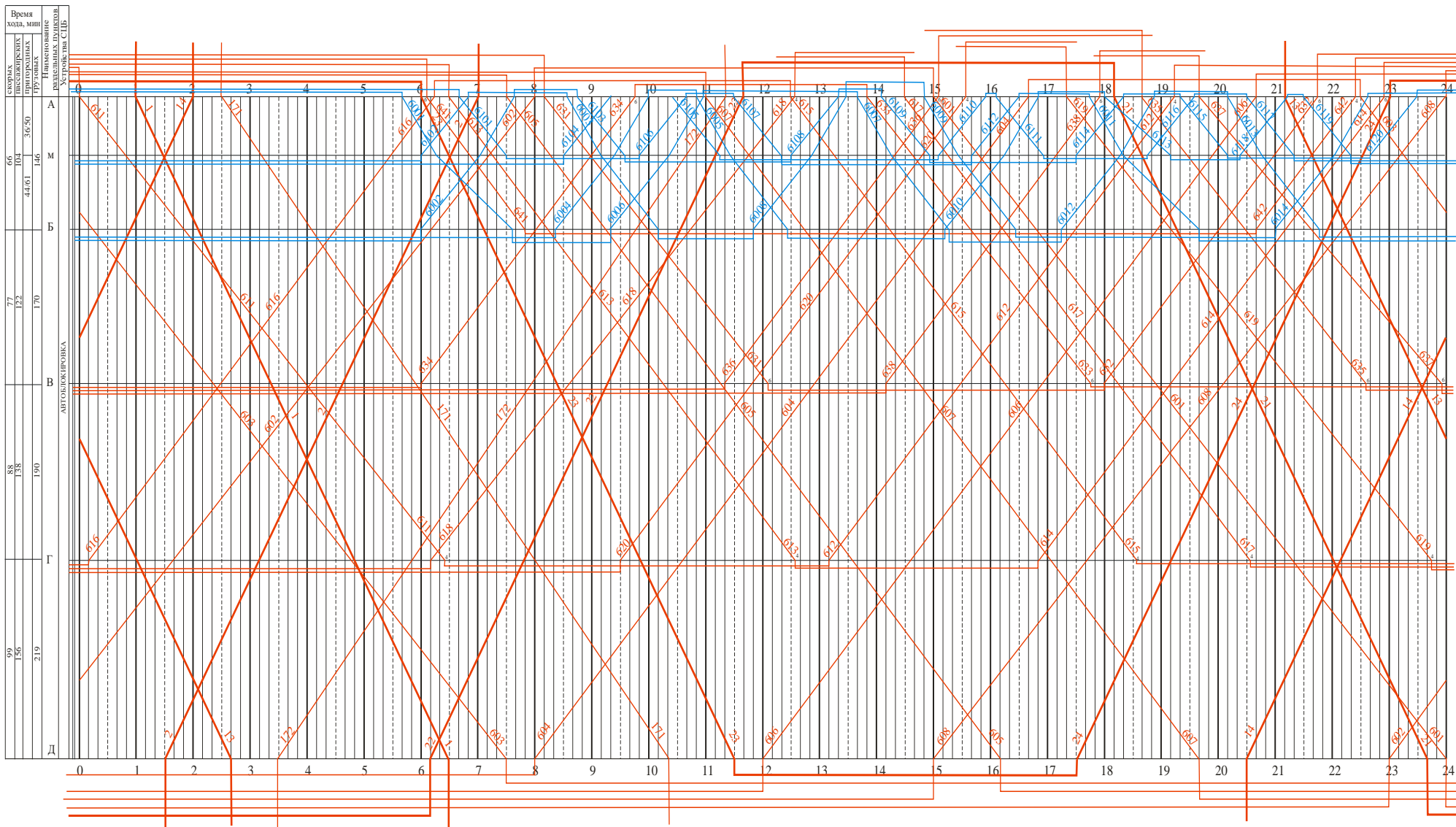


Рисунок 4.3 – Сокращенный график движения пассажирских и пригородных поездов и график оборота составов

## **2 Разработка сокращенного графика движения поездов.**

Сокращенный график движения пассажирских поездов приведен на рисунке 4.3. Так как количество пассажирских поездов довольно значительно, то они на графике уложены равномерно в течение суток.

Сокращенный график движения пригородных поездов на участке А-Б приведен на рисунке 4.3. Так как число пригородных поездов значительно, то их прокладка осуществлялась по непараллельному графику, с учетом чередования «сорокоходов» и «тихоходов».

## **3 Разработка графика оборота пассажирских и пригородных составов.**

График оборота пассажирских и пригородных составов приведен на рисунке 4.3.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Что такое график движения поездов?
- 2 Что такое сокращенный график движения поездов?
- 3 Принципы построения сокращенного графика движения пассажирских поездов.
- 4 Принципы построения сокращенного графика пригородных поездов.

### **Практическая работа № 5**

## **КОЛИЧЕСТВЕННАЯ И КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОПУСКА ПАССАЖИРСКИХ И ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ НА НАПРАВЛЕНИИ**

### **Сведения из теории**

Для анализа работы железнодорожного транспорта используется система показателей, отображающих условия и результаты деятельности железной дороги. Эта система включает в себя показатели, характеризующие перевозки грузов и пассажиров, техническую оснащенность, наличие, работу и использование подвижного состава и другие стороны работы железной дороги.

Статистическая информация на железнодорожном транспорте опирается преимущественно на сплошной текущий учет.

Информация поступает в распоряжение органов Управления железнодорожным транспортом и его хозяйств, главным образом, в виде отчетности, формируемой в двух уровнях: оперативно-статистической и статистической.

**Оперативно-статистическая информация** служит для контроля выполнения плана и нормативов, принятия оперативных мер и управленческих решений. Она основана на ведении непрерывного оперативного учета производственных процессов в организациях железной дороги. Отчетным моментом на Белорусской железной дороге является 17 ч 00 мин местного времени. Оперативные данные поступают по каналам связи в ИРЦ и после обработки предоставляются в виде оперативно-статистической отчетности, которая необходима для контроля и прогноза работы организаций железной дороги в целом, разработки оперативных мер регулирования перевозочных средств и работы железной дороги.

**Статистическая отчетность** основана на первичных данных о грузовых перевозках. Вся информация, собранная на станциях, линейных предприятиях поступает в ИРЦ, где происходит ее накопление, обработка и агрегирование соответствующих значений показателей по временным и территориальным признакам и вывод этой информации в виде форм статистических отчетов.

Совокупность статистических показателей образует определенную систему, состоящую из следующих групп показателей:

**количественные (объемные) показатели** – выражают объем выполненной работы организациями железной дороги за определенный период времени;

**качественные показатели работы** – характеризуют качество выполненной работы и позволяют оценить работу организаций железной дороги, выявить резервы и повысить уровень работы их структурных подразделений. К качественным показателям относят также и **нормы обеспечения перевозочными средствами** – необходимое количество перевозочных ресурсов (вагонов, локомотивов) для обеспечения заданных объемов работы, а также потребности в топливно-энергетических ресурсах.

В системе статистического учета показателей вагонного парка в грузовом сообщении существует соответствующая система классификации показателей, приведенная на рисунках 5.1–5.3.



## Методические указания по выполнению работы

Количественная и качественная оценка технологии перевозочного процесса в **грузовом сообщении** производится по трем группам показателей вагонного парка:

- 1) работы;
- 2) использования;
- 3) наличия и состояния.

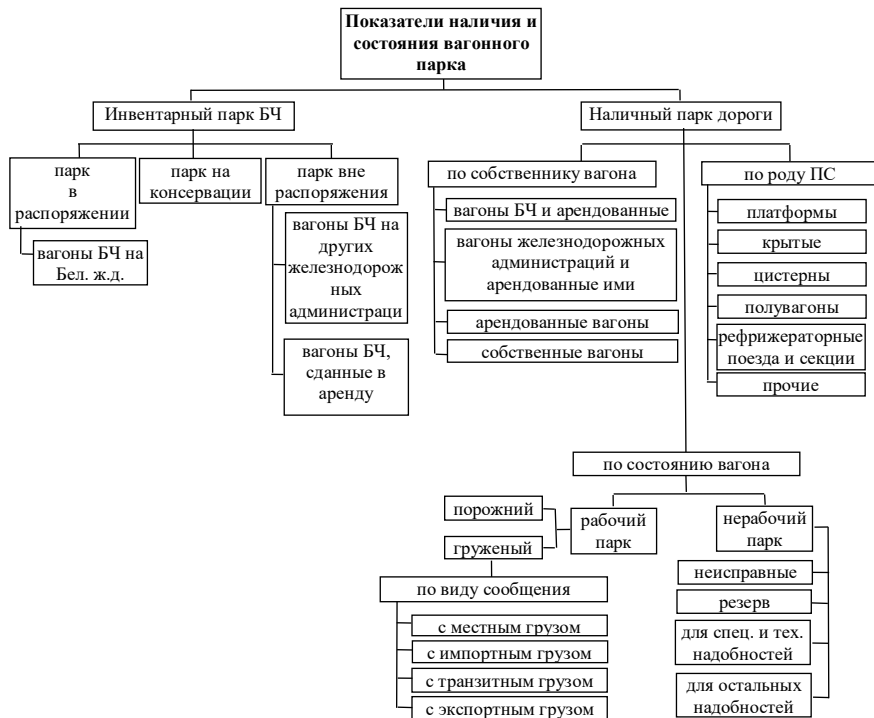


Рисунок 5.1 – Показатели наличия и состояния вагонного парка

### 1 Показатели работы вагонного парка:

– *погрузка*. К погруженным относятся вагоны рабочего парка, загруженные грузом, при наличии оформленных документов для перевозки по железной дороге:

$$U_i = U_{i\bar{n}} + U_{i\hat{\hat{a}}\hat{\hat{a}}} , \quad (5.1)$$

где  $U_{in}$  – погрузка на полигоне в местном сообщении, определяется по данным «шахматки» вагонопотоков, ваг.;  $U_{out}$  – погрузка на выход за пределы полигона, определяется по данным «шахматки» вагонопотоков, ваг.;

– *выгрузка* – конечная операция перевозочного процесса, характеризующаяся освобождением подвижного состава от перевозимых в нем грузов как на местах общего, так и не общего пользования:

$$U_{\hat{a}} = U_{in} + U_{out}, \quad (5.2)$$

где  $U_{\hat{a}}$  – поступление на расчетный полигон груженых вагонов под выгрузку с других полигонов железнодорожной сети, определяется по «шахматке» вагонопотоков, ваг.;

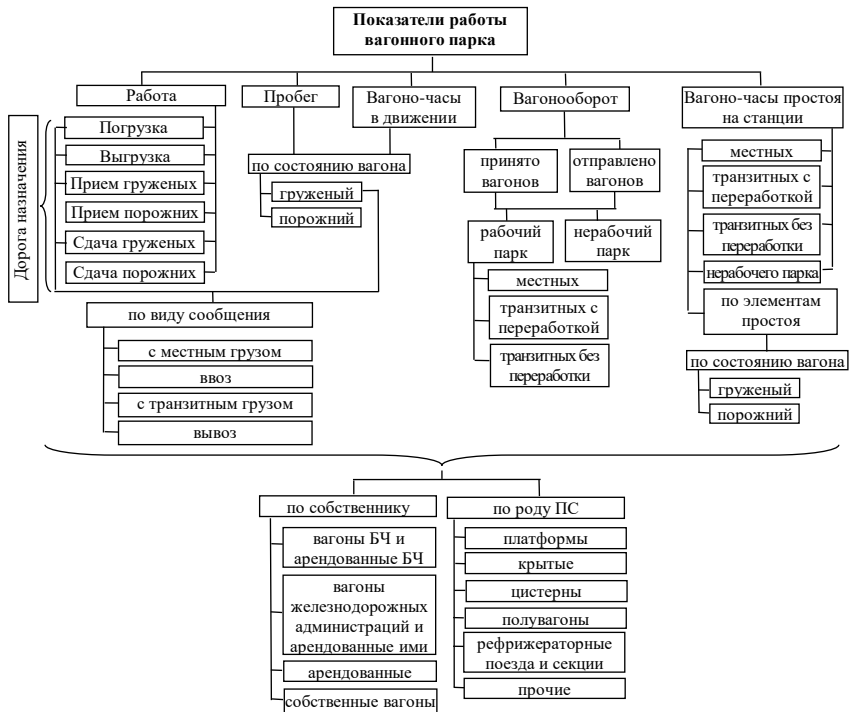


Рисунок 5.2 – Показатели работы вагонного парка

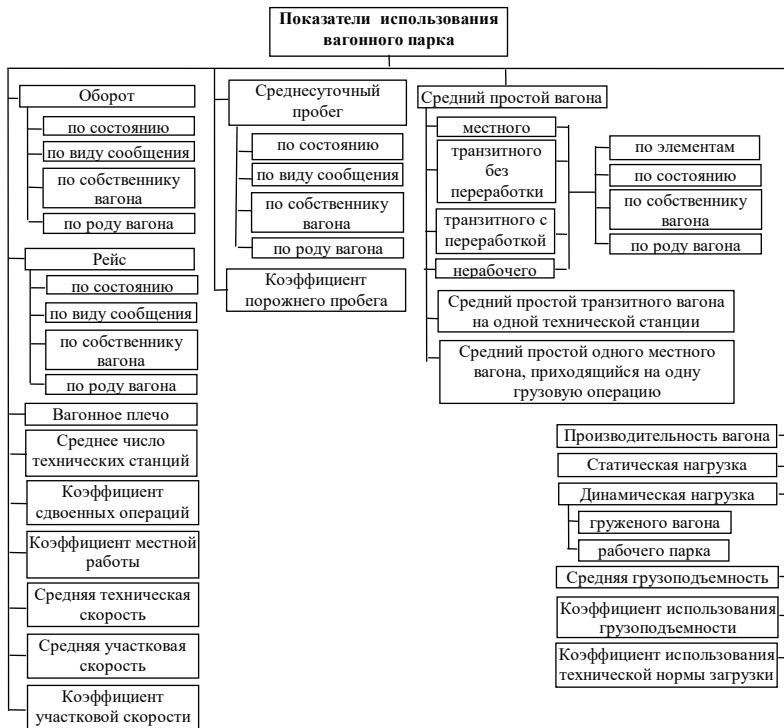


Рисунок 5.3 – Показатели использования вагонного парка

– прием и сдача вагонов – показатель, характеризующий операции по передаче вагонов и контейнеров между отделениями дороги, Белорусской железной дорогой и железными дорогами других государств, железной дорогой «третьей» страны:

$$U_{i\delta} = U_{i\delta.a\delta} + U_{i\delta.i\delta} ; \quad (5.3)$$

$$U_{\bar{n}a} = U_{\bar{n}a.a\delta} + U_{\bar{n}a.i\delta} , \quad (5.4)$$

где  $U_{i\delta.a\delta}$  – прием груженых вагонов на полигон, определяется по данным «шахматки» вагонопотоков, ваг.;  $U_{i\delta.i\delta}$  – прием порожних вагонов на полигон, определяется по схеме регулировки порожних вагонов, ваг.;  $U_{\bar{n}a.a\delta}$  – сдача груженых вагонов с полигона,

определяется по данным «шахматки» вагонопотоков, ваг.;  $U_{\text{п.а.а.д}}$  – сдача порожних вагонов с полигона, определяется по схеме регулировки порожних вагонов, ваг.;

– *работа парка грузовых вагонов*. Характеризует количество грузовых вагонов рабочего парка, с которыми совершаются операции на отделении или дороге в целом:

$$U = U_{\text{г}} + U_{\text{г.а.д}} ; \quad (5.5)$$

$$U = U_{\text{а}} + U_{\text{п.а.а.д}} ; \quad (5.6)$$

– *работа транзитных вагонов*:

$$U_{\text{д.д}} = U_{\text{п.а.а.д}} = U_{\text{а.а.а}} + U_{\text{д.д}} , \quad (5.7)$$

где  $U_{\text{д.д}}$  – транзит, т.е. прием груженых вагонов, предназначенных для передачи на другие полигоны железнодорожной сети, ваг.;

– *работа местных вагонов*:

$$U_{\text{г}} = U_{\text{а}} = U_{\text{п.а.д}} + U_{\text{а.а}} ; \quad (5.8)$$

– *работа порожних вагонов*:

$$U_{\text{п}} = U_{\text{п}} + U_{\text{п.а.п.д}} ; \quad (5.9)$$

– *пробег вагонов обций*. Характеризует работу, связанную с перемещением вагонов рабочего парка:

$$\sum nS = \sum nS_{\text{а.д}} + \sum nS_{\text{п.д}} , \quad (5.10)$$

где  $\sum nS_{\text{а.д}}$  – сумма пробегов груженых вагонов, определяется по пробегной «шахматке» вагонопотоков, ваг·км;  $\sum nS_{\text{п.д}}$  – сумма пробегов порожних вагонов, определяется на основании схемы регулировки порожних вагонов, ваг·км.

2 Показатели использования вагонного парка:

– *рейс грузового вагона полный* – среднее расстояние, которое вагон проходит за время оборота как в груженом, так и в порожнем состоянии:

$$l_{\text{г}} = \frac{\sum nS}{U} = l_{\text{а.д}} + l_{\text{п.д}} , \quad (5.11)$$

где  $l_{\text{а.д}}$ ,  $l_{\text{п.д}}$  – соответственно груженный и порожний рейсы грузового вагона, км;

– *рейс грузового вагона груженный* – расстояние в километрах, которое проходит вагон за время оборота в груженом состоянии:

$$l_{\text{ао}} = \frac{\sum n S_{\text{ао}}}{U}; \quad (5.12)$$

– *рейс грузового вагона порожний* – расстояние в километрах, которое проходит вагон за время оборота в порожнем состоянии:

$$l_{\text{пo}} = \frac{\sum n S_{\text{пo}}}{U}; \quad (5.13)$$

– *коэффициент порожнего пробега*. Характеризует долю порожнего пробега:

по отношению к груженому пробегу –

$$\alpha' = \frac{\sum n S_{\text{пo}}}{\sum n S_{\text{ао}}}; \quad (5.14)$$

по отношению к общему пробегу –

$$\alpha'' = \frac{\sum n S_{\text{пo}}}{\sum n S}; \quad (5.15)$$

– *коэффициент местной работы*. Характеризует количество грузовых операций, приходящихся на единицу работы подразделения:

$$k_1 = \frac{U_i + U_{\text{а}}}{U}; \quad (5.16)$$

– *оборот грузового вагона* – основной показатель использования вагонного парка по времени, включающий затраты времени на выполнение цикла операций от момента окончания погрузки вагона до момента окончания следующей его погрузки. Для вагонов, не имеющих на данном подразделении (железной дороге, отделении железной дороги) полного перевозочного цикла, под оборотом понимают время от момента приема груженого вагона или начала погрузки до следующей погрузки или сдачи его на соседние дороги (отделения), т. е. затраты вагоно-суток на каждый вагон, участвующий в работе железной дороги (отделения):

$$\theta = \frac{1}{24} \left( \frac{l_1}{v_{\text{о} \div}} + \frac{l_1}{L_{\text{о} \text{ао}}} t_{\text{о} \text{ао}} + k_1 t_{\text{ао}} \right), \quad (5.17)$$

где  $l_i$  – рейс грузового вагона, км;  $v_{\delta\pm}$  – участковая скорость, км/ч;  $L_{\delta\dot{\alpha}\delta}$  – вагонное плечо, задано по заданию, км;  $t_{\delta\dot{\alpha}\delta}$  – простой вагона на одной технической станции, ч;  $k_i$  – коэффициент местной работы;  $t_{\dot{\alpha}\delta}$  – простой местного вагона на станции, приходящийся на одну грузовую операцию, ч;

– *среднесуточный пробег грузового вагона* – показатель, который характеризует среднее расстояние, проходимое грузовым вагоном за сутки в отчетном периоде:

$$S_{\dot{\alpha}} = \frac{l_i}{\theta}. \quad (5.18)$$

3 Показатели наличия и состояния вагонного парка:

– *рабочий парк грузовых вагонов* – учетная категория, к которой относятся исправные порожние и груженые вагоны, используемые для перевозки грузов:

$$R = \frac{\sum nS}{S_{\dot{\alpha}}}; \quad (5.19)$$

$$R = U\theta; \quad (5.20)$$

– *инвентарный парк вагонов*:

$$R_{\text{сф}\dot{\alpha}} = R(1 + \alpha_{\delta\dot{\alpha}\dot{\alpha}} + \alpha_{\dot{\alpha}\dot{\alpha}}), \quad (5.21)$$

где  $\alpha_{\delta\dot{\alpha}\dot{\alpha}}$ ,  $\alpha_{\dot{\alpha}\dot{\alpha}}$  – соответственно доля оперативного резерва вагонов, учитывающая неравномерность перевозок ( $\alpha_{\delta\dot{\alpha}\dot{\alpha}} = 0,05$ ) и доля вагонов нерабочего парка ( $\alpha_{\dot{\alpha}\dot{\alpha}} = 0,15$ ).

Количественная и качественная оценка технологии перевозочного процесса **в пассажирском сообщении** производится по следующим показателям:

– *оборот пассажирского состава* – среднее время нахождения состава пассажирского поезда на маршруте от момента отправления поезда с начальной станции до следующего отправления с этой станции:

$$\theta_{\dot{\alpha}\dot{\alpha}\dot{\alpha}} = \frac{1}{24}(T'_i + T''_i + t_{\dot{\alpha}\dot{\alpha}} + t_{\dot{\alpha}\dot{\alpha}\dot{\alpha}}), \quad (5.22)$$

где  $T'_i, T''_i$  – маршрутное время движения пассажирского поезда соответствующей категории в нечетном и четном направлениях, ч;

$t_{об}$  – время нахождения пассажирского поезда соответствующей категории на станции оборота, ч;  $t_{ос}$  – время нахождения состава пассажирского поезда на станции его приписки;

– *потребный парк пассажирских составов*. Характеризует необходимое количество пассажирских составов для перевозки заданных объемов пассажиров соответствующей категорией поездов:

$$n_c = \sum \theta_{i\bar{a}\bar{n}}, \quad (5.23)$$

где  $\sum \theta_{i\bar{a}\bar{n}}$  – суммарный оборот пассажирских составов соответствующей категории, сут.;

– *потребный парк пригородных составов*. Определяется по сокращенному графику движения поездов, на котором построен график оборота пригородных составов по головной и зонным станциям. Количество составов определяется путем их подсчета при нахождении в движении или на станции в любом сечении суток сокращенного графика. Но удобнее всего это сделать в сечении с 2-00 до 4-00 ч ночи, когда пригородные поезда находятся на головной и зонных станциях ( $n_{приг}$ );

– *потребный парк пассажирских вагонов*. Характеризует количество вагонов пассажирского парка, используемых для перевозки пассажиров:

$$R_{i\bar{a}\bar{n}} = \sum m_j n_{ij}, \quad (5.24)$$

где  $m_j$  – число вагонов в составе поезда  $j$ -й категории;  $n_{cj}$  – потребное количество составов для обслуживания всех поездов данной категории;

– *инвентарный парк пассажирских вагонов*:

$$R_{ei\bar{a}}^{i\bar{a}\bar{n}} = R_{i\bar{a}\bar{n}} (1 + \alpha_{\delta\bar{a}\bar{c}} + \alpha_{i\bar{i}}), \quad (5.25)$$

где  $\alpha_{\delta\bar{a}\bar{c}}$ ,  $\alpha_{i\bar{i}}$  – соответственно доля оперативного резерва вагонов, учитывающая неравномерность перевозок ( $\alpha_{\delta\bar{a}\bar{c}} = 0,05$ ) и доля вагонов нерабочего парка ( $\alpha_{\delta\bar{a}\bar{c}} = 0,07$ );

– *среднесуточный пробег пассажирского вагона* – среднее расстояние, которое проходит пассажирский поезд по территории полигона за сутки:

$$S_{\text{раб } j} = \frac{2 \sum mL_j}{R_{\text{раб } j}}, \quad (5.26)$$

где  $2 \sum mL_j$  – пробег пассажирских вагонов, следующих в поездах данной категории;  $R_{\text{раб } j}$  – рабочий парк пассажирских вагонов для данной категории поездов.

Пробег вагонов поездов каждой категории в одном направлении определяется путем умножения числа поездов на количество вагонов в составе и на расстояние следования поездов, т.е.

$$\sum mL = m(N'L_1 + N''L_2 + \dots + N^n L_n), \quad (5.27)$$

где  $m$  – число вагонов в составе, установленное для данной категории поездов;  $N', N'', N^n$  – число поездов данной категории, обращающихся между различными пунктами направления;  $L_1, L_2, L_n$  – длина маршрутов следования поездов, км;

– *среднесуточный пробег пригородного состава* – среднее расстояние, которое проходит пригородный поезд по территории полигона за сутки:

$$S_{\text{идеа}} = \frac{\sum Nl_{\text{идеа}}}{n_{\text{идеа}}}, \quad (5.28)$$

где  $n_{\text{приг}}$  – количество составов пригородных поездов, обслуживающих данный участок.

### Пример расчета

На двухпутном железнодорожном направлении А-Д (см. практическую работу № 1) составлены «шахматка» и пробегная «шахматка» вагонопотоков (см. практическую работу № 3). Известны маршрутные времена хода пассажирских и пригородных поездов (см. практическую работу № 4). Разработан сокращенный график движения пассажирских и пригородных поездов на направлении (см. практическую работу № 4). Участковая скорость грузовых поездов принимается равной среднеходовой скорости (см. практическую работу № 1). Технические нормы эксплуатационной работы полигона в грузовом сообщении: средний простой вагона на



технических станциях – 8 ч; средний простой местного вагона, приходящийся на одну грузовую операцию, – 20 ч; вагонное плечо – 160 км.

Требуется:

1 Количественная и качественная оценка технологии перевозочного процесса в грузовом сообщении.

2 Количественная и качественная оценка технологии перевозочного процесса в пассажирском сообщении.

### **1 Количественная и качественная оценка технологии перевозочного процесса в грузовом сообщении.**

*Показатели работы вагонного парка.*

На основании данных «шахматки» груженых вагонопотоков (см. таблицу 3.7) и схемы регулировки порожних вагонов (см. рисунок 3.2) определяются следующие показатели:

– погрузка –  $U_{\text{г}} = 363 + 2058 = 2421$  ваг.;

– выгрузка –  $U_{\text{в}} = 363 + 215 = 578$  ваг.;

– прием вагонов –  $U_{\text{п}} = 616 + 174 = 790$  ваг.;

– сдача вагонов –  $U_{\text{с}} = 2459 + 97 = 2556$  ваг.;

– работа парка грузовых вагонов:

$U = 2421 + 616 = 3037$  ваг.;

$U = 578 + 2459 = 3037$  ваг.;

– работа транзитных вагонов –  $U_{\text{т}} = 2459$  ваг.;

– работа местных вагонов –  $U_{\text{м}} = 578$  ваг.;

– работа порожних вагонов –  $U_{\text{п}} = 2421 + 97 = 2518$  ваг.

На основании данных пробежной «шахматки» груженых вагонопотоков (см. таблицу 3.8) определяется суммарный пробег груженых вагонопотоков:

$$\sum nS_{\text{г}} = 485140 \text{ ваг} \cdot \text{км.}$$

На основании данных схемы регулировки порожних вагонов (см. рисунок 3.2) и данных о длинах участков рассчитывается суммарный пробег порожних вагонопотоков:

$$\begin{aligned} \sum nS_{\text{п}} &= 14 \cdot 60 + 8 \cdot 60 + 97 \cdot 120 + 101 \cdot 70 + 119 \cdot 70 + 73 \cdot 80 + \\ &+ 85 \cdot 80 + 77 \cdot 90 + 95 \cdot 90 = 56480 \text{ ваг} \cdot \text{км.} \end{aligned}$$

Общий пробег вагонов

$$\sum nS = 485140 + 56480 = 541620 \text{ ваг} \cdot \text{км.}$$

*Показатели использования вагонного парка:*

– рейс грузового вагона –  $l_1 = \frac{541620}{3037} = 178,3 \text{ км};$

– груженный рейс грузового вагона –  $l_{\text{гд}} = \frac{485140}{3037} = 159,7 \text{ км};$

– порожний рейс грузового вагона –  $l_{\text{пд}} = \frac{56480}{3037} = 18,6 \text{ км};$

– коэффициент порожнего пробега:

по отношению к груженому пробегу –  $\alpha' = \frac{56480}{485140} = 0,12 ;$

по отношению к общему пробегу –  $\alpha'' = \frac{56480}{541620} = 0,11 ;$

– коэффициент местной работы –  $k_1 = \frac{2421 + 578}{3037} = 0,99 ;$

– оборот грузового вагона –  $\theta = \frac{1}{24} \left( \frac{178,3}{70} + \frac{178,3}{160} \cdot 8 + 0,99 \cdot 20 \right) = 1,3 \text{ сут};$

– среднесуточный пробег грузового вагона –  $S_a = \frac{178,3}{1,3} = 137,2 \text{ км.}$

*Показатели наличия и состояния вагонного парка:*

– рабочий парк грузовых вагонов:

$$R = \frac{541620}{137,2} = 3948 \text{ ваг.};$$

$$R = 3037 \cdot 1,3 = 3948 \text{ ваг.};$$

– инвентарный парк вагонов при  $\alpha_{\text{дв}} = 0,05$ ,  $\alpha_{\text{п}} = 0,15$  :

$$R_{\text{дв}} = 3948 \cdot (1 + 0,05 + 0,15) = 4738 \text{ ваг.}$$

## **2 Количественная и качественная оценка технологии перевозочного процесса в пассажирском сообщении.**

Расчет оборота пассажирских составов различных категорий производится по формуле (5.22) и результаты расчета сводятся в таблицу 5.1:

$$\theta_{\text{тан}}^{21-22} = \frac{1}{24}(5,5 + 5,5 + 4,5 + 6,5) = 1 \text{ сут.}$$

Таблица 5.1 – Расчет оборота составов пассажирских поездов

№ поезда	Станция приписки			Станция оборота			Оборот состава, сут
	наименование	Время, ч–мин		Время, ч–мин		наименование	
		прибытия	отправления	прибытия	отправления		
<i>Скорые</i>							
21–22	А	11–40	18–10	23–40	06–10	Д	1
23–24	А	23–00	6–00	11–30	17–30	Д	1
Итого							2
<i>Местные пассажирские</i>							
601–602	А	8-00	15-00	00-00	23-00	Д	2
603–604	А	16-40	22-30	7-30	8-00	Д	2
605–606	А	22-40	7-30	16-10	12-00	Д	2
607–608	А	00-00	11-00	19-40	15-00	Д	2
611–612	А	19-14	0-01	6-25	13-10	Г	1
613–614	А	22-54	6-30	12-34	16-50	Г	1
615–616	А	6-14	12-30	18-34	0-10	Г	1
617–618	А	12-34	14-30	20-34	6-10	Г	2
619–620	А	15-34	17-20	23-44	9-30	Г	2
631–632	А	21-46	8-10	12-06	18-00	В	1
633–634	А	9-46	13-10	17-46	6-00	В	1
635–636	А	15-06	18-40	22-36	11-20	В	2
637–638	А	17-56	19-30	23-56	14-10	В	2
641–642	А	22-24	6-06	7-50	20-40	Б	1
Итого							22
<b>Всего</b>							<b>24</b>

Потребный парк пассажирских составов определяется по формуле (5.23) и на основании данных таблицы 5.1:

– *скорые поезда* –  $n_{\text{не}} = 2$  сост.;

– *местные пассажирские поезда* –  $n_{\text{п}} = 22$  сост.

Потребный парк пригородных составов определяется по сокращенному графику движения поездов, на котором построен

график оборота пригородных составов по головной и зонным станциям и составляет  $n_{\text{идея}} = 5$  сост.

Потребный парк пассажирских вагонов:

– для скорых поездов –  $R_{\text{ван}}^{\text{не}} = 2 \cdot 15 = 30$  ваг.;

– для местных пассажирских поездов –  $R_{\text{ван}}^{\text{и}} = 22 \cdot 13 = 286$  ваг.

Инвентарный парк пассажирских вагонов:

$$R_{\text{ва}}^{\text{иан}} = (30 + 286)(1 + 0,05 + 0,07) = 354 \text{ ваг.}$$

Среднесуточный пробег пассажирского вагона в составе скорого поезда:

$$S_{\text{не}} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 2 \cdot 600}{30} = 1200 \text{ км/сут.}$$

Среднесуточный пробег пассажирского вагона в составе местного пассажирского поезда:

$$S_{\text{и}} = \frac{2 \cdot 13 \cdot (4 \cdot 600 + 5 \cdot 420 + 4 \cdot 260 + 1 \cdot 120)}{286} = 514,6 \text{ км/сут.}$$

Среднесуточный пробег пригородного состава:

$$S_{\text{идея}} = \frac{2 \cdot (10 \cdot 54 + 7 \cdot 120)}{5} = 552 \text{ км/сут.}$$

### Контрольные вопросы

1 Назначение статистической и оперативно-статистической информации в статистическом учете.

2 Классификация показателей в системе учета вагонного парка в грузовом сообщении.

3 Что такое оборот пассажирского состава?

4 От чего зависит время оборота грузового вагона?

Потребный парк пассажирских вагонов:

– для скорых поездов –  $R_{\text{пан}}^{\text{не}} = 2 \cdot 15 = 30$  ваг.;

– для местных пассажирских поездов –  $R_{\text{пан}}^{\text{м}} = 22 \cdot 13 = 286$  ваг.

Инвентарный парк пассажирских вагонов:

$$R_{\text{ста}}^{\text{пан}} = (30 + 286)(1 + 0,05 + 0,07) = 354 \text{ ваг.}$$

Среднесуточный пробег пассажирского вагона в составе скорого поезда:

$$S_{\text{не}} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 2 \cdot 600}{30} = 1200 \text{ км/сут.}$$

Среднесуточный пробег пассажирского вагона в составе местного пассажирского поезда:

$$S_{\text{м}} = \frac{2 \cdot 13 \cdot (4 \cdot 600 + 5 \cdot 420 + 4 \cdot 260 + 1 \cdot 120)}{286} = 514,6 \text{ км/сут.}$$

Среднесуточный пробег пригородного состава:

$$S_{\text{идеа}} = \frac{2 \cdot (10 \cdot 54 + 7 \cdot 120)}{5} = 552 \text{ км/сут.}$$

### Контрольные вопросы

1 Назначение статистической и оперативно-статистической информации в статистическом учете.

2 Классификация показателей в системе учета вагонного парка в грузовом сообщении.

3 Что такое оборот пассажирского состава?

4 От чего зависит время оборота грузового вагона?

### Практическая работа № 6

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕРЕВОЗОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПАССАЖИРСКОМ СООБЩЕНИИ НА НАПРАВЛЕНИИ

### Сведения из теории

Экономическая оценка и анализ перевозочной деятельности – это главный инструмент, которым располагает экономист для выявления резервов повышения эффективности производства. Экономическая оценка хозяйственной деятельности отрасли является важнейшим условием достоверного и точного планирования. Экономическая

оценка перевозочной деятельности на расчетном полигоне отражает результаты работы, показывает недостатки, а также открывает резервы повышения пропускной и провозной способности железнодорожного транспорта. Железнодорожный транспорт характеризуется массовостью продукции, выраженной в тонно-километрах и пассажиро-километрах. Оценка экономической деятельности дает наглядное представление об эффективных методах организации перевозок пассажиров и грузов на полигоне сети. В свою очередь, решение плановых экономических задач требует взаимного сопоставления большого количества показателей.

На железных дорогах прибыль является одним из важнейших планируемых показателей как для дороги, так и для отделения и линейных предприятий.

Для определения прибыли ( $\Pi_j$ ) по отдельным видам сообщения (пассажирское, грузовое) необходимо рассчитать размеры доходов ( $D_j$ ) и эксплуатационных расходов ( $E_j$ ) по видам сообщений:

$$\Pi_j = \ddot{A}_j - \dot{A}_j. \quad (6.1)$$

Существует несколько методов расчета эксплуатационных расходов железнодорожного транспорта по видам сообщения. Наиболее полные и точные результаты в конкретных условиях получают при использовании метода по отдельным статьям номенклатуры расходов (метода непосредственного расчета) и метода расходных ставок.

Исходными данными при использовании **метода непосредственного расчета** являются среднedorожные расходы по статьям номенклатуры, среднedorожные величины измерителей работы подвижного состава, конкретные показатели и расходные нормы для рассматриваемых условий перевозок. Суть метода непосредственного расчета заключается в следующем:

– поочередно рассматриваются все статьи основных специфических расходов, связанные с конкретными перевозками, и для каждой из них устанавливается измеритель, по величине которого следует рассчитывать расходы, приходящиеся на эти перевозки;

– определяются величины выбранных измерителей, приходящиеся на объем рассматриваемых перевозок;

– делением расходов каждой статьи, взятых по данным дороги, на величину соответствующего измерителя, также взятого по дорожным данным, определяются расходы каждой статьи на единицу соответствующего измерителя в среднем по дороге. При этом полученные величины расходов могут корректироваться в зависимости от конкретных условий перевозок;

– умножением расходов каждой статьи по дорожным данным, приходящимся на единицу измерителя, на величину измерителя для конкретных перевозок и сложением полученных результатов по всем статьям получают величину основных специфических расходов, связанных с рассматриваемыми перевозками;

– к полученной величине расходов прибавляют в соответствующей доле основные общие для всех отраслей хозяйства и общехозяйственные расходы, которые определяются в процентах к заработной плате основных специфических расходов, связанных с рассматриваемыми перевозками, или по постоянной величине этих расходов на 1 т·км и 1 пас·км. Если при оценке эффективности тех или иных мероприятий изменяется объем перевозок, то общехозяйственные расходы по содержанию аппарата управления, приходящиеся на единицу перевозок, изменяются обратно пропорционально объему перевозок.

Наиболее целесообразно использовать его в тех случаях, когда определяются расходы, связанные с проведением мероприятий, влияющих на небольшое число статей расходов.

**Метод единичных расходных ставок** целесообразно применять для определения расходов на перевозку как в целом, так и по видам тяги, сообщениям, категориям поездов и операциям технологического процесса, оценки влияния изменения показателей использования подвижного состава на эксплуатационные расходы и при многих других технико-экономических расчетах.

Расходные ставки представляют собой зависящие расходы, приходящиеся на единицу измерителя.

Метод расходных ставок базируется на зависимости расходов от объема работы, выраженного в различных измерителях.

Использование метода расходных ставок включает следующие моменты.

*Предварительная работа – расчет расходных ставок:*

- выбирают вариант расчета себестоимости перевозок (кратко- или долгосрочный);
- общую величину эксплуатационных расходов по дороге, сети распределяют по видам перевозок и тяги;
- определяют перечень расходов, зависящих от объема работы, и их долю по вариантам расчета;
- производят группировку зависящих от размеров перевозок эксплуатационных расходов по измерителям, пропорционально которым эти расходы изменяются при одинаковых условиях перевозок;
- определяют сумму расходов, отнесенных на один и тот же измеритель, выделяя по каждой статье расходов основную заработную плату;
- на основную заработную плату начисляют основные зависящие расходы, общие для всех отраслей хозяйства;
- устанавливают величину каждого измерителя;
- делением сумм основных и основных общих расходов, зависящих от одного и того же измерителя, на величину этого измерителя определяют расходную ставку:

$$e_i = \frac{\sum_j E_{ij} + \sum_j (C_{sij} K)}{\dot{E}_i}, \quad (6.2)$$

где  $e_i$  – расходная ставка на  $i$ -й измеритель, руб;  $E_{ij}$  – основные зависящие расходы по  $j$ -й статье, отнесенные на  $i$ -й измеритель, руб.;  $C_{sij}$  – заработная плата по  $j$ -й статье, руб.;  $K$  – размер начислений на основную заработную плату основных, общих для всех отраслей хозяйства, расходов, доля ед.;  $\dot{E}_i$  – величина  $i$ -го измерителя, ед.

Целесообразно расходные ставки рассчитывать не реже одного раза в год в долгосрочном и не реже одного раза в квартал – в краткосрочном периодах.

*Основная работа – определение эксплуатационных расходов.* В зависимости от поставленной задачи рассматриваются все особенности перевозок и устанавливаются качественные показатели работы:

- на выбранный объем перевозок (1000 т·км, 1000 пас·км, 1 т, 1 ваг. и т. д.) устанавливают перечень и рассчитывают затраты



каждого калькуляционного измерителя при выполнении рассматриваемых перевозок;

– умножением расходных ставок на соответствующие калькуляционные измерители определяют сумму зависящих расходов;

– вычисляют условно-постоянные расходы либо на единицу перевозок, либо в процентах к зависящим расходам;

– суммируя зависящие расходы, связанные с каждым калькуляционным измерителем, и прибавив к ним приходящиеся на принятый объем перевозок условно-постоянные расходы, определяют общую сумму эксплуатационных расходов.

Общая величина эксплуатационных расходов по перевозкам грузов или пассажиров методом расходных ставок

$$E = \sum_i (e_i \dot{E}_i) + \dot{A}_{\text{от}}, \quad (6.3)$$

где  $\dot{A}_{\text{от}}$  – условно-постоянные расходы, приходящиеся на рассматриваемые перевозки.

### Методические указания по выполнению работы

Доходы рассчитываются отдельно для скорых, пассажирских и пригородных поездов. Величина доходов, поступающих от реализации проездных документов

$$\ddot{A} = 2 \sum_{i=1}^k \dot{a}_i \frac{L_i}{100} N_{ij} a_j, \quad (6.4)$$

где  $\dot{a}_i$  – средняя стоимость одного билета на расстояние следования (100 км), у.е.;  $L_i$  – расстояние следования поезда  $i$ -го назначения (например А-В, А-Г, А-Д и т.д.), км;  $N_{ij}$  – количество поездов  $j$ -й категории;  $a_j$  – вместимость пассажирского состава  $j$ -й категории, поезд.

Тогда сумма доходов по пассажирскому движению на заданном полигоне

$$D_{\text{пас}}^{\text{общ}} = D_{\text{скор}} + D_{\text{пас}} + D_{\text{приг}}, \quad (6.5)$$

где  $D_{\text{скор}}$ ,  $D_{\text{пас}}$ ,  $D_{\text{приг}}$  – соответственно доходы от организации движения скорых пассажирских и пригородных поездов, у.е.

Расходы, связанные с содержанием подвижного состава и устройств, обслуживающих пассажирское движение,

$$E_{i \cdot \dot{e} j} = 2e_{i \cdot \dot{e} i} \sum NL_j, \quad (6.6)$$

где  $e_{i \cdot \dot{e} i}$  – приведенная стоимость 1 поездо·км пассажирского поезда, у.е./поездо·км;  $NL_j$  – пробег поездов  $j$ -й категории.

Расходы, связанные с передвижением поездов,

$$E_{i \cdot \dot{z} j}^{\dot{a}\dot{a}} = e_{i \cdot \dot{z} j}^{\dot{a}\dot{a}} \sum N\dot{O}_j^{\dot{a}\dot{a}}, \quad (6.7)$$

где  $e_{i \cdot \dot{z} j}^{\dot{a}\dot{a}}$  – приведенная стоимость 1 поездо·часа в движении, у.е./поездо·ч (стоимости единиц работы подвижного состава указаны в задании);  $\sum N\dot{O}_j^{\dot{a}\dot{a}}$  – суммарное время нахождения в движении поездов  $j$ -й категории.

Расходы, связанные со стоянками поездов на станциях,

$$E_{i \cdot \dot{z} j}^{\dot{n}\dot{o}} = e_{i \cdot \dot{z} j}^{\dot{n}\dot{o}} \sum N\dot{O}_j^{\dot{n}\dot{o}}, \quad (6.8)$$

где  $e_{i \cdot \dot{z} j}^{\dot{n}\dot{o}}$  – приведенная стоимость 1 поездо·часа простоя, у.е./поездо·ч;  $\sum N\dot{O}_j^{\dot{n}\dot{o}}$  – суммарное время стоянки пассажирских поездов  $j$ -й категории по маршруту следования.

Суммарные переменные расходы по пассажирскому движению поездов  $j$ -й категории:

$$E_{i\dot{a}\dot{n}j} = E_{i \cdot \dot{e} j} + E_{i \cdot \dot{z} j}^{\dot{a}\dot{a}} + E_{i \cdot \dot{z} j}^{\dot{n}\dot{o}}. \quad (6.9)$$

Общие переменные расходы по пассажирскому движению

$$E_{i\dot{a}\dot{n}}^{\dot{a}\dot{u}} = \sum_{j=1}^k E_{i\dot{a}\dot{n}j} = E_{i\dot{e}} + E_{i\dot{a}\dot{n}} + E_{i\dot{o}\dot{e}\dot{a}}. \quad (6.10)$$

Сопоставление расходов и доходов по организации пассажирских перевозок на заданном полигоне железной дороги позволяет оценить **прибыль** от пассажирских перевозок

$$\dot{I}_{i\dot{a}\dot{n}} = \dot{A}_{i\dot{a}\dot{n}}^{\dot{a}\dot{u}} - k_{\dot{o}i} \dot{A}_{i\dot{a}\dot{n}}^{\dot{a}\dot{u}}, \quad (6.11)$$

где  $\dot{A}_{i\dot{a}\dot{n}}^{\dot{a}\dot{u}}$  – общие доходы, связанные с пассажирскими перевозками, у.е.;  $k_{\dot{o}i}$  – коэффициент, учитывающий долю условно-постоянных расходов в общем объеме расходов (для пассажирского сообщения

принимается из диапазона  $k_{\text{от}} = 1,4...1,6$ );  $E_{\text{тан}}^{\hat{\text{тан}}}$  – расходы, связанные с пассажирскими перевозками, у. е.

Еще одним показателем эффективности является **чистая прибыль**, полученная после выплаты всех налоговых платежей,

$$\times \dot{I}_{\text{тан}} = \dot{I}_{\text{тан}} - \alpha_{\text{тан}} \dot{I}_{\text{тан}}, \quad (6.12)$$

где  $\alpha_{\text{тан}}$  – доля налогов в общем объеме доходов,  $\alpha_{\text{тан}} = 0,57$ .

**Абсолютный показатель эффективности** – это сумма чистой прибыли, прибыли или доходов. **Относительный показатель** – уровень рентабельности. Рентабельность представляет собой доходность или прибыльность производственного процесса. Ее величина измеряется уровнем рентабельности, выраженной в процентах. **Уровень рентабельности** пассажирских перевозок

$$\text{ОД}_{\text{тан}} = \frac{\times \dot{I}_{\text{тан}}}{k_{\text{от}} A_{\text{тан}}^{\hat{\text{тан}}}} \cdot 100. \quad (6.13)$$

### Пример расчета

На двухпутном железнодорожном направлении А-Д (см. практическую работу № 1) известны размеры движения пассажирских, пригородных поездов (см. практические работы № 2, 3). Известны стоимости единиц работы подвижного состава в пассажирском сообщении (поездо·км – 1,2 у.е.; поездо·час простоя – 10,0 у.е.; поездо·час в движении – 85,0 у.е.) и в пригородном сообщении (поездо·км – 0,35 у.е.; поездо·час простоя – 3,0 у.е.; поездо·час в движении – 17,0 у.е.). Средняя стоимость одного билета на расстояние следования 100 км: скорого – 2,0 у.е.; пассажирского – 1,5 у.е.; пригородного – 0,5 у.е.

Требуется:

- 1 Рассчитать расходы и доходы в пассажирском сообщении.
- 2 Дать экономическую оценку перевозочной деятельности в пассажирском сообщении на расчетном полигоне.

## 1 Расчет расходов и доходов в пассажирском сообщении.

Доходы рассчитываются отдельно для скорых, пассажирских и пригородных поездов.

Величина доходов, поступающих от реализации проездных документов на *скорые поезда*,

$$\ddot{A}_{\text{не}} = 2 \cdot 2,0 \cdot 514 \cdot 2 \cdot \frac{600}{100} = 24672 \text{ у.е./сут.}$$

Величина доходов, поступающих от реализации проездных документов на *местные пассажирские поезда*,

$$\ddot{A}_{\text{ран}} = 2 \cdot 1,5 \cdot 532 \cdot 4 \cdot \left( \frac{600}{100} + 5 \cdot \frac{420}{100} + 4 \cdot \frac{260}{100} + 1 \cdot \frac{120}{100} \right) = 90333,6 \text{ у.е./сут.}$$

Величина доходов, поступающих от реализации проездных документов на *пригородные поезда*,

$$\ddot{A}_{\text{ран}} = 2 \cdot 0,5 \cdot 416 \cdot \left( 7 \cdot \frac{120}{100} + 10 \cdot \frac{54}{100} \right) = 5740,8 \text{ у.е./сут.}$$

Тогда сумма доходов по пассажирскому движению на заданном полигоне

$$\ddot{A}_{\text{ран}}^{\text{ит}} = 24672 + 90333,6 + 5740,8 = 120746,4 \text{ у.е./сут.}$$

Величина расходов на *скорые поезда* определяется на основании данных таблицы 4.2:

– расходы, связанные с содержанием подвижного состава и устройств, обслуживающих пассажирское движение,

$$E_{\text{и.ей}} = 2 \cdot 1,2 \cdot 2 \cdot 600 = 2880 \text{ у.е./сут.};$$

– расходы, связанные с передвижением поездов,

$$E_{\text{и.е}}^{\text{аа}} = 85 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 5 = 1700 \text{ у.е./сут.};$$

– расходы, связанные со стоянками поездов на станциях,

$$E_{\text{и.е}}^{\text{но}} = 2 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 0,5 = 20 \text{ у.е./сут.}$$

Суммарные переменные расходы на скорые поезда

$$E_{\text{не}} = 2880 + 1700 + 20 = 4600 \text{ у.е./сут.}$$

Величина расходов на *местные пассажирские поезда* определяется на основании данных таблицы 4.2:

– расходы, связанные с содержанием подвижного состава и устройств, обслуживающих пассажирское движение,

$$E_{\text{и.ей}} = 2 \cdot 1,2 \cdot (4 \cdot 600 + 5 \cdot 420 + 4 \cdot 260 + 1 \cdot 120) = 13584 \text{ у.е./сут.};$$

– расходы, связанные с передвижением поездов,

$$E_{\dot{\tau} \dot{\tau}}^{\dot{\dot{a}a}} = 85 \cdot 2 \cdot (4 \cdot 6,67 + 5 \cdot 4,67 + 4 \cdot 2,89 + 1 \cdot 1,33) = 10696,4 \text{ у.е./сут};$$

– расходы, связанные со стоянками поездов на станциях,

$$E_{\dot{\tau} \dot{\tau}}^{\dot{\dot{n}b}} = 10 \cdot 2 \cdot (4 \cdot 2 + 5 \cdot 1,4 + 4 \cdot 0,87 + 1 \cdot 0,4) = 377,6 \text{ у.е./сут}.$$

Суммарные переменные расходы на местные пассажирские поезда

$$E_{\dot{\tau}\dot{\tau}} = 13584 + 10696,4 + 377,6 = 24658 \text{ у.е./сут}.$$

Величина расходов на *пригородные поезда* определяется на основании данных таблицы 4.3:

– расходы, связанные с содержанием подвижного состава и устройств, обслуживающих пассажирское движение,

$$E_{\dot{\tau} \dot{\tau}}^{\dot{\dot{e}i}} = 2 \cdot 0,35 \cdot (10 \cdot 54 + 7 \cdot 120) = 966 \text{ у.е./сут};$$

– расходы, связанные с передвижением поездов,

$$E_{\dot{\tau} \dot{\tau}}^{\dot{\dot{a}a}} = 17 \cdot 2 \cdot (10 \cdot 0,6 + 7 \cdot 1,33) = 520,54 \text{ у.е./сут};$$

– расходы, связанные со стоянками поездов на станциях,

$$E_{\dot{\tau} \dot{\tau}}^{\dot{\dot{n}b}} = 3 \cdot 2 \cdot (10 \cdot 0,23 + 7 \cdot 0,52) = 35,64 \text{ у.е./сут}.$$

Суммарные переменные расходы на пригородные поезда

$$E_{\dot{\tau}\dot{\tau}}^{\dot{\dot{o}e\dot{a}}} = 966 + 520,54 + 35,64 = 1522,18 \text{ у.е./сут}.$$

Общие переменные расходы по пассажирскому движению

$$E_{\dot{\tau}\dot{\tau}}^{\dot{\dot{a}u}} = 4600 + 24658 + 1522,18 = 30780,18 \text{ у.е./сут}.$$

## 2 Экономическая оценка перевозочной деятельности в пассажирском сообщении на расчетном полигоне.

Прибыль от пассажирских перевозок на расчетном полигоне составляет

$$\dot{I}_{\dot{\tau}\dot{\tau}} = 120746,4 - 1,6 \cdot 30780,18 = 71498,112 \text{ у.е./сут}.$$

Чистая прибыль, полученная после выплаты всех налоговых платежей,

$$\times \dot{I}_{\dot{\tau}\dot{\tau}} = 71498,112 - 0,57 \cdot 71498,112 = 30744,2 \text{ у.е./сут}.$$

Уровень рентабельности пассажирских перевозок

$$\text{О}\dot{\text{D}}_{\dot{\tau}\dot{\tau}} = \frac{30744,2}{1,6 \cdot 30780,18} \cdot 100 = 62,4 \text{ \%}.$$

Как показывают расчеты, перевозочная деятельность в пассажирском сообщении отличается очень высоким уровнем прибыльности и уровнем рентабельности.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Суть метода непосредственного расчета эксплуатационных расходов.
- 2 Суть метода расходных ставок.
- 3 Показатели эффективности пассажирских перевозок.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Артынов, А. П.** Пригородные пассажирские перевозки / А. П. Артынов, Н. У. Дмитриев. – М. : Транспорт, 1985. – 245 с.
- 2 **Беленький, М. Н.** Экономика пассажирских перевозок / М. Н. Беленький. – М. : Транспорт, 1974. – 279 с.
- 3 **Каретников, А. Д.** График движения поездов / А. Д. Каретников, Н. А. Воробьев. – М. : Транспорт, 1979. – 74 с.
- 4 **Кочнев, Ф. П.** Пассажирские перевозки на железных дорогах / Ф. П. Кочнев. – М. : Транспорт, 1980. – 496 с.
- 5 **Пазойский, Ю. О.** Организация пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте (в примерах и задачах) / Ю. О. Пазойский, Л. С. Рябуха, В. Г. Шубко ; под ред. В. Г. Шубко. – М. : Транспорт, 1991. – 158 с.
- 6 **Редько, Л. А.** Организация пассажирских перевозок на железнодорожном направлении : пособие по выполнению курсового проекта / Л. А. Редько, И. М. Ермак. – Гомель : БелГУТ, 2003. – 76 с.
- 7 **Редько, Л. А.** Разработка графика движения поездов : учебно-метод. пособие / Л. А. Редько, И. М. Ермак. – Гомель : БелГУТ, 2006. – 105 с.
- 8 **Редько, Л. А.** Современные технологии перевозочного процесса : пособие по выполнению контрольной работы для студентов ФБО / Л. А. Редько, О. Р. Грунтова, Т. В. Пильгун. – Гомель : БелГУТ, 2001. – 70 с.
- 9 **Сметанин, А. И.** Техническое нормирование эксплуатационной работы железных дорог / А. И. Сметанин. – М. : Транспорт, 1984. – 62 с.
- 10 Совершенствование пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте / А. А. Колесов [и др.]. – М. : Транспорт, 1991. – 256 с.
- 11 **Сыцко П. А.** Пассажирские перевозки : учеб. пособие / П. А. Сыцко, И. Г. Тихомиров, В. Е. Ярмоленко. – Гомель : БелИИЖТ, 1986. – 72 с.
- 12 **Грунтов, П. С.** Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок / под ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 1994. – 546 с.
- 13 **Ярошевич, В. П.** Организация и управление эксплуатационной работой железнодорожного направления / В. П. Ярошевич, М. И. Шкурин. – Гомель : БелИИЖТ, 1994. – 67 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(справочное)

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАССАЖИРСКИХ ЛОКОМОТИВОВ**

Тип тягового подвижного состава	Мощность длительного режима, кВт	Сцепная масса, т	Длина по осям автосцепки, м
<i>Пассажирские тепловозы</i>			
ТЭП60	1830	127	19,3
ТЭП70	2480	129	21,7
ТЭП75	3520	138	21,7
ТЭП150	3100	135	20,4
<i>Пассажирские электровозы постоянного тока</i>			
ЧС6	8000	164	30,0
ЧС7	6160	160	33,0
ЧС200	8400	152	32,0
ЭП2К	4800	135	21,7
<i>Пассажирские электровозы переменного тока</i>			
ЧС4	5100	138	20,0
ЧС8	7200	160	83,0
ЭП1	4400	132	21,0
ЭП200	8000	180	25,0

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(справочное)

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУЗОВЫХ ЛОКОМОТИВОВ**

Тип тягового подвижного состава	Сила тяги длительного режима, кгс	Сцепная масса, т	Длина по осям автосцепки, м
<i>Грузовые тепловозы</i>			
2ТЭ10;	52000	274	34,0
2ТЭ116;	52000	274	36,3
2ТЭ25К	61200	288	40,0
2ТЭ70	62000	282	43,4
<i>Грузовые электровозы постоянного тока</i>			
ВЛ8	30300	184	27,6
ВЛ10	32000	184	32,9
2ЭС4К	2х39900	192	35,0
2ЭС6	2х42600	200	34,0
<i>Грузовые электровозы переменного тока</i>			
ВЛ60	33000	138	21,0
ВЛ80	40900	184	33,0
2ЭС5К	2х43100	192	35,0
БКГ-1	98100	184	33,0



**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
(справочное)

**ВМЕСТИМОСТЬ ПРИГОРОДНЫХ ПОЕЗДОВ**

Тип пригородного поезда	Число мест сидя	Число мест сидя + стоя
<i>Дизель-поезда</i>		
ДР1	672	1008
ДР2	456	684
РА-2	222	600
ДЭЛ-01	416	-
<i>Электропоезда постоянного тока</i>		
ЭР22	988	1480
ЭД4М	1070	-
ЭД4МК	416	-
<i>Электропоезда переменного тока</i>		
ЭР9	1056	1584
ЭД9М	1050	-
ЭД9МК	621	-

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
(справочное)

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ**

Шифр	Тип вагона	Тара вагона, т	Масса брутто вагона, т	Населенность, чел.
Б	Багажный	32	60	-
БП	Багажно-почтовый	48	68	-
ПЛ	Вагоны с жесткими спальными местами (плацкартные)	50	57	54
СВ	Вагоны с мягкими двухместными купе	62	65	18
СВМ	Вагоны с мягкими двухместными и четырехместными купе	53	56	24
М	Вагоны с мягкими четырехместными купе	56,5	59,5	32
К	Вагоны с жесткими четырехместными купе	52	56	36
О	Вагоны открытого типа с местами для сидения	53	59	81
ОБл	Вагоны межобластного типа с местами для сидения	53	57	62
КР	Вагон жесткий с четырехместным купе и радиокупе	55	58	30

*ПРИЛОЖЕНИЕ Д*  
*(справочное)*

**НУМЕРАЦИЯ ПОЕЗДОВ**

**Д.1 Пассажи́рские поезда**

Скорые (круглогодичного обращения)	1 – 100
Скорые пассажирские (летние)	101–156
Скоростные пассажирские	157–170
Пассажи́рские дальние (круглогодичного обращения)	171–298
Пассажи́рские дальние (летние)	301–398
Пассажи́рские разового назначения (вывозные)	401–498
Пассажи́рские разового назначения (пунктирные)	501–598
Пассажи́рские местные	601–698
Минидизель-поезд (МДП-169)	701–702
Пассажи́рские разового назначения (служебные)	711–748
Туристско-экскурсионные	801–848
Местные составами дизель- и электросекций (ускоренные)	851–898
Пригородные (круглогодичного обращения)	6001–6998

**Д.2 Почтово-багажные, грузо-пассажи́рские и людские поезда**

Почтово-багажные	901–948
Грузо-пассажи́рские (по билетам)	951–968
Людские (по грузовым документам)	971–998

**Д.3 Ускоренные грузовые поезда**

Рефрижераторные	1001–1098
Для перевозки молока	1101–1148
Для перевозки грузов в контейнерах	1151–1198
Для перевозки грузов в контейнерах	1201–1298
	1401–1498
Для перевозки скоропортящихся грузов	1301–1398
Для перевозки живности	1501–1518
Для перевозки операторских компаний	1519–1598
Для перевозки угля, руды, удобрений в кольцевых маршрутах	1601–1698
Для перевозки наливных грузов в кольцевых и технологических маршрутах	1701–1798

**Д.4 Грузовые поезда**

Грузовые поезда из порожних вагонов в составе 350–520 осей с одним локомотивом в голове	1801–1898
Соединенные поезда, следующие на один и более диспетчерских участков:	

первый (головной) поезд	1901–1918
второй поезд	1921–1938
третий поезд	1941–1958
Сквозные	2001–2998
Участковые	3001–3398
Сборные	3401–3498
Вывозные – для уборки и подачи вагонов на отдельные промежуточные станции участка и подъездные пути	3501–3598
Передаточные – для передачи вагонов с одной станции узла на другую	3601–3798
Диспетчерские локомотивы – для уборки и подачи вагонов на промежуточные станции с прицепкой к ним более 10 физических вагонов	3801–3898
Подача вагонов на перегон по коммерческим документам под выгрузку или погрузку и уборка их обратно	3901–3998

#### **Д.5 Локомотивы**

Толкачи – резервные локомотивы, следуемые для подталкивания поездов:

грузовых	4001–4028
вывозных и передаточных	4031–4058
хозяйственных	4061–4088
Резервные локомотивы, следующие без вагонов, а также локомотивы от ускоренных, сквозных, участковых поездов с прицепленными к ним не более 10 физическими вагонами без работы на участке:	
от пассажирских, почтово-багажных и грузопассажирских (по билетам) поездов	4301–4308
от пригородных поездов	4311–4318
сплотки резервных локомотивов, находящихся в эксплуатации	4321–4328
от грузовых поездов: людских, ускоренных, соединенных, участковых и сборных	4331–4338
от подталкивания грузовых поездов	4341–4348
от вывозных и передаточных поездов	4351–4358
от подталкивания вывозных и передаточных поездов	4361–4368
от маневровых работ	4371–4378
от хозяйственных работ	4381–4388
от подталкивания хозяйственных поездов	4391–4398

#### **Д.6 Хозяйственные поезда**

Обкатка составов из порожних пассажирских вагонов, дизель- и электросекций, обкатка и следование в ремонт локомотивов	5001–5098
Авторезины, мотовозы и специальный самоходный подвижной состав	5101–5198
Поезда для выполнения работ по содержанию, техническому обслуживанию, ремонту сооружений и устройств железной дороги из вагонов нерабочего парка:	

щебнеочистительные машины	5201–5246
выправочно-подбивочно-отделочные и рихтовочные машины	5251–5298
путеукладочные и пугеразборочные	5701–5748
хоппер-дозаторные	5751–5798
рельсовозные	5801–5848
рельсошлифовальные	5851–5898
остальные машины и агрегаты	5901–5948
Путеизмерители, дефектоскопы и вагоны-лаборатории	5951–5998
Поезда для перевозки воды по хозяйственным документам	5301–5398
Поезда из порожних пассажирских вагонов, дизель- и электросекций, следующих на технические станции, в пункты отстоя и возвращающиеся в пункты посадки пассажиров	5401–5698
Снегоочистители и снегоуборочная техника всех наименований	7001–7098
Восстановительные поезда	8001–8048
Пожарные поезда	8051–8098
Поезда из порожних неисправных вагонов, следующих на заводы для ремонта и модернизации по специально оформленным документам	9001–9098

#### *Примечания*

1 Номер поезду присваивается на станциях формирования или оборота пассажирских составов и сохраняется на всем пути следования до станции назначения (расформирования). Изменение нумерации поездов разрешается только в случаях, предусмотренных действующей инструкцией по учету выполнения графика движения поездов.

2 Вспомогательным локомотивам, направляемым на перегон с целью оказания помощи, присваивается нумерация резервного локомотива, а при вывозе остановившегося поезда – номер этого поезда.

3 Запрещается присваивать поездам нумерацию, не соответствующую категории и назначению данного поезда, а также вносить изменения и дополнения к установленной нумерации.

Учебное издание

*РЕДЬКО Лариса Александровна*  
*БИК-МУХАМЕТОВА Ольга Игоревна*

**ТЕХНОЛОГИЯ  
ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА**

Практикум

Редактор *И. И. Эвентов*  
Технический редактор *В. Н. Кучерова*  
Корректор *Т. А. Пугач*  
Компьютерный набор и верстка – *О. И. Бик-Мухаметова*

Подписано в печать 19.01.2012 г. Формат бумаги 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 4,88 + 2 вкл. (0,46 усл. печ. л.) Уч.-изд. л. 4,27. Тираж 150 экз.  
Зак. № . Изд. № 141.

Издатель и полиграфическое исполнение  
Белорусский государственный университет транспорта:  
ЛИ № 02330/0552508 от 09.07.2009 г.  
ЛП № 02330/0494150 от 03.04.2009 г.  
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34