

**Л. А. РЕДЬКО  
И. М. ЛИТВИНОВА**



**ОРГАНИЗАЦИЯ  
ПАССАЖИРСКИХ  
ПЕРЕВОЗОК  
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ  
НАПРАВЛЕНИИ**



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

**Кафедра «Управление эксплуатационной работой»**

**Л. А. РЕДЬКО, И. М. ЛИТВИНОВА**

**ОРГАНИЗАЦИЯ**  
**ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК**  
**НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ НАПРАВЛЕНИИ**

**Учебно-методическое пособие**

**Гомель 2016**

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

Кафедра «Управление эксплуатационной работой»

Л. А. РЕДЬКО, И. М. ЛИТВИНОВА

ОРГАНИЗАЦИЯ  
ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК  
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ НАПРАВЛЕНИИ

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением по образованию  
в области транспорта и транспортной деятельности*

Гомель 2016

УДК 656.224(075.8)  
ББК 39.28  
Р33

**Р е ц е н з е н т ы :** заместитель начальника пассажирской службы Белорусской железной дороги *С. П. Мацкевич*; заведующий кафедрой «Бухгалтерский учет, контроль и анализ хозяйственной деятельности» канд. экон. наук, доцент *В. В. Ковальчук* (УО «ГТУ им. Ф. Скорины»);

**Редько, Л. А.**

**Р33** Организация пассажирских перевозок на железнодорожном направлении : учеб.-метод. пособие / Л. А. Редько, И. М. Литвинова; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2016. – 88 с.  
ISBN 978-985-554-527-0

Дана методика выполнения курсовой работы «Организация пассажирских перевозок на железнодорожном направлении». Рассмотрены практические примеры расчета основных параметров, необходимых для организации пассажирского движения, приведен сокращенный график движения пассажирских поездов на заданном направлении. Раскрывается методика выбора оптимальной скорости отдельных категорий пассажирских поездов.

Предназначено для выполнения курсовой работы студентами специальности «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте».

**УДК 656.224(075.8)**  
**ББК 39.28**

**ISBN 978-985-554-527-0**

© Редько Л. А., Литвинова И. М., 2016  
© Оформление. УО «БелГУТ», 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Словарь терминов и определений.....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>1 Общие положения.....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>2 Методика разработки основных разделов.....</b>  | <b>8</b>  |
| 2.1 Введение.....  | 8         |
| 2.2 Техничко-экономическая характеристика направления Л – Ю.....   | 11        |
| 2.3 Составление диаграмм пассажиропотоков.....   | 11        |
| <b>3 Определение массы пассажирских поездов.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>4 Разработка схем (композиций) пассажирских составов локомотивной тяги и расчет их населенности и массы .....</b> | <b>18</b> |
| 4.1 Общие положения.....   | 18        |
| 4.2 Составление композиций международных поездов.....  | 20        |
| 4.3 Составление композиций межрегиональных поездов.....  | 22        |
| 4.4 Композиция региональных поездов.....   | 24        |
| <b>5 Определение размеров движения и пунктов обращения пассажирских составов.....</b>                                | <b>24</b> |
| 5.1 Определение размеров движения пассажирских поездов.....  | 24        |
| 5.2 Расчет размеров движения региональных поездов.....   | 28        |
| <b>6 Разработка сокращенного графика движения пассажирских поездов на железнодорожном направлении Л – Ю.....</b>     | <b>32</b> |
| 6.1 Общие сведения о графике движения поездов.....   | 32        |
| 6.2 Расчет маршрутных времен хода пассажирских поездов на заданном направлении.....                                  | 33        |
| 6.3 Расчет времени хода региональных поездов.....  | 34        |
| 6.4 Распределение регионального пассажиропотока по часам суток.....  | 36        |
| 6.5 Принцип составления сокращенного графика движения поездов.....   | 39        |
| <b>7 Расчет основных логистических нормативов перевозки пассажиров.....</b>  | <b>42</b> |
| 7.1 Расчет скорости перевозки пассажиров.....  | 42        |
| 7.2 Определение норм оборота пассажирских составов.....  | 48        |
| 7.3 Расчет потребного количества составов и вагонов для заданных категорий пассажирских поездов.....                 | 50        |
| <b>8 Экономическая оценка пассажирской работы на расчетном полигоне.....</b>   | <b>55</b> |
| <b>9 Оптимизация скорости движения поездов отдельных категорий.....</b>  | <b>59</b> |
| 9.1 Математическая постановка задачи.....  | 59        |
| 9.2 Исходные данные для расчета.....   | 64        |
| 9.3 Применение программы для расчета скорости движения скорых поездов.....   | 67        |
| <b>Список литературы.....</b>  | <b>74</b> |
| <b>Приложение А Образец титульного листа пояснительной записки.....</b>  | <b>75</b> |

|                     |  |      |
|---------------------|--|------|
| <b>Приложение Б</b> | Расчетные среднесуточные размеры корреспонденции на направлении Л – М – Ю.....                               | 76   |
| <b>Приложение В</b> | Среднесуточные размеры региональных пассажиропотоков на головном участке Л – Ч.....                          | 77   |
| <b>Приложение Г</b> | Технические характеристики тягового подвижного состава.....  | 78   |
| <b>Приложение Д</b> | Характеристики пассажирских вагонов.....   | 80   |
| <b>Приложение Е</b> | Схемы формирования пассажирских поездов различных категорий, действующих на Белорусской железной дороге..... | 81   |
| <b>Приложение Ж</b> | Система нумерации поездов.....   | 86   |
| <b>Приложение И</b> | Фрагмент сокращенного графика движения пассажирских и региональных поездов на расчетном полигоне.....        | вкл. |

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

**Межрегиональное сообщение (межрегиональные линии)** – перевозки пассажиров и багажа железнодорожным транспортом общего пользования между городом Минском и областными центрами, между областными центрами.

**Региональное сообщение (региональные линии)** – перевозки пассажиров и багажа железнодорожным транспортом общего пользования в пределах административных границ области и за ее пределы до железнодорожных станций (остановочных пунктов), расположенных в ближайшем городе областного подчинения смежной области, но не далее ее областного центра.

**Городское сообщение (городские линии)** – перевозки пассажиров и багажа железнодорожным транспортом общего пользования в пределах города Минска, областного центра и за их пределы, но не далее железнодорожных станций (остановочных пунктов), расположенных в городах-спутниках.

**Международное сообщение (международные линии)** – перевозки пассажиров и багажа железнодорожным транспортом общего пользования между Республикой Беларусь и другими государствами.

**Коммерческое сообщение (коммерческие линии)** – перевозки пассажиров и багажа железнодорожным транспортом общего пользования, выполняемые по маршрутам, определяемым заказчиком (юридическим или физическим лицом) на договорных условиях.

**Поезда межрегиональных (региональных, городских) линий** – поезда для перевозки пассажиров, курсирующие в межрегиональном (региональном, городском) сообщении и имеющие соответствующую нумерацию.

**Поезда коммерческих линий** – поезда для перевозки пассажиров, назначаемые на договорных условиях по заявке юридического или физического лица и имеющие соответствующую нумерацию.

**Стоянка поезда межрегиональных (региональных, городских) линий** – промежуток времени между прибытием поезда межрегиональных (региональных, городских) линий на железнодорожную станцию (остановочный пункт) и его отправлением, необходимый для посадки и высадки пассажиров, а также обслуживания состава поезда.

**Режим стоянок поезда** – количество и продолжительность остановок, установленные для поезда.

**Маршрутная скорость поезда** – скорость движения поезда от начальной до конечной железнодорожной станции маршрута следования с учетом времени стоянок на всех попутных станциях, разгонов и замедлений.

**Моторвагонный подвижной состав** – моторные и немоторные вагоны, из которых формируются электропоезда, дизель-поезда, автомотрисы, рельсовые автобусы, дизель-электропоезда, электромотрисы, предназначенные для перевозки пассажиров и багажа.

**Железнодорожный участок** – часть железнодорожной сети, состоящая из последовательно расположенных перегонов и отдельных пунктов и ограниченная двумя смежными техническими (сортировочной, участковой, грузовой, пассажирской) станциями.

**Подвижность населения** – количество поездок жителями за определенный (расчетный) период времени (сутки, неделя, месяц, год) в расчете на одного человека.

**Зона тяготения станции (остановочного пункта)** – территория населенных пунктов, доступная для осуществления поездок жителями с данной станции (остановочного пункта) по установленному критерию (времени, расстоянию).

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Цель выполнения курсовой работы по дисциплине «Управление эксплуатационной работой» – выработать у студентов навыки самостоятельного решения ряда вопросов, связанных с организацией пассажирского движения на железнодорожном направлении. В процессе работы студент должен принимать инженерные решения, обоснованные расчетами.

Расчетные параметры технологии работы должны обеспечивать эффективное обслуживание пассажиров, их удобство и комфортность, рациональное использование подвижного состава, логистические перевозки пассажиров, повышение конкурентоспособности железнодорожного транспорта, а также экономическую оценку перевозки пассажиров на расчетном полигоне.

Перечень основных вопросов, решаемых в работе, устанавливается заданием. Объем и степень детализации могут изменяться руководителем по его усмотрению.

Работа включает разработку сокращенного графика движения пассажирских поездов на железнодорожном направлении.

Курсовая работа состоит из пояснительной записки и чертежа, которые оформляются в соответствии с требованиями ЕСКД.

Пояснительная записка содержит сущность решаемых задач, перечень исходных данных, принятую методику расчетов (формулы, графики со ссылкой на источники и авторов, сами расчеты и выводы по их результатам).

В пояснительной записке, вслед за титульным листом (приложение А), располагается задание на работу, выданное преподавателем.

В конце записки приводятся список использованной литературы и приложения. Готовая записка и чертеж подписываются автором с указанием даты окончания работы.

**Титульный лист** составляется по форме, представленной в приложении А.

**Графическая часть** работы выполняется на листе чертежной бумаги формата А1.

## 2 МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ

### 2.1 Введение

Пояснительная записка начинается с введения. Текст должен быть кратким и конкретным, объемом не более одной страницы. Во введении необходимо изложить общие задачи, стоящие перед железнодорожным транспортом в области организации пассажирских перевозок, а также цель и основные вопросы, решаемые при выполнении курсовой работы.

Железнодорожный транспорт является основным видом транспорта, обеспечивающим потребности населения в перевозках. Постоянно усиливающаяся конкуренция между видами транспорта требует регулярного повышения качества обслуживания пассажиров, снижения себестоимости перевозок. С этой целью необходимо обеспечить оптимизацию основных процессов, связанных с организацией пассажирского движения.

Перевозки пассажиров и багажа железнодорожным транспортом общего пользования осуществляются в следующих видах сообщений:

- городское (городские линии);
- региональное (региональные линии);
- межрегиональное (межрегиональные линии);
- международное (международные линии);
- коммерческое (коммерческие линии).

Перевозка пассажиров осуществляется поездами, сформированными из пассажирских вагонов локомотивной тяги различных типов или моторвагонного подвижного состава, отвечающих установленным в Республике Беларусь техническим требованиям.

Назначение поездов для перевозки пассажиров (далее – пассажирских поездов) и включение их в график движения поездов производится в порядке, установленном Белорусской железной дорогой.

Поезда межрегиональных, региональных и городских линий должны обеспечивать нормативы времени нахождения в пути следования, установленный перечень услуг, необходимый уровень комфорта при соблюдении требований безопасности движения и охраны окружающей среды.

Назначения, маршруты следования и количество поездов межрегиональных, региональных и городских линий устанавливаются с учетом пассажиропотоков, определяемых на основе отчетных данных и прогноза подвижности населения на планируемый период времени.

График движения поездов межрегиональных, региональных и городских линий разрабатывается на основе согласованного количества поездов данного вида сообщений на соответствующих маршрутах их следования и заданных размеров движения всех категорий поездов с учетом технических возможностей железнодорожных участков и станций для их пропуска.

Допускаемые скорости движения поездов межрегиональных, региональных и городских линий на железнодорожных участках устанавливаются в зависимости от конструкционных особенностей и технического состояния инфраструктуры и подвижного состава. По подвижному составу она ограничивается его конструкционной скоростью, прохождением кривых участков пути; по пути – конструкцией и состоянием земляного полотна, верхнего строения пути; устройствам электроснабжения – мощностью силового оборудования тяговых подстанций, заданным уровнем напряжения на токоприемниках электроподвижного состава, конструктивными параметрами контактной сети (для электрифицированных путей); устройствам систем сигнализации, централизации и блокировки, связи, устройствам контроля подвижного состава – использованием технических средств систем управления и обеспечения безопасности движения поездов. По искусственным сооружениям допускаемая скорость устанавливается в зависимости от эксплуатационных характеристик, особенностей конструкции и технического состояния.

Допускаемые скорости движения поездов межрегиональных, региональных и городских линий, которые реализуются на железнодорожных участках по фактическому состоянию инфраструктуры и подвижного состава, определяются в установленном порядке и учитываются при разработке графика движения поездов.

**Классификация пассажирских поездов.** Категории пассажирских поездов устанавливаются в соответствии с принятыми определениями и классификационными признаками, характеризующими поезд межрегиональных, региональных и городских линий: дальность, скорость движения и тип используемого для перевозки пассажиров подвижного состава.

Дальность следования пассажирских поездов устанавливается видом сообщений в котором они курсируют.

По скорости движения с учетом режимов стоянок различают поезда межрегиональных и региональных линий:

- бизнес-класса – с маршрутной скоростью 80 (50) км/ч и более;
- эконом-класса – с маршрутной скоростью менее 80 (50) км/ч.

Поезда межрегиональных и региональных линий по типу подвижного состава подразделяются на сформированные:

- из мотор-вагонного подвижного состава;
- из пассажирских вагонов локомотивной тяги.

Поезда городских линий формируются из мотор-вагонного подвижного состава.

По регулярности движения поезда межрегиональных и региональных линий подразделяются на круглогодичного, сезонного и разового назначения, а по периодичности движения – на ежедневные, следую-

щие через день (по нечетным или четным числам) и следующие по дням недели или числам месяца.

Каждая категория поездов межрегиональных, региональных и городских линий может иметь индивидуальную эмблему (символику) и оформление состава.

**Организация движения пассажирских поездов.** При разработке графика движения поездов учитывается следующий порядок приоритетности линий движения пассажирских поездов:

- международных;
- межрегиональных бизнес-класса;
- региональных бизнес-класса;
- межрегиональных эконом-класса;
- региональных эконом-класса;
- городских.

Поезда *межрегиональных линий бизнес-класса* имеют остановки по маршруту следования на станциях (остановочных пунктах), расположенных в городах областного подчинения, областных центрах и городе Минске. График движения этих поездов должен предусматривать их следование преимущественно в утреннее и вечернее время суток, а также их парное следование как в утреннее, так и в вечернее время.

Поезда *региональных линий бизнес-класса* имеют остановки по маршруту следования на станциях (остановочных пунктах), расположенных в населенных пунктах с количеством жителей более 5 тыс. человек, в районных центрах или на расстоянии не далее 15 км от них, в городах областного подчинения, областных центрах и городе Минске.

Поезда *межрегиональных линий эконом-класса* имеют остановки по маршруту следования на станциях (остановочных пунктах), расположенных в населенных пунктах с количеством жителей более 10 тыс. человек, в районных центрах или на расстоянии не далее 15 км от них, в городах областного подчинения, областных центрах и городе Минске. Допускаются остановки на станциях примыкания трёх и более железнодорожных участков.

Поезда *региональных линий эконом-класса* имеют остановки согласно расписанию движения, утвержденному Белорусской железной дорогой.

В графике движения поездов *городских линий* должно предусматриваться их регулярное следование в установленные периоды суток. График движения поездов городских линий может разрабатываться на различные дни недели: рабочие, выходные (праздничные). В зависимости от технического развития участков поезда городских линий могут следовать как с постоянным заданным интервалом, так и по установленному расписанию. Режим стоянок этих поездов устанавливается в зависимости от подвижности населения в зоне тяготения станций и остановочных пунктов.

Вагоны в составе поездов межрегиональных линий, региональных линий бизнес-класса должны быть расположены в определенной последовательности с указанием порядкового номера вагона. Схемы формирования составов поездов межрегиональных линий, а также региональных линий бизнес-класса устанавливаются в книгах служебного расписания движения поездов.

## 2.2 Техничко-экономическая характеристика направления Л – Ю

Техничко-экономическая характеристика разрабатывается и дается в работе на основе изучения и анализа всех исходных данных.

Рассматриваются техническое обеспечение железнодорожного направления, средства связи по движению поездов, протяженность участков, тяговое обслуживание международных, межрегиональных и региональных поездов, размеры движения поездов отдельных категорий, нормы простоя пассажирских поездов на станциях формирования и станциях оборота, количество зон на головном участке, эквивалентный уклон, станционные интервалы, средняя стоимость поезда, расходные ставки и т.д.

Согласно заданию необходимо пересчитать среднесуточные размеры международных и межрегиональных, а также региональных пассажиропотоков с учетом коэффициента неравномерности (приложения Б, В).

## 2.3 Составление диаграмм пассажиропотоков

**Планирование перевозок пассажиров** производится на основе изучения пассажиропотоков и их изменения за планируемый период. На основании таблицы расчетных среднесуточных размеров корреспонденции пассажиропотоков между пунктами направления составляются диаграммы, которые дают наглядное представление об их распределении на направлении. По ним устанавливаются возможные пункты оборота международных и межрегиональных пассажирских поездов. Диаграммы пассажиропотоков составляются отдельно для международного, межрегионального и регионального сообщений, которые организуются соответственно на направлении Л – М – Ю и железнодорожном участке Л – Ч (региональное).

Построение диаграммы для *международного и межрегионального сообщений* рекомендуется начинать с головной станции Л. В результате построения диаграммы (рисунок 2.1) устанавливается мощность пассажиропотока на участках расчетного полигона.

Так как пассажиропотоки в четном и нечетном направлениях железнодорожного полигона Л – М – Ю практически одинаковы, то достаточно составить диаграмму для одного направления, а размеры движения в дальнейшем будут рассчитаны в парах поездов.

**Пример 2.1.** Построить диаграмму международного и межрегионального пассажи-

ропотоков для направления Л – Ю согласно данным таблицы Б.1 (см. приложение Б).

Решение. Построение диаграммы для международного и межрегионального сообщений начинается с головной станции Л. Станция Л отправляет за сутки 14800 пассажиров, подход к станции Ч составляет 14800 и выход – 15400 пассажиров, подход к станции В – 15100 пассажиров и т.д. Данные значения составляют вершины диаграммы, которые соединяются между собой прямыми линиями.

Затем на диаграмме выделяются транзитные струи пассажиропотоков, следующих от Л до соответствующей конечной станции.

Транзитный пассажиропоток от станции Л до станции Ч

$$A_{\text{тр}}^{\text{Ч}} = A_{\text{от}}^{\text{Л}} - A_{\text{от}}^{\text{Ч}}, \quad (2.1)$$

где  $A_{\text{от}}^{\text{Л}}$  – пассажиропоток, отправляемый со станции Л;  $A_{\text{от}}^{\text{Л}} = 14800$  пассажиров;

$A_{\text{от}}^{\text{Ч}}$  – пассажиропоток, отправляемый со станции Ч;  $A_{\text{от}}^{\text{Ч}} = 14600$  пассажиров.

Следовательно,

$$A_{\text{тр}}^{\text{Ч}} = 14800 - 14600 = 200 \text{ пассажиров.}$$

Транзитный пассажиропоток от станции Л до станции В

$$A_{\text{тр}}^{\text{В}} = A_{\text{от}}^{\text{Л}} - A_{\text{от}}^{\text{В}},$$

где  $A_{\text{от}}^{\text{Л}}$  – пассажиропоток, отправляемый со станции Л до В;  $A_{\text{от}}^{\text{Л}} = 14600$  пассажиров;

$A_{\text{от}}^{\text{В}}$  – пассажиропоток, отправляемый со станции В;  $A_{\text{от}}^{\text{В}} = 14500$  пассажиров.

Тогда

$$A_{\text{тр}}^{\text{В}} = 14600 - 14500 = 100 \text{ пассажиров.}$$

Аналогичным образом определяются транзитные пассажиропотоки от станции Л до станции Ю.

После этого для каждой станции определяется объем пассажиропотока по прибытию и отправлению с учетом того, что пассажиропотоки по отправлению и прибытию в данном направлении могут быть неравны за счет прибытия и отправления пассажиров с промежуточных станций. Так, для станции Ч объем пассажиропотока по прибытию будет равен транзитному пассажиропотоку от станции Л до станции Ч, т.е. 200 пассажиров.

Объем пассажиропотока по отправлению со станции Ч определяется по формуле

$$A_{\text{от}}^{\text{Ч}} = A_{\text{вых}}^{\text{Ч}} - A_{\text{вых}}^{\text{Л}}. \quad (2.2)$$

Диаграмма для международного и межрегионального сообщений приведена на рисунке 2.1. По данным диаграммы устанавливается мощность пас-

сажиропотоков на участках заданного направления и производится анализ изменения величины пассажиропотока по станциям, определяются станции оборота пассажирских составов. В данном случае такими станциями являются станции Б, К, М, Ю.

В курсовой работе региональные перевозки организованы на участке Л – Ч.

Диаграмма региональных пассажиропотоков строится на основании таблицы среднесуточных размеров регионального пассажиропотока (см. приложение Б). Построение этой диаграммы начинается с головной станции Л и ведется последовательно по каждой станции посадки – высадки пассажиров, размеры которых

$$A_i^n = \sum_{j=i+1}^n a_{ij}; A_i^B = \sum_{j=1}^{i-1} a_{ji}, \quad (2.3)$$

где  $a_{ij}$  – корреспонденции регионального пассажиропотока с  $i$ -той станции посадки на  $j$ -тую станцию;  $a_{ji}$  – корреспонденции регионального пассажиропотока на  $i$ -тую станцию высадки с  $j$ -той станции посадки;  $n$  – число станций посадки и высадки на головном участке.

С головной станции Л на участок отправляется пассажиропоток мощностью  $A_{Л}^{от} = 12000$  пассажиров. Следовательно, мощность регионального пассажиропотока на перегоне Л–ф  $A_{Л-ф} = 12000$  пассажиров. На станции «ф» высадка пассажиропотоков  $A_{ф}^B = a_{B-ф} = 703$  пассажира, посадка –  $A_{ф}^n = 392$  пассажиров (см. приложение В). Тогда пассажиропоток на перегоне ф – а

$$A_{ф-а} = A_{Л-ф} - A_{ф}^B + A_{ф}^n = 12000 - 703 + 392 = 11689 \text{ пассажиров.}$$

По станции «а» высадка  $A_a^B = 1558$  пассажиров, посадка  $A_a^n = 156$  пассажиров (см. приложение В). Следовательно, пассажиропоток на перегоне а – е

$$A_{а-е} = A_{ф-а} - A_a^B + A_a^n = 11689 - 1558 + 156 = 10287 \text{ пассажиров.}$$

Аналогично производится расчет и по остальным перегонам участка Л – Ч. Результаты расчетов и форма диаграммы для регионального пассажиропотока приведены на рисунке 2.2.

В связи с тем, что пассажиропотоки в четном и нечетном направлениях одинаковы, диаграммы строятся только для одного направления.

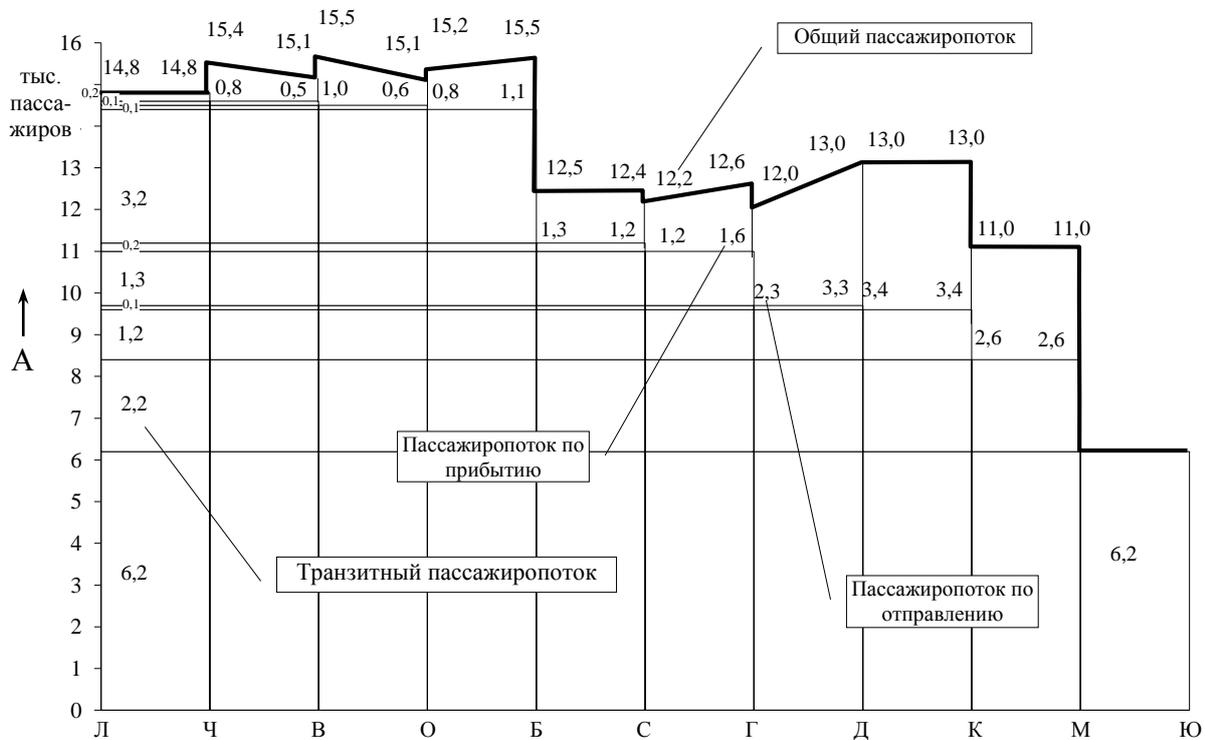


Рисунок 2.1 – Диаграмма международных и межрегиональных пассажиропотоков на направлении Л – Ю

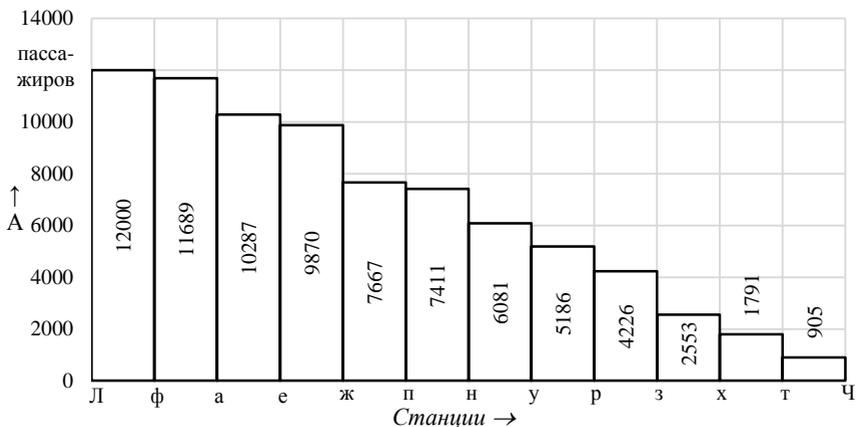


Рисунок 2.2 – Диаграмма регионального пассажиропотока

На основании построенной диаграммы устанавливается мощность пассажиропотоков на перегонах заданного участка, производится анализ изменения величины пассажиропотока по станциям. Определяются станции, которые имеют наиболее значительное изменение величины пассажиропотока.

### 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ

**Масса пассажирского поезда** определяется по формуле

$$Q_{\text{пас}} = \frac{3600N_{\text{л}} - P(w'_0 + i_3)v_{\text{ср}}^x}{(w''_0 + i_3)v_{\text{ср}}^x}, \quad (3.1)$$

где  $N_{\text{л}}$  – мощность локомотива, кВт;  $P$  – масса локомотива, т;  $w'_0, w''_0$  – основное удельное сопротивление соответственно локомотива и вагона при установленной средней ходовой скорости, Н/т;  $i_3$  – эквивалентный уклон для направления, Н/т;  $v_{\text{ср}}^x$  – средняя ходовая скорость поездов данной категории, км/ч.

**Основное удельное сопротивление локомотива  $w'_0$  и вагона  $w''_0$**  определяют согласно [16] по формулам

$$w'_0 = \left[ 1,9 + 0,01v_{\text{ср}}^x + 0,0003 \cdot (v_{\text{ср}}^x)^2 \right] \cdot 9,81; \quad (3.2)$$

$$w_o'' = \left[ 1,2 + 0,012v_{cp}^x + 0,0002 \cdot (v_{cp}^x)^2 \right] \cdot 9,81. \quad (3.3)$$

Значение массы пассажирского поезда согласно правилам тяговых расчетов округляется до ближайших 25 тонн.

### Количество вагонов в составе поезда

$$m_{пас} = \frac{Q_{пас}}{q_b}, \quad (3.4)$$

где  $q_b$  – средняя грузоподъемность вагона в составе поезда, принимается условно 58 т.

Длина пассажирской платформы ограничена, поэтому при средней длине пассажирского вагона 24,5 м количество вагонов в составе поезда ограничивается также и длиной платформы, включая почтовый, багажный и вагон-ресторан.

Окончательная масса состава пассажирского поезда и количество вагонов в нем определяется при составлении композиции поезда, т.е. при подборе вагонов в состав поезда и расчете его населенности. Масса брутто будет определять массу поезда.

**Пример 3.1.** Рассчитать исходную массу пассажирского поезда на направлении Л – Ю при следующих исходных данных: тепловозная тяга ТЭП 150  $N_l = 3100$  кВт (согласно приложению Г),  $P = 135$  т, согласно заданию эквивалентный уклон  $i_3 = 58$  Н/т; средняя ходовая скорость поездов: международных скоростных –  $v_{cp}^x = 160$  км/ч; международных скорых –  $v_{cp}^x = 105$  км/ч; международных пассажирских –  $v_{cp}^x = 96$  км/ч; межрегиональных эконом-класса –  $v_{cp}^x = 80$  км/ч.

Решение. Основное удельное сопротивление локомотива и вагона определяется отдельно для каждой категории пассажирских поездов.

Для международных скоростных поездов

$$w_o' = \left[ 1,9 + 0,01 \cdot 160 + 0,0003 \cdot 160^2 \right] \cdot 9,81 = 109,68 \text{ Н/т};$$

$$w_o'' = \left[ 1,2 + 0,012 \cdot 160 + 0,0002 \cdot 160^2 \right] \cdot 9,81 = 80,83 \text{ Н/т};$$

Тогда масса поезда

$$Q_{ск} = \frac{3600 \cdot 3100 - 135 \cdot (109,68 + 58) \cdot 160}{(80,83 + 58) \cdot 160} = 339,21 \approx 325 \text{ т}.$$

При  $q_b = 58$  т количество вагонов в составе скоростного поезда

$$m_{\text{ск}}^F = \frac{325}{58} = 5,6 \approx 5.$$

Так как количество вагонов в составе получилось недостаточным для формирования поезда, то целесообразно принимать скоростные поезда двойной тяги:

$$m_{\text{ск}}^F = \frac{650}{58} = 11,2 \approx 11 \text{ вагонов.}$$

Для международных скорых поездов

$$w_o' = \left[ 1,9 + 0,01 \cdot 105 + 0,0003 \cdot 105^2 \right] \cdot 9,81 = 61,39 \text{ Н/т;}$$

$$w_o'' = \left[ 1,2 + 0,012 \cdot 105 + 0,0002 \cdot 105^2 \right] \cdot 9,81 = 45,76 \text{ Н/т;}$$

Масса поезда

$$Q_c = \frac{3600 \cdot 3100 - 135 \cdot (61,39 + 58) \cdot 105}{(45,76 + 58) \cdot 105} = 869,2 \approx 850 \text{ т.}$$

При  $q_a = 58$  т количество вагонов в составе скорого поезда

$$m_c^F = \frac{850}{58} = 14,6 \approx 14.$$

Для международных пассажирских поездов

$$w_o' = \left[ 1,9 + 0,01 \cdot 96 + 0,0003 \cdot 96^2 \right] \cdot 9,81 = 55,18 \text{ Н/т;}$$

$$w_o'' = \left[ 1,2 + 0,012 \cdot 96 + 0,0002 \cdot 96^2 \right] \cdot 9,81 = 41,15 \text{ Н/т;}$$

Масса поезда

$$Q_c = \frac{3600 \cdot 3100 - 135 \cdot (55,18 + 58) \cdot 96}{(41,15 + 58) \cdot 96} = 1018,36 \approx 1000 \text{ т.}$$

При  $q_b = 58$  т количество вагонов в составе пассажирского поезда

$$m_{\text{пас}}^F = \frac{1000}{58} = 17,2 \approx 17.$$

Для межрегиональных поездов эконом-класса:

$$w_o' = \left[ 1,9 + 0,01 \cdot 80 + 0,0003 \cdot 80^2 \right] \cdot 9,81 = 45,32 \text{ Н/т;}$$

$$w_o'' = \left[ 1,2 + 0,012 \cdot 80 + 0,0002 \cdot 80^2 \right] \cdot 9,81 = 33,78 \text{ Н/т};$$

$$Q_{\text{межд}} = \frac{3600 \cdot 3100 - 135 \cdot (45,32 + 58) \cdot 80}{(33,78 + 58) \cdot 80} = 1367,96 \approx 1350 \text{ т.}$$

При  $q_b = 58$  т количество вагонов в составе межрегионального поезда эконом-класса:

$$m_{\text{пас}}^F = \frac{1350}{58} = 23,2 \approx 23.$$

С учетом допустимой длины платформы, равной 500 м, в составах пассажирских поездов не может быть более 20 вагонов:

$$m_{\text{пас}}^{\text{max}} = \frac{l_{\text{пл}}}{l_{\text{ваг}}} = \frac{500}{24,5} = 20 \text{ вагонов.}$$

Результаты расчетов массы и количества вагонов в составах пассажирских поездов приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Масса и количество вагонов в составах пассажирских поездов

| Категория пассажирских поездов | Масса          | Количество вагонов |                    |          |
|--------------------------------|----------------|--------------------|--------------------|----------|
|                                |                | по массе           | по длине платформы | принятое |
| Международный скоростной       | $2 \times 325$ | 11                 | 20                 | 11       |
| Международный скорый           | 850            | 14                 | 20                 | 14       |
| Международный пассажирский     | 1000           | 17                 | 20                 | 17       |
| Межрегиональный эконом-класса  | 1350           | 23                 | 20                 | 20       |

## 4 РАЗРАБОТКА СХЕМ (КОМПОЗИЦИЙ) ПАССАЖИРСКИХ СОСТАВОВ ЛОКОМОТИВНОЙ ТЯГИ И РАСЧЕТ ИХ НАСЕЛЕННОСТИ И МАССЫ

### 4.1 Общие положения

**Комфортность в поездах** – это высокий уровень обслуживания пассажиров в пути следования, который обеспечивается соответствующей композицией составов, оборудованием вагонов.

Порядок расположения в пассажирском поезде вагонов различных типов называется композицией состава или схемой формирования.

**Композиция состава пассажирского поезда** устанавливает число и порядок размещения вагонов разных категорий и определяет, с одной стороны, комфорт, предоставляемый пассажирам, с другой, – расчетную населенность и массу поезда, а следовательно, скорость поездов, размеры их дви-

жения и расходы железной дороги, связанные с пассажирскими перевозками. Композиция устанавливается с учетом массы и категории пассажирских поездов, типов включаемых в состав вагонов, мощности и характера пассажиропотоков на данном направлении, а также характеристики населенных пунктов, между которыми осуществляются пассажирские связи.

Для поездов одинаковых категорий целесообразно применение унифицированной схемы, которая обеспечивает взаимозаменяемость составов. В этом случае вагоны в составах располагаются группами по типам: в голове состава – плацкартные, в хвосте – купейные. Такая композиция составов позволяет использовать их в общем обороте и при этом обеспечить минимальные операции по маневровой работе в пункте формирования. Кроме того, такая композиция позволяет увеличить состав поезда за счет добавления вагонов со стороны как головы, так и хвоста.

В схеме поезда указывается порядковый номер вагона, тип и количество мест для проезда пассажиров, назначение, признаки броней.

Из общей населенности вагонов всего состава поезда вычитается количество мест для отдыха бригадира поезда, проводников, работников вагон-ресторана или буфета, электромонтера, бронь начальника поезда (два места в купейном и два в плацкартном вагонах), дополнительные места для улучшения условий труда проводников и др. Количество таких мест устанавливается по нормам и с учетом количества работников, обслуживающих поезд. Число выделяемых мест указывается дробью под цифрой населенности тех вагонов, в которых выделяются места из всего состава поезда. В числителе дроби указывается число мест для пассажиров.

Пассажирские поезда формируются из цельнометаллических вагонов разных типов:

Б – багажный вагон, передвижная камера хранения;

ВСТ – служебно-технический вагон, вагон-салон, вагон-гараж (для перевозки автомобилей);

СВ – спальный вагон;

СВР – спальный вагон с радиоузлом;

К – купейный вагон;

КР – купейный вагон с радиоузлом;

КРИ – купейный вагон с радиоузлом с местами для инвалидов;

КБ – купейный вагон, кафе-бар (буфет);

КБР – купейный вагон, кафе-бар (буфет) с радиоузлом;

ПЛ – плацкартный вагон;

О – общий вагон;

ОБЛ – межобластной вагон;

ОБЛ.Б – вагон межобластной с буфетом;

СИД – вагон с местами для сидения;

ВР – вагон-ресторан;

П – почтовый вагон;  
РИЦ – спальный вагон.

Целесообразность включения вагонов-ресторанов в составы пассажирских поездов устанавливается в зависимости от общего времени следования поездов между конечными пунктами направления, а также от характеристики пассажиропотоков. В некоторые составы пассажирских поездов, время следования которых на направлении менее суток, обычно включаются вагоны с отделением для буфета.

Количество и категория пассажирских поездов, обращающихся с почтовыми и багажными вагонами, обуславливается необходимостью своевременной перевозки багажа и обеспечением потребности в почтовых связях. 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.

Композицией составов определяется их вместимость, что оказывает влияние на размеры пассажирского движения.

В периоды максимального роста пассажиропотоков (июнь – август) целесообразно в скоростные поезда включать 10–12 вагонов, в скорые – 12–15 и в пассажирские (международные и межрегиональные) – 15–20 вагонов.

Примеры композиций пассажирских составов приведены в приложении Е пособия.

#### **4.2 Составление композиций международных поездов**

При составлении композиций скоростных и скорых международных пассажирских поездов следует учесть, что они имеют, как правило, меньшую вместимость пассажиров, так как в состав поезда включаются больше спальных и купейных вагонов, количество которых зависит от уровня комфортабельности поезда (фирменные поезда). Состав таких поездов формируется, как правило, из 10–15 вагонов.

Купейные и спальные вагоны 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, за вагоном номер № 8, а вагон с купе-буфетом – под номером № 9. 9-й и 8-й вагоны, как правило, – купейные с поездным радиоузлом.

В составы многих скоростных и скорых международных пассажирских поездов включаются почтовые и багажные вагоны.

Схемы формирования международных пассажирских поездов приведены в приложении Е данного пособия.

**Пример 4.1.** Составить композицию скоростных, скорых и международных пассажирских поездов для расчетного полигона при следующих нормах массы поездов: скоростных –  $Q_{ск} = 650$  т, скорых –  $Q_c = 850$  т, международных пассажирских –  $Q_{п} = 1000$  т.

Решение. Композиция составов скоростных поездов составляется для каждой станции назначения скоростного поезда. Согласно заданию это станции М и Ю. Композиции составов международных поездов представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Композиция состава скоростного международного поезда

| Номер вагона | Категория вагона | Длина, м | Масса, т | Населенность, пас. |
|--------------|------------------|----------|----------|--------------------|
| 1            | К                | 24,5     | 56       | 36                 |
| 2            | К                | 24,5     | 56       | 32/4               |
| 3            | СВ               | 24,5     | 65       | 18                 |
| 4            | К                | 24,5     | 56       | 36                 |
| 5            | КР               | 24,5     | 58       | 22/8               |
| 6            | ВР               | 24,5     | 56       | –                  |
| 7            | СВ               | 24,5     | 65       | 18                 |
| 8            | СВ               | 24,5     | 65       | 18                 |
| 9            | К                | 24,5     | 56       | 36                 |
| 10           | К                | 24,5     | 56       | 36                 |
| 11           | К                | 24,5     | 56       | 36                 |
| <i>Итого</i> |                  | 269,5    | 645      | 288/12             |

Композиция составов скорых поездов при рассчитанной массе  $Q_{ск} = 850$  т представлена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Композиция состава скорого поезда

| Номер вагона | Категория вагона | Длина, м | Масса, т | Населенность, пас. |
|--------------|------------------|----------|----------|--------------------|
| 1            | Пл               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 2            | Пл               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 3            | Пл               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 4            | К                | 24,5     | 56       | 32/4               |
| 5            | К                | 24,5     | 56       | 32/4               |
| 6            | СВ               | 24,5     | 65       | 18                 |
| 7            | КР               | 24,5     | 58       | 30                 |
| 8            | КБ               | 24,5     | 56       | 16                 |
| 9            | К                | 24,5     | 56       | 32/4               |
| 10           | К                | 24,5     | 56       | 36                 |
| 11           | К                | 24,5     | 56       | 36                 |
| 12           | К                | 24,5     | 56       | 36                 |
| 13           | Пл               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 14           | Пл               | 24,5     | 57       | 54                 |
| <i>Итого</i> |                  | 367,5    | 800      | 538/12             |

Международный пассажирский поезд в основном состоит из плацкартных вагонов, что позволяет увеличить вместимость таких поездов. В состав международных

пассажирских поездов при необходимости также включаются почтовые и багажные вагоны (в голове поезда), вагоны-рестораны или купе с буфетом (в середине поезда).

Композиция составов международных пассажирских поездов при рассчитанной массе  $Q_{ск} = 1000$  т представлена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Композиция состава пассажирского поезда

| Номер вагона | Категория вагона | Длина, м | Масса, т | Населенность, пас. |
|--------------|------------------|----------|----------|--------------------|
| 0            | БП               | 24,5     | 68       | 0                  |
| 1            | О                | 24,5     | 59       | 81                 |
| 2            | О                | 24,5     | 59       | 81                 |
| 3            | О                | 24,5     | 59       | 81                 |
| 4            | К                | 24,5     | 56       | 36                 |
| 5            | К                | 24,5     | 56       | 36                 |
| 6            | К                | 24,5     | 56       | 32/4               |
| 7            | ВР               | 24,5     | 60       | 0                  |
| 8            | КР               | 24,5     | 58       | 26/4               |
| 9            | К                | 24,5     | 56       | 32/4               |
| 10           | Пл               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 11           | Пл               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 12           | Пл               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 13           | Пл               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 14           | О                | 24,5     | 59       | 81                 |
| 15           | О                | 24,5     | 59       | 81                 |
| 16           | О                | 24,5     | 59       | 581                |
| <i>Итого</i> |                  | 416,5    | 992      | 864/12             |

Композиция скоростного международного поезда включает 11 вагонов с населенностью 288 человек, скорого – 14 (538 чел.), пассажирского – 17 (864 чел.).

#### 4.3 Составление композиций межрегиональных поездов

Межрегиональные пассажирские перевозки занимают значительное место. Состав межрегионального поезда формируется как из вагонов локомотивной тяги, так и мотор-вагонного подвижного состава.

Композиция состава межрегионального поезда, формируемого из вагонов локомотивной тяги, включает 16–20 вагонов и состоит из купейных вагонов, купе-буфета, плацкартных и межобластных вагонов с местами для сидения. Принцип составления композиции межрегиональных поездов аналогичен схеме составления пассажирских поездов, но необходимо учесть, что межрегиональные поезда бывают бизнес- и эконом-класса (в зависимости от прокладки их на графике, расписания движения поездов, режима стоянок и типа используемого подвижного состава). В курсовой работе рекомендуется разработать две композиции межрегиональных поездов эконом-класса, сформированных из пассажирских вагонов локомотивной тяги (таблицы 4.4, 4.5).

**Таблица 4.4 – Композиция межрегионального поезда эконом-класса до станции Б (из пассажирских вагонов локомотивной тяги)**

| Номер вагона | Категория вагона | Длина, м | Масса, т | Населенность, пас. |
|--------------|------------------|----------|----------|--------------------|
| 1            | СИД              | 24,5     | 59       | 61                 |
| 2            | СИД              | 24,5     | 59       | 61                 |
| 3            | СИД              | 24,5     | 59       | 61                 |
| 4            | ПЛ               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 5            | ПЛ               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 6            | ПЛ               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 7            | КР               | 24,5     | 58       | 26/4               |
| 8            | К                | 24,5     | 56       | 32/4               |
| 9            | К                | 24,5     | 56       | 32/4               |
| 10           | ПЛ               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 11           | ПЛ               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 12           | О                | 24,5     | 59       | 81                 |
| 13           | О                | 24,5     | 59       | 81                 |
| 14           | О                | 24,5     | 59       | 81                 |
| 15           | О                | 24,5     | 59       | 81                 |
| 16           | СИД              | 24,5     | 59       | 61                 |
| <i>Итого</i> |                  | 392      | 927      | 928/12             |

**Таблица 4.5 – Композиция межрегионального поезда эконом-класса до станции К (из пассажирских вагонов локомотивной тяги)**

| Номер вагона | Категория вагона | Длина, м | Масса, т | Населенность, пас. |
|--------------|------------------|----------|----------|--------------------|
| 1            | О                | 24,5     | 59       | 81                 |
| 2            | О                | 24,5     | 59       | 81                 |
| 3            | О                | 24,5     | 59       | 81                 |
| 4            | Пл               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 5            | К                | 24,5     | 56       | 36                 |
| 6            | К                | 24,5     | 56       | 36                 |
| 7            | К                | 24,5     | 56       | 32/4               |
| 8            | КР               | 24,5     | 58       | 26/4               |
| 9            | К                | 24,5     | 56       | 32/4               |
| 10           | ПЛ               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 11           | ПЛ               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 12           | ПЛ               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 13           | ПЛ               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 14           | ПЛ               | 24,5     | 57       | 54                 |
| 15           | О                | 24,5     | 59       | 81                 |
| 16           | О                | 24,5     | 59       | 81                 |
| 17           | О                | 24,5     | 59       | 81                 |
| <i>Итого</i> |                  | 416,5    | 978      | 972/12             |

Кроме того, в курсовой работе межрегиональными поездами бизнес-класса, сформированными из мотор-вагонного подвижного состава, обслуживается пассажиропоток до станции Б (согласно заданию на курсовую работу). Композиция и населенность межрегионального поезда, сформированного из мотор-вагонного подвижного состава, принимается согласно техническим характеристикам мотор-вагонного подвижного состава, используемого для данной категории поезда (приложение Г). Для перевозки данного пассажиропотока межрегиональными поездами бизнес-класса также могут быть использованы пассажирские вагоны локомотивной тяги, в этом случае необходимо разработать композицию состава межрегионального поезда бизнес-класса до станции Б, сформированного из пассажирских вагонов локомотивной тяги.

#### **4.4 Композиция региональных поездов**

Региональные перевозки обслуживаются моторвагонным подвижным составом согласно заданию.

Композиция и населенность региональных поездов принимаются согласно техническим характеристикам МВПС, приведенным в приложении Г данного пособия.

## **5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ДВИЖЕНИЯ И ПУНКТОВ ОБРАЩЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ СОСТАВОВ**

### **5.1 Определение размеров движения пассажирских поездов**

Исходными данными для определения размеров движения пассажирских поездов международного и межрегионального сообщения являются плановый пассажиропоток на железнодорожном направлении Л – Ю, нормы массы поездов, их категория, композиции и вместимость составов. Наиболее мощные потоки, не изменяющиеся в пути следования, обычно обслуживаются скоростными и скорыми поездами.

На практике размеры движения пассажирских поездов, как правило, определяются на летний и зимний периоды, так как летом пассажиропоток значительно возрастает.

В курсовой работе размеры движения определяются на основе диаграммы международных и межрегиональных пассажиропотоков и вместимости составов на основе его композиции по формуле

$$N_{\text{пас } ij} = \frac{A_{ij}}{a}, \quad (5.1)$$

где  $A_{ij}$  – пассажиропоток между рассматриваемыми пунктами, пас.;  $a$  – вместимость состава поезда, пас.

Международные и межрегиональные пассажирские поезда организуются со станций, среднесуточный пассажиропоток с которых – не менее вместимости состава поезда.

Для создания пассажирам больших удобств проезда часто назначается курсирование беспересадочных вагонов между пунктами, где имеется устойчивый суточный пассажиропоток, размеры которого не превышают вместимости одного-двух вагонов. Беспересадочность следования пассажиров в этих вагонах обеспечивается переприцепкой их в пунктах пересечения пассажирских направлений.

В курсовой работе необходимо определить общее количество пассажирских поездов на направлении Л – Ю. Размеры движения отдельных категорий пассажирских поездов принимаются согласно заданию. Размеры остальных категорий поездов (в проекте – скорых международных и межрегиональных пассажирских) рассчитываются.

Общее количество поездов, отправляемых со станции, равно сумме всех категорий поездов, отправляемых со станции на установленные назначения:

$$N_{\Pi} = (N_{\text{ск}}^{\text{Л-Ю}} + N_{\text{с}}^{\text{Л-Ю}} + N_{\text{пас}}^{\text{Л-Ю}}) + (N_{\text{с}}^{\text{Л-М}} + N_{\Pi}^{\text{Л-М}}) + N_{\text{МБ}}^{\text{Л-К}} + \dots + N_{\text{МБ}}^{\text{Л-Б}}, \quad (5.2)$$

где  $N_{\text{ск}}$ ,  $N_{\text{с}}$ ,  $N_{\text{пас}}$  – количество скоростных, скорых и пассажирских поездов, отправляемых со станции Л, на установленные назначения (для международных – станции назначения М, Ю, для межрегиональных – К, Б).

**Пример 5.1.** Рассчитать потребное число пассажирских поездов для направления Л – Ю.

Решение. По заданию скоростных международных поездов до Ю  $N_{\text{ск}}^{\text{Л-Ю}} = 3$  пары и до М –  $N_{\text{ск}}^{\text{Л-М}} = 3$  пары, международных пассажирских до Ю –  $N_{\text{пас}}^{\text{Л-Ю}} = 2$  пары и до М –  $N_{\text{пас}}^{\text{Л-М}} = 2$  пары, межрегиональных бизнес-класса до Б –  $N_{\text{МБ}}^{\text{Л-Б}} = 2$  пары.

По расчету вместимость скоростного международного поезда до Ю и М – 288 пассажиров, скорого международного до Ю и М – 538 пассажиров, международного пассажирского до М и Ю – 864 пассажира.

Мощность самого дальнего назначения от Л до Ю –  $A^{\text{Л-Ю}} = 6200$  пассажиров.

Количество пассажиров, которое будет перевезено заданными размерами пассажирских поездов до назначения Ю

$$A_{\text{ск, пас}}^{\text{Ю}} = N_{\text{ск}}^{\text{Ю}} a_{\text{ск}} + N_{\text{пас}}^{\text{Ю}} a_{\text{пас}}. \quad (5.3)$$

Оставшийся пассажиропоток будет осваиваться скорыми поездами

$$A_{\text{с}}^{\text{Ю}} = A^{\text{Ю}} - A_{\text{ск, пас}}^{\text{Ю}}, \quad (5.4)$$

т. е.  $A_{\text{с}}^{\text{Ю}} = 6200 - 3 \cdot 288 - 2 \cdot 864 = 3608$  пассажиров.

Тогда количество скорых поездов

$$N_c^{Ю} = \frac{A_c^{Л-Ю}}{a_c}, \quad (5.5)$$

т. е.  $N_c^{Ю} = \frac{3608}{538} = 6,7 \approx 7$  пар поездов.

При назначении 7 пар скорых поездов резерв свободных мест составит:

$$A_p^{Ю} = N_c^{Ю} a_c - A_c^{Л-Ю} = 7 \cdot 538 - 3608 = 158.$$

Свободные места будут использованы для перевозки пассажиров, следующих до станции М и из М до Ю.

Запланированным количеством поездов до М и Ю будет перевезено

$$A_{ск,с,пас}^{М,Ю} = A_{ск,пас}^{Ю} + N_c^{Ю} a_c^{Ю} + A_{ск,пас}^M = 3 \cdot 288 + 2 \cdot 864 + 7 \cdot 538 + 3 \cdot 288 + 2 \cdot 864 = 8950 \text{ пассажиров.}$$

Пассажиропоток, который необходимо освоить скорыми поездами до станции М:

$$A_c^M = A^M - A_{ск,с,пас}^{М,Ю} = 11000 - 8950 = 2050 \text{ пассажиров.}$$

$$N_c^M = \frac{A_c^M}{a_c} = \frac{2150}{538} = 3,8 \approx 4 \text{ пары поездов.}$$

Резерв свободных мест в скорых поездах до станции М

$$A_p^M = N_c^M a_c - A_c^M = 4 \cdot 538 - 2050 = 102.$$

Пассажиропоток до станции К будет осваиваться межрегиональными поездами эконом-класса, т.к. поезда других категорий до станции К отсутствуют.

Количество пассажиров, которое необходимо освоить межрегиональными поездами эконом-класса до станции К:

$$A_{мэ}^K = A^K - A^M - A_p^M = 13000 - 11000 - 102 = 1898.$$

Количество межрегиональных поездов эконом-класса до станции К определяется по формуле

$$N_{мэ}^K = \frac{A_{мэ}^K}{a_{мэ}^K} = \frac{1898}{972} = 1,95 \approx 2 \text{ пары.}$$

Резерв свободных мест в межрегиональном поезде эконом-класса до станции К

$$A_p^K = N_{мэ}^K a_{мэ}^K - A_{мэ}^K = 2 \cdot 972 - 1898 = 46.$$

Пассажиропоток до станции Б будет осваиваться межрегиональными поездами бизнес- и эконом-класса, размеры движения межрегиональных поездов бизнес-класса на мотор-вагонной тяге согласно заданию  $N_{\text{МБ}}^{\text{Б}} = 2$  пары поездов. Их населенность установлена исходя из типа мотор-вагонного подвижного состава – Shtadler ДП<sup>М</sup>, т.е.  $a_{\text{МБ}} = 302$  пассажира (согласно приложению Г).

Таким образом, в межрегиональных поездах бизнес-класса до станции Б будет перевезено

$$A_{\text{МБ}}^{\text{К}} = N_{\text{МБ}}^{\text{Б}} a_{\text{МБ}} = 2 \cdot 302 = 604 \text{ пассажира.}$$

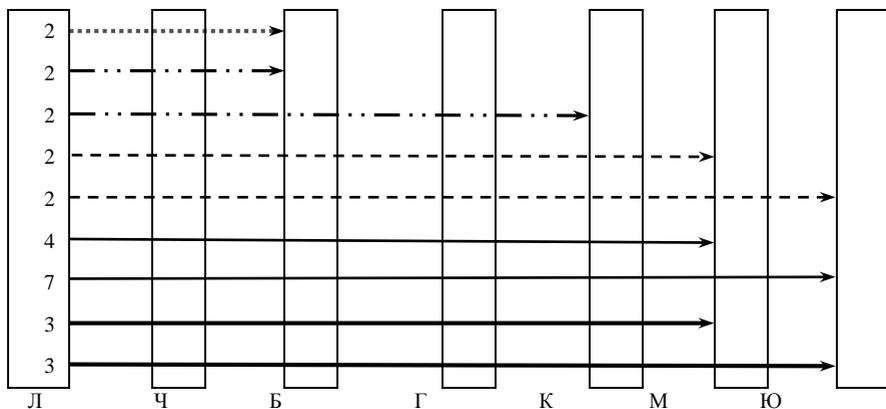
Тогда пассажиропоток, который необходимо освоить межрегиональными поездами эконом-класса (на локомотивной тяге),

$$A_{\text{МЭ}}^{\text{Б}} = A^{\text{Б}} - A^{\text{К}} - A_{\text{Р}}^{\text{К}} - A_{\text{МБ}}^{\text{Б}} = 15500 - 13000 - 46 - 604 = 1850 \text{ пассажиров.}$$

Количество межрегиональных поездов эконом-класса до станции Б

$$N_{\text{МЭ}}^{\text{Б}} = \frac{A_{\text{МЭ}}^{\text{Б}}}{a_{\text{МЭ}}} = \frac{1850}{972} = 1,9 \approx 2 \text{ пары.}$$

Для направления Л – Ю согласно произведенным расчетам строится схема поездопотоков (рисунок 5.1).



Условные обозначения:

- > – скоростные международные поезда;
- > – скорые международные поезда;
- - - - -> – пассажирские международные поезда;
- · - · -> – межрегиональные поезда эконом-класса;
- · · · ·> – межрегиональные поезда бизнес-класса

Рисунок 5.1 – Схема поездопотоков для направлении Л – Ю

Таким образом до станции Ю следуют 3 скоростных поезда, 7 скорых и 2 пассажирских, до станции М – 3 скоростных, 4 скорых и 2 пассажирских, до станции К – 2 межрегиональных поезда эконом-класса, до станции Б – 2 межрегиональных поезда эконом-класса и 2 межрегиональных поезда бизнес-класса.

## 5.2 Расчет размеров движения региональных поездов

Размеры движения региональных поездов зависят от мощности суточного пассажиропотока, типа вагонов, вместимости состава поезда. В связи со значительными сезонными и внутрисезонными колебаниями пассажиропотоков размеры движения региональных поездов устанавливаются отдельно на зимний и летний периоды, а также на рабочие, предвыходные и выходные дни.

В курсовой работе рассчитывается число региональных поездов эконом-класса. Их количество определяется на основании диаграммы региональных пассажиропотоков на участке Л – Ч, с учетом количества пассажиров, перевезенных в региональных поездах бизнес-класса, а также типа и вместимости используемого мотор-вагонного подвижного состава МВПС. Технические характеристики МВПС приведены в приложении Г. Тип МВПС и количество региональных поездов бизнес-класса принимаются в соответствии с заданием.

Движение региональных поездов эконом-класса организуется по зонам. Количество зон принимается в соответствии с заданием. Зонные станции устанавливаются в пунктах резкого перепада пассажиропотока.

Движение региональных поездов бизнес-класса организуется с учетом остановки на одной зонной станции участка Л – Ч, имеющей максимальный перепад пассажиропотока.

Количество пассажиров, перевезенных региональными поездами бизнес-класса

$$A_{\text{рег}}^{\text{БК}} = N_{\text{рег}}^{\text{БК}} a_{\text{рег}}^{\text{БК}}.$$

В случае, когда количество перевезенных пассажиров  $A_{\text{рег}}^{\text{БК}}$  больше заданных корреспонденций пассажиропотока между рассматриваемыми станциями, необходимо по согласованию с руководителем курсовой работы использовать для региональных поездов бизнес-класса другой мотор-вагонный подвижной состав меньшей вместимости.

На основании полученных результатов корректируются размеры пассажиропотока, которые будут осваиваться региональными поездами эконом-класса. По установленным размерам пассажиропотока корректируется диаграмма и рассчитывается число региональных поездов эконом-класса.

При расчете числа региональных поездов эконом-класса для обслуживания первой зоны вместимость состава должна приниматься с учетом увеличения числа мест до 50 % за счет поезда пассажирами стоя.

Количество поездов для обслуживания каждой зоны определяется по следующим формулам:

на I зону –

$$N_1 = \frac{A_1 - A_2}{a_1}; \quad (5.6)$$

на II зону –

$$N_2 = \frac{A_2 - A_3}{a}; \quad (5.7)$$

.....

на последнюю зону –

$$N_n = \frac{A_n}{a}, \quad (5.8)$$

где  $A_1, A_2, \dots, A_n$  – среднесуточные региональные пассажиропотоки соответственно на I, II, ...,  $n$ -ю зоны, пас.;  $a$  – число мест для сидения в региональном составе;  $a_1$  – число мест в составе регионального поезда с учетом их увеличения за счет поезда пассажирами стоя (принимается согласно приложению Г).

Общие размеры движения региональных поездов эконом-класса на участке Л – Ч пар поездов

$$N_{\text{общ}} = N_I + N_{II} + \dots + N_n, \quad (5.9)$$

где  $N_I$ ,  $N_{II}$  и  $N_n$  – число региональных поездов эконом-класса соответственно на первую, вторую и  $n$ -ю зоны, пар поездов;

**Пример 5.2.** Рассчитать размеры движения региональных поездов эконом-класса на участке Л – Ч. Региональное сообщение бизнес-класса обслуживается дизель-поездами Stadler ДПР, эконом-класса – поездами ДР2. На участке две зоны. Число региональных поездов бизнес-класса – 2 пары.

Решение. Анализ диаграммы регионального пассажиропотока показывает, что станцией с максимальным перепадом пассажиропотока является станция ж, которая принимается в качестве зонной. Таким образом участок Л – Ч делится на 2 зоны: Л – ж, Л – Ч.

Количество пассажиров, перевезенных региональными поездами бизнес-класса, определяется по формуле (5.5):  $A_{\text{пер}}^{\text{БК}} = 2 \cdot 260 = 520$  пассажиров.

Для определения количества региональных поездов эконом-класса корректируются пассажиропотоки в региональном сообщении. Размер снимаемого пассажиропотока по станциям ж и Ч определяется пропорционально посадке (высадке) пассажиров на указанных станциях (таблица 5.1).

Диаграмма пассажиропотоков в региональном сообщении эконом-класса с учетом  $A_{\text{пер}}^{\text{бк}}$  приведена на рисунке 5.2.

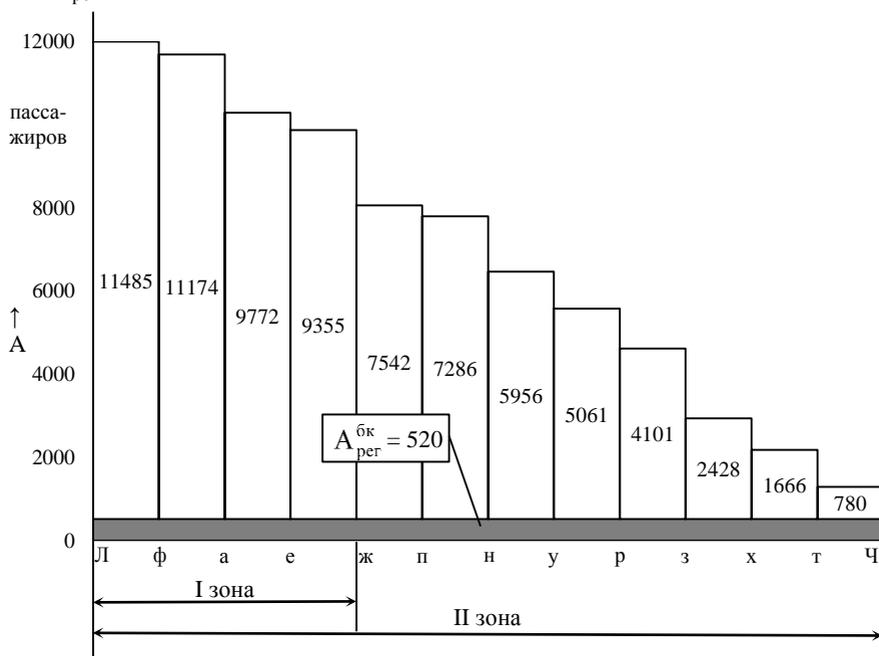


Рисунок 5.2 – Диаграмма пассажиропотоков в региональном сообщении эконом-класса

Размеры движения региональных поездов эконом-класса определяются по формулам (5.6) – (5.9).

Количество региональных поездов эконом-класса на I зону:

$$N_1 = \frac{11485 - 7542}{684} = 5,8 \approx 6 \text{ пар};$$

Количество региональных поездов эконом-класса на II зону:

$$N_2 = \frac{7542}{456} = 16,5 \approx 17 \text{ пар};$$

Общие размеры движения региональных поездов на участке:

$$N_{\text{общ}} = N_1 + N_2 = 6 + 17 = 23 \text{ пары.}$$

Окончательные размеры региональных поездов эконом-класса принимаются по результатам почасового распределения (за вычетом 4 ч ночного времени).

Таблица 5.1 – Пассажиропоток в региональном сообщении эконом-класса

| Из           | Расстояние, км | На станции |     |      |     |             |     |      |      |      |      |     |     |            | Итого        |
|--------------|----------------|------------|-----|------|-----|-------------|-----|------|------|------|------|-----|-----|------------|--------------|
|              |                | Л          | ф   | а    | е   | жс          | п   | н    | у    | р    | з    | х   | т   | Ч          |              |
| Л            | 0              | –          | 703 | 1539 | 532 | <b>1866</b> | 257 | 1387 | 846  | 893  | 1577 | 627 | 703 | <b>555</b> | <b>11485</b> |
| ф            | 7              |            | –   | 19   | 19  | 19          | 57  | 29   | 48   | 38   | 48   | 38  | 48  | 29         | 392          |
| а            | 11             |            |     | –    | 10  | 29          | 29  | 10   | 10   | 19   | 19   | 10  | 10  | 10         | 156          |
| е            | 17             |            |     |      | –   | 19          | 19  | 19   | 19   | 10   | 19   | 19  | 10  | 10         | 144          |
| жс           | 26             |            |     |      |     | –           | 19  | 10   | 19   | 19   | 10   | 10  | 19  | <b>14</b>  | <b>120</b>   |
| п            | 41             |            |     |      |     |             | –   | 10   | 29   | 19   | 10   | 19  | 19  | 19         | 125          |
| н            | 52             |            |     |      |     |             |     | –    | 29   | 19   | 19   | 29  | 29  | 10         | 135          |
| у            | 63             |            |     |      |     |             |     |      | –    | 29   | 19   | 19  | 19  | 19         | 105          |
| р            | 72             |            |     |      |     |             |     |      |      | –    | 19   | 19  | 29  | 19         | 86           |
| з            | 82             |            |     |      |     |             |     |      |      |      | –    | 29  | 19  | 19         | 67           |
| х            | 95             |            |     |      |     |             |     |      |      |      |      | –   | 19  | 38         | 57           |
| т            | 109            |            |     |      |     |             |     |      |      |      |      |     | –   | 38         | 38           |
| Ч            | 118            |            |     |      |     |             |     |      |      |      |      |     |     | –          | 0            |
| <i>Итого</i> |                | –          | 703 | 1558 | 561 | <b>1933</b> | 381 | 1465 | 1000 | 1046 | 1740 | 819 | 924 | <b>780</b> | <b>12910</b> |

## 6 РАЗРАБОТКА СОКРАЩЕННОГО ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ НАПРАВЛЕНИИ Л – Ю

### 6.1 Общие сведения о графике движения поездов

Построение графика движения пассажирских поездов является первым этапом его разработки. При прокладке пассажирских поездов необходимо учитывать технические возможности пропуска заданных размеров пассажирских поездов, их категорию. Приоритетными при прокладке поездов являются поезда более высокой категории.

Для составления **сокращенного графика движения пассажирских поездов** вначале составляется схема обращения пассажирских поездов по всем участкам направления, а затем строится детальный график поездов на головном участке с учетом прокладки региональных поездов.

Исходными данными для построения сокращенного графика движения пассажирских поездов являются:

- весовые нормы и среднеходовые скорости поездов всех категорий;
- продолжительность остановок в пути следования пассажирских поездов всех категорий, определяемые технологическим процессом каждой станции;
- время хода пассажирских поездов всех категорий между пунктами остановки, станциями оборота локомотивов;
- наиболее удобное для пассажиров время отправления поездов, их прибытия и проследования через крупные пассажирские станции, где производится значительная посадка и высадка пассажиров;
- длины тяговых плеч и пункты оборота пассажирских локомотивов;
- план формирования пассажирских поездов, учитывающий пункты их обращения, формирование групповых (с перецепкой групп вагонов) поездов или пересадку пассажиров на станциях рассматриваемого направления;
- вид прокладки пассажирских поездов на графике (пачечная или равномерная в течение суток).

Качество построения графика и расписания движения определяется удобствами для пассажиров, эффективным использованием технических средств транспорта, в том числе и пассажирского подвижного состава, обеспечением высоких скоростей движения поездов всех категорий.

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, во всяком случае не позже 10 ч, а подвод местных поездов к областным центрам осуществлять в период с 7 до 9 ч.

При выборе времени отправления поездов с начальных пунктов необходимо учитывать также минимальное время оборота составов, а следовательно, их потребность в обеспечении перевозки заданного пассажиропотока, а также взаимодействие железнодорожного с другими видами транспорта (воздушного, водного, автомобильного, городского).

### 6.2 Расчет маршрутных времен хода пассажирских поездов на заданном направлении

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

$$T_m = \frac{L}{v_{cp}^x} + \bar{t}_{ст} \frac{L}{100}, \quad (6.1)$$

где  $L$  – длина маршрута следования поезда, км;  $v_{cp}^x$  – среднеходовая скорость движения данной категории поезда, км/ч;  $\bar{t}_{ст}$  – режим стоянок, среднее время, затрачиваемое на стоянки, разгон и замедление (на 100 км пути), ч.

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

Результаты расчетов времени хода поездов различных категорий на железнодорожном направлении Л – Ю целесообразно свести в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Расчет времени нахождения пассажирских поездов в пути

| Категория поезда | Маршрут следования | $v_{cp}^x$ , км/ч | $L$ , км | Время, ч             |                              |       |
|------------------|--------------------|-------------------|----------|----------------------|------------------------------|-------|
|                  |                    |                   |          | $\frac{L}{v_{cp}^x}$ | $\bar{t}_{ст} \frac{L}{100}$ | $T_m$ |
| Скоростной       | Л – Ю              |                   |          |                      |                              |       |
| Скорый           | Л – Ю              |                   |          |                      |                              |       |
| Пассажирский     | Л – Ю              |                   |          |                      |                              |       |
| и т.д.           |                    |                   |          |                      |                              |       |

**Пример 6.1.** Определить время хода поездов различных категорий на расчетных направлениях при следующих средних ходовых скоростях: международных скорост-

ных поездов – 160 км/ч, международных скорых – 105 км/ч, международных пассажирских – 96 км/ч, межрегиональных бизнес-класса – 115 км/ч, межрегиональных эконом-класса – 80 км/ч и, соответственно, режимах стоянок – 4, 9, 14, 10 и 14 мин.

Решение. Определение времени нахождения поезда в пути следования (маршрутное время) производится по формуле (6.1) для каждой категории поезда и каждого маршрута следования. Результаты расчета времени хода поездов различных категорий на направлении сведены в таблицу 6.2.

Среднеходовая скорость и режим стоянок устанавливаются из задания для каждой категории пассажирских поездов.

Таблица 6.2 – Расчет времени нахождения пассажирских поездов в пути

| Категория поезда              | Маршрут следования | $v_{cp}^x$ , км/ч | $L$ , км | Время, ч             |                        |       |       |
|-------------------------------|--------------------|-------------------|----------|----------------------|------------------------|-------|-------|
|                               |                    |                   |          | $\frac{L}{v_{cp}^x}$ | $t_{ст} \frac{L}{100}$ | $T_1$ |       |
|                               |                    |                   |          |                      |                        | ч     | ч-мин |
| Скоростной                    | Л – Ю              | 160               | 2000     | 12,50                | 1,33                   | 13,83 | 13–50 |
| Скоростной                    | Л – М              | 160               | 752      | 4,70                 | 0,50                   | 5,20  | 5–12  |
| Скорый                        | Л – Ю              | 105               | 2000     | 19,04                | 3,00                   | 22,04 | 22–2  |
| Скорый                        | Л – М              | 105               | 752      | 7,16                 | 1,13                   | 8,29  | 8–17  |
| Пассажирский                  | Л – Ю              | 96                | 2000     | 20,8                 | 4,70                   | 25,5  | 25–30 |
| Пассажирский                  | Л – М              | 96                | 752      | 7,83                 | 1,75                   | 9,58  | 9–35  |
| Межрегиональный эконом-класса | Л – К              | 80                | 661      | 8,26                 | 1,54                   | 9,80  | 9–48  |
|                               | Л – Б              | 80                | 369      | 4,61                 | 0,86                   | 5,47  | 5–28  |
| Межрегиональный бизнес-класса | Л – Б              | 115               | 369      | 3,21                 | 0,61                   | 3,82  | 3–49  |

### 6.3 Расчет времени хода региональных поездов

Для составления сокращенного графика движения региональных поездов требуется рассчитать маршрутное время хода региональных поездов бизнес- и эконом-класса.

Региональные поезда на заданном железнодорожном направлении могут следовать с различными скоростями (бизнес- и эконом-класс). Расчет времени хода таких поездов производится с учетом заданной среднеходовой скорости  $v_x$  и режима стоянок  $t_{ст}$ , а также рассчитанной длины маршрута  $L$  или зоны обращения  $l_3$ .

**Время хода региональных поездов** бизнес-класса определяется по формуле

$$t_{\text{БК}} = \frac{L}{v_{\text{CP}}^x} \cdot 60 + t_{\text{CT}}, \quad (6.2)$$

где  $L$  – длина маршрута следования регионального поезда бизнес-класса, км;  
 $v_{\text{CP}}^x$  – среднеходовая скорость регионального поезда бизнес-класса, км/ч;  
 $t_{\text{CT}}$  – продолжительность стоянок региональных поездов бизнес-класса, ч (в курсовой работе принимается 3 мин на зонной станции, имеющей максимальный перепад пассажиропотока).

Так как региональные поезда эконом-класса обращаются по зонам, целесообразно организовать движение данных категорий поездов с различными режимами стоянок: региональные поезда-«сороходы» и «тихоходы». «Сороходы» – поезда, проходящие станции одной или нескольких зон без остановок, «тихоходы» – поезда, проходящие зону со всеми предусмотренными остановками.

*Время хода «сорохода», мин,*

$$t_{\text{C}_i} = \frac{l_{3i}}{v_{\text{CP}}^x} \cdot 60, \quad (6.3)$$

где  $l_{3i}$  – длина  $i$ -й зоны, км;  $v_{\text{CP}}^x$  – среднеходовая скорость регионального поезда эконом-класса, км/ч.

*Время хода «тихохода», мин,*

$$t_{\text{T}_i} = \frac{l_{3i}}{v_{\text{CP}}^x} \cdot 60 + \bar{t}_{\text{CT}} \frac{l_{3i}}{100}. \quad (6.4)$$

Результаты расчета времени хода региональных поездов эконом-класса рекомендуется свести в таблицу 6.3.

**Таблица 6.3 – Время хода региональных поездов эконом-класса по зонам**

| Зона  | Длина зоны, км | $v_{\text{CP}}^x$ , км/ч | Режим стоянок<br>$t_{\text{CT}}$ | Время хода, мин |             |
|---|----------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------|-------------|
|   |                |                          |                                  | «сороходов»     | «тихоходов» |
| I (Л – з <sub>1</sub> )   |                |                          |                                  |                 |             |
| II (з <sub>1</sub> – з <sub>2</sub> )   |                |                          |                                  |                 |             |
| и т.д.  |                |                          |                                  |                 |             |
| <i>Примечание – з<sub>1</sub> – первая зонная станция; з<sub>2</sub> – вторая зонная станция.</i> |                |                          |                                  |                 |             |

**Пример 6.2.** Определить время хода региональных поездов бизнес- и эконом-класса, если средняя ходовая скорость региональных поездов бизнес-класса  $v_k = 80$  км/ч, эконом-класса –  $v_k = 68$  км/ч; зонная станция ж, длина первой зоны – 26 км, второй – 91 км; режим стоянок: для региональных поездов бизнес-класса – 3 мин на станции ж, региональных поездов эконом-класса – 34 мин на каждые 100 км.

Решение. Времена хода региональных поездов бизнес-класса определяются по формуле (6.2):

$$t_{\text{БК}} = \frac{118}{80} \cdot 60 + 3 = 91 \text{ мин.}$$

Времена хода региональных поездов эконом-класса определяются по формулам (6.3), (6.4).

Время хода «скорохода» по первой зоне

$$t_{\text{С}} = \frac{26}{68} \cdot 60 \approx 23 \text{ мин.}$$

Время хода «тихохода» по первой зоне

$$t_{\text{Т}} = \frac{26}{68} \cdot 60 + 26 \cdot \frac{34}{100} \approx 32 \text{ мин.}$$

Результаты расчета времен хода региональных поездов эконом-класса по зонам сведены в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Время хода региональных поездов по зонам

| Зона       | Длина зоны, км | v, км/ч | Режим стоянок | Время хода, мин |             |
|------------|----------------|---------|---------------|-----------------|-------------|
|            |                |         |               | «скороходов»    | «тихоходов» |
| I (Л – ж)  | 26             | 68      | 34            | 23              | 32          |
| II (ж – Ч) | 92             | 68      | 34            | 81              | 112         |

#### 6.4 Распределение регионального пассажиропотока по часам суток

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

Количество пассажиров, прибывающих на головную станцию в утренние часы и отправляющихся из Л в вечерние часы, устанавливается путем обследования зонных станций, остановочных пунктов и т.д., а также путем проверок населенности региональных составов. При распределении региональных поездов в течение суток учитывается время начала и конца работы или занятий на предприятиях, в учреждениях и учебных заведениях. Такое обследование дает возможность установить долю пассажиропотока по часам суток от общего суточного пассажиропотока на всем головном участке и по зонам.

Правильное определение пассажиропотока по часам суток дает возможность увеличить коэффициент использования вместимости составов поездов.

Распределение пассажиропотока по часам суток на участке Л – Ч дано в задании на разработку курсовой работы.

Размеры движения региональных поездов распределяются по часам суток (за вычетом 4–5 часов ночного времени).

Общие размеры движения региональных поездов распределяются по часам суток по прибытию на головную станцию участка и по отправлению с нее. При распределении поездов по часам суток учитывается время начала и конца работы или занятий на предприятиях, в учебных заведениях.

Утром следует обеспечить прибытие региональных поездов к началу работы – к 7–9 часам, особенно к 8 часам. Кроме того, надо обеспечить привоз рабочих, которые начинают работу в 16; 20 и 24 часа. Поезда должны прибывать за 30–40 мин до начала работы.

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. Региональные поезда должны отправляться через 40–50 мин 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 движения региональных поездов.

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

Результаты распределения расчетных размеров движения по зонам рекомендуется свести в таблицу 6.5.

**Таблица 6.5 – Распределение регионального поездопотока по зонам по отправлению со станции Л**

| Часы суток   | Процент от суточного пассажиропотока | Отправление из Л                          |         |                   |         |
|--------------|--------------------------------------|---|---------|-------------------|---------|
|              |                                      | Размеры движения для каждой зоны, поездов |         |                   |         |
|              |                                      | расчетное значение                        |         | принятое значение |         |
|              |                                      | I зона                                    | II зона | I зона            | II зона |
| 5–6          | 2,5                                  | 0,7                                       | 0,6     | –                 | 1*      |
| 6–7          | 4,0                                  | 1,2                                       | 1,2     | 1                 | 1       |
| 7–8          | 6,0                                  | 1,9                                       | 1,7     | 2                 | 2       |
| ...          | ...                                  | ...                                       | ...     | ...               | ...     |
| 23–24        | ...                                  | ...                                       | ...     | ...               | ...     |
| <i>Итого</i> | 100                                  | 31  | 29      | 32                | 30      |

\* Региональный поезд, обслуживающий две зоны.

Аналогично составляется таблица распределения регионального поездотока по зонам по прибытию на станцию Л.

**Пример 6.3** Составить таблицу распределения регионального поездотока по зонам по прибытию на станцию Л и по отправлению со станции Л. При расчетном числе региональных поездов эконом-класса на первую зону – 6 пар поездов, на вторую – 17 пар поездов.

Решение. Размеры движения региональных поездов для всех зон распределяются по часам суток (за вычетом 4 ч ночного времени).

Распределение размеров движения по часам суток по прибытию сведено в таблицу 6.6, по отправлению – в таблицу 6.7.

**Таблица 6.6 – Почасовое распределение отправления региональных поездов эконом-класса по станции Л**

| Часы суток   | Процент от суточного пассажиропотока | Отправление из Л, поездов |         |                   |         |
|--------------|--------------------------------------|---------------------------|---------|-------------------|---------|
|              |                                      | расчетное значение        |         | принятое значение |         |
|              |                                      | I зона                    | II зона | I зона            | II зона |
| 05–06        | 1                                    | 0,1                       | 0,2     |                   |         |
| 06–07        | 4                                    | 0,2                       | 0,7     | 1                 | 1*      |
| 07–08        | 8                                    | 0,5                       | 1,4     |                   | 2*      |
| 08–09        | 6                                    | 0,4                       | 1,0     |                   | 1*      |
| 09–10        | 6                                    | 0,4                       | 1,0     | 1                 | 1       |
| 10–11        | 5                                    | 0,3                       | 0,9     |                   | 1       |
| 11–12        | 4                                    | 0,2                       | 0,7     |                   | 1*      |
| 12–13        | 4                                    | 0,2                       | 0,7     |                   | 1*      |
| 13–14        | 4                                    | 0,2                       | 0,7     |                   | 1*      |
| 14–15        | 6                                    | 0,4                       | 1,0     | 1                 | 1       |
| 15–16        | 6                                    | 0,4                       | 1,0     |                   | 1       |
| 16–17        | 8                                    | 0,5                       | 1,4     |                   | 1       |
| 17–18        | 8                                    | 0,5                       | 1,4     | 1                 | 2       |
| 18–19        | 9                                    | 0,5                       | 1,5     |                   | 2*      |
| 19–20        | 5                                    | 0,3                       | 0,9     | 1                 | 1       |
| 20–21        | 5                                    | 0,3                       | 0,9     |                   | 1       |
| 21–22        | 3                                    | 0,2                       | 0,5     | 1                 |         |
| 22–23        | 3                                    | 0,2                       | 0,5     |                   | 1       |
| 23–24        | 3                                    | 0,2                       | 0,5     |                   |         |
| 00–01        | 1                                    | 0,1                       | 0,2     |                   | 1*      |
| 01–02        | 1                                    | 0,1                       | 0,2     |                   |         |
| <i>Итого</i> | 100                                  | 6,0                       | 17,0    | 6                 | 20      |

\* Региональный поезд, обслуживающий две зоны.

Таблица 6.7 – Почасовое распределение прибытия региональных поездов эконом-класса на станцию Л

| Часы суток   | Процент от суточного пассажиропотока | Прибытие на Л, поездов |         |                   |         |
|--------------|--------------------------------------|------------------------|---------|-------------------|---------|
|              |                                      | расчетное значение     |         | принятое значение |         |
|              |                                      | I зона                 | II зона | I зона            | II зона |
| 05–06        | 2                                    | 0,1                    | 0,3     |                   |         |
| 06–07        | 6                                    | 0,4                    | 1,0     | 1                 | 1*      |
| 07–08        | 9                                    | 0,5                    | 1,5     |                   | 2*      |
| 08–09        | 8                                    | 0,5                    | 1,4     |                   | 2       |
| 09–10        | 7                                    | 0,4                    | 1,2     | 1                 | 1       |
| 10–11        | 6                                    | 0,4                    | 1,0     |                   | 1       |
| 11–12        | 5                                    | 0,3                    | 0,9     | 1                 | 1       |
| 12–13        | 4                                    | 0,2                    | 0,7     |                   | 1*      |
| 13–14        | 5                                    | 0,3                    | 0,9     |                   | 1       |
| 14–15        | 5                                    | 0,3                    | 0,9     |                   | 1       |
| 15–16        | 5                                    | 0,3                    | 0,9     | 1                 | 1       |
| 16–17        | 6                                    | 0,4                    | 1,0     |                   | 1       |
| 17–18        | 5                                    | 0,3                    | 0,9     |                   | 1       |
| 18–19        | 5                                    | 0,3                    | 0,9     | 1                 | 1       |
| 19–20        | 4                                    | 0,2                    | 0,7     |                   | 1*      |
| 20–21        | 5                                    | 0,3                    | 0,9     |                   | 1       |
| 21–22        | 4                                    | 0,2                    | 0,7     |                   | 1       |
| 22–23        | 3                                    | 0,2                    | 0,5     | 1                 | 1       |
| 23–24        | 3                                    | 0,2                    | 0,5     |                   |         |
| 00–01        | 2                                    | 0,1                    | 0,3     |                   | 1*      |
| 01–02        | 1                                    | 0,1                    | 0,2     |                   |         |
| <i>Итого</i> | 100                                  | 6,0                    | 17,0    | 6                 | 20      |

\* Региональный поезд, обслуживающий две зоны.

Так как участок Л – Ч разделен на две зоны, то размеры движения региональных поездов эконом-класса в соответствии с таблицами 6.6 и 6.7 составляют 26 пар поездов.

### 6.5 Принцип составления сокращенного графика движения поездов

В курсовой работе необходимо разработать сокращенный график движения пассажирских поездов (скоростных, скорых, пассажирских и региональных).

Построение такого графика необходимо для увязки проследования пассажирских поездов по участкам смежных отделений и дорог, графика обо-

рота составов и локомотивов с учетом сокращения времени оборота тех и других, установления наиболее удобного для пассажиров времени отправления пассажирских поездов со станций оборота пассажирских составов, проследования через крупные пассажирские станции и прибытия на конечные станции; увязки времени прибытия и отправления групповых пассажирских поездов на пассажирские станции, где производится прицепка групп вагонов; установление возможности пропуска поездов пачками исходя из путевого развития пассажирских станций и расчетного числа пассажиров на вокзалах и, наконец, обеспечения выполнения технических норм по эксплуатационным показателям.

Для построения сокращенного графика необходимо знать:

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

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

Нормы простоя составов на станциях приписки ( $t_{oc}$ ) и оборота ( $t_{об}$ ) приведены в задании на курсовую работу. Продолжительность и число остановок для каждой категории поездов устанавливаются из заданного режима стоянок.

**График составляется с таким расчетом, чтобы простой составов на станциях приписки и оборота не был меньше заданной нормы.**

На сокращенном графике движения поездов **в первую очередь прокладываются международные 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 международные скорые и пассажирские поезда, межрегиональные и региональные пассажирские поезда.**

Начинать прокладку пассажирских поездов на графике можно различными приемами. На двухпутной линии, например, *сначала* можно проложить пассажирские поезда *одного направления* до пункта их назначения, а *затем* с учетом времени оборота пассажирских составов и удобного времени отправления проложить поезда *встречного направления*. На однопутных линиях неизбежны *скрещения поездов встречных направлений*, поэтому здесь такой порядок неприемлем, поскольку при прокладке поездов встречного направления возникнут трудности в организации скрещения

пассажирских поездов; как правило, потребуется изменять пункты скрещения и перекладывать линии хода. Скорость движения поездов обратного направления будет ниже.

Пассажирские поезда на графике, как известно, могут прокладываться разрозненно и пачками из двух, трех и более поездов с минимальными интервалами следования между собой. Перед прокладкой пассажирских поездов пачками необходимо проверить, достаточно ли станционных путей для пропуска пачки пассажирских поездов.

При разрозненной прокладке пассажирских поездов как на однопутных, так и на двухпутных участках необходимо, чтобы между линиями их хода, особенно на ограничивающих перегонах, можно было без дополнительных потерь пропускной способности пропустить один или несколько грузовых поездов.

При обгоне пассажирского поезда скорым или скорого скоростным к маршрутному времени хода пассажирского (скорого) поезда надо добавить 20 мин на каждый обгон. На участках с большими размерами межрегионального и регионального пассажирского движения (более 20 пар поездов в сутки) прокладка этих категорий поездов производится с учетом расписаний следования региональных 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 межрегиональных и региональных поездов допускается, однако названный принцип должен соблюдаться.

**В общем случае при прокладке на графике региональных поездов необходимо обеспечить:**

- минимальную затрату времени пассажирами при следовании по головному участку;
- потребную частоту движения региональных поездов между всеми остановочными пунктами участка;
- достаточное количество региональных поездов в периоды следования пассажиров к месту работы и при возвращении к месту жительства;
- увязку расписания движения региональных поездов с началом и концом работы предприятий и учреждений города, а также с работой городского транспорта;
- согласование расписания движения региональных поездов с расписанием остальных пассажирских поездов.

В зависимости от размеров регионального пассажиропотока, технической оснащенности и наличной пропускной способности участка применяются параллельные, шахматные и непараллельные графики движения региональных поездов.

На головном участке с несколькими зонами в периоды интенсивного движения региональных 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 зоне необходимо пропускать и международные пассажирские поезда, то линии их хода прокладываются в конце пакета региональных поездов. Это позволяет обеспечить большую скорость международных поездов и уменьшить съём ими пропускной способности на головном участке.

В ночные часы, примерно с одного часа ночи до пяти часов утра, когда региональное движение прекращается, не следует оставлять на всех зонных станциях 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 регионального движения в данных сутках следует пропускать «тихоходом» по всем зонам для посадки пассажиров, которым утром необходимо быть в городе.

Для лучшего использования региональных составов рекомендуется на сокращенном графике принимать минимальные стоянки составов на головной и зонных станциях по обороту в пределах 10–20 мин. Региональные составы не следует прикреплять для обслуживания отдельных зон.

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

Фрагмент сокращенного графика движения пассажирских поездов приведен в приложении И данного пособия.

## 7 РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ ПЕРЕВОЗКИ ПассаЖИРОВ

### 7.1 Расчет скорости перевозки пассажиров

Для международных, межрегиональных и региональных поездов, находящихся в обращении на железнодорожном направлении Л – Ю, в курсовой работе рассчитывается маршрутная скорость отдельно для каждой категории ( $v_m$ ). **Средняя маршрутная скорость** на рассматриваемом направлении показывает скорость движения поезда с учетом стоянок поездов на отдельных пунктах участков и пассажирских станциях и определяется по формуле

$$v_m = \frac{\sum N^H L + \sum N^Ч L}{\sum N^H T_m + \sum N^Ч T_m}, \quad (7.1)$$

где  $\sum N^H L$ ,  $\sum N^Ч L$  – поездо-километры пробега пассажирских поездов соот-

ветствующей категории в четном и нечетном направлениях;  $\sum N^H T_M$ ,  $\sum N^H T_M$  – поездо-часы нахождения пассажирских поездов соответствующей категории в пути следования в нечетном и четном направлениях.

Для региональных поездов рассчитывается участковая скорость, отдельно для региональных поездов бизнес- и эконом-класса («сорокоходов» и «тихоходов») с учетом затрат времени на остановки на отдельных пунктах по формуле

$$v_y = \frac{\sum NL_{\text{пер}}}{\sum Nt_{\text{пер}}}, \quad (7.2)$$

где  $\sum NL_{\text{пер}}$  – поездо-километры пробега региональных поездов в нечетном и четном направлениях за сутки;  $\sum Nt_{\text{пер}}$  – поездо-часы нахождения в пути региональных нечетных и четных поездов за сутки.

Поездо-километры

$$\sum NL_{\text{пер}} = 2(N_1 l_{3_1} + N_2 l_{3_2} + \dots + N_n l_{3_n}), \quad (7.3)$$

где  $N_1, N_2, \dots, N_n$  – количество региональных поездов, обслуживающих первую, вторую,  $n$ -ю зоны;  $l_{3_1}, l_{3_2}, \dots, l_{3_n}$  – расстояние от головной станции до первой, второй,  $n$ -й зонных станций.

Поездо-километры и поездо-часы различных категорий пассажирских поездов определяются отдельно для четного и нечетного направлений, а расчеты рекомендуется свести в таблицу 7.1.

**Таблица 7.1 – Расчет поездо-километров и поездо-часов всех категорий пассажирских поездов в нечетном направлении**

| Номер поезда | Время, ч – мин                            |  |             | Расстояние, пройденное поездом, км |
|--------------|---|--|-------------|------------------------------------|
|              | отправления со станции приписки (оборота) | прибытия на станцию оборота (приписки) | в пути      |                                    |
| 1            |   |  |             |                                    |
| 3            |   |  |             |                                    |
| 5            |   |  |             |                                    |
| ....         |   |  |             |                                    |
| и т.д.       |   |  |             |                                    |
| <i>Всего</i> |   |  | $\sum NT_M$ | $\sum NL$                          |

**Пример 7.1.** Определить поездо-километры пробега и поездо-часы нахождения в пути международных, межрегиональных и региональных поездов на участках их обращения для нечетного направления.

Решение. По сокращенному графику движения пассажирских поездов составляется таблица по форме таблицы 7.1 для каждой категории пассажирского поезда и участка его обращения. Результаты расчетов поездо-километров и поездо-часов приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Расчет поездо-километров и поездо-часов всех категорий пассажирских поездов в нечетном направлении

| Номер поезда                         | Время, ч – мин           |                             |        | Расстояние, пройденное поездом, км |
|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------|------------------------------------|
|                                      | отправления со станции Л | прибытия на станцию оборота | в пути |                                    |
| <b>Международные скоростные</b>      |                          |                             |        |                                    |
| 57                                   | 06–50                    | 20–40                       | 13–50  | 2000                               |
| 59                                   | 17–10                    | 07–00                       | 13–50  | 2000                               |
| 61                                   | 22–10                    | 12–00                       | 13–50  | 2000                               |
| 101                                  | 09–40                    | 14–52                       | 05–12  | 752                                |
| 103                                  | 13–20                    | 18–32                       | 05–12  | 752                                |
| 105                                  | 16–20                    | 21–32                       | 05–12  | 752                                |
| <i>Итого</i>                         |                          |                             | 57–06  | 8256                               |
| <b>Международные скорые</b>          |                          |                             |        |                                    |
| 151                                  | 00–00                    | 22–22                       | 22–22  | 2000                               |
| 153                                  | 07–20                    | 05–42                       | 22–22  | 2000                               |
| 155                                  | 10–20                    | 09–02                       | 22–42  | 2000                               |
| 157                                  | 14–00                    | 13–02                       | 23–02  | 2000                               |
| 159                                  | 20–00                    | 18–22                       | 22–22  | 2000                               |
| 161                                  | 21–10                    | 19–32                       | 22–22  | 2000                               |
| 163                                  | 23–00                    | 21–22                       | 22–22  | 2000                               |
| 201                                  | 00–30                    | 08–47                       | 08–17  | 752                                |
| 203                                  | 09–20                    | 17–57                       | 08–37  | 752                                |
| 205                                  | 11–20                    | 19–57                       | 08–37  | 752                                |
| 207                                  | 16–30                    | 01–07                       | 08–37  | 752                                |
| <i>Итого</i>                         |                          |                             | 191–42 | 17008                              |
| <b>Международные пассажирские</b>    |                          |                             |        |                                    |
| 301                                  | 06–10                    | 09–20                       | 27–10  | 2000                               |
| 303                                  | 14–30                    | 17–00                       | 26–30  | 2000                               |
| 351                                  | 07–00                    | 17–15                       | 10–15  | 752                                |
| 353                                  | 21–40                    | 07–15                       | 10–15  | 752                                |
| <i>Итого</i>                         |                          |                             | 74–10  | 5504                               |
| <b>Межрегиональные бизнес-класса</b> |                          |                             |        |                                    |
| 701                                  | 06–00                    | 10–09                       | 04–09  | 369                                |
| 703                                  | 16–02                    | 20–31                       | 04–29  | 369                                |
| <i>Итого</i>                         |                          |                             | 08–38  | 738                                |
| <b>Межрегиональные эконом-класса</b> |                          |                             |        |                                    |
| 601                                  | 00–40                    | 10–28                       | 09–48  | 661                                |
| 603                                  | 10–30                    | 21–18                       | 10–48  | 661                                |
| 651                                  | 12–10                    | 18–18                       | 06–08  | 369                                |
| 653                                  | 17–50                    | 23–18                       | 05–28  | 369                                |
| <i>Итого</i>                         |                          |                             | 32–12  | 2060                               |
| <b>Региональные бизнес-класса</b>    |                          |                             |        |                                    |
| 801                                  | 06–20                    | 08–11                       | 01–51  | 118                                |
| 803                                  | 20–44                    | 22–15                       | 01–31  | 118                                |
| <i>Итого</i>                         |                          |                             | 03–22  | 236                                |

Окончание таблицы 7.2

| Номер поезда                      | Время, ч – мин           |                             |        | Расстояние, пройденное поездом, км |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------|------------------------------------|
|                                   | отправления со станции Л | прибытия на станцию оборота | в пути |                                    |
| <b>Региональные эконом-класса</b> |                          |                             |        |                                    |
| 6001                              | 04–50                    | 07–04                       | 02–24  | 118                                |
| 6003                              | 07–30                    | 09–54                       | 02–24  | 118                                |
| 6005                              | 07–50                    | 10–14                       | 02–24  | 118                                |
| 6007                              | 08–00                    | 10–44                       | 02–44  | 118                                |
| 6009                              | 09–50                    | 13–05                       | 03–15  | 118                                |
| 6011                              | 10–50                    | 13–25                       | 03–35  | 118                                |
| 6013                              | 11–00                    | 13–44                       | 02–44  | 118                                |
| 6015                              | 12–20                    | 15–04                       | 02–44  | 118                                |
| 6017                              | 13–30                    | 16–34                       | 03–04  | 118                                |
| 6019                              | 14–40                    | 16–55                       | 02–15  | 118                                |
| 6021                              | 14–50                    | 17–25                       | 02–35  | 118                                |
| 6023                              | 16–50                    | 19–25                       | 02–35  | 118                                |
| 6025                              | 17–20                    | 19–55                       | 02–35  | 118                                |
| 6027                              | 18–10                    | 20–25                       | 02–15  | 118                                |
| 6029                              | 18–20                    | 20–44                       | 02–24  | 118                                |
| 6031                              | 18–40                    | 21–04                       | 02–24  | 118                                |
| 6033                              | 19–00                    | 21–35                       | 02–35  | 118                                |
| 6035                              | 19–30                    | 22–05                       | 02–35  | 118                                |
| 6037                              | 22–20                    | 00–55                       | 02–35  | 118                                |
| 6039                              | 22–30                    | 01–34                       | 03–04  | 118                                |
| 6101                              | 05–20                    | 05–52                       | 00–32  | 26                                 |
| 6103                              | 09–00                    | 09–32                       | 00–32  | 26                                 |
| 6105                              | 14–10                    | 14–42                       | 00–32  | 26                                 |
| 6107                              | 17–30                    | 18–02                       | 00–32  | 26                                 |
| 6109                              | 19–10                    | 19–42                       | 00–32  | 26                                 |
| 6111                              | 21–20                    | 21–52                       | 00–32  | 26                                 |
| <i>Итого</i>                      |                          |                             | 56–22  | 2516                               |

Таблица 7.3 – Расчет поездо-километров и поездо-часов всех категорий пассажирских поездов в четном направлении

| Номер поезда                    | Время, ч – мин                 |                       |        | Расстояние, пройденное поездом, км |
|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------|------------------------------------|
|                                 | отправления со станции оборота | прибытия на станцию Л | в пути |                                    |
| <b>Международные скоростные</b> |                                |                       |        |                                    |
| 58                              | 07–20                          | 21–10                 | 13–50  | 2000                               |
| 60                              | 16–10                          | 06–00                 | 13–50  | 2000                               |
| 62                              | 22–00                          | 11–50                 | 13–50  | 2000                               |
| 102                             | 08–28                          | 13–40                 | 05–12  | 752                                |
| 104                             | 14–38                          | 19–50                 | 05–12  | 752                                |
| 106                             | 17–58                          | 23–10                 | 05–12  | 752                                |
| <i>Итого</i>                    |                                |                       | 57–06  | 8256                               |

Продолжение таблицы 7.3

| Номер поезда                         | Время, ч – мин                 |                       |        | Расстояние, пройденное поездом, км |
|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------|------------------------------------|
|                                      | отправления со станции оборота | прибытия на станцию Л | в пути |                                    |
| <b>Международные скорые</b>          |                                |                       |        |                                    |
| 152                                  | 00–20                          | 23–02                 | 22–42  | 2000                               |
| 154                                  | 09–40                          | 08–02                 | 22–22  | 2000                               |
| 156                                  | 11–00                          | 09–22                 | 22–22  | 2000                               |
| 158                                  | 12–20                          | 10–42                 | 22–22  | 2000                               |
| 160                                  | 16–20                          | 15–02                 | 22–42  | 2000                               |
| 162                                  | 19–40                          | 18–02                 | 22–22  | 2000                               |
| 164                                  | 20–50                          | 19–12                 | 22–22  | 2000                               |
| 202                                  | 07–25                          | 16–02                 | 08–37  | 752                                |
| 204                                  | 12–23                          | 21–00                 | 08–37  | 752                                |
| 208                                  | 16–15                          | 00–52                 | 08–37  | 752                                |
| 206                                  | 22–45                          | 07–22                 | 08–37  | 752                                |
| <i>Итого</i>                         |                                |                       | 191–42 | 17008                              |
| <b>Международные пассажирские</b>    |                                |                       |        |                                    |
| 302                                  | 09–50                          | 12–40                 | 26–50  | 2000                               |
| 304                                  | 18–50                          | 22–20                 | 27–30  | 2000                               |
| 352                                  | 10–03                          | 20–18                 | 10–15  | 752                                |
| 354                                  | 21–29                          | 07–44                 | 10–15  | 752                                |
| <i>Итого</i>                         |                                |                       | 74–50  | 5504                               |
| <b>Межрегиональные бизнес-класса</b> |                                |                       |        |                                    |
| 702                                  | 07–11                          | 11–00                 | 03–49  | 369                                |
| 704                                  | 13–30                          | 17–19                 | 03–49  | 369                                |
| <i>Итого</i>                         |                                |                       | 07–38  | 738                                |
| <b>Межрегиональные эконом-класса</b> |                                |                       |        |                                    |
| 602                                  | 09–18                          | 20–06                 | 10–48  | 661                                |
| 604                                  | 23–07                          | 09–55                 | 10–48  | 661                                |
| 652                                  | 00–25                          | 06–13                 | 05–28  | 369                                |
| 654                                  | 12–12                          | 18–20                 | 06–08  | 369                                |
| <i>Итого</i>                         |                                |                       | 34–12  | 2060                               |
| <b>Региональные бизнес-класса</b>    |                                |                       |        |                                    |
| 802                                  | 06–22                          | 07–53                 | 01–31  | 118                                |
| 804                                  | 15–20                          | 16–51                 | 01–31  | 118                                |
| <i>Итого</i>                         |                                |                       | 03–02  | 236                                |
| <b>Региональные эконом-класса</b>    |                                |                       |        |                                    |
| 6002                                 | 04–16                          | 07–00                 | 02–44  | 118                                |
| 6004                                 | 04–24                          | 07–08                 | 02–44  | 118                                |
| 6006                                 | 04–32                          | 07–36                 | 03–04  | 118                                |
| 6008                                 | 06–30                          | 09–05                 | 02–35  | 118                                |
| 6010                                 | 06–58                          | 09–13                 | 02–15  | 118                                |
| 6012                                 | 07–06                          | 09–41                 | 02–35  | 118                                |

Окончание таблицы 7.3

| Номер поезда                      | Время, ч – мин                 |                       |        | Расстояние, пройденное поездом, км |
|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------|------------------------------------|
|                                   | отправления со станции оборота | прибытия на станцию Л | в пути |                                    |
| <b>Региональные эконом-класса</b> |                                |                       |        |                                    |
| 6014                              | 08–15                          | 10–30                 | 02–15  | 118                                |
| 6016                              | 08–45                          | 11–40                 | 02–55  | 118                                |
| 6018                              | 09–56                          | 13–00                 | 03–04  | 118                                |
| 6020                              | 11–25                          | 14–00                 | 02–35  | 118                                |
| 6022                              | 12–05                          | 14–40                 | 02–35  | 118                                |
| 6024                              | 13–05                          | 15–40                 | 02–35  | 118                                |
| 6026                              | 14–05                          | 16–40                 | 02–35  | 118                                |
| 6028                              | 14–55                          | 17–50                 | 02–55  | 118                                |
| 6030                              | 16–25                          | 19–00                 | 02–35  | 118                                |
| 6032                              | 16–56                          | 19–40                 | 02–44  | 118                                |
| 6034                              | 18–02                          | 20–52                 | 02–50  | 118                                |
| 6036                              | 19–15                          | 22–10                 | 02–55  | 118                                |
| 6038                              | 19–55                          | 22–50                 | 02–55  | 118                                |
| 6040                              | 21–56                          | 00–40                 | 02–44  | 118                                |
| 6102                              | 06–10                          | 06–42                 | 00–32  | 26                                 |
| 6104                              | 10–48                          | 11–20                 | 00–32  | 26                                 |
| 6106                              | 15–00                          | 15–32                 | 00–32  | 26                                 |
| 6108                              | 18–16                          | 18–48                 | 00–32  | 26                                 |
| 6110                              | 20–02                          | 20–34                 | 00–32  | 26                                 |
| 6112                              | 22–08                          | 22–40                 | 00–32  | 26                                 |
| <i>Итого</i>                      |                                |                       | 56–22  | 2516                               |

Исходя из таблиц 7.2 и 7.3 маршрутная скорость, рассчитанная по формулам (7.1) и (7.2), составит:

– для международных скоростных поездов –

$$v_M = \frac{8256 + 8256}{57,1 + 57,1} = 144,6 \text{ км/ч};$$

– для международных скорых поездов –

$$v_M = \frac{17008 + 17008}{191,7 + 191,7} = 88,7 \text{ км/ч};$$

– для международных пассажирских поездов –

$$v_M = \frac{5504 + 5504}{74,2 + 74,8} = 73,9 \text{ км/ч};$$

– для межрегиональных бизнес-класса –

$$v_M = \frac{738 + 738}{8,6 + 7,6} = 91,1 \text{ км/ч};$$

– для межрегиональных эконом-класса –

$$v_M = \frac{2060 + 2060}{32,2 + 34,2} = 62,1 \text{ км/ч.}$$

Участковая скорость региональных поездов эконом-класса

$$v_y = \frac{2 \cdot (6 \cdot 26 + 20 \cdot 118)}{56,4 + 56,4} = 44,6 \text{ км/ч.}$$

Участковая скорость регионального бизнес-класса

$$v_y^{\text{б-к}} = \frac{236 + 236}{3,4 + 3,1} = 72,6 \text{ км/ч.}$$

Учет оборота пассажирских составов представлен в таблице 7.3.

## 7.2 Определение норм оборота пассажирских составов

Важнейшим показателем, определяющим качество использования пассажирского вагонного парка во времени, является оборот состава. Это время, которое затрачивается на цикл операций, производимых с момента отправления состава в рейс со станции приписки Л до момента отправления с этой же станции в следующий рейс.

Оборот состава пассажирского поезда определяется по формуле

$$Q_c = \frac{1}{24} (T_M' + T_M'' + t_{об} + t_{ос}), \quad (7.4)$$

где  $T_M'$ ,  $T_M''$  – 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, ч.

Оборот составов пассажирских поездов определяется по сокращенному графику движения поездов. Все расчеты целесообразно свести в таблицу 7.4.

Для сокращения оборота составы с одной композицией могут подвизываться к другим поездам данной категории.

Таблица 7.4 – Расчет оборота составов пассажирских поездов

| Номер поезда   | Станция приписки |                |             | Станция оборота |             |              | Оборот состава, сут. |
|--|------------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|--------------|----------------------|
|  | наименование     | время, ч – мин |             | время, ч – мин  |             | наименование |                      |
|  |                  | прибытия       | отправления | прибытия        | отправления |              |                      |
| <b>Международные скоростные</b>  |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| 157–158  |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| 159–160  |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| .....  |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| <i>Итого</i>   |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| <b>Международные скорые</b>  |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| 101–102  | Л                | 08–52          | 23–30       | 08–42           | 23–40       | Ю            | 2                    |
| .....  |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| <i>Итого</i>   |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| <b>Международные пассажирские</b>  |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| 201–202  | Л                | 10–00          | 20–30       | 10–20           | 20–10       | К            | 2                    |
| .....  |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| <i>Итого</i>   |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| <b>Межрегиональные эконом-класса</b>   |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| 601–602  |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| .....  |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| <i>Итого</i>   |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| <p><i>Примечание</i> – Если состав поезда в 24 ч находится на станции приписки (например, прибыл в 22 и отправился в 8 ч), то для определения оборота состава необходимо ко времени отправления прибавить 24 ч и вычесть время прибытия.</p> |                  |                |             |                 |             |              |                      |

**Пример 7.2.** Определить оборот составов поездов различных категорий при минимальном времени нахождения состава в пункте оборота  $t_{об} = 3$  часа, в пункте приписки  $t_{ос} = 4$  часа; для поездов, сформированных из МВПС, – 1 и 2 часа соответственно.

Решение. На основании сокращенного графика движения пассажирских поездов устанавливаются моменты отправления поездов со станции приписки составов, прибытия на станцию оборота, отправления со станции оборота, прибытия на станцию приписки составов (таблица 7.5).

Таблица 7.5 – Расчет оборота составов пассажирских поездов

| Номер поезда                    | Станция приписки |                |             | Станция оборота |             |              | Оборот состава, сут. |
|---------------------------------|------------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|--------------|----------------------|
|                                 | Наименование     | Время, ч – мин |             | Время, ч – мин  |             | Наименование |                      |
|                                 |                  | прибытия       | отправления | прибытия        | отправления |              |                      |
| <b>Международные скоростные</b> |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| 57–58                           | Л                | 21–10          | 06–50       | 20–40           | 07–20       | Ю            | 2                    |
| 59–60                           | Л                | 06–00          | 17–10       | 07–00           | 16–10       | Ю            | 2                    |
| 61–62                           | Л                | 11–50          | 22–10       | 12–00           | 22–00       | Ю            | 2                    |
| 101–106                         | Л                | 23–10          | 09–40       | 14–52           | 17–58       | М            | 1                    |
| 103–102                         | Л                | 13–40          | 13–20       | 18–32           | 08–28       | М            | 2                    |
| 105–104                         | Л                | 19–50          | 16–20       | 21–32           | 14–38       | М            | 2                    |

Окончание таблицы 7.5

| Номер поезда                         | Станция приписки |                |             | Станция оборота |             |              | Оборот состава, сут. |
|--------------------------------------|------------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|--------------|----------------------|
|                                      | Наименование     | Время, ч – мин |             | Время, ч – мин  |             | Наименование |                      |
|                                      |                  | прибытия       | отправления | прибытия        | отправления |              |                      |
| <b>Международные скорые</b>          |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| 151–156                              | Л                | 09–22          | 00–00       | 22–22           | 11–00       | Ю            | 3                    |
| 153–154                              | Л                | 08–02          | 07–20       | 05–42           | 09–40       | Ю            | 3                    |
| 155–152                              | Л                | 23–02          | 10–20       | 09–02           | 00–20       | Ю            | 3                    |
| 157–162                              | Л                | 18–02          | 14–00       | 13–02           | 19–40       | Ю            | 3                    |
| 159–160                              | Л                | 15–02          | 20–00       | 18–22           | 16–20       | Ю            | 3                    |
| 161–158                              | Л                | 10–42          | 21–10       | 19–32           | 12–20       | Ю            | 3                    |
| 163–164                              | Л                | 19–12          | 23–00       | 21–22           | 20–50       | Ю            | 3                    |
| 201–202                              | Л                | 16–02          | 00–30       | 08–47           | 07–25       | М            | 2                    |
| 203–204                              | Л                | 21–00          | 09–20       | 17–57           | 12–23       | М            | 2                    |
| 205–206                              | Л                | 00–52          | 11–20       | 19–57           | 16–15       | М            | 2                    |
| 207–208                              | Л                | 07–22          | 16–30       | 01–07           | 22–45       | М            | 2                    |
| <b>Международные пассажирские</b>    |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| 301–302                              | Л                | 12–40          | 06–10       | 09–20           | 09–50       | Ю            | 4                    |
| 303–304                              | Л                | 22–20          | 14–30       | 17–00           | 18–50       | Ю            | 4                    |
| 351–352                              | Л                | 20–18          | 07–00       | 17–15           | 10–03       | М            | 2                    |
| 353–354                              | Л                | 07–44          | 21–40       | 07–15           | 21–29       | М            | 3                    |
| <b>Межрегиональные бизнес-класса</b> |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| 701–704                              | Л                | 17–19          | 06–00       | 10–09           | 13–30       | Б            | 1                    |
| 703–702                              | Л                | 11–00          | 16–02       | 20–31           | 07–11       | Б            | 1                    |
| <b>Межрегиональные эконом-класса</b> |                  |                |             |                 |             |              |                      |
| 601–604                              | Л                | 09–55          | 00–40       | 10–28           | 23–07       | К            | 2                    |
| 603–602                              | Л                | 20–06          | 10–30       | 21–18           | 09–18       | К            | 2                    |
| 651–652                              | Л                | 06–13          | 12–10       | 18–18           | 00–25       | Б            | 1                    |
| 653–654                              | Л                | 18–20          | 17–50       | 23–18           | 12–12       | Б            | 2                    |

Таким образом минимальный оборот 1 сутки имеют скоростные поезда до М, поезда межрегиональные бизнес-класса до Б, межрегиональные эконом-класса до Б; 2 суток – скоростные до Ю, М, скорые до М, пассажирские до М, межрегиональные эконом-класса до К, Б; 3 суток – международные скорые до Ю международные пассажирские до М; максимальный 4 суток – международные пассажирские до Ю.

### 7.3 Расчет потребного количества составов и вагонов для заданных категорий пассажирских поездов

**Потребное количество составов** для организации пассажирского движения определяется для международных, межрегиональных и региональных поездов.

Количество составов для обслуживания всех поездов  $i$ -й категории рассчитывается по формуле

$$n_{c_i} = \theta_{c_i} N_{\text{пас}}, \quad (7.5)$$

где  $N_{\text{пас}_i}$  – число пассажирских поездов  $i$ -й категории;  $\theta_{c_i}$  – оборот состава  $i$ -й категории.

Потребное количество составов региональных поездов определяется по сокращенному графику, на котором показывается оборот составов по головной и зонным станциям. Количество составов можно определить путем их подсчета при нахождении в движении и на станциях в любой момент времени на сокращенном графике. Но удобнее всего это сделать при нахождении региональных поездов на головной и зонной станциях (два или три часа ночи).

Рабочий парк пассажирских вагонов для  $i$ -й категории поездов определяется по формуле

$$m_{p_i} = \sum m_i \cdot n_{c_i}, \quad (7.6)$$

где  $m_i$  – число вагонов в составе поезда  $i$ -й категории;  $n_{c_i}$  – потребное количество составов для обслуживания всех поездов данной категории.

#### **Общий рабочий парк пассажирских вагонов**

$$m_{\text{п.об}} = \sum_{i=1}^K m_{p_i}, \quad (7.7)$$

где  $K$  – число категорий пассажирских поездов, обращающихся на расчетном полигоне ( $K = 4$ ; международные скоростные, скорые, пассажирские и межрегиональные поезда на локомотивной тяге).

**Инвентарный парк пассажирских вагонов** учитывает долю нерабочего парка ( $\alpha_{\text{нр}} = 0,07$ ) и оперативного резервного вагона ( $\alpha_{\text{рез}} = 0,05$ ):

$$m_{\text{ин}} = m_{\text{п.об}} (1 + \alpha_{\text{нр}} + \alpha_{\text{рез}}). \quad (7.8)$$

**Среднесуточный пробег пассажирского вагона** рабочего парка для поездов данной категории

$$S_j^{\text{п}} = \frac{2 \sum m L_i}{m_{p_i}}, \quad (7.9)$$

где  $2 \sum m L_i$  – пробег пассажирских вагонов, следующих в поездах данной категории;  $m_{p_i}$  – 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.

$$\sum mL_i = m_i(N_1L_1 + N_2L_2 + \dots + N_nL_n), \quad (7.10)$$

где  $m_i$  – число вагонов в составе, установленное для  $i$ -й категории поездов;  $N_1, N_2, \dots, N_n$  – число поездов данной категории, обращающихся между различными пунктами направления;  $L_1, L_2, \dots, L_n$  – длина маршрутов следования поездов, км;  $n$  – число назначений пассажирских поездов  $i$ -й категории.

Среднесуточный пробег вагонов в составе межрегиональных и региональных поездов, сформированных из МВПС,

$$S_{\text{пер}} = \frac{\sum Nl_{\text{пер}}}{n_{\text{пер}}}, \quad (7.11)$$

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

**Пример 7.3.** Рассчитать показатели использования пассажирских вагонов и эксплуатационные показатели графика движения поездов.

Решение. Количество составов определяется по формуле (7.5) согласно расчетам, произведенным в примере 7.2 (см. таблицу 7.4) для каждой категории поездов.

Количество составов для каждой категории поездов:

- по обслуживанию скоростных поездов до Ю –  $n_c^{\text{сЮ}} = 3 \cdot 2 = 6$  составов, до М –  $n_c^{\text{сМ}} = 2 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 5$  составов;
- по обслуживанию скорых поездов до Ю –  $n_c^{\text{скЮ}} = 7 \cdot 3 = 21$  состав, до М –  $n_c^{\text{скМ}} = 4 \cdot 2 = 8$  составов;
- по обслуживанию международных пассажирских поездов до М и Ю –  $n_c^{\text{пасМЮ}} = 2 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 3 = 13$  составов;
- по обслуживанию межрегиональных поездов бизнес-класса до Б –  $n_c^{\text{мб-кБ}} = 2 \cdot 1 = 2$  состава, эконом-класса до К –  $n_c^{\text{мэ-кК}} = 2 \cdot 2 = 4$  состава, эконом-класса до Б –  $n_c^{\text{мэ-кБ}} = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 3$  состава.

Потребное количество составов региональных поездов определяется по сокращенному графику, на котором показывается оборот составов по головной и зонным станциям:  $n_c^{\text{рег э-к}} = 12$  составов,  $n_c^{\text{рег б-к}} = 2$  состава.

Рабочий парк пассажирских вагонов для поездов:

- скоростных –  $m_{\text{пас}}^{\text{п(с)}} = 11 \cdot 6 + 11 \cdot 5 = 121$  вагон;
- скорых –  $m_{\text{пас}}^{\text{п(ск)}} = 21 \cdot 14 + 8 \cdot 14 = 406$  вагонов;
- пассажирских –  $m_{\text{пас}}^{\text{п(пас)}} = 17 \cdot 8 + 17 \cdot 5 = 221$  вагон;
- межрегиональных эконом-класса –  $m_{\text{пас}}^{\text{мэ-к(пас)}} = 4 \cdot 17 + 3 \cdot 16 = 116$  вагонов.

Таким образом,  $m_{\text{рас}}^p = 121 + 406 + 221 + 116 = 864$  вагонов.

Расчет рабочих парков пассажирских вагонов по типу вагона осуществляется на основании потребного количества составов, необходимых для обслуживания пассажирских поездов, сформированных из пассажирских вагонов локомотивной тяги, а также с учетом разработанных схем формирования (см. пункты 4.2, 4.3). Результаты расчетов представлены в таблице 7.6.

Таблица 7.6 – Расчет парков пассажирских вагонов

| Номер поезда   | Количество составов $n$ | Количество вагонов в одном составе |       |        |        |        |         |         |        |       | Количество вагонов в составе | Рабочий парк, вагонов |
|--|-------------------------|------------------------------------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|-------|------------------------------|-----------------------|
|  |                         | БП                                 | ВР    | СВ     | КР     | КБ     | К       | ПЛ      | О      | СИД   |                              |                       |
| <b>Международные скоростные</b>  |                         |                                    |       |        |        |        |         |         |        |       |                              |                       |
| 57–58  | 2                       | –                                  | 1(2)  | 3(6)   | 1(2)   | –      | 6(12)   | –       | –      | –     | 11                           | 22                    |
| 59–60  | 2                       | –                                  | 1(2)  | 3(6)   | 1(2)   | –      | 6(12)   | –       | –      | –     | 11                           | 22                    |
| 61–62  | 2                       | –                                  | 1(2)  | 3(6)   | 1(2)   | –      | 6(12)   | –       | –      | –     | 11                           | 22                    |
| 101–106  | 1                       | –                                  | 1(1)  | 3(3)   | 1(1)   | –      | 6(6)    | –       | –      | –     | 11                           | 11                    |
| 103–102  | 2                       | –                                  | 1(2)  | 3(6)   | 1(2)   | –      | 6(12)   | –       | –      | –     | 11                           | 22                    |
| 105–104  | 2                       | –                                  | 1(2)  | 3(6)   | 1(2)   | –      | 6(12)   | –       | –      | –     | 11                           | 22                    |
| <i>Итого</i>   | 11                      | –                                  | 6(11) | 18(33) | 6(11)  | –      | 36(66)  |         |        |       | 66                           | 121                   |
| <b>Международные скорые</b>  |                         |                                    |       |        |        |        |         |         |        |       |                              |                       |
| 151–156  | 3                       | –                                  | –     | 1(3)   | 1(3)   | 1(3)   | 6(18)   | 5(15)   | –      | –     | 14                           | 42                    |
| 153–154  | 3                       | –                                  | –     | 1(3)   | 1(3)   | 1(3)   | 6(18)   | 5(15)   | –      | –     | 14                           | 42                    |
| 155–152  | 3                       | –                                  | –     | 1(3)   | 1(3)   | 1(3)   | 6(18)   | 5(15)   | –      | –     | 14                           | 42                    |
| 157–162  | 3                       | –                                  | –     | 1(3)   | 1(3)   | 1(3)   | 6(18)   | 5(15)   | –      | –     | 14                           | 42                    |
| 159–160  | 3                       | –                                  | –     | 1(3)   | 1(3)   | 1(3)   | 6(18)   | 5(15)   | –      | –     | 14                           | 42                    |
| 161–158  | 3                       | –                                  | –     | 1(3)   | 1(3)   | 1(3)   | 6(18)   | 5(15)   | –      | –     | 14                           | 42                    |
| 163–164  | 3                       | –                                  | –     | 1(3)   | 1(3)   | 1(3)   | 6(18)   | 5(15)   | –      | –     | 14                           | 42                    |
| 201–202  | 2                       | –                                  | –     | 1(2)   | 1(2)   | 1(2)   | 6(12)   | 5(10)   | –      | –     | 14                           | 28                    |
| 203–204  | 2                       | –                                  | –     | 1(2)   | 1(2)   | 1(2)   | 6(12)   | 5(10)   | –      | –     | 14                           | 28                    |
| 205–206  | 2                       | –                                  | –     | 1(2)   | 1(2)   | 1(2)   | 6(12)   | 5(10)   | –      | –     | 14                           | 28                    |
| 207–208  | 2                       | –                                  | –     | 1(2)   | 1(2)   | 1(2)   | 6(12)   | 5(10)   | –      | –     | 14                           | 28                    |
| <i>Итого</i>   | 29                      | –                                  | –     | 11(29) | 11(29) | 11(29) | 66(174) | 55(145) | –      | –     | 154                          | 406                   |
| <b>Международные пассажирские</b>  |                         |                                    |       |        |        |        |         |         |        |       |                              |                       |
| 301–302  | 4                       | 1(4)                               | 1(4)  | –      | 1(4)   | –      | 4(16)   | 4(16)   | 6(24)  | –     | 17                           | 68                    |
| 303–304  | 4                       | 1(4)                               | 1(4)  | –      | 1(4)   | –      | 4(16)   | 4(16)   | 6(24)  | –     | 17                           | 68                    |
| 351–352  | 2                       | 1(2)                               | 1(2)  | –      | 1(2)   | –      | 4(8)    | 4(8)    | 6(12)  | –     | 17                           | 34                    |
| 353–354  | 3                       | 1(3)                               | 1(3)  | –      | 1(3)   | –      | 4(12)   | 4(12)   | 6(18)  | –     | 17                           | 51                    |
| <i>Итого</i>   | 13                      | 4(13)                              | 4(13) | –      | 4(13)  | –      | 16(52)  | 16(52)  | 24(78) | –     | 68                           | 221                   |
| <b>Межрегиональные эконом-класса</b>   |                         |                                    |       |        |        |        |         |         |        |       |                              |                       |
| 601–604  | 2                       | –                                  | –     | –      | 1(2)   | –      | 4(8)    | 6(12)   | 6(12)  | –     | 17                           | 34                    |
| 603–602  | 2                       | –                                  | –     | –      | 1(2)   | –      | 4(8)    | 6(12)   | 6(12)  | –     | 17                           | 34                    |
| 651–652  | 1                       | –                                  | –     | –      | 1(1)   | –      | 2(2)    | 5(5)    | 4(4)   | 4(4)  | 16                           | 16                    |
| 653–654  | 2                       | –                                  | –     | –      | 1(2)   | –      | 2(4)    | 5(10)   | 4(8)   | 4(8)  | 16                           | 32                    |
| <i>Итого</i>   | 7                       | –                                  | –     | –      | 4(7)   | –      | 12(22)  | 22(39)  | 20(36) | 8(12) | 66                           | 116                   |
| Рабочий парк вагонов, $m_i$  |                         | 13                                 | 24    | 62     | 60     | 29     | 314     | 236     | 114    | 12    | –                            | 864                   |
| <i>Примечание – В скобках указано количество вагонов в <math>n</math> составах (рабочий парк вагонов).</i> |                         |                                    |       |        |        |        |         |         |        |       |                              |                       |

Инвентарный парк пассажирских вагонов с учетом доли нерабочего парка ( $\alpha_{\text{рез}} = 0,07$ ) и оперативного резервного парка ( $\alpha_{\text{рез}} = 0,05$ )  $m_{\text{пас}} = 864 \cdot (1 + 0,07 + 0,05) = 954$  вагона.

Пробег вагонов поездов каждой категории:

– скоростных –  $\sum mL_{\text{ск}} = 11 \cdot 3 \cdot 200 + 11 \cdot 3 \cdot 752 = 82560$  ваг·км;

– скорых –  $\sum mL_{\text{с}} = 14 \cdot 7 \cdot 2000 + 14 \cdot 4 \cdot 752 = 238112$  ваг·км;

– пассажирских –  $\sum mL_{\text{пас}} = 17 \cdot 2 \cdot 2000 + 2 \cdot 17 \cdot 752 = 93568$  ваг·км;

– межрегиональных бизнес-класса –  $\sum mL_{\text{мб-к}} = 6 \cdot 2 \cdot 369 = 4428$  ваг·км;

– межрегиональных эконом-класса –  $\sum mL_{\text{мэ-к}} = 16 \cdot 2 \cdot 369 + 2 \cdot 17 \cdot 661 = 34282$  ваг·км.

Среднесуточный пробег вагонов поездов:

– скоростных –  $S_{\text{ск}}^{\text{п}} = \frac{2 \cdot 82560}{121} = 1365$  км;

– скорых –  $S_{\text{с}}^{\text{п}} = \frac{2 \cdot 238112}{406} = 1173$  км;

– пассажирских –  $S_{\text{пас}}^{\text{п}} = \frac{2 \cdot 93568}{221} = 847$  км;

– межрегиональных бизнес-класса –  $S_{\text{мб-к}}^{\text{п}} = \frac{2 \cdot 4428}{12} = 738$  км;

– межрегиональных эконом-класса –  $S_{\text{мэ-к}}^{\text{п}} = \frac{2 \cdot 34282}{116} = 591$  км.

Среднесуточный пробег вагонов в составе регионального поезда:

$S_{\text{рег}}^{\text{э-к}} = \frac{2 \cdot 2516}{12} = 419$  км;  $S_{\text{рег}}^{\text{б-к}} = \frac{2 \cdot 236}{2} = 236$  км.

Таким образом, потребное количество составов для перевозки пассажиров составило: скоростных до Ю – 6, до М – 5; скорых до Ю – 21, до М – 8; пассажирских до Ю – 8, до М – 5; межрегиональных бизнес-класса до Б – 2; межрегиональных эконом-класса до К – 4, до Б – 3.

Рабочий парк пассажирских вагонов составил: для скоростных поездов – 121, скорых – 406, пассажирских – 221, межрегиональных эконом-класса – 116. Общий рабочий парк – 864 вагона.

Инвентарный парк пассажирских вагонов с учетом доли нерабочего парка и оперативного резервного парка – 954.

Среднесуточный пробег для вагонов: скоростных поездов – 1365, скорых – 1173, пассажирских – 847, межрегиональных бизнес-класса – 738, межрегиональных эконом-класса – 591, региональных бизнес-класса – 236, региональных эконом-класса – 419 км.

## 8 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАССАЖИРСКОЙ РАБОТЫ НА РАСЧЕТНОМ ПОЛИГОНЕ

Экономическая оценка и анализ пассажирской работы – это главный инструмент, которым располагает железная дорога для выявления резервов повышения эффективности перевозочной деятельности. Экономическая оценка перевозочной деятельности на расчетном полигоне отражает результаты работы, показывает недостатки, а также открывает резервы повышения пропускной и провозной способности железнодорожного транспорта. Экономическая оценка хозяйственной деятельности отрасли является важнейшим условием достоверного и точного планирования и дает представление об эффективных методах организации перевозок пассажиров на полигоне сети.

Пассажирская работа на железнодорожном транспорте характеризуется транспортной продукцией, выраженной в пассажиро-километрах.

Одним из важнейших планируемых показателей как для дороги, так и для отделения и линейных предприятий является **прибыль**. Для определения прибыли необходимо найти расчетные показатели: доходы и расходы по видам сообщений и категориям поездов.

Доходы рассчитываются отдельно для различных категорий поездов. Величина доходов, поступающих от реализации проездных документов, определяется по формуле

$$D = 2 \sum_{i=1}^k c_{6i} \frac{A_{ji} L_j}{100}, \quad (8.1)$$

где  $c_{6i}$  – средняя стоимость одного билета на расстояние следования (100 км);  $A_{ij}$  – количество пассажиров, перевезенных в поездах  $i$ -й категории  $j$ -го назначения;  $L_j$  – расстояние следования поезда  $j$ -го назначения (например, А – В, А – Г, А – Д и т. д.).

Тогда сумма доходов по пассажирскому движению на заданном полигоне

$$D_{\text{пас}}^{\text{общ}} = D_{\text{ск}} + D_{\text{с}} + D_{\text{пас}} + D_{\text{рег}}, \quad (8.2)$$

где  $D_{\text{ск}}$ ,  $D_{\text{с}}$ ,  $D_{\text{пас}}$ ,  $D_{\text{рег}}$  – соответственно доходы от организации движения различных категорий поездов.

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

$$P_{\text{п-км} i} = 2e_{\text{п-км}} \sum_{i=1}^k N_{ji} L_i, \quad (8.3)$$

где  $e_{\text{п-км}}$  – приведенная стоимость 1 поездо·км пробега пассажирского по-

езда, д. е./поездо·км;  $\sum_{i=1}^k N_{ji}L_i$  – пробег поездов  $i$ -й категории.

Расходы, связанные с передвижением поездов,

$$P_{дв.i} = 2e_{дв} \sum_{i=1}^k N_{ji}T_{дв_i}, \quad (8.4)$$

где  $e_{дв}$  – приведенная стоимость 1 поездо·ч в движении, д.е./поездо·ч;

$\sum_{i=1}^k N_{ji}T_{дв_i}$  – затраты времени нахождения в движении поездов  $i$ -й категории.

Расходы, связанные со стоянками поездов на станциях,

$$P_{ст.i} = 2e_{ст} \sum_{i=1}^k N_{ji}T_{ст_i}, \quad (8.5)$$

где  $e_{ст}$  – приведенная стоимость 1 поездо·ч простоя, д.е./поездо·ч;

$\sum_{i=1}^k N_{ji}T_{ст_i}$  – затраты времени на стоянки пассажирских поездов  $i$ -й категории,

$$\sum_{i=1}^k N_{ji}T_{ст_i} = \sum N_{ji}T_{M_i} - \sum N_{ji}T_{дв_i};$$

$\sum N_{ji}T_{M_i}$  – поездо-часы (см. таблицы 7.2, 7.3) соответствующей категории в четном и нечетном направлениях;  $\sum N_{ji}T_{дв_i}$  – время движения поездов  $i$ -й категории в четном и нечетном направлениях (см. таблицу 6.2).

Стоимость единиц работы подвижного состава указана в задании.

Суммарные расходы по пассажирскому движению поездов  $i$ -й категории

$$P_{пас.i} = P_{п-км i} + P_{дв.i} + P_{ст.i}. \quad (8.6)$$

Общие расходы по пассажирскому движению

$$P_{пас}^{общ} = \sum_{i=1}^k P_{пас.i} = P_{ск} + P_c + P_{пас} + P_{приг}. \quad (8.7)$$

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

$$\Pi_{пас} = D_{пас}^{общ} - P_{пас}^{общ} - P_{нал}, \quad (8.8)$$

где  $P_{нал}$  – налоговые отчисления.

**Пример 8.1.** Определить прибыль по пассажирскому движению на направлении Л – М – Ю при следующих исходных данных: средней стоимости одного билета в поезде данной категории  $c_6$  (международные скоростные – 5,4 д.е., международные скорые – 4,6 д.е., международные пассажирские – 2,4 д.е., межрегиональные бизнес-класса – 2,4 д.е., межрегиональные эконом-класса – 1,8 д.е., региональные бизнес-класса – 1,3 д.е., региональные эконом-класса – 0,60 д.е.), расходных ставок (таблицы 8.1–8.3).

Решение. Для определения доходов необходимо рассчитать объем транспортной работы в пассажирском сообщении по категориям поездов:

- скоростных –  $\sum AI_{ск} = 2 \cdot (3 \cdot 288 \cdot 2000 + 3 \cdot 288 \cdot 752) = 4755456$  пас·км;
- скорых –  $\sum AI_c = 2 \cdot (7 \cdot 538 \cdot 2000 + 4 \cdot 538 \cdot 752) = 18300608$  пас·км;
- пассажирских –  $\sum AI_{пас} = 2 \cdot (2 \cdot 864 \cdot 2000 + 3 \cdot 864 \cdot 752) = 10810368$  пас·км;
- межрегиональных бизнес-класса –  $\sum AI_{м б-к} = 2 \cdot 2 \cdot 302 \cdot 369 = 445752$  пас·км и эконом-класса –  $\sum AI_{м э-к} = 2 \cdot (2 \cdot 928 \cdot 369 + 2 \cdot 972 \cdot 661) = 3939696$  пас·км;
- региональных эконом-класса –  $\sum AI_{рег э-к} = 2 \cdot (11485 \cdot 7 + 11174 \cdot 4 + 9772 \cdot 6 + 9355 \cdot 9 + 7542 \cdot 15 + 7286 \cdot 11 + 5956 \cdot 11 + 5061 \cdot 9 + 4101 \cdot 10 + 2428 \cdot 13 + 1666 \cdot 14 + 780 \cdot 9) = 675177$  пас·км и бизнес-класса –  $\sum AI_{рег б-к} = 2 \cdot (395 \cdot 26 + 120 \cdot 118) = 48860$  пас·км.

Доходы по пассажирскому движению

$$D = 4755456 \cdot \frac{5,4}{100} + 18300608 \cdot \frac{4,6}{100} + 10810368 \cdot \frac{2,4}{100} + 445752 \cdot \frac{2,4}{100} + 3939696 \cdot \frac{1,8}{100} + 675177 \cdot \frac{0,6}{100} + 48860 \cdot \frac{1,3}{100} = 1450902,1 \text{ д.е.}$$

Расходы по пассажирскому движению на направлении Л – М – Ю определяются по видам сообщения и в зависимости от типа используемого подвижного состава [формулы (8.3)–(8.7)] при соответствующих расходных ставках (таблицы 8.1–8.3).

Таблица 8.1 – Расходная ставка на 1 поезд-км по пассажирским перевозкам

В денежных единицах

| Сообщение                     | Тип подвижного состава |      |                  |      |
|-------------------------------|------------------------|------|------------------|------|
|                               | Электровозная тяга     |      | Тепловозная тяга |      |
|                               | локомотивы             | МВПС | локомотивы       | МВПС |
| Международное                 | 4,8                    | 1,0  | 4,8              | 1,3  |
| Межрегиональное эконом-класса | 4,6                    | –    | 4,7              | –    |
| Межрегиональное бизнес-класса | 4,6                    | 1,0  | 4,6              | 1,2  |
| Региональное бизнес-класса    | –                      | 0,8  | –                | 1,0  |
| Региональное эконом-класса    | –                      | 2,2  | –                | 2,8  |
| Городское                     | –                      | 1,7  | –                | 2,1  |

Таблица 8.2 – Расходная ставка на 1 поезд-час в движении по пассажирским перевозкам

| Сообщение                     | В денежных единицах    |       |                  |       |
|-------------------------------|------------------------|-------|------------------|-------|
|                               | Тип подвижного состава |       |                  |       |
|                               | Электровозная тяга     |       | Тепловозная тяга |       |
|                               | локомотивы             | МВПС  | локомотивы       | МВПС  |
| Международное                 | 381,0                  | 72,9  | 267,5            | 80,6  |
| Межрегиональное эконом-класса | 376,7                  | –     | 257,3            | –     |
| Межрегиональное бизнес-класса | 372,3                  | 70,6  | 252,8            | 79,9  |
| Региональное бизнес-класса    | –                      | 69,9  | –                | 78,9  |
| Региональное эконом-класса    | –                      | 106,9 | –                | 119,3 |
| Городское                     | –                      | 76,2  | –                | 89,4  |

Таблица 8.3 – Расходная ставка на 1 поезд-час простоя по пассажирским перевозкам

| Сообщение                     | В денежных единицах    |      |                  |      |
|-------------------------------|------------------------|------|------------------|------|
|                               | Тип подвижного состава |      |                  |      |
|                               | Электровозная тяга     |      | Тепловозная тяга |      |
|                               | локомотивы             | МВПС | локомотивы       | МВПС |
| Международное                 | 142,8                  | 25,9 | 113,0            | 26,4 |
| Межрегиональное эконом-класса | 137,0                  | –    | 107,9            | –    |
| Межрегиональное бизнес-класса | 127,1                  | 23,9 | 99,3             | 25,7 |
| Региональное бизнес-класса    | –                      | 22,6 | –                | 25,0 |
| Региональное эконом-класса    | –                      | 24,7 | –                | 27,4 |
| Городское                     | –                      | 37,2 | –                | 33,9 |

Расходы в международном сообщении (тепловозная тяга – локомотив ТЭП 150):

– *связанные с содержанием подвижного состава и устройств*, определяются по формуле (8.3) на основании пробега поездов соответствующей категории (поездо-километры), который устанавливается на основании таблиц 7.2 и 7.3:

$$P_{п-км} = 2 \cdot 4,8 (8256 + 17008 + 5504) = 295372,8 \text{ д.е.};$$

– *связанные с передвижением поездов*, рассчитываются по формуле (8.4) на основании таблицы 6.2, по которой устанавливается время движения поездов соответствующей категории ( $T_{дв}$ ):

$$P_{дв} = 2 \cdot 267,5 (3 \cdot 12,5 + 3 \cdot 4,7 + 7 \cdot 19,04 + 4 \cdot 7,16 + 2 \cdot 20,8 + 2 \cdot 7,83) = 535 \times \\ \times 270,78 = 144867,3 \text{ д.е.};$$

– *связанные со стоянками поездов на станциях*, находятся по формуле (8.5):

$$P_{ст} = 113 [(5,5 + 29,78 + 16,91) + (5,5 + 29,78 + 17,57)] = 11869,5 \text{ д.е.};$$

– *суммарные* определяются по формуле (8.6):

$$P_{пас} = 295372,8 + 144867,3 + 11869,52 = 452109,6 \text{ д.е.}$$

Расчеты расходов по другим видам сообщений и общие расходы по пассажирскому движению приведены в таблице 8.4.

Таблица 8.4 – Определение расходов по пассажирским перевозкам на направлении Л – М – Ю  
В денежных единицах

| Сообщение                                | Наименование расходов                                  |                                   |  |           |
|--|--|-----------------------------------|--|-----------|
|  | связанные с содержанием подвижного состава и устройств | связанные с передвижением поездов | связанные со стоянками поездов на станциях | суммарные |
| Международное                            | 295372,8   | 144867,3                          | 11869,5                                    | 452109,6  |
| Межрегиональное эконом-класса            | 19364,0  | 13245,8                           | 1609,9                                     | 34219,7   |
| Межрегиональное бизнес-класса            | 1771,2   | 1026,0                            | 87,9                                       | 2885,1    |
| Региональное бизнес-класса               | 472,0  | 465,5                             | 12,8                                       | 950,3     |
| Региональное эконом-класса               | 14089,6  | 8828,2                            | 1061,5                                     | 23979,3   |
| Общие расходы по пассажирским перевозкам |  |                                   |  | 514144    |

После определения расходов и доходов рассчитывается прибыль, причем налоговые отчисления принимаются в размере 13 % от доходов:

$$P_{\text{пас}} = 1450902,1 - 514144 - 188617,3 = 748140,8 \text{ д.е.}$$

Таким образом, при расчете экономических параметров организации пассажирского движения на направлении Л – М – Ю доходы по пассажирскому движению составляют 1450902,1 д.е., расходы – 514144 д.е., а итоговая прибыль – 748140,8 д.е.

## 9 ОПТИМИЗАЦИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЕЗДОВ ОТДЕЛЬНЫХ КАТЕГОРИЙ

### 9.1 Математическая постановка задачи

Одной из наиболее актуальных проблем эксплуатации железнодорожного транспорта является оптимизация скорости движения пассажирских поездов. С увеличением скорости сокращается потребность в вагонах, локомотивах, локомотивных бригадах и бригадах проводников, а также время нахождения пассажиров в пути следования. Но, вместе с тем, увеличение скорости движения поездов вызывает большие капитальные вложения в железнодорожный путь (повышение его мощности, уложение кривых) и в подвижной состав (локомотивы должны быть мощнее, а вагоны по ходовым частям и тормозному оборудованию должны обеспечивать полную безопасность движения). Иначе говоря, имеется как расход, так и экономия эксплуатационных средств. Необходимо выбрать оптимальный вариант, при котором суммарные приведенные расходы были бы наименьшими.

Эта проблема является технико-экономической. Поиск оптимального ее решения следует производить при помощи экономических расчетов сравне-

ния затрат по вариантам организации движения поездов определенной категории на направлении Л – М – Ю.

Сущность **метода выбора рациональной скорости движения пассажирских поездов** заключается в нахождении минимального значения  $E_{пр}$  – суммарных приведенных расходов в зависимости от величины ходовой скорости движения:

$$E_{пр} = (v_x).$$

Приведенные расходы могут рассчитываться по освоению пассажирскими перевозками суточного пассажиропотока или за год. Эти расходы состоят из нескольких элементов:

$$E_{пр} = E_{п1} + E_{п2} + E_{п3} + \dots + E_{пj}. \quad (9.1)$$

Каждый из этих элементов находится в прямой или обратной зависимости от ходовой скорости ( $v_x$ ) поезда.

В курсовой работе выбор скорости движения производится для скорых пассажирских поездов на направлении Л – М – Ю. При этом имеется ограничение: максимальная скорость движения скорых поездов ограничена по состоянию пути – 140 км/ч.

В проекте необходимо произвести технико-экономические расчеты по выбору скорости движения скорых поездов в диапазоне – 100–140 км/ч.

**Суммарные приведенные расходы на обеспечение пассажирского движения в местном сообщении** состоят из следующих затрат:

- на парк пассажирских вагонов;
- оборудование пассажирских вагонов съемным инвентарем;
- бригады проводников;
- пассажирский локомотивный парк;
- локомотивные бригады;
- связанные с энергетическими затратами;
- связанные с обгоном грузовых поездов пассажирскими;
- на остановки пассажирских поездов;
- связанные с содержанием верхнего строения пути;
- связанные с пребыванием пассажиров в поездах;
- на усиление пропускной способности (если это необходимо);
- удлинение пассажирских платформ при увеличении длины состава (если это необходимо);
- расходы на удлинение приемоотправочных путей при увеличении длины состава (если это необходимо).

Для решения поставленной задачи используется **метод расходных ставок**.

Приведенные затраты, отнесенные *на парк пассажирских вагонов*, рассчитываются по следующей формуле:

$$E_{\text{ваг}} = \frac{A_c K_n}{a_o} Y_B \left[ (L_{\text{п}} + L_o) e_{ns} + 24\theta e_{nh} \right], \quad (9.2)$$

где  $A_c$  – суточный пассажиропоток (осваиваемый скорыми поездами), пас/сут;  $K_n$  – коэффициент месячной неравномерности,  $K_n = 1,2$ ;  $a_o$  – средняя вместимость вагона, пас.;  $Y_B$  – коэффициент, учитывающий долю нерабочего парка вагонов;  $L_{\text{п}}$ ,  $L_o$  – соответственно протяженность маршрута следования в прямом и обратном направлениях относительно депо приписки скорого состава, км;  $e_{ns}$  – расходная ставка на 1 ваг·км, д.е.;  $\theta$  – оборот состава скорого поезда, сут;  $e_{nh}$  – расходная ставка на 1 ваг·ч пассажирского вагона, д.е.

$$\theta = \frac{1}{24} \left( \frac{L_{\text{п}} + L_o}{v_M} + T_{\text{пр}} + T_{\text{об}} \right), \quad (9.3)$$

где  $T_{\text{пр}}$ ,  $T_{\text{об}}$  – соответственно время простоя составов в пункте приписки, в пункте оборота, ч.

Расходные ставки устанавливаются по отчетным документам дороги исходя из фактических затрат.

Приведенные затраты на *экипировку пассажирских вагонов*, обслуживание вагонов в пути следования, а также расходы по содержанию проводников пассажирских вагонов учитывается через расходную ставку на 1 ваг·ч пассажирского вагона в движении:

$$E_{\text{обсл}} = \frac{L_{\text{п}} + L_o}{v_M} d_o m_c e_{nh}^{\text{ДВ}}, \quad (9.4)$$

где  $v_M$  – средняя маршрутная скорость движения, км/ч;  $d_o$  – коэффициент, учитывающий долю затрат расходной ставки на 1 ваг·ч пассажирского вагона в движении без учета расходов на сопровождение багажных вагонов,  $d_o = 0,98$ ;  $m_c$  – среднесуточное число пассажирских вагонов на рассматриваемом направлении,

$$m_c = \frac{AK_n}{a_o};$$

$\hat{a}_{nh}^{\text{ДВ}}$  – расходная ставка на 1 ваг·ч пассажирского вагона в движении, д.е.

Приведенные затраты на *работу локомотивного парка* рассчитываются через расходные ставки на один тепловозо-километр и один локомотиво-час (по виду тяги) на пассажирское движение

$$E_{\text{лок}} = N_n Y_{\text{л}} \left[ \left( \frac{L_{\text{п}} + L_o}{v_M} + \sum_{i=1}^S T_{\text{д}} \right) e_{Mh} + (L_{\text{п}} + L_o) e_{MS} \right], \quad (9.5)$$

где  $N_n$  – количество скорых поездов на рассматриваемом направлении за сутки;  $Y_d$  – коэффициент, учитывающий долю нерабочего парка локомотивов;  $T_d$  – время простоя локомотива в пунктах обращения, ч (см. задание);  $e_{mh}$  – расходная ставка на один локомотиво·ч, д.е.;  $e_{ms}$  – расходная ставка на один локомотиво·км, д.е.;  $S$  – количество пунктов оборота локомотивов на маршруте скорого поезда в прямом и обратном направлениях.

Приведенные затраты *на работу локомотивных бригад* рассчитываются через расходную ставку на 1 бригадо·ч локомотивных бригад на пассажирское движение:

$$E_{бр.лок} = N_n \left[ \frac{L_{\Pi} + L_o}{v_M} + k_o \sum_{i=1}^x T_p \right] e_{mh}^{ДВ}, \quad (9.6)$$

где  $k_o$  – коэффициент вспомогательной работы локомотивных бригад,  $k_o = 1,75$ ;  $T_p$  – рабочее время на поездку между пунктами смены локомотивных бригад, ч;  $x$  – количество пунктов смены (оборота) локомотивных бригад на маршруте скорого поезда в прямом и обратном направлениях;  $e_{mh}^{ДВ}$  – расходная ставка 1 бригадо·ч работы локомотивной бригады в пассажирском движении, д.е.

Приведенные затраты, *связанные с энергетическими расходами*, являются функцией скорости движения скорых поездов и определяются через расходную ставку на 1 кг условного топлива или 1 кВт·ч электроэнергии:

$$E_{ЭН} = \frac{A_c}{a_c} (L_{\Pi} + L_o) \left[ P_{\Pi} (w'_o + i_3) + Q_c (w''_o + i_3) \right] b e_{yt} \cdot 10^{-3}, \quad (9.7)$$

где  $a_c$  – населенность поезда, пас.;  $P_{\Pi}$  – расчетная масса пассажирского локомотива, т;  $w'_o, w''_o$  – основное удельное сопротивление движению поезда (локомотива и вагонов), кгс/т;  $Q_c$  – масса скорого поезда, брутто, т;  $i_3$  – эквивалентный уклон железнодорожной линии на всем направлении маршрута следования скорого поезда, кгс/т;  $b$  – норма расхода топлива (электроэнергии) на 1 т·км механической работы, кг: при тепловозной тяге  $b_T = 0,85$  кг на 1 т·км механической работы; при электровозной тяге на переменном токе –  $b_3 = 3,4$  кВт·ч на 1 т·км механической работы;  $e_{yt}$  – расходная ставка на 1 кг условного топлива или 1 кВт·ч электроэнергии, д.е.

Затраты *на остановки скорых поездов в пути следования вследствие потерь энергии при торможении* учитываются через стоимость единицы топлива для тепловоза или электроэнергии для электровоза:

$$E_{ост} = N_n (P_{\Pi} + Q_c) (a_T v_x)^2 (K_{ст.пр} + K_{ст.об}) b_{cT} \cdot 3,8 \cdot 10^{-6}, \quad (9.8)$$

где  $a_0$  – коэффициент, определяемый отношением средней скорости начала торможения к среднеходовой скорости скорого поезда;  $v_x$  – средняя ходовая скорость, км/ч;  $K_{ст.пр}$ ,  $K_{ст.об}$  – соответственно число остановок скорого поезда на рассматриваемом маршруте следования в прямом и обратном направлении;  $c_t$  – стоимость единицы топлива (1 кг) или электроэнергии (1 кВт·ч), д.е.

Затраты, связанные с пребыванием пассажиров в поездах,

$$E_{п} = c_{пасс·ч} \frac{365L_{полн}A_c}{\beta_y v_x}, \quad (9.9)$$

где  $c_{пасс·ч}$  – стоимость 1 пасс·ч,  $c_{пасс·ч} = 0,1$  д.е.;  $\beta_y$  – коэффициент участковой скорости пассажирских поездов,  $\beta_y = 0,7$ ;  $v_x$  – средняя ходовая скорость, км/ч.

Затраты на развитие вагонных экипировочных депо при увеличении веса пассажирских поездов

$$E_{вэд} = (K_{вэд}\rho_{вэд} + \mathcal{E}_{вэд}) \left( \frac{Q_{пр}}{q_{бр}} l_{вэд} - \Pi_{вэд} l_{сущ}^д \right), \quad (9.10)$$

где  $K_{вэд}$  – капитальные вложения, приходящиеся на 1 м длины пути экипировочного депо,  $K_{вэд} = 4000$  д.е./м;  $\rho_{вэд}$  – коэффициент, учитывающий нормативный срок окупаемости капиталовложений на развитие экипировочного депо,  $\rho_{вэд} = 0,13$ ;  $\mathcal{E}_{вэд}$  – годовые расходы на содержание 1 м длины пути экипировочного депо,  $\mathcal{E}_{вэд} = 140$  д.е.;  $\Pi_{вэд}$  – потребное число путей в здании экипировочного депо,  $\Pi_{вэд} = 2$  пути;  $l_{сущ}^д$  – длина пути существующего экипировочного депо,  $l_{сущ}^д = 200$  м.

Расчет приведенных расходов на усиление пропускной способности линии  $E_{ус}$  не производится, так как в настоящее время объемы перевозок на железнодорожном транспорте сравнительно невелики и существующая пропускная способность свободно обеспечивает пропуск необходимого числа поездов. Также в работе не производится расчет эксплуатационных расходов при наличии предупреждений. Затраты на удлинение станционных путей при увеличении массы пассажирского поезда  $E_{удл}$  весьма значительны, так как дорогостоящие работы по удлинению путей станции связаны с реконструкцией не только горловин, но и всех устройств сигнализации и централизации; иногда требуются переносы служебных и технических зданий, переустройство путепроводных развязок, перекладка устройств водоснабжения и др. Эти затраты в работе не рассчитываются. Также не определяются расходы, связанные с переустройством платформ  $E_{пл}$ .

Таким образом, суммарные приведенные годовые расходы можно представить в виде суммы

$$E = E_{ваг} + E_{обсл} + E_{лок} + E_{бр.лок} + E_{эн} + E_{ост} + E_{п} + E_{вэд}. \quad (9.11)$$

## 9.2 Исходные данные для расчета

Исходные параметры для решения поставленной задачи оптимизации массы и скорости пассажирских поездов на исследуемых направлениях разделяются на постоянные, которые остаются неизменными на протяжении всего расчета, и переменные. Перечень постоянных параметров приведен в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Исходные постоянные параметры, необходимые для решения задачи оптимизации

| Параметр  | Условное обозначение |
|---|----------------------|
| Протяженность рассматриваемого направления, км  | $L$                  |
| Протяженность маршрута следования пассажирского поезда в прямом направлении, км                           | $L_{п}$              |
| Протяженность маршрута следования пассажирского поезда в обратном направлении, км                         | $L_{о}$              |
| Длина $j$ -го железнодорожного участка на маршруте следования пассажирского поезда, км                    | $L_{уч,j}$           |
| Эквивалентный уклон железнодорожной линии на всем направлении маршрута следования пассажирского поезда, ‰ | $i_э$                |
| Длина $i$ -го участка обращения локомотива на маршруте следования пассажирского поезда, км                | $L_{Ti}$             |
| Средняя длина перегона на железнодорожных участках маршрута следования, км                                | $l_{пi}$             |
| Суточный пассажиропоток, пас/сут.   | $A$                  |
| Число пассажирских поездов на $i$ -том участке за сутки   | $N_{пас}$            |
| Число грузовых поездов на $i$ -том участке за сутки   | $N_{гр}$             |
| Число рассматриваемых в расчете пассажирских поездов  | $N_{п}$              |
| Коэффициент месячной неравномерности  | $K_{н}=1,20$         |
| Средняя вместимость вагона, пас.  | $a_о$                |
| Расчетная масса состава грузового поезда (брутто), т  | $Q_{гри}$            |
| Мощность используемого локомотива, кВт  | $N_{лси}$            |
| Расчетная масса пассажирского локомотива, т   | $P_{пi}$             |
| Расчетная масса грузового локомотива, т   | $P_{гри}$            |
| Норма расхода топлива на 1 т·км механической работы, кг, кВт  | $b$                  |
| Коэффициент, учитывающий долю нерабочего парка локомотивов  | $Y_{д} > 1$          |
| Коэффициент, учитывающий долю нерабочего парка вагонов  | $Y_{в} > 1$          |
| Время простоя локомотива в пунктах обращения, ч   | $T_{д}$              |
| Время простоя пассажирских составов в пункте их приписки, ч   | $T_{пр}$             |

Окончание таблицы 9.1

| Параметр   | Условное обозначение |
|--|----------------------|
| Время простоя пассажирских составов в пункте их оборота, ч   | $T_{об}$             |
| Коэффициент вспомогательной работы локомотивных бригад   | $K_0 = 1,75$         |
| Суммарное время остановок пассажирского поезда на всем протяжении маршрута его следования, ч   | $T_{ост}$            |
| Число остановок пассажирского поезда на рассматриваемом направлении  | $K_{ост}$            |
| Конструкционная скорость движения пассажирского локомотива, км/ч   | $v_k$                |
| Средняя ходовая скорость грузовых поездов на участках маршрута следования, км/ч  | $v_{хг}$             |
| Коэффициент, определяемый отношением средней скорости начала скорости торможения к среднеходовой скорости пассажирского поезда                                 | $a_T$                |
| Количество пунктов оборота локомотивов на маршруте следования пассажирского поезда в прямом и обратном направлениях  | $s$                  |
| Количество пунктов смены локомотивных бригад на маршруте следования пассажирского поезда в прямом и обратном направлениях                                      | $x$                  |
| Количество железнодорожных участков на маршруте следования пассажирского поезда  | $n$                  |
| Стоимость единицы топлива (1 кг) или электроэнергии (1 кВт·ч), руб.  | $c_T$                |
| Расходная ставка на 1 вагоно·км вагонов пассажирского парка, руб.  | $e_{ns}$             |
| Расходная ставка на 1 вагоно·ч пассажирского вагона, руб.  | $e_{nh}$             |
| Расходная ставка на 1 вагоно·ч пассажирского вагона в движении, руб.   | $e_{nh}^{ДВ}$        |
| Коэффициент, учитывающий долю затрат расходной ставки на 1 вагоно·ч пассажирского вагона в движении без учета расходов на сопровождение багажных вагонов, руб. | $d_0 = 0,98$         |
| Расходная ставка на 1 локомотиво·ч, руб.   | $e_{mh}$             |
| Расходная ставка на 1 локомотиво·км, руб.  | $e_{ms}$             |
| Расходная ставка на 1 бригадо·ч работы локомотивной бригады в пассажирском движении, руб.  | $e_{mh}^{ДВ}$        |
| Расходная ставка на 1 кг условного топлива или 1 кВт·ч электроэнергии, руб.  | $e_{УТ}$             |
| Расходная ставка на 1 т·км брутто вагонов и локомотивов, руб.  | $e_{бр}$             |

Переменные параметры периодически изменяются в процессе расчета. Эти параметры приведены в таблице 9.2.

Основным переменным параметром в данной задаче является средняя ходовая скорость  $v_{хс}$  скорого поезда, которая пошагово изменяется при расчете каждого варианта элементов приведенных расходов и их суммы. Чем меньше шаг изменения среднеходовой скорости, тем точнее в конечном итоге будет определено оптимальное соотношение массы и скорости поезда.

Таблица 9.2 – Исходные переменные параметры, необходимые для решения задачи оптимизации

| Параметр  | Условное обозначение  |
|---|-----------------------|
| Среднеходовая скорость движения скорого поезда, км/ч                                      | $v_{\text{ХС}}$       |
| Средняя маршрутная скорость, км/ч   | $v_{\text{М}}$        |
| Маршрутное время следования скорого поезда в прямом или обратном направлении, ч           | $T_{\text{М}}$        |
| Суммарное время стоянок скорого поезда на остановках в прямом или обратном направлении, ч | $T_{\text{ост}}$      |
| Среднее время простоя грузового поезда под обгоном, ч                                     | $t_{\text{об}}$       |
| Режим стоянок поезда на каждые 100 км маршрута следования скорого поезда, ч               | $R_{\text{СТ}}$       |
| Основное удельное сопротивление движению локомотива, кг/т                                 | $w_{\text{О}}'$       |
| Основное удельное сопротивление движению пассажирских вагонов, кг/т                       | $w_{\text{О}}''$      |
| Масса пассажирского поезда, т   | $Q_{\text{п}}$        |
| Величина изменения массы скорого поезда, т  | $\Delta Q_{\text{п}}$ |

Среднюю маршрутную скорость можно определить по формуле

$$v_{\text{М}} = \frac{100}{\left( \frac{100}{v_{\text{Х}}} + R_{\text{СТ}} \right)}, \quad (9.12)$$

где  $v_{\text{Х}}$  – принимается по вариантам: например, 100, 120, 140 км/ч;  $R_{\text{СТ}}$  – режим стоянок поезда на каждые 100 километров маршрута следования скорого поезда, ч (см. задание).

Масса скорого поезда определяется по методике, изложенной в разд. 2 пособия.

Все расчеты приведенных затрат по вариантам рекомендуется свести в таблицу 9.3.

Таблица 9.3 – Суммарные приведенные расходы по всем вариантам скорости пассажирских поездов на направлении Л – М – Ю

| $v_{\text{Х}}, \text{ км/ч}$ | $E_{\text{ваг}}$ | $E_{\text{обсл}}$ | $E_{\text{лок}}$ | $E_{\text{бр.лок}}$ | $E_{\text{эл}}$ | $E_{\text{ост}}$ | $E_{\text{л}}$ | $E_{\text{взд}}$ | $E_{\text{пр}}$ |
|------------------------------|------------------|-------------------|------------------|---------------------|-----------------|------------------|----------------|------------------|-----------------|
| 100                          |                  |                   |                  |                     |                 |                  |                |                  |                 |
| 120                          |                  |                   |                  |                     |                 |                  |                |                  |                 |
| 140                          |                  |                   |                  |                     |                 |                  |                |                  |                 |

### 9.3 Применение программы для расчета скорости движения скорых поездов

Исходными данными, которые необходимо ввести в программу для расчета, являются:

- эквивалентный уклон железнодорожной линии, %;
- суточный пассажиропоток, пас/сут;
- суммарное время остановок скорого поезда на направлении, ч;
- число остановок скорого поезда на направлении;
- минимальное маршрутное время, ч;
- максимальное маршрутное время, ч;
- оборот скорого состава, сут;
- время простоя скорого состава в пункте приписки, ч;
- время простоя скорого состава в пункте  $i$ , ч;
- время простоя локомотива в пунктах оборота, ч;
- коэффициент, учитывающий долю нерабочего парка локомотивов;
- коэффициент, учитывающий долю нерабочего парка вагонов.

Для успешной эксплуатации программы необходимо иметь два файла:

- непосредственно исполняемый файл программы Opti.exe;
- файл базы данных Opti.mdb. Причем этот файл должен находиться в каталоге ../Data.

После запуска исполняемого файла должно появиться окно (рисунок 9.1).

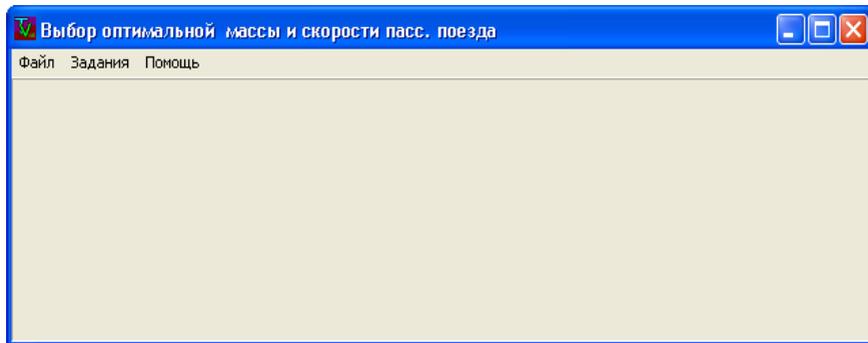


Рисунок 9.1 – Окно при запуске программы

Работа с заданиями производится в окне «Направление». Для того чтобы открыть окно «Направление», необходимо выбрать пункт меню «Задание» – «На полигоне Бел ж.д.».

При передвижении по набору заданий сохранение введенных или измененных данных в полях ввода происходит автоматически. Для того чтобы открыть ранее сохраненное задание, необходимо просто найти его, передвигаясь по набору заданий и пользуясь кнопками, показанными на рисунке 9.2.

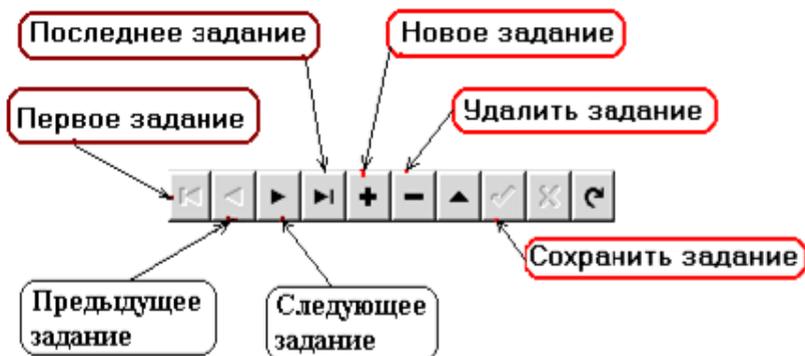


Рисунок 9.2 – Кнопки, позволяющие передвигаться по набору заданий

Для того чтобы найти базу данных (см. задание) с определенным значением какого-либо параметра, необходимо активизировать поле ввода (рисунок 9.3), по которому будет производиться поиск, а затем на кнопке поиска выбрать из списка значение параметра, которое необходимо найти.

В появившемся окне «Поиск» ввести в поле ввода со списком или выбрать из списка значение параметра, которое необходимо найти.

**Для ввода или редактирования исходных данных (рисунок 9.4) необходимо:**

- открыть окно «Направление», для этого выбрать в главном окне программы пункт меню «Задание» – «На полигоне Бел ж.д.»;
- выбрать закладку «Направление»;
- ввести в поля ввода необходимые данные;
- сохранить введенные или измененные данные.

Далее необходимо выбрать участки направления, локомотивов, локомотивных бригад (рисунок 9.5). Согласно рисунку 9.5 необходимо выполнить следующие действия:

- открыть окно «Направление»; для этого в главном окне программы выбрать пункт меню «Задание» – «На полигоне Бел ж.д.»;
- выбрать закладку «Участки направления»;
- выбрать список участков в прямом направлении либо список участков в обратном направлении;
- из списка всех железнодорожных участков выбрать необходимый участок и нажать на кнопку «Добавить участок в направление»;
- на соответствующей строке списка участков выбрать или ввести локомотив, тип локомотива, локомотивную бригаду.

**Направление** | Участки направления | Участки с ограничением по скорости

Название направления: Минск-Гомель

ФИО студента: Петров

эквивалентный уклон ж/д линии, %: 4

суточный пассажиропоток, пасс./сутки: 3000

суммарное время остановок пасс. поезда на направлении, ч: 0,2

число остановок пасс. поезда на направлении: 3

min маршрутное время, ч: 4

оборот пасс. состава, сут: 2 | max маршрутное время, ч: 7

время простоя, ч: | коэф. учитывающий долю нерабочего парка:

пасс. составов в пункте их приписки: 3 | локомотивов: 1,1

пасс. составов в пункте их оборота: 2 | вагонов: 1,1

локомотива в пунктах обращения: 1

Кнопка поиска

Поле ввода

Расчет

Выход

Рисунок 9.3 – Окно ввода данных

**Поиск**

Гомель-Барановичи

Минск-Витебск

Минск-Гомель

Найти

Выход

Поле ввода со списком

Рисунок 9.4 – Окно редактирования данных

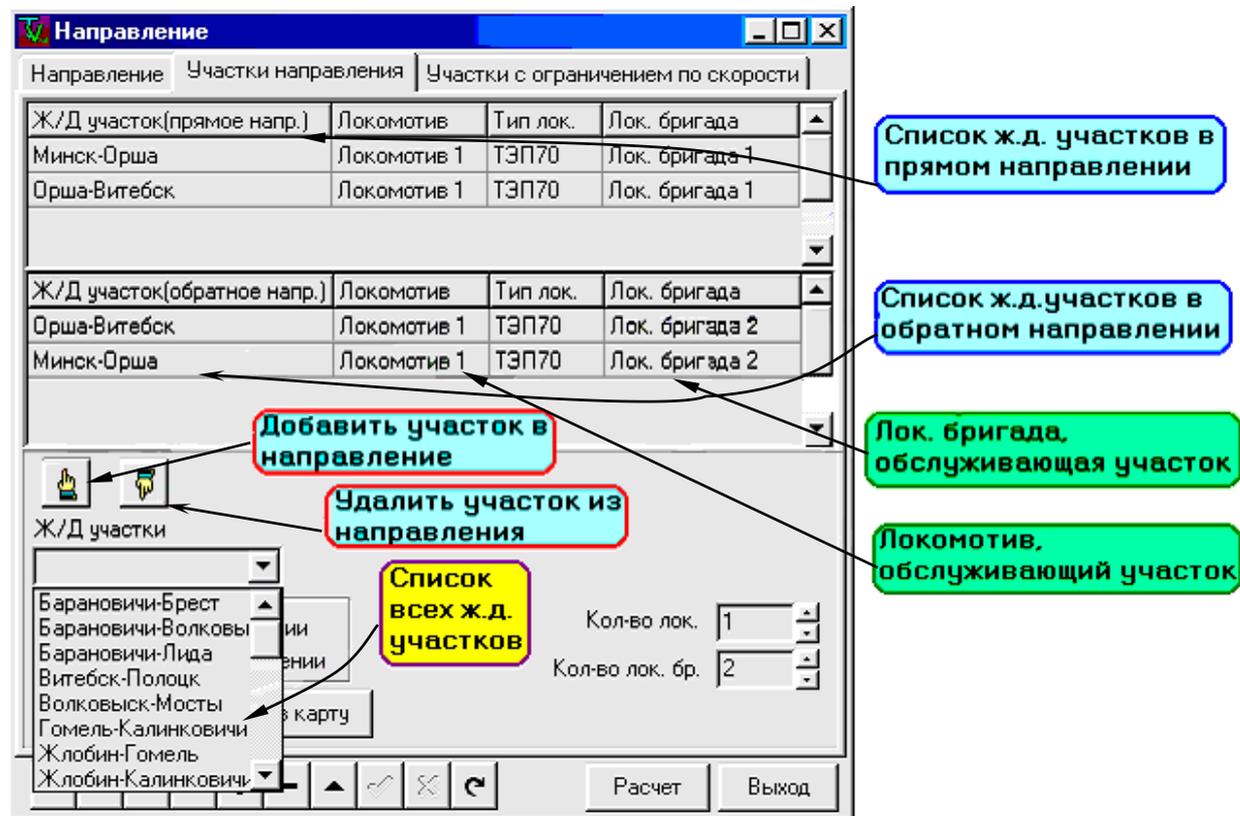


Рисунок 9.5 – Окно выбора участков направления, локомотивов, локомотивных бригад

Количество локомотивов, обслуживающих весь маршрут, выбирается или вводится в поле ввода «Количество локомотивов». Количество локомотивных бригад, обслуживающих весь маршрут, выбирается или вводится в поле ввода «Количество локомотивных бригад».

Для того чтобы удалить участок из направления, необходимо выбрать его и нажать кнопку «Удалить участок из направления».

Для выбора участков направления, локомотивов, локомотивных бригад (через карту) необходимо:

- открыть окно «Направление». Для этого выбрать в главном окне программы пункт меню «Задание» – «На полигоне Бел ж.д.»;
- выбрать закладку «Участки направления»;
- отметить флажком выбираемое направление (прямо или обратно);
- нажать на кнопку «Выбор участков через карту» (рисунок 9.6).

В появившемся окне «Схема ж.д.» нажать поочередно на выделенные станции, через которые проходит рассчитываемый маршрут. Затем нажать кнопку «Сохранить».

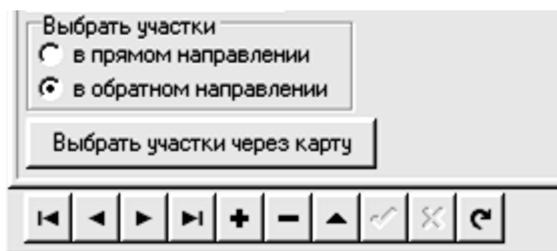


Рисунок 9.6 – Выбор участков через карту

Последовательность станций должна быть непрерывной, иначе появится предупреждение и выбора участков не произойдет. В этом случае процедуру выбора участков через карту необходимо будет повторить. Для того чтобы рассчитать результат задания, необходимо в окне «Направление» выбрать задание, которое необходимо рассчитать, и, если введены и выбраны все исходные данные, нажать кнопку «Расчет».

На каждом шаге расчета (каждой градации  $T_m$  от  $T_{\min}$  до  $T_{\max}$ ) программа предлагает сделать выбор композиции состава поезда (рисунок 9.7).

Для того чтобы добавить вагон в состав поезда, необходимо:

- в поле ввода «№ вагона» ввести порядковый номер вагона в составе поезда;
- в поле ввода со списком «категория» выбрать категорию вагона;
- нажать на кнопку «Добавить вагон в состав».

Для того чтобы убрать вагон из состава поезда, необходимо:

- выбрать требуемый вагон в списке;
- нажать на кнопку «Удалить вагон из состава поезда».

Для того чтобы рассчитать общую населенность и массу состава, необходимо нажать на кнопку «Итого».

Для продолжения расчетов необходимо нажать кнопку «Применить».

При нажатии кнопки «Применить» расчет общей населенности и массы состава поезда происходит автоматически.

После окончания расчета задания должно появиться окно предварительного просмотра результатов расчета (рисунок 9.8).

Для того чтобы распечатать результаты расчета, необходимо, произведя требуемую настройку принтера, нажать на кнопку «Печать результата».

Для того чтобы закрыть окно предварительного просмотра результатов расчета, необходимо нажать на кнопку «Close».

**Композиция состава поезда**

| № вагона | категория | населенность | масса |
|----------|-----------|--------------|-------|
| 1        | общий     | 81           | 59    |
| 2        | общий     | 81           | 59    |
| 3        | плацкарт  | 54           | 57    |
| 4        | плацкарт  | 54           | 57    |
| 5        | купе      | 36           | 56    |
| 7        | купе      | 36           | 56    |
| 8        | мягкий    | 30           | 59,5  |
| 9        | купе      | 36           | 56    |
| 10       | купе      | 36           | 56    |
| 11       | купе      | 36           | 56    |
| 12       | плацкарт  | 54           | 57    |
| 13       | плацкарт  | 54           | 57    |
| 14       | плацкарт  | 54           | 57    |
| 15       | общий     | 81           | 59    |

Итого : 885 919,5

Общая населенность состава    Общая масса состава    Результаты расчетов на *i*-м шаге    Применить

№ вагона

категория

Добавить вагон в состав

Удалить вагон из состава

Маршрутное время 7

Расчетная масса: 2901,54

Маршрутная скорость 42,93

Ходовая скорость 44,19

Режим стоянок 0,07

Рисунок 9.7 – Окно выбора состава поезда

Print Preview

Настройка принтера      Печать результатов

**Результаты расчетов по направлению Минск-Гомель**

|   | Еваг    | Елок      | Ебр.лок  | Еобсл     | Еэн       | Еост      | Ем | Итого :   |
|---|---------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----|-----------|
| Тм = 7    Np = 3<br>Vм = 42,9<br>Vх = 44,2<br>Qп = 2901,5<br>Qр = 919,5 | 3726000 | 1215349,4 | 120851,5 | 1537438,3 | 1328846,3 | 1333,2    | 0  | 7929818,6 |
|   |         | Еобг      | 0        |           | Епред     | 0         |    |           |
| Тм = 6    Np = 3<br>Vм = 50,1<br>Vх = 51,8<br>Qп = 2356,2<br>Qр = 919,5 | 3726000 | 1214739,9 | 103587   | 1317804,3 | 1381141,4 | 1832,6    | 0  | 7745105,1 |
|   |         | Еобг      | 0        |           | Епред     | 0         |    |           |
| Тм = 5    Np = 3<br>Vм = 60,1<br>Vх = 62,6<br>Qп = 1808,6<br>Qр = 919,5 | 3726000 | 1214130,5 | 86322,5  | 1098170,1 | 1464233,3 | 2675,7    | 0  | 7598067,8 |
|   |         | Еобг      | 6535,8   |           | Епред     | 0         |    |           |
| Тм = 4    Np = 3<br>Vм = 75,1<br>Vх = 79,1<br>Qп = 1261,1<br>Qр = 919,5 | 3726000 | 1213521,1 | 69058    | 878536,1  | 1611417,8 | 4269,2    | 0  | 13332092  |
|   |         | Еобг      | 37909,3  |           | Епред     | 5791380,5 |    |           |

Рисунок 9.8 – Окно предварительного просмотра результатов расчета

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок / под ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 1994. – 542 с.
- 2 **Кочнев, Ф. П.** Пассажи́рские перевозки на железных дорогах / Ф. П. Кочнев. – М. : Транспорт, 1980. – 496 с.
- 3 **Кочнев, Ф. П.** Комплексное повышение скоростей движения поездов / Ф. П. Кочнев. – М. : Транспорт, 1989. – 175 с.
- 4 **Пазойский, О. О.** Организация пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте (в примерах и задачах) / О. О. Пазойский, Л. С. Рябуха, В. Г. Шубко; под ред. В. Г. Шубко. – М. : Транспорт, 1991. – 240 с.
- 5 Совершенствование пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте / А. А. Колесов [и др.]. – М. : Транспорт, 1991. – 143 с.
- 6 Организация движения на железнодорожном транспорте : учеб. пособие: В 2 ч. / под ред И. Г. Тихомирова. – Минск : Выш. шк., 1979. – С. 173–176.
- 7 **Редько, Л. А.** Современные технологии перевозочного процесса : пособие / Л. А. Редько, О. Р. Грунтова, Т. В. Пильгун. – Гомель : БелГУТ, 2001. – 70 с.
- 8 **Сыцко, П. А.** Пассажи́рские перевозки : учеб. пособие / П. А. Сыцко, И. Г. Тихомиров, В. Е. Ярмоленко. – Гомель : БелИИЖТ, 1986. – 58 с.
- 9 **Малькевич, Н. Д.** Эффективность эксплуатации длинносоставных пассажирских поездов / Н. Д. Малькевич, А. И. Шелеляев. – Гомель : БелИИЖТ, 1985. – 33 с.
- 10 **Колпаков, В. С.** Совершенствование пассажирских перевозок / В. С. Колпаков, В. Г. Шубко. – М. : Транспорт, 1983. – 191 с.
- 11 **Каретников, А. Д.** График движения поездов / А. Д. Каретников, Н. А. Воробьев. – М. : Транспорт, 1979. – 301 с.
- 12 **Беленький, М. Н.** Экономика пассажирских перевозок / М. Н. Беленький. – М. : Транспорт, 1974. – 272 с.
- 13 **Артынов, А. П.** Пригородные пассажирские перевозки / А. П. Артынов, Н. У. Дмитриев. – М. : Транспорт, 1985. – 161 с.
- 14 **Ярмоленко, В. Е.** Методические указания к курсовой работе «Организация пассажирских перевозок» / В. Е. Ярмоленко, В. В. Кетунов. – Гомель : БелИИЖТ, 1983. – 21 с.
- 15 **Разуваев, А. С.** Расчет расходных ставок по пассажирским и грузовым перевозкам на железнодорожном транспорте / А. С. Разуваев. – Новосибирск : НИИЖТ, 1986. – 22 с.
- 16 Правила тяговых расчетов. – М. : Транспорт, 1985. – 287 с.

*ПРИЛОЖЕНИЕ А*  
*(обязательное)*

**Образец титульного листа пояснительной записки**

Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет транспорта»  
Кафедра «Управление эксплуатационной работой»

Курсовая работа

**«Организация пассажирских перевозок  
на железнодорожном направлении»**

Выполнил студент группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Фамилия, имя, отчество)

Руководитель \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Должность, фамилия,  
имя, отчество)

Гомель \_\_\_\_\_ год

*ПРИЛОЖЕНИЕ Б*  
*(информационное)*

**Расчетные среднесуточные размеры корреспонденции  
на направлении Л – М – Ю**

*Таблица Б.1 – Среднесуточные размеры дальних и местных пассажиропотоков*

| Наименование пунктов | Расстояние, км | Прибытие и отправление пассажиров | Общие размеры пассажиропотока |                                     |
|----------------------|----------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
|                      |                |                                   | тыс. пас.                     |                                     |
|                      |                |                                   |                               | В том числе отправлено со станции Л |
| Л                    | 0              | Выход                             | 14,8                          | 14,8                                |
| Ч                    | 118            | Подход                            | 14,8                          | 14,8                                |
|                      |                | Выход                             | 15,4                          | 14,6                                |
| В                    | 212            | Подход                            | 15,1                          | 14,6                                |
|                      |                | Выход                             | 15,5                          | 14,5                                |
| О                    | 290            | Подход                            | 15,1                          | 14,5                                |
|                      |                | Выход                             | 15,2                          | 14,4                                |
| Б                    | 369            | Подход                            | 15,5                          | 14,4                                |
|                      |                | Выход                             | 12,5                          | 11,2                                |
| С                    | 448            | Подход                            | 12,4                          | 11,2                                |
|                      |                | Выход                             | 12,2                          | 11,0                                |
| Г                    | 491            | Подход                            | 10,5                          | 11,0                                |
|                      |                | Выход                             | 12,0                          | 9,7                                 |
| Д                    | 583            | Подход                            | 13,0                          | 9,7                                 |
|                      |                | Выход                             | 13,0                          | 9,6                                 |
| К                    | 661            | Подход                            | 13,0                          | 9,6                                 |
|                      |                | Выход                             | 11,0                          | 8,4                                 |
| М                    | 752            | Подход                            | 11,0                          | 8,4                                 |
|                      |                | Выход                             | 6,2                           | 6,2                                 |
| Ю                    | 2000           | Подход                            | 6,2                           | 6,2                                 |

*ПРИЛОЖЕНИЕ В*  
(информационное)

**Среднесуточные размеры региональных пассажиропотоков на головном участке Л – Ч**

| Из           | Расстояние, км | На станции |     |      |     |      |     |      |      |      |      |     |     |     | Итого |
|--------------|----------------|------------|-----|------|-----|------|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|-------|
|              |                | Л          | ф   | а    | е   | ж    | п   | н    | у    | р    | з    | х   | т   | Ч   |       |
| Л            | 0              | –          | 703 | 1539 | 532 | 2261 | 257 | 1387 | 846  | 893  | 1577 | 627 | 703 | 675 | 12000 |
| ф            | 7              |            | –   | 19   | 19  | 19   | 57  | 29   | 48   | 38   | 48   | 38  | 48  | 29  | 392   |
| а            | 11             |            |     | –    | 10  | 29   | 29  | 10   | 10   | 19   | 19   | 10  | 10  | 10  | 156   |
| е            | 17             |            |     |      | –   | 19   | 19  | 19   | 19   | 10   | 19   | 19  | 10  | 10  | 144   |
| ж            | 26             |            |     |      |     | –    | 19  | 10   | 19   | 19   | 10   | 10  | 19  | 19  | 125   |
| п            | 41             |            |     |      |     |      | –   | 10   | 29   | 19   | 10   | 19  | 19  | 19  | 125   |
| н            | 52             |            |     |      |     |      |     | –    | 29   | 19   | 19   | 29  | 29  | 10  | 135   |
| у            | 63             |            |     |      |     |      |     |      | –    | 29   | 19   | 19  | 19  | 19  | 105   |
| р            | 72             |            |     |      |     |      |     |      |      | –    | 19   | 19  | 29  | 19  | 86    |
| з            | 82             |            |     |      |     |      |     |      |      |      | –    | 29  | 19  | 19  | 67    |
| х            | 95             |            |     |      |     |      |     |      |      |      |      | –   | 19  | 38  | 57    |
| т            | 109            |            |     |      |     |      |     |      |      |      |      |     | –   | 38  | 38    |
| Ч            | 118            |            |     |      |     |      |     |      |      |      |      |     |     | –   | 0     |
| <i>Итого</i> |                | –          | 703 | 1558 | 561 | 2328 | 381 | 1465 | 1000 | 1046 | 1740 | 819 | 924 | 905 | 13430 |

ПРИЛОЖЕНИЕ Г  
(справочное)

**Технические характеристики тягового подвижного состава**

Таблица Г.1 – Техническая характеристика локомотивов

| Серия локомотива | Мощность, кВт | Максимальная скорость, км/ч | Масса локомотива, т | Длина локомотива, м |
|------------------|---------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|
| ТЭП70            | 2480          | 160                         | 129                 | 22                  |
| ТЭП150           | 3100          | 160                         | 135                 | 21                  |
| ЧС3              | 2804          | 120                         | 85                  | 17                  |
| ЧС4              | 5100          | 180                         | 158                 | 18                  |
| ЧС6              | 8400          | 180                         | 152                 | 32                  |
| ЧС7              | 6160          | 180                         | 160                 | 33                  |
| ЧС8              | 7200          | 180                         | 160                 | 33                  |
| ЧС200            | 8400          | 200                         | 152                 | 32                  |
| ЭП1М             | 4700          | 140                         | 135                 | 33                  |

Таблица Г.2 – Техническая характеристика моторвагонного подвижного состава

| Серия МВПС                    | Составность           | Пассажировместимость, чел. |
|-------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| «Ласточка» (Desiro ML)        | 5 вагонов             | 453                        |
| Hyundai HRCS2                 | 9 вагонов             | 579                        |
| Stadler FLIRT ЭП <sup>М</sup> | 6 двухэтажных вагонов | 1694                       |
| Stadler FLIRT ДП <sup>М</sup> | 6 вагонов             | 847                        |
| Stadler ЭП <sup>Р</sup>       | Мг + Пп + Пп + Мг     | 217                        |
| Stadler ДП <sup>Р</sup>       | 4 вагона              | 260                        |
| Stadler ЭП <sup>М</sup>       | 5 вагонов             | 302                        |
| Stadler ЭП <sup>М</sup>       | 7 вагонов             | 382                        |
| ДР1                           | М + 4П + М            | 632                        |
| ДР2                           | 2М + 2П               | 456                        |
| ДР1Б                          | 6 вагонов             | 392                        |
| ДДБ1                          | 6 вагонов             | 660                        |
| ДП1                           | 1 вагон               | 91                         |
| ДТ1                           | 4 вагона              | 370                        |
| Д1М                           | 4 вагона              | 267                        |
| РА2                           | 2М + 1П               | 600                        |
| ЭВС1/ЭВС2                     | 10 вагонов            | 604                        |
| ЭД1                           | Мг + 10 Пп + Мг       | 1148                       |
| ЭД2Т                          | 10 вагонов            | 1110                       |

Окончание таблицы Г.2

| Серия МВПС | Составность  | Пассажировместимость, чел. |
|------------|--------------|----------------------------|
| ЭД4М       | 2Г + 5М + 3П | 1088                       |
| ЭД9М       | 2Г + 5М + 3П | 1251                       |
| ЭКр1       | 9 вагонов    | 609                        |
| ЭНЗ        | 10 вагонов   | 984                        |
| ЭПЛ2Т      | 8 вагонов    | 1040                       |
| ЭПЛ9Т      | 8 вагонов    | 992                        |
| ЭР1        | 4 вагона     | 486                        |
| ЭР2        | 10 вагонов   | 1050                       |
| ЭР22       | 2М + 2П      | 988                        |
| ЭР2Р       | 10 вагонов   | 1039                       |
| ЭР9        | 2Г + 5М + 3П | 1056                       |
| ЭТ2А/ЭТ2М  | 10 вагонов   | 968                        |
| ЭТ4А       | 10 вагонов   | 1092                       |

*ПРИЛОЖЕНИЕ Д*  
*(справочное)*

**Характеристики пассажирских вагонов**

| Шифр | Тип вагона                                    | Тара вагона, т | Масса брутто вагона, т | Населенность, пас. |
|------|---|----------------|------------------------|--------------------|
| Б    | Багажный                                      | 32             | 60                     | –                  |
| БП   | Багажно-почтовый                              | 48             | 68                     | –                  |
| ПЛ   | С жесткими спальными местами (плацкартные)    | 50             | 57                     | 5                  |
| СВ   | С мягкими двухместными купе                   | 62             | 65                     | 18                 |
| СВМ  | С мягкими двухместными и четырехместными купе | 53             | 56                     | 24                 |
| М    | С мягкими четырехместными купе                | 56,5           | 59,5                   | 32                 |
| К    | С жесткими четырехместными купе               | 52             | 56                     | 36                 |
| О    | Открытого типа с местами для сидения          | 53             | 59                     | 81                 |
| ОБЛ  | Межобластного типа с местами для сидения      | 53             | 57                     | 62                 |
| КР   | Жесткий с четырехместным купе и радиокупе     | 55             | 58                     | 30                 |

ПРИЛОЖЕНИЕ Е  
(справочное)

**Схемы формирования пассажирских поездов различных  
категорий, действующих на Белорусской железной дороге**

*Таблица Е.1 – Схема состава международного скорого поезда 002Б/001Б «Беларусь» в сообщении Минск-Пассажирский – Москва-Пассажирская-Смоленская*

| Порядковый номер вагона  | Тип вагона | Пункты обращения вагона | Число мест в вагонах |          |             |       |
|--|------------|-------------------------|----------------------|----------|-------------|-------|
|  |            |                         | СВ                   | купейных | плацкартных | общих |
| 1  | К          | Минск – Москва          | –                    | 40       | –           | –     |
| 2  | К          | Минск – Москва          | –                    | 40       | –           | –     |
| 3  | СВ         | Минск – Москва          | 20                   | –        | –           | –     |
| 4  | СВ         | Минск – Москва          | 20                   | –        | –           | –     |
| 5  | СВ         | Минск – Москва          | 18/2                 | –        | –           | –     |
| 6  | К          | Минск – Москва          | –                    | 36/4     | –           | –     |
|  | ВР         | Минск – Москва          | –                    | –        | –           | –     |
| 7  | КР         | Минск – Москва          | –                    | 30/10    | –           | –     |
| 8  | К          | Минск – Москва          | –                    | 40       | –           | –     |
| 9ф   | К          | Минск – Москва          | –                    | 36       | –           | –     |
| 10ф  | К          | Минск – Москва          | –                    | 36       | –           | –     |
| 11ф  | К          | Минск – Москва          | –                    | 36       | –           | –     |
| 12ф  | К          | Минск – Москва          | –                    | 36       | –           | –     |
| 13ф  | К          | Минск – Москва          | –                    | 36       | –           | –     |
| 14ф  | К          | Минск – Москва          | –                    | 36       | –           | –     |
| 15ф  | К          | Минск – Москва          | –                    | 36       | –           | –     |
| <i>Всего</i>   |            |                         | 58/2                 | 438/14   | –           | –     |
|  |            |                         | 496/16               |          |             |       |
| <p><i>Примечание</i> – ф – факультативные вагоны, включаемые в состав поезда по указанию пассажирской службы Бел. ж.д.</p> |            |                         |                      |          |             |       |

Таблица Е.2 – Схема состава международного скорого поезда 052Б/051Б «Звезда» в сообщении Минск-Пассажирский – Санкт-Петербург-Витебский

| Порядковый номер вагона  | Тип вагона | Пункты обращения вагона | Число мест в вагонах |          |             |       |
|--|------------|-------------------------|----------------------|----------|-------------|-------|
|  |            |                         | СВ                   | купейных | плацкартных | общих |
|  | Б          | С.-Петербург – Минск    | –                    | –        | –           | –     |
| 1  | ПЛ         | С.-Петербург – Минск    | –                    | –        | 50/4        | –     |
| 2  | К          | Минск – С.-Петербург    | –                    | 36       | –           | –     |
| 3  | СВ         | Минск – С.-Петербург    | 18/2                 | –        | –           | –     |
| 4ф   | СВ         | Минск – С.-Петербург    | 20                   | –        | –           | –     |
| 5  | К          | Минск – С.-Петербург    | –                    | 40       | –           | –     |
|  | ВР         | Минск – С.-Петербург    | –                    | –        | –           | –     |
| 6и   | КРИ        | Минск – С.-Петербург    | –                    | 16/4     | –           | –     |
| 7  | К          | Минск – С.-Петербург    | –                    | 36       | –           | –     |
| 8  | К          | Минск – С.-Петербург    | –                    | 36       | –           | –     |
| 9  | ПЛ         | Минск – С.-Петербург    | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 10ф  | К          | Минск – С.-Петербург    | –                    | 36       | –           | –     |
| 11ф  | К          | Минск – С.-Петербург    | –                    | 36       | –           | –     |
| 19   | К          | Псков – Одесса          | –                    | –        | 54          | –     |
| 21   | Пл         | Псков – Днепропетровск  | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 20   | К          | Псков – Минск           | –                    | –        | 54          | –     |
| 24   | К          | С.-Петербург – Варна    |                      | 36       |             |       |
| 25ф  | К          | С.-Петербург – Варна    |                      | 36       |             |       |
| 26ф  | К          | С.-Петербург – Варна    | –                    | 36       | –           | –     |
| <i>Всего</i>   |            |                         | 38/2                 | 340/14   | 262/8       | –     |
|  |            |                         | 496/16               |          |             |       |
| Примечание – ф – факультативные вагоны, включаемые в состав поезда по указанию пассажирской службы Бел. ж.д. |            |                         |                      |          |             |       |

Таблица Е.3 – Схема состава международного пассажирского поезда 376Ф/375С «Звезда» в сообщении Гомель – Адлер

| Порядковый номер вагона | Тип вагона | Пункты обращения вагона | Число мест в вагонах |          |             |       |
|-------------------------|------------|-------------------------|----------------------|----------|-------------|-------|
|                         |            |                         | СВ                   | купейных | плацкартных | общих |
|                         | Б          | Минск – Адлер           | –                    | –        | –           | –     |
| 31ф                     | ПЛ         | Брянск – Адлер          | –                    | –        | 54          | –     |
| 30ф                     | ПЛ         | Брянск – Адлер          | –                    | –        | 54          | –     |
| 29                      | ПЛ         | Брянск – Адлер          | –                    | –        | 54          | –     |

Окончание таблицы Е.3

| Порядковый номер вагона   | Тип вагона | Пункты обращения вагона             | Число мест в вагонах |          |             |       |
|---|------------|-------------------------------------|----------------------|----------|-------------|-------|
|   |            |                                     | СВ                   | купейных | плацкартных | общих |
| 28  | ПЛ         | Брянск – Адлер                      | –                    | –        | 54          | –     |
| 27  | К          | Гродно – Адлер                      | –                    | 34/4     | –           | –     |
| 26  | ПЛ         | Гродно – Адлер                      | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 13ф   | ПЛ         | Гомель – Адлер                      | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 12ф   | ПЛ         | Гомель – Адлер                      | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 11ф   | ПЛ         | Гомель – Адлер                      | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 10ф   | ПЛ         | Гомель – Адлер                      | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 9ф  | ПЛ         | Гомель – Адлер                      | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 8   | К          | Гомель – Адлер                      | –                    | 32/6     | –           | –     |
| 7   | К          | Гомель – Адлер                      | –                    | 32/6     | –           | –     |
| 6   | КР         | Гомель – Адлер                      | –                    | 30/6     | –           | –     |
| 5   | ПЛ         | Гомель – Адлер                      | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 4   | ПЛ         | Гомель – Адлер                      | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 3   | ПЛ         | Гомель – Адлер                      | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 2   | ПЛ         | Гомель – Адлер                      | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 1   | ПЛ         | Гомель – Адлер                      | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 82  | ВЕД        | Брянск Орловский – Воронеж          | –                    | –        | –           | –     |
| 83  | ВЕД        | Воронеж – Лужки Орловские – Воронеж | –                    | –        | –           | –     |
| 84  | П          | Адлер – Ростов                      | –                    | –        | –           | –     |
| <i>Всего</i>  |            |                                     | –                    | 128/22   | 786/24      | –     |
|   |            |                                     | 914/46               |          |             |       |
| <i>Примечание</i> – ф – факультативные вагоны, включаемые в состав поезда по указанию пассажирской службы Бел. ж.д. |            |                                     |                      |          |             |       |

Таблица Е.4 – Схема состава межрегионального поезда бизнес-класса 706Б/705Р в сообщении Минск-Пассажирский – Гомель-Пассажирский (МВПС)

| Порядковый номер вагона | Тип вагона | Пункты обращения вагона | Число мест в вагонах |          |             |       |
|-------------------------|------------|-------------------------|----------------------|----------|-------------|-------|
|                         |            |                         | СВ                   | купейных | плацкартных | общих |
| 1                       | СИД        | Минск – Гомель          | –                    | –        | –           | 50/2  |
| 2                       | СИД        | Минск – Гомель          | –                    | –        | –           | 41    |
| 3                       | СИД        | Минск – Гомель          | –                    | –        | –           | 52    |
| <i>Всего</i>            |            |                         | –                    | –        | –           | 143/2 |
|                         |            |                         | 145                  |          |             |       |

**Таблица Е.5 – Схема состава межрегионального поезда бизнес-класса 707Б/708Б в сообщении Минск-Пассажирский – Гомель-Пассажирский (локомотивная тяга)**

| Порядковый номер вагона | Тип вагона | Пункты обращения вагона | Число мест в вагонах |          |             |       |
|-------------------------|------------|-------------------------|----------------------|----------|-------------|-------|
|                         |            |                         | СВ                   | купейных | плацкартных | общих |
| 1                       | ОБЛ        | Минск – Гомель          | –                    | –        | –           | 62    |
| 2                       | ОБЛ        | Минск – Гомель          | –                    | –        | –           | 62    |
| 3                       | ОБЛ        | Минск – Гомель          | –                    | –        | –           | 62    |
| 4                       | ОБЛ        | Минск – Гомель          | –                    | –        | –           | 62    |
| 5                       | ОБЛ        | Минск – Гомель          | –                    | –        | –           | 58    |
| 6                       | К          | Минск – Гомель          | –                    | 36       | –           | –     |
| 7                       | СВ         | Минск – Гомель          | 18                   | –        | –           | –     |
| 8                       | КР         | Минск – Гомель          | –                    | 32/4     | –           | –     |
| 9                       | К          | Минск – Гомель          | –                    | 34/2     | –           | –     |
| 10                      | ОБЛБ       | Минск – Гомель          | –                    | –        | –           | 36/2  |
| 11                      | ОБЛ        | Минск – Гомель          | –                    | –        | –           | 53    |
| 12                      | ОБЛ        | Минск – Гомель          | –                    | –        | –           | 53    |
| 13                      | ОБЛ        | Минск – Гомель          | –                    | –        | –           | 61    |
| <i>Всего</i>            |            |                         | 18                   | 102/6    | –           | 509/2 |
|                         |            |                         | 629/8                |          |             |       |

**Таблица Е.6 – Схема состава межрегионального поезда эконом-класса 669Б/670Б в сообщении Минск-Пассажирский – Гомель-Пассажирский (локомотивная тяга)**

| Порядковый номер вагона | Тип вагона | Пункты обращения вагона | Число мест в вагонах |          |             |       |
|-------------------------|------------|-------------------------|----------------------|----------|-------------|-------|
|                         |            |                         | СВ                   | купейных | плацкартных | общих |
| 1                       | СИД        | Минск – Гомель          | –                    | –        | –           | 62    |
| 2                       | СИД        | Минск – Гомель          | –                    | –        | –           | 62    |
| 3                       | СИД        | Минск – Гомель          | –                    | –        | –           | 62    |
| 4                       | ПЛ         | Минск – Гомель          | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 5                       | ПЛ         | Минск – Гомель          | –                    | –        | 50/4        | –     |
| 6                       | К          | Минск – Гомель          | –                    | 36       | –           | –     |
| 7                       | КР         | Минск – Гомель          | –                    | 28/8     | –           | –     |
| 8                       | ПЛ         | Минск – Гомель          | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 9                       | ПЛ         | Минск – Гомель          | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 10                      | ПЛ         | Минск – Гомель          | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 11                      | ПЛ         | Минск – Гомель          | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 12                      | ПЛ         | Минск – Гомель          | –                    | –        | 52/2        | –     |

Окончание таблицы Е.6

| Порядковый номер вагона | Тип вагона | Пункты обращения вагона | Число мест в вагонах |          |             |       |
|-------------------------|------------|-------------------------|----------------------|----------|-------------|-------|
|                         |            |                         | СВ                   | купейных | плацкартных | общих |
| 13                      | ПЛ         | Минск – Гомель          | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 14ф                     | ПЛ         | Минск – Гомель          | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 15ф                     | ПЛ         | Минск – Гомель          | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 16ф                     | ПЛ         | Минск – Гомель          | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 17ф                     | ПЛ         | Минск – Гомель          | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 18ф                     | ПЛ         | Минск – Гомель          | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 19ф                     | ПЛ         | Минск – Гомель          | –                    | –        | 52/2        | –     |
| 20ф                     | ПЛ         | Минск – Гомель          | –                    | –        | 52/2        | –     |
| <i>Всего</i>            |            |                         | –                    | 64/8     | 778/32      | 186   |
|                         |            |                         | 1028/40              |          |             |       |

*Примечание* – ф – факультативные вагоны, включаемые в состав поезда по указанию пассажирской службы Бел. ж.д.

Таблица Е.7 – Схема состава межрегионального поезда эконом-класса 645Б/646Б в сообщении Витебск-Пассажирский – Могилёв-1 (МВПС)

| Порядковый номер вагона | Тип вагона | Пункты обращения вагона | Число мест в вагонах |          |             |        |
|-------------------------|------------|-------------------------|----------------------|----------|-------------|--------|
|                         |            |                         | СВ                   | купейных | плацкартных | общих  |
| 1                       | ОБЩ        | Витебск – Могилёв       | –                    | –        | –           | 109/5  |
| 2                       | ОБЩ        | Витебск – Могилёв       | –                    | –        | –           | 103/5  |
| 3                       | ОБЩ        | Витебск – Могилёв       | –                    | –        | –           | 109/5  |
| 4                       | ОБЩ        | Витебск – Могилёв       | –                    | –        | –           | 103/5  |
| 5                       | ОБЩ        | Витебск – Могилёв       | –                    | –        | –           | 82     |
| <i>Всего</i>            |            |                         | –                    | –        | –           | 506/20 |
|                         |            |                         | 526                  |          |             |        |

Таблица Е.8 – Схема состава регионального поезда бизнес-класса 736Б/735Б в сообщении Витебск-Пассажирский – Могилёв-1 (МВПС)

| Порядковый номер вагона | Тип вагона | Пункты обращения вагона | Число мест в вагонах |          |             |       |
|-------------------------|------------|-------------------------|----------------------|----------|-------------|-------|
|                         |            |                         | СВ                   | купейных | плацкартных | общих |
| 1                       | СИД        | Минск – Орша            | –                    | –        | –           | 60    |
| 2                       | СИД        | Минск – Орша            | –                    | –        | –           | 59    |
| 3                       | СИД        | Минск – Орша            | –                    | –        | –           | 58    |
| 4                       | СИД        | Минск – Орша            | –                    | –        | –           | 62/3  |
| 5                       | СИД        | Минск – Орша            | –                    | –        | –           | 60    |
| <i>Всего</i>            |            |                         | –                    | –        | –           | 299/3 |
|                         |            |                         | 302                  |          |             |       |

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж  
(справочное)

**Система нумерации поездов**

| № п/п   | Наименование поезда   | Номер поезда         |
|---|---|----------------------|
| <i>1 Пассажирские поезда международных линий</i>                                      |   |                      |
| 1.1   | Скорые круглогодичные   | 1–150                |
| 1.2   | Скорые сезонного и разового обращения   | 151–298              |
| 1.3   | Пассажирские круглогодичные   | 301–450              |
| 1.4   | Пассажирские сезонные, разового назначения и детские  | 451–598              |
| 1.5   | Обслуживаемые моторвагонным подвижным составом  | 801–898              |
| 1.6   | Туристические (коммерческие)  | 921–940              |
| 1.7   | Людские   | 941–960 <sup>2</sup> |
| 1.8   | Грузопассажирские   | 961–970 <sup>3</sup> |
| 1.9   | Почтово-багажные  | 971–998              |
| <i>2 Поезда межрегиональных линий</i>   |   |                      |
| 2.1   | Бизнес-класса   | 701–728              |
| 2.2   | Эконом-класса   | 601–698              |
| <i>3 Поезда региональных и городских линий</i>  |   |                      |
| 3.1   | Бизнес-класса   | 731–798              |
| 3.2   | Эконом-класса, в т.ч. приграничные пригородные (региональные)   | 6001–6998            |
| 3.3   | Эконом-класса ускоренные  | 7001–7198            |
| 3.4   | Городские линии   | 7201–7598            |
| 3.5   | Поезда служебного (специального) назначения   | 7601–7628            |
| <i>4 Служебные и технические поезда</i>   |   |                      |
| 4.1   | Служебного (специального) назначения  | 901–920              |
| 4.2   | Состоящие из цельнометаллических вагонов без пассажиров:  |                      |
| 4.2.1   | – составы пассажирских поездов, следующих на технические пассажирские станции и обратно   | 5001–5398            |
| 4.2.2   | – составы пассажирских поездов, следующих на станции отстоя и обратно   | 5401–5498            |
| 4.2.3   | – из пассажирских вагонов, следующих на вагоноремонтные предприятия для всех видов ремонта и обратно  | 5501–5598            |
| 4.2.4   | – подсылка составов под перевозку пассажиров и их возврат к месту приписки, из одного пункта приписки вагонов в другой, передислокация вагонов новой постройки к месту приписки | 5601–5798            |
| 4.2.5   | – из пассажирских вагонов, следующих на базы отстоя и обратно   | 5801–5998            |
| 4.3   | Состоящие из моторвагонного подвижного состава без пассажиров   | 7631–7998            |
| <i>5 Специализированные грузовые поезда, в т.ч. на удлиненных плечах обслуживания</i> |   |                      |
| 5.1   | Рефрижераторные   | 1001–1020            |
| 5.2   | Контейнерные поезда   | 1021–1420            |

Продолжение приложения Ж

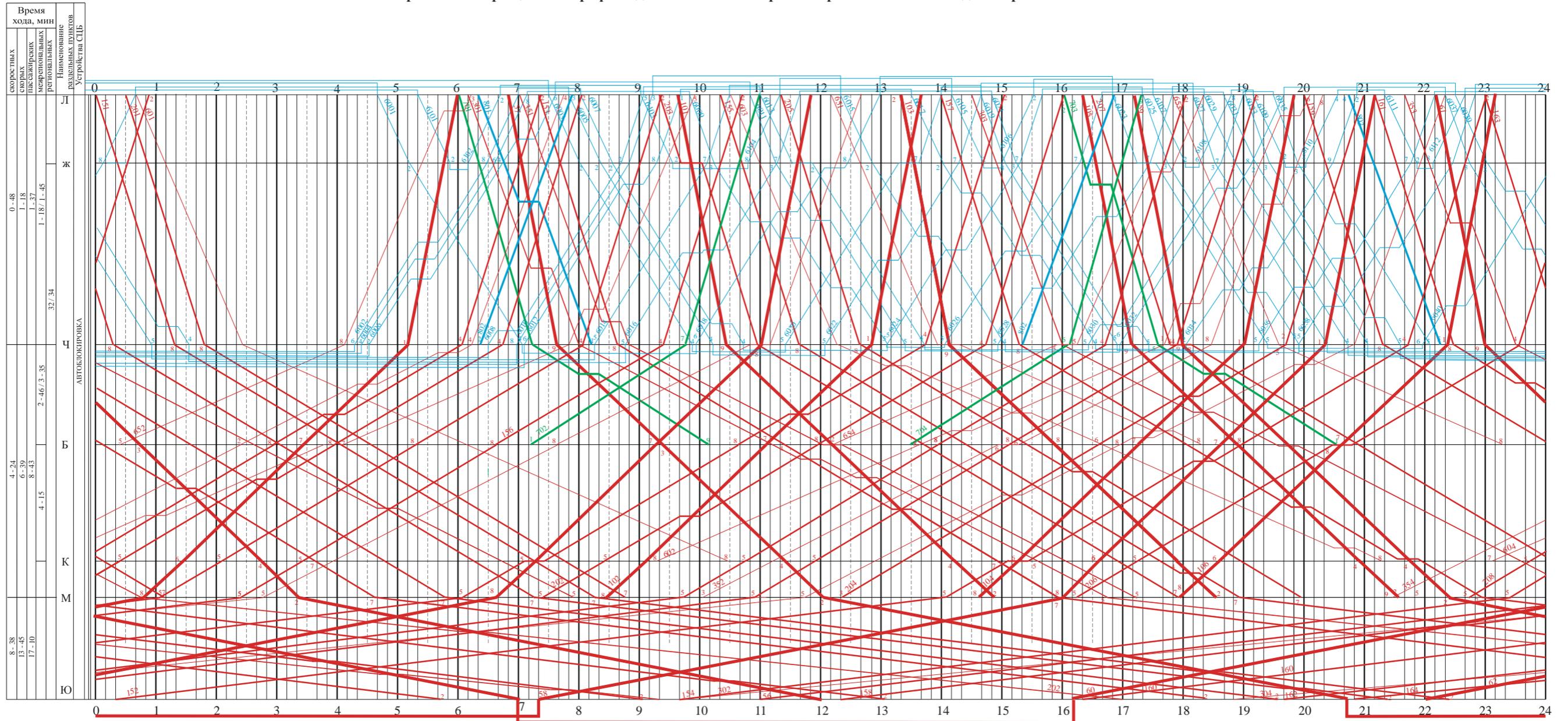
| № п/п                    | Наименование поезда   | Номер поезда |
|--------------------------|---|--------------|
| 5.3                      | Для перевозок груза в контейнерах   | 1421–1440    |
| 5.4                      | Специализированные для перевозки грузов в универсальном подвижном составе   | 1441–1450    |
| 5.5                      | Для перевозки живности  | 1451–1460    |
| 5.6                      | Для перевозки угля, руды, удобрений в кольцевых маршрутах   | 1461–1810    |
| 5.7                      | Для перевозки наливных грузов в кольцевых и технологических маршрутах   | 1811–1998    |
| <i>6 Грузовые поезда</i> |   |              |
| 6.1                      | Соединенные (сдвоенные) поезда, следующие на один и более диспетчерских участков:   | 9201–9298    |
| 6.1.1                    | для первого поезда  | 9201–9248    |
| 6.1.2                    | для второго поезда  | 9251–9298    |
| 6.2                      | Для составов из порожних вагонов в количестве 350–520 осей с одним локомотивом в голове, в т.ч. на удлиненных плечах обслуживания   | 9301–9498    |
| 6.3                      | Поезда повышенного веса, в том числе:   |              |
| 6.3.1                    | весом 6000 т  | 9501–9698    |
| 6.3.2                    | весом 8000 т  | 9701–9750    |
| 6.3.3                    | весом 9000 т и более  | 9751–9798    |
| 6.4                      | Сквозные, в т.ч. на удлиненных плечах обслуживания  | 2001–2998    |
| 6.5                      | Участковые  | 3001–3398    |
| 6.6                      | Сборные   | 3401–3468    |
| 6.7                      | Сборно-участковые   | 3471–3498    |
| 6.8                      | Вывозные – для уборки и подачи вагонов на отдельные промежуточные станции участка   | 3501–3598    |
| 6.9                      | Передаточные – для передачи вагонов с одной станции на другую   | 3601–3798    |
| 6.10                     | Диспетчерские локомотивы – для уборки и подачи вагонов на промежуточные станции   | 3801–3898    |
| 6.11                     | Подача вагонов рабочего парка на перегон для выгрузки в "окно" при производстве путевых работ   | 3901–3978    |
| 6.12                     | Подача вагонов по перевозочным документам под погрузку или выгрузку на примыкание к главным путям на перегоне, внутри-станционные передачи, подача вагонов по договорам на пути (подъездные пути) станций, закрытых для грузовых операций | 3981–3998    |
| <i>7 Локомотивы</i>      |   |              |
| 7.1.3                    | – для подталкивания хозяйственных   | 4191–4198    |
| 7.1.4                    | – от подталкивания грузовых поездов   | 4201–4228    |
| 7.1.5                    | – от подталкивания вывозных и передаточных поездов  | 4231–4258    |
| 7.1.6                    | – от подталкивания хозяйственных поездов  | 4261–4298    |
| 7.2                      | Резервные локомотивы, следующие без вагонов:  |              |
| 7.2.1                    | – от (к) пассажирских, почтово-багажных поездов   | 4301–4358    |
| 7.2.2                    | – от (к) поездов: региональных линий, грузопассажирских   | 4361–4398    |
| 7.2.3                    | – от (к) поездов: ускоренных, соединенных, сквозных, участковых и людских   | 4401–4598    |
| 7.2.4                    | – от (к) поездов: сборных и сборно-участковых   | 4601–4698    |

Окончание приложения Ж

| № п/п                         | Наименование поезда   | Номер поезда |
|-------------------------------|---|--------------|
| 7.2.5                         | – от (на) хозяйственных работ   | 4701–4778    |
| 7.2.6                         | – рельсосмазыватели   | 4779–4798    |
| 7.2.7                         | – от (к) вывозных и передаточных поездов  | 4801–4868    |
| 7.2.8                         | – от (к) маневровых работ   | 4871–4898    |
| 7.3                           | Сплотки резервных локомотивов, находящиеся в эксплуатации:  |              |
| 7.3.1                         | – грузовых  | 4901–4940    |
| 7.3.2                         | – вывозных и передаточных   | 4941–4960    |
| 7.3.3                         | – пассажирских  | 4961–4990    |
| 7.3.4                         | – хозяйственных   | 4991–4998    |
| <i>8 Хозяйственные поезда</i> |   |              |
| 8.1                           | Восстановительные   | 8001–8048    |
| 8.2                           | Пожарные  | 8051–8098    |
| 8.3                           | Снегоочистители и снегоуборочная техника всех наименований  | 8101–8198    |
| 8.4                           | Для выполнения работ по содержанию, техническому обслуживанию, ремонту сооружений и устройств железной дороги:                              |              |
| 8.4.1                         | – щебнеочистительные машины   | 8201–8248    |
| 8.4.2                         | – выправочно-подбивочно-отделочные и рихтовочные машины   | 8251–8298    |
| 8.4.3                         | – путеукладочные и путеразборочные машины   | 8301–8348    |
| 8.4.4                         | – хоппер-дозаторные   | 8351–8398    |
| 8.4.5                         | – рельсовозные  | 8401–8448    |
| 8.4.6                         | – рельсошлифовальные  | 8451–8498    |
| 8.4.7                         | – остальные машины и агрегаты   | 8501–8548    |
| 8.5                           | Путеизмерители, дефектоскопы и вагоны-лаборатории   | 8551–8598    |
| 8.6                           | Авторезины, мотовозы и специальный самоходный подвижной состав  | 8601–8698    |
| 8.7                           | Для перевозки воды по хозяйственным документам  | 8701–8748    |
| 8.8                           | Для перевозки работников пути, контактной сети и т.д. к месту работы и обратно в моторвагонном или специальном самоходном подвижном составе | 8751–8798    |
| 8.9                           | Для перевозки работников пути, контактной сети и т.д. к месту работы и обратно в вагонах с локомотивной тягой                               | 8801–8848    |
| 8.10                          | Работа маломощных диспетчерских локомотивов на перегоне   | 8851–8868    |
| 8.11                          | Работа с поездами по договорам с транспортными организациями железных дорог   | 8871–8898    |
| 8.12                          | При пересылке в ремонт и из ремонта ведомых локомотивов, находящихся в перемещении (неэксплуатируемый парк)                                 | 8901–8918    |
| 8.13                          | Локомотивы с вагонами и сплотки локомотивов, моторвагонный подвижной состав в ремонт и из ремонта   | 8921–8928    |
| 8.14                          | Обкатка локомотивов   | 8931–8940    |
| 8.15                          | Обкатка локомотивов с вагонами  | 8941–8948    |
| 8.16                          | Обкатка составов из порожних пассажирских вагонов и моторвагонного подвижного состава   | 8951–8988    |
| 8.17                          | Для проведения опытных поездок  | 8991–8998    |
| 8.18                          | Из порожних вагонов, не годных под погрузку, следующих в депо для ремонта по специально оформленным документам                              | 9001–9098    |

ПРИЛОЖЕНИЕ И  
(справочное)

Фрагмент сокращенного графика движения пассажирских и региональных поездов на расчетном полигоне



Учебное издание

*РЕДЬКО Лариса Александровна*  
*ЛИТВИНОВА Ирина Михайловна*

ОРГАНИЗАЦИЯ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК  
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ НАПРАВЛЕНИИ

Учебно-методическое пособие

Редактор *И.И. Эвентов*  
Технический редактор *В.Н. Кучерова*  
Компьютерная верстка *М.А. Килочицкой*

Подписано в печать 06.12.2016 г. Формат 60 × 84 1/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 5,11 + 1 вкл. (0,11 усл. печ. л.). Уч.-изд. л. 5,32. Тираж 300 экз.  
Зак. № Изд. № 1

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Белорусский государственный университет транспорта.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/361 от 13.06.2014.  
№ 2/104 от 01.04.2014.  
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель