

РОСЖЕЛДОР
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(РГУПС)

В.Н. Зубков, Н.Н. Мусиенко

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Часть V

Организация пассажирских перевозок
на железнодорожном транспорте

Учебное пособие

Ростов-на-Дону

2007

УДК 656.2 (0.75.8)

Зубков, В.Н.

Организация пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте. В 5 ч. Ч. 5. Технология и управление работой железнодорожных участков и направлений: учеб. пособие / В.Н. Зубков, Н.Н. Мусиенко; Рост. гос. ун-т путей сообщения. – Ростов н/Д: 2006. – 120 с.: ил. Библиограф.: 17 назв.

Изложены основные принципы организации пассажирских перевозок и пути их совершенствования. Освещены вопросы организации работы пассажирской и технической станций, взаимодействия процессов работы технологических элементов пассажирской станции и графика движения поездов, организации движения дальних, местных и пригородных поездов и определения их показателей.

Предназначено для студентов факультета «Управление процессами перевозок» всех специализаций.

Рецензенты: Ш.И. Токаев (СКЖД); д-р техн. наук, проф. В.И. Апатцев (РГОТУПС);

Учебное издание

**Зубков Виктор Николаевич
Мусиенко Нина Николаевна**

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Часть V

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Учебное пособие

Редактор А.И. Гончаров
Техническое редактирование и корректура А.И. Гончаров

Подписано в печать 15.06.07. Формат 60x84/16.
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 6,96.
Уч.-изд. л. 9,45. Тираж 100 экз. Изд. № 4. Заказ №

Ростовский государственный университет путей сообщения.
Ризография РГУПС.

Адрес университета: 344038, г. Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового Полка
Народного Ополчения, 2.

© Ростовский государственный университет
путей сообщения, 2007

ВВЕДЕНИЕ

Система организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте в условиях рынка решает комплекс социальных, функциональных, экономических и технологических задач, направленных на повышение эффективности и качества обслуживания пассажиров.

В социальном отношении основными направлениями реализации задач являются:

- *решение* проблемы приобретения пассажирских билетов;
- *повышение* культуры, качества перевозок и обслуживания пассажиров на вокзалах и в поездах;
- *улучшение* качества технического обеспечения и надёжности технических средств, повышение скорости и стабильности пассажирского движения.

В функциональном отношении необходимо:

- *повышение* конкурентноспособности пассажирских перевозок и регулирования их спроса;
- *укрепление* материально-технической базы, внедрение автоматизированных систем, автоматов, достижений науки и передового опыта;
- *увеличение* технического потенциала, введение прогрессивных технических средств транспорта.

Железнодорожный транспорт – основной, наиболее прогрессивный вид пассажирского транспорта в пригородных, местных и дальних перевозках.

При интенсивном развитии других видов транспорта, железнодорожный занимает ведущую роль в обеспечении пассажирских перевозок.

Доля, приходящаяся на различные виды сообщений:

- в дальнем пассажирообороте – 48,2 %;
- в пригородном пассажирообороте – 51,8 %.

Удельный вес пассажирских перевозок в общем объёме приведённой работы железнодорожного транспорта – 1 %. Доля расходов связанных с перевозками пассажиров – 39,7 %, а доходов – 12,6 %. Доля основных фондов, участвующих в пассажирских перевозках составляет 9,1 % общей стоимости фондов железной дороги.

Одной из основных причин снижения экономической эффективности пассажирских перевозок является: уменьшение пассажиропотока, повышение цен на проездные документы, увеличение оптовых цен на подвижной состав, материальные, топливно-энергетические ресурсы, а также усиление материально-технической базы пассажирских перевозок. Несмотря на это пассажирские тарифы долгое время оставались без изменения.

В связи с ростом инфляции пассажирские тарифы стали поэтапно повышаться, чтобы соответствовать фактическим затратам на перевозки, которые по своим целям и задачам всё в большей степени становятся самостоятельной отраслью, связанной с грузовыми перевозками только движением по одним и тем же путям. Для этого потребовались структурные и организационные перемены, которые ликвидировали межведомственные

барьеры, сосредоточили в одних руках: начальные и конечные операции, обслуживание пассажиров в поездах, подготовку составов в рейс, обеспечили перемещение поездов в соответствии с расписанием. Это привело к усилению прав и ответственности централизованного руководства, которое должно считаться с самостоятельностью и творческой активностью на всех уровнях хозяйствования.

Конкуренция между видами транспорта требует новых, нестандартных подходов в организации пассажирских перевозок. Основными аргументами и факторами, определяющими спрос на пассажирские перевозки остаются: время, затрачиваемое на поездку, стоимость билета, а также время отправления и прибытия на конечные пункты.

Традиционные способы повышения скоростей движения поездов за счет усиления пути и локомотивного парка из-за известной капиталоемкости не могут полностью реализоваться. Снижение затрат времени на поездки следует достигать за счет отдельного освоения прямых пассажиропотоков по зонам дальности скоростными поездами на пассажиронапряженных направлениях.

Так, на скоростном поезде с независимой от профиля пути скоростью, при вечернем от отправлении с начальной станции и утреннем прибытии скоростного поезда на конечный пункт с учетом 10 часов времени на отдых и сон, затраты дневного рабочего времени в поезде и самолете практически выравниваются. Стоимость билета согласно действующих тарифов в купированном вагоне в 4 раза дешевле, чем на самолете, что немаловажно для предпочтения поездов самолетам. Экономически выгодное переключение части пассажиропотока с воздушного транспорта на поезда отвечает возрастающим экономическим требованиям.

1 ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКИМИ ПЕРЕВОЗКАМИ

1.1 Задачи железных дорог в области пассажирских перевозок

Важность оптимизации управления пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте определяется прежде всего их размерами, которые в настоящее время и на ближайшую перспективу будут весьма велики.

Ежедневно услугами железных дорог пользуются миллионы пассажиров. Например, в 2005 г. перевезено 1300 млн. пассажиров. Причиной этого является то, что железнодорожный транспорт обладает рядом *преимуществ перед другими видами транспорта* при перевозке пассажиров, а именно:

- *регулярность* пассажирских перевозок независимо от времени года и погодных условий;
- *большие удобства*, предоставляемые пассажирам в поездах (спальные места, рестораны, вагоны повышенной комфортности и др.);
- большая скорость доставки пассажиров, достигающая 2000 км/сут.
- сравнительно низкая себестоимость проезда.

Эти преимущества требуют гармоничного развития в комплексе совер-

шенствования пассажирского сервиса. Как показывает отечественный и мировой опыт, пассажирские перевозки особенно при наличии сезонности являются нерентабельными и требуют определенной дотации государства. При больших объемах грузовых и пассажирских перевозок на наших дорогах было незаметно, так как расходы, связанные с пассажирскими перевозками, компенсировались за счет доходов от грузовых (перекрестное субсидирование). Однако при переходе на рыночные условия работы этого сделать уже невозможно, так как поддержание высоких тарифов на грузовые перевозки по железным дорогам делают последние неконкурентоспособными. Часть грузовых перевозок по этой причине выполняется другими видами транспорта.

Исходя из этих положений **основной задачей железных дорог** стало снижение себестоимости пассажирских перевозок и повышение доходов за счет создания для пассажиров наиболее благоприятных условий на вокзалах и в процессе поездки. Коренное улучшение пассажирских перевозок осуществляется по следующим направлениям:

- *реорганизация* пассажирских перевозок путем выделения их в отдельную подотрасль и создание федеральной пассажирской компании, дирекции пассажирских вокзалов и др., что позволяет получить дотации из федеральных и местных бюджетов на развитие пассажирских перевозок, привлечь больше грузов и пассажиров, исключить перекрестное субсидирование, снизить тарифы на грузовые перевозки, сократить эксплуатационные расходы на 50 млрд руб., а полученные доходы использовать на покупку локомотивов и вагонов;
- *расширение* ассортимента нетрадиционных услуг, предлагаемых пассажирам на вокзалах и в поездах (минимальные затраты времени на приобретение проездных документов, доставка их на дом, дополнительные удобства в коммерческих вагонах, предоставление разного вида информация, экспресс-посылки, упаковка багажа, передвижные камеры хранения и др.);
- *увеличение* скоростей движения пассажирских поездов за счет повышения качества состояния путей и подвижного состава, сокращения стоянок поездов для технических надобностей, что позволяет ускорить время проезда пассажиров;
- *совершенствование* графика движения поездов для создания пассажирам удобств при отправлении и прибытии на конечные станции;
- *совершенствование* технологии работы пассажирских станций и вокзалов, развитие централизованной продажи билетов с использованием системы «Экспресс-3»;
- *наилучшее использование* подвижного состава (пассажирских вагонов и локомотивов), станционных и вокзальных устройств, что достигается составлением рациональных графиков оборота составов в пунктах приписки и оборота, разработкой эффективного технологического процесса работы станций и вокзалов;
- *экономичность* пассажирских перевозок, снижением их себестоимости и повышение производительности труда работников, связанных с перевозками пассажиров;

- *постоянное совершенствование* технических средств и технологии работы всех звеньев процесса пассажирских перевозок;
- *правильное сочетание пассажирского и грузового движения* (расположение на графике пассажирских поездов не должно нарушать равномерности прокладки грузовых поездов и др.);
- *приведение* технических средств и штата пассажирских подразделений в соответствие с выполняемым объемом перевозок. При этом необходимо наилучшим образом использовать перевозочные средства и штаты пассажирских подразделений при безусловном обеспечении безопасности движения поездов и техники личной безопасности пассажиров и работников транспорта.

1.2 Структура управления пассажирскими перевозками

На сети железных дорог существуют следующие структурные подразделения пассажирского комплекса: государственные унитарные предприятия – дорожные дирекции по обслуживанию пассажиров дальнего следования и дирекции по обслуживанию пассажиров в пригородном сообщении, региональные дирекции по обслуживанию пассажиров на уровне отделений дорог. Организация и технология пассажирских перевозок осуществляется в тесной связи с экономическими интересами предприятий пассажирского комплекса, усилилась их заинтересованность в работе на единый конечный финансовый результат пассажирских перевозок.

Предприятия пассажирского комплекса объединены в обособленную отраслевую производственную структуру с оперативно-производственной и финансово-экономической самостоятельностью. У предприятий пассажирского комплекса развивается экономическая мотивация повышения качества и роста объемов пассажирских перевозок.

В результате структурной реформы изменилась система финансирования линейных предприятий пассажирского комплекса. Получила развитие система пассажирского маркетинга, направленная на исследование рынка пассажирских перевозок, изучение его сегментации, стимулирование спроса на транспортные и иные услуги на основе развития системы прогнозирования объемов пассажирских перевозок с учетом изменения внутренних и внешних факторов.

Аккумуляция в едином комплексе технических средств обеспечивает техническое развитие пассажирского транспорта, реализацию инвестиционных проектов, внедрение пассажирской автоматики и новых технологий по ремонту и эксплуатации подвижного состава. Осуществляется поиск внутренних и внешних привлекаемых источников инвестиций.

Сформирована конкурентная среда в вопросах ремонта и модернизации подвижного состава и в первую очередь пассажирских вагонов. Осуществляется коммерческое использование пространства вокзалов, иного недвижимого и движимого имущества пассажирского комплекса.

Новая структура сформировала основу для конкурентной среды в пас-

сажирских перевозках между дорожными компаниями и иными операторами пассажирских перевозок.

Конкуренция между операторами позволила не только снизить стоимость перевозок, но и повысить их качество и уровень обслуживания, увеличить доходы и эффективность перевозок. Дополнительный финансовый результат направлен на материальное стимулирование работников, расширенное воспроизводство и развитие материально-технической базы пассажирского комплекса.

Изменение структуры управления направлено на достижение единой технической и технологической политики в руководстве и развитии пассажирского комплекса, а также централизованного финансово-экономического управления пассажирскими перевозками, включая взаимодействие с региональными и федеральным бюджетами.

Преимущество новой структуры управления пассажирским хозяйством заключается в сокращении звеньев управления, переходе от территориально-производственной к отраслевой структуре управления, объединении оперативно-производственных и финансово-экономических рычагов управления в едином отраслевом производственном центре – дирекции по обслуживанию пассажиров.

Управление пассажирскими перевозками осуществляется в соответствии со схемой, приведенной на рис. 1.1.

Вопросами обеспечения перевозок пассажиров в дальнем сообщении занимается *Департамент пассажирских перевозок* (рис. 1.2), являющийся центром продаж всем перевозчикам на недискриминационной основе услуг инфраструктуры ОАО «РЖД» в пассажирских сообщениях. На него возложена разработка Правил перевозок пассажиров, графика движения пассажирских поездов, планирование пассажирских перевозок, разработка типовых технологических процессов пассажирских и технических станций и др.

В Департаменте обобщается передовой опыт работы пассажирских станций и вокзалов, пассажирских депо и резервов проводников по обслуживанию пассажиров и пр. Он имеет в функциональном подчинении пассажирские службы железных дорог.

В задачу *Департамента корпоративных финансов* входит разработка проездных документов и снабжение ими через склады бланков билетных касс, проверка на дорогах и станциях правильности поступления доходов от пассажирских перевозок и т. д.

На *Департамент информации и корпоративных процессов управления* (через *Главный вычислительный центр*) возложено внедрение системы Экспресс-3 и ее обслуживание.

Руководство пригородных перевозок осуществляет *Управление пригородных пассажирских перевозок* – центр организации пригородных перевозок. Имеет в функциональном подчинении пригородные службы железных дорог.

Федеральная пассажирская дирекция (рис. 1.3) – центр продаж и организации пассажирских перевозок в дальнем сообщении. Имеет в своем подчинении *региональные дорожные пассажирские дирекции* (РПД).

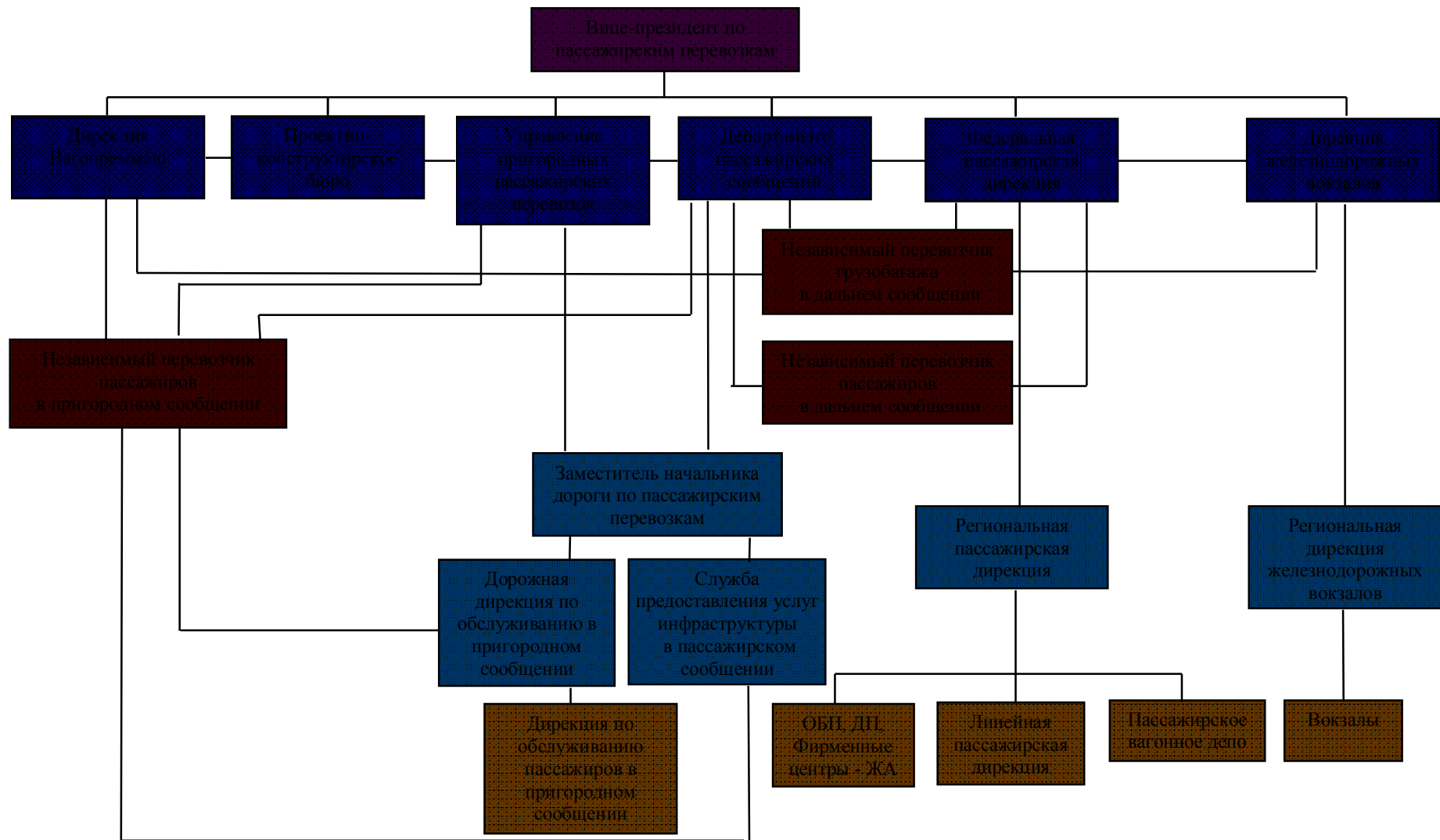


Рис. 1.1. Принципиальная функционально-организационная схема управления пассажирским комплексом ОАО «РЖД»



Рис. 1.2. Структура управления департамента пассажирских перевозок

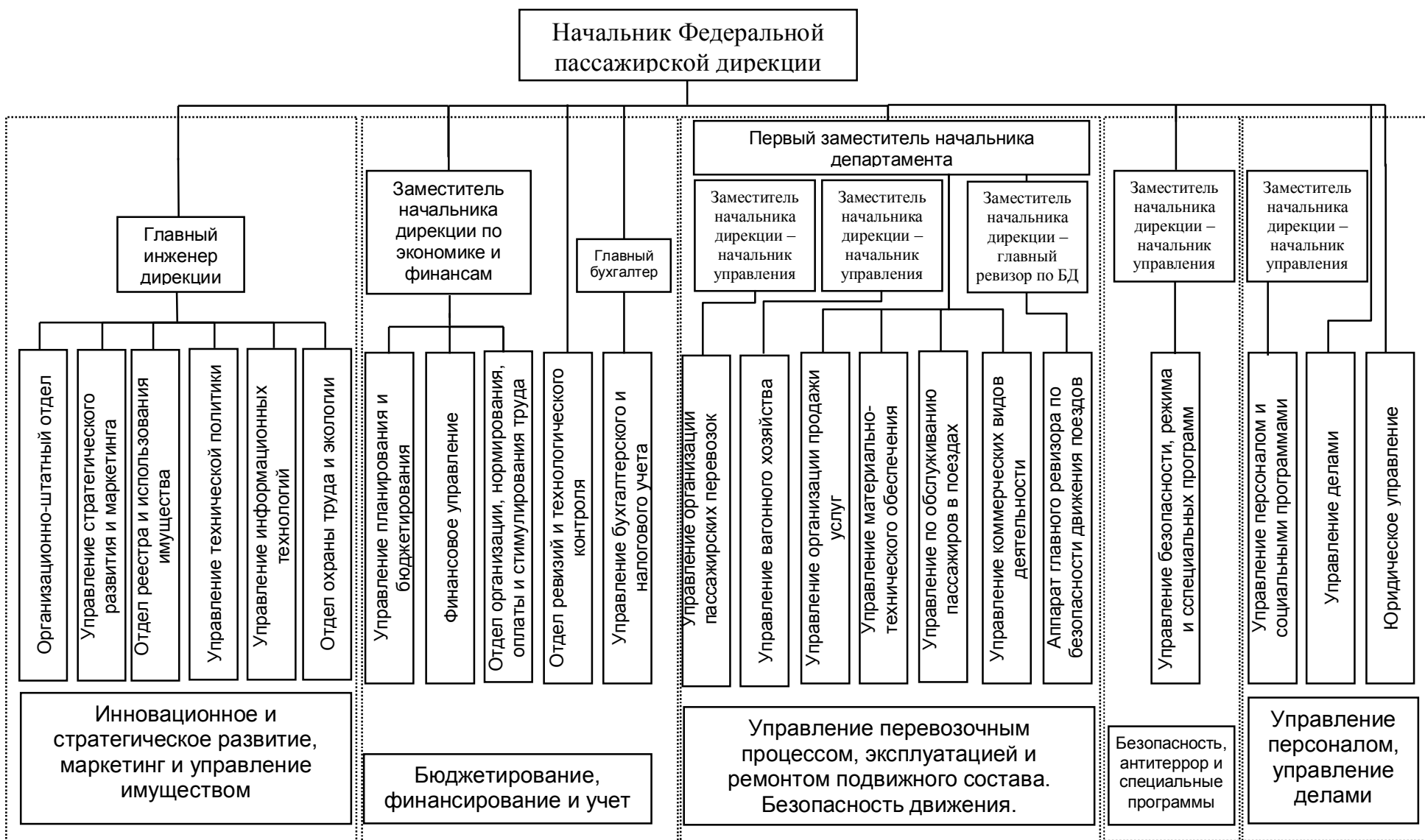


Рис. 1.3. Схема управления Федеральной пассажирской дирекции

Дирекция железнодорожных вокзалов (рис. 1.4) – центр продаж услуг вокзальной инфраструктуры в области пассажирских перевозок в дальнем следовании. Имеет в своем составе (региональные) дорожные дирекции железнодорожных вокзалов (РДВ). На дорогах и отделениях пассажирскими перевозками занимаются *службы по предоставлению услуг инфраструктуры в пассажирском сообщении*.

Они разрабатывают планы пассажирских перевозок, организуют продажу билетов, оперативно регулируют движение пассажирских поездов, определяют потребности в пассажирских вагонах, реконструкции пассажирских станций и вокзалов, реализуют задания и т. д.

Дирекция по ремонту пассажирских вагонов и моторвагонного подвижного состава – центр организации и продаж капитального ремонта пассажирских вагонов и моторвагонного подвижного состава. Имеет в ведении заводы по ремонту пассажирских вагонов и моторвагонного подвижного состава (Заводы ВРМ).

Проектно-конструкторское бюро по пассажирским перевозкам – центр проведения и продаж проектно-конструкторских работ в области пассажирских перевозок. В настоящее время вопросы организации пассажирских перевозок в дальнем сообщении возложены на пассажирскую службу, службу вагонного хозяйства, дирекции по обслуживанию пассажиров и отделения дороги.

Служба по предоставлению услуг инфраструктуры в пассажирском сообщении осуществляет:

- общее руководство в вопросах технологии и технической оснащенности, а также контроль предприятий в части выполнения ими обслуживания пассажиров;
- оперативно-техническое управление пассажирскими перевозками как в дальнем сообщении, так и в пригородном.

Отделение дороги осуществляет руководство хозяйственной и финансово-экономической деятельностью предприятий пассажирского комплекса.

1.2.1 Структура пассажирских дирекций по обслуживанию пассажиров дальнего следования железной дороги

Одним из мероприятий, обеспечивающим функционирование системы, является создание на базе хозяйствующих структур отделений государственных унитарных предприятий «Дирекций по обслуживанию пассажиров дальнего следования железной дороги».

Созданная структура объединяет в единую систему управление пассажирскими перевозками, их организацию, обслуживание пассажиров на вокзалах и в поездах; исключает двойственность руководства со стороны вагонной и пассажирской служб; проводит единую политику в вопросах ремонта подвижного состава, внедрения новых технологий, подготовки кадров; обеспечивает аккумулирование (с правом распоряжения) в едином управляющем органе материальных, финансовых и трудовых ресурсов, а следовательно, обеспечивает их эффективное использование, повышает финансовую результативность пассажирских перевозок дальнего следования, ответственность конкрет-

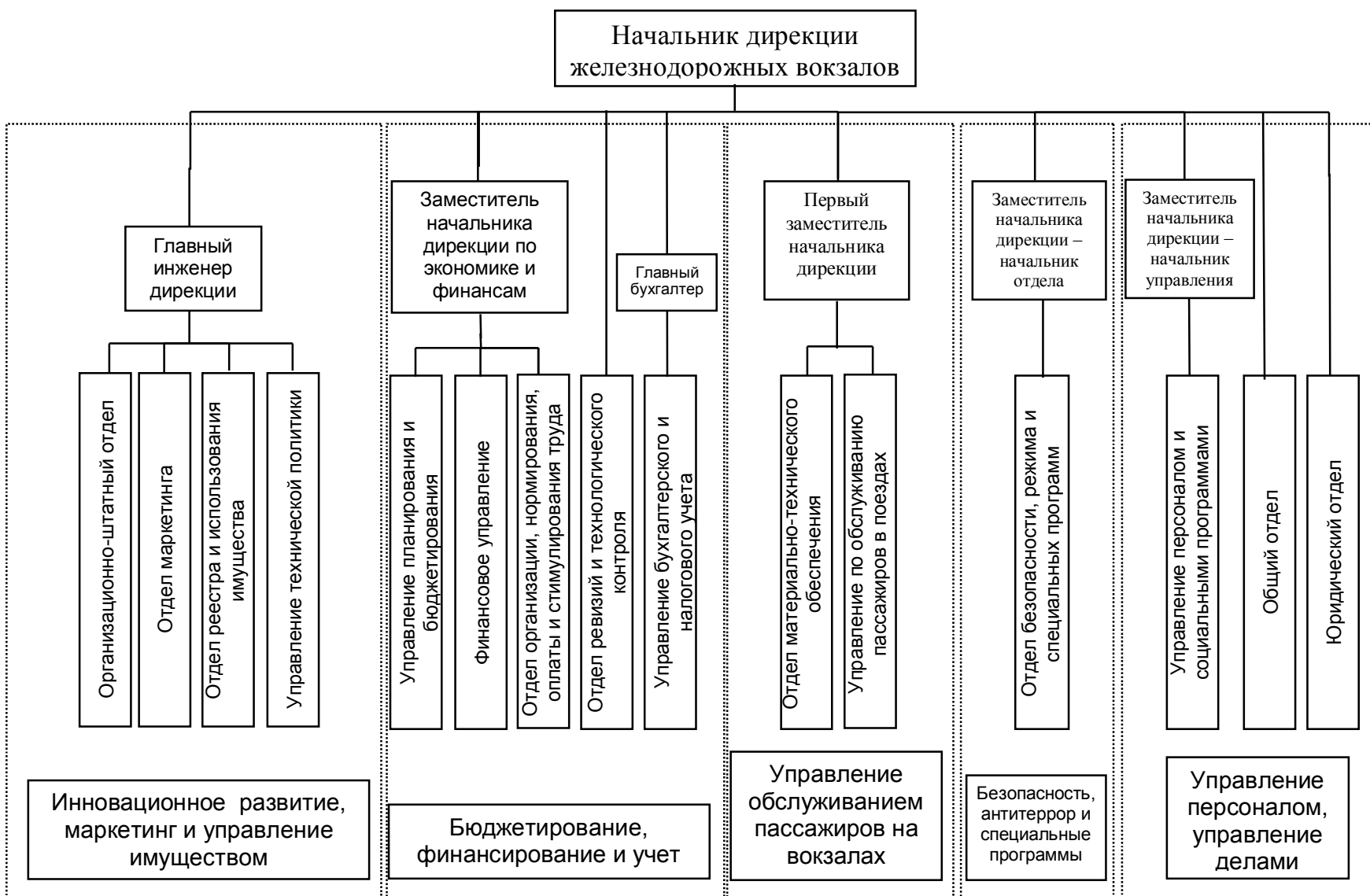


Рис. 1.4. Схема управления дирекции железнодорожных вокзалов

ных органов управления пассажирскими перевозками как за результаты текущей оперативно-производственной деятельности, так и за объемы получаемых и привлекаемых дорогой инвестиционных ресурсов.

Задачами Дирекции являются:

- организация перевозок пассажиров, багажа и грузобагажа, обеспечение пассажиров проездными документами, их культурное и качественное обслуживание в поездах и на вокзалах;
- организация работы по распределению и учету мест в пассажирских поездах;
- разработка графика движения пассажирских поездов под планируемые объемы перевозок;
- проведение расчетов потребности в перевозках пассажиров в дальнем сообщении на планируемый период (год с разбивкой по кварталам);
- оптимизация схем составов;
- подготовка составов в рейс – экипировка, техническое обслуживание и текущий отцепочный ремонт пассажирских вагонов;
- обслуживание пассажирских составов в пути следования (обслуживание вагонов поездными бригадами, а также техническое обслуживание вагонов на промежуточных станциях);
- ремонт и модернизация парка пассажирских вагонов, оборудования и инвентаря;
- обеспечение надлежащего санитарно-технического состояния пассажирских и технических станций, вокзалов, деповских и других объектов;
- другие работы общехозяйственного назначения.

В аппарат управления Дирекции включены следующие отделы обслуживания пассажиров на вокзалах, по контрольно-ревизионной работе, организации перевозок, технологии ремонта и содержания пассажирских вагонов. На балансе региональной дирекции, имеющей статус юридического лица, находится имущество вокзального хозяйства и вагонное депо со штатом поездных бригад и приписным парком пассажирских вагонов

Структурная схема организации ДОП показана на рис. 1.5.

Целесообразность такой структуры дирекции и включения в ее состав вокзальных комплексов обусловлена двумя важными обстоятельствами.

Во-первых, в билетных кассах и справочных службах вокзалов зарождается информация о конкретных направлениях и временных характеристиках пассажиропотоков, спросе на определенные типы вагонов и категории поездов. Она определяет работу всех других подразделений пассажирского комплекса: вагонного депо, резерва проводников, оперативного отдела, службы маркетинга.

Если из структуры дирекции изъять вокзальный комплекс, то пассажирское предприятие не будет ориентировано на решение основной задачи – полное и качественное обслуживание пассажиров.

В этом случае может возобладать принцип *«потребитель для производства»*, а не *«производство для потребителя»*, усилится ориентация не на

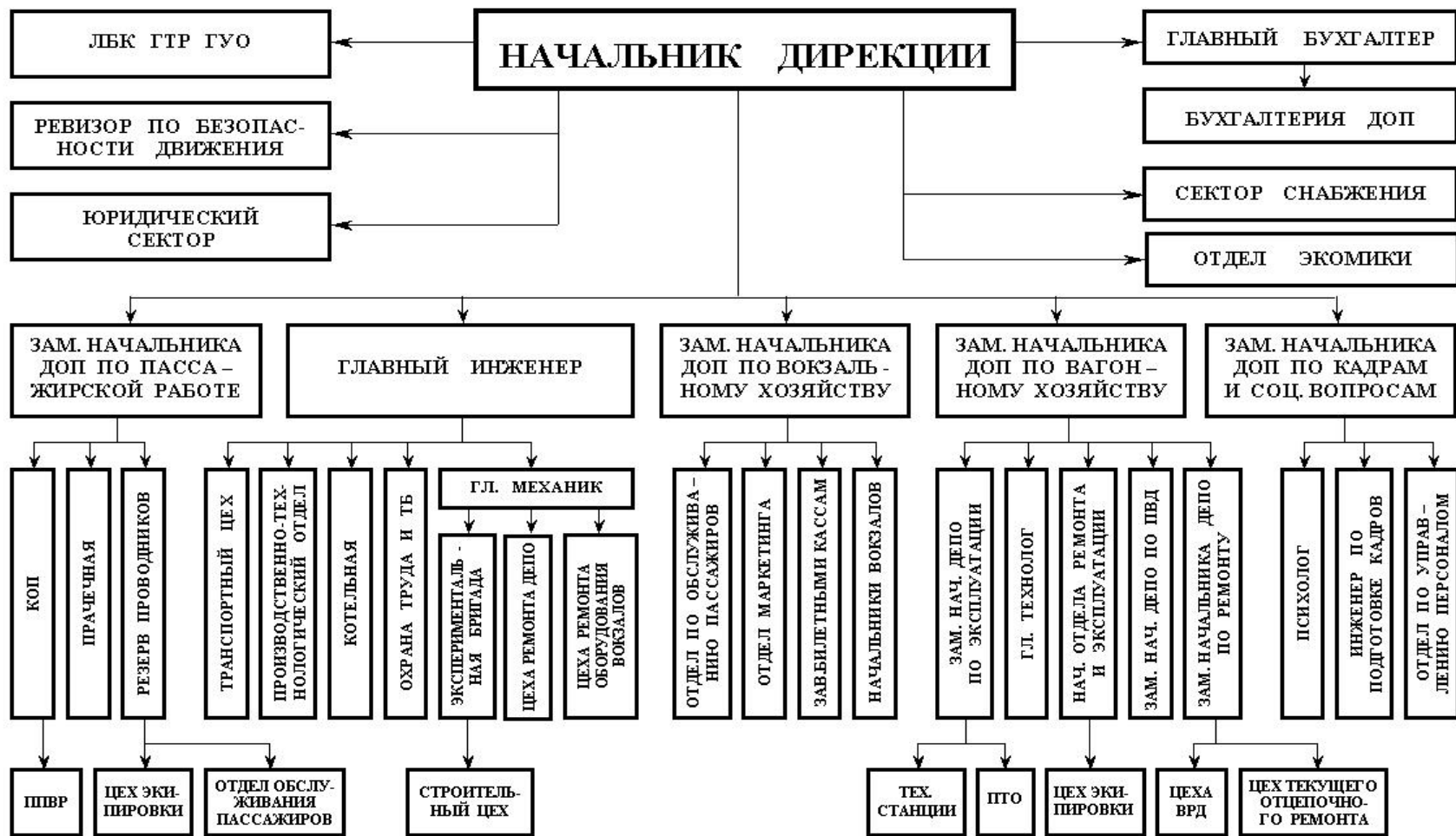


Рис. 1.5. Структура аппарата управления дирекции ДОП

конечный результат, а на «раскручивание» затратного механизма. Это означает, что не будет реализована сама идея создания дирекции как предприятия, эффективно объединяющего все рычаги управления при обслуживании пассажиров (*технология и оперативное управление, техническая политика, экономика, маркетинг и финансы*).

Во-вторых, в составе пассажирского комплекса вокзальное хозяйство представляет собой доходообразующую часть, а вагонное – расходную. С этой позиции целесообразно их объединение в дирекции, что позволяет добиться сбалансированности финансов предприятия и оптимизировать движение финансовых потоков. При этом обеспечивается более рациональное финансовое управление работой пассажирского предприятия.

При разработке *вариантов организационных структур управления* пассажирскими перевозками следует учитывать ряд факторов, в том числе эксплуатационную длину, конфигурацию (разветвленность) и географическое положение дороги, наличие и размещение крупных пассажирообразующих центров, объем и структуру пассажирских перевозок, состояние и перспективы развития материально-технической базы пассажирского хозяйства (вокзальных и вагоноремонтных комплексов).

В зависимости от сочетания этих факторов на железных дорогах используются три варианта организационной структуры дирекций по обслуживанию пассажиров в дальнейшем следовании:

- 1 Региональный;
- 2 Комбинированный;
- 3 Прямое подчинение.

Региональный вариант предусматривает управление пассажирским хозяйством через региональные пассажирские дирекции, образованные, как правило, на базе предприятий пассажирского комплекса одного или нескольких отделений железной дороги. В состав региональной дирекции по обслуживанию пассажиров входят вагонные депо, ПТО, ЛБК, вокзалы, остановочные пункты и т. п. (*такой вариант нашел применение на Приволжской железной дороге*).

Региональный вариант организационной структуры дирекции по обслуживанию пассажиров в дальнейшем следовании представлен на рис. 1.6.

Комбинированный вариант структуры управления характеризуется сочетанием управления через региональные дирекции и прямого управления предприятиями вагоноремонтного и вокзального профиля. Он целесообразен при неоднородном распределении предприятий пассажирского комплекса, т. е. при достаточно протяженной и разветвленной сети дороги и наличии одного-двух пассажирообразующих центров, как правило, крупных железнодорожных узлов с большой концентрацией объектов пассажирского хозяйства. При этом предприятиями пассажирского хозяйства на удаленных участках дороги удобнее управлять через региональные пассажирские дирекции, а расположенными в железнодорожном узле, где, как правило, находится управление дороги, – напрямую через дорожную дирекцию по обслуживанию пассажиров в дальнейшем следовании.



Рис. 1.6. Региональный вариант структурной схемы управления пассажирским хозяйством

Комбинированный вариант организационной структуры дирекции по обслуживанию пассажиров в дальнем следовании представлен на рис. 1.7.

Организационная структура управления пассажирскими перевозками по третьему варианту предусматривает **прямое подчинение** предприятий без создания региональных дирекций.

Такая система управления целесообразна на небольших по протяженности и развитию дорогах при небольшом числе предприятий пассажирского профиля.

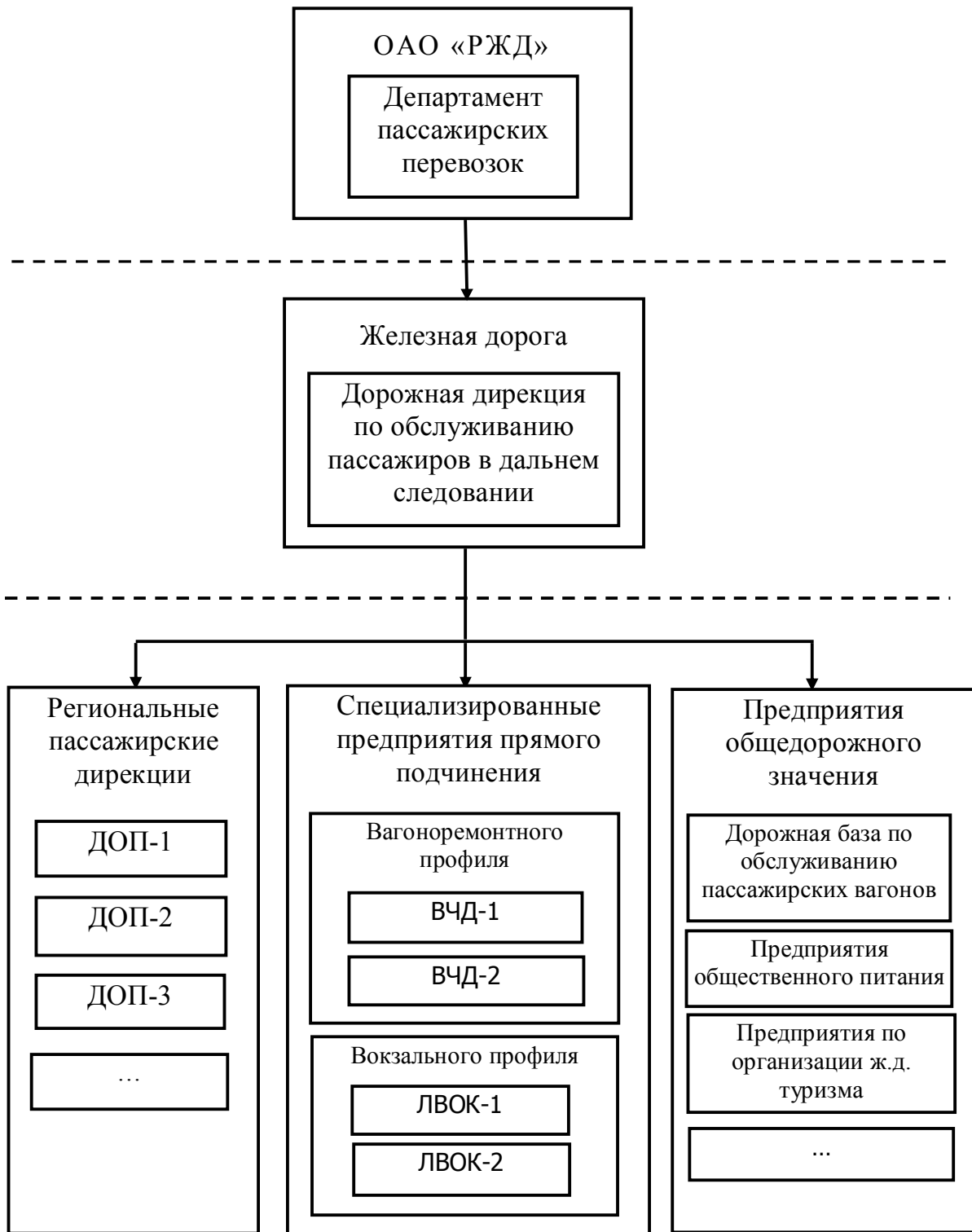


Рис. 1.7. Комбинированный вариант структурной схемы управления пассажирским хозяйством

Организационная структура управления пассажирскими перевозками по третьему варианту представлена на рис. 1.8.

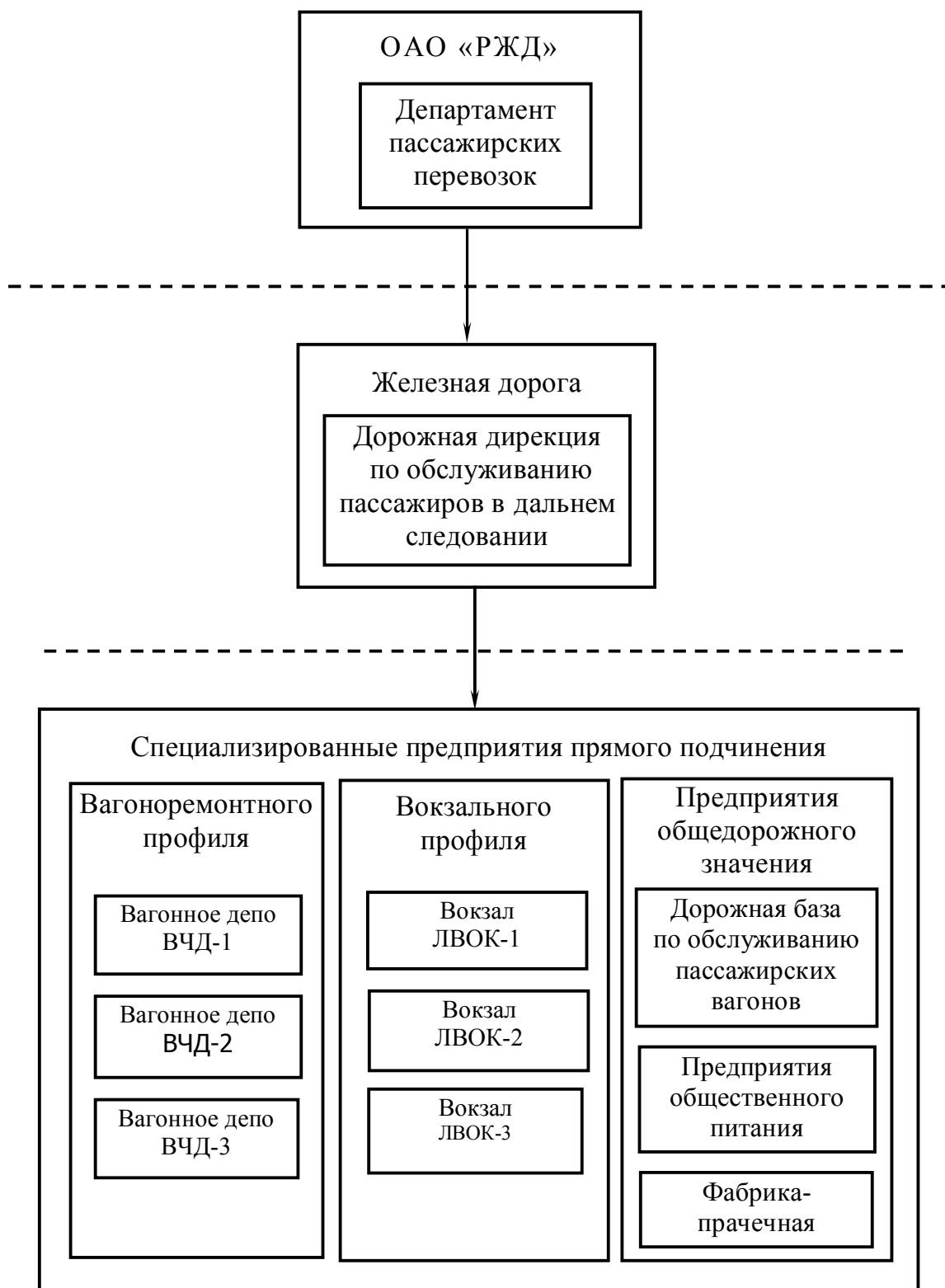


Рис. 1.8. Вариант прямого подчинения по специализированному принципу структурной схемы управления пассажирским хозяйством

1.2.2 Структура пассажирских дирекций по обслуживанию пассажиров в пригородном сообщении

В зависимости от размеров пригородного движения и числа субъектов Российской Федерации, охватываемых полигоном пригородных сообщений, возможны три варианта организационной структуры управления пригородными перевозками:

- 1 Создание в составе дороги одного предприятия по пригородным перевозкам – *дорожной дирекции по обслуживанию пассажиров в пригородном сообщении.*
- 2 Организация в составе дороги нескольких предприятий по пригородным перевозкам – *региональных дирекций по обслуживанию пассажиров в пригородном сообщении.*
- 3 Возложение функций пригородного предприятия на дорожную дирекцию по обслуживанию пассажиров в дальнем следовании.

В состав пригородных дирекций включаются пригородные вокзалы, павильоны, платформы, локомотивные депо.

Разделение функций руководства пассажирскими перевозками между управлением дирекцией должно способствовать управляемости пассажирским комплексом и отсутствию дублирования в управлении.

Для этого в структуре управления дороги сохраняется пассажирская служба или иное подразделение с функциями обеспечения безопасности и единой технологии движения, технической и правовой политики в пассажирском комплексе, взаимодействия всех дорожных служб, осуществляющих пассажирские перевозки, с дирекциями по обслуживанию пассажиров и дирекций между собой. При создании пригородных дирекций обеспечивается обязательное руководство пассажирским предприятием со стороны дорожной локомотивной службы по технологическим и техническим вопросам, связанным с подвижным составом, и по системе подготовки и работы локомотивных бригад. На дирекцию возлагаются функции производственно-хозяйственного управления пассажирскими перевозками.

1.2.3 Порядок финансирования дирекций по обслуживанию пассажиров дальнего следования железной дороги

Механизм финансирования должен решить две основные задачи:

- 1 Создание экономической заинтересованности дирекций в эффективном управлении пассажирскими перевозками;
- 2 Привлечение средств из бюджетов всех уровней для компенсации убыточности пассажирских перевозок.

Механизм финансирования пассажирских предприятий призван способствовать компенсации убытков от пассажирских перевозок за счет привлечения финансовых ресурсов бюджетов всех уровней, поэтапному сокращению

перекрестного субсидирования, экономическому стимулированию эффективно-го использования ресурсов дирекциями. При этом обеспечивается централизованное управление финансовыми ресурсами по пассажирским перевозкам через лимиты авансового финансирования и сохраняется единая система учета, отчетности и планирования эксплуатационных расходов.

Финансовые результаты деятельности по пассажирским перевозкам и работы самих пассажирских дирекций должны быть «прозрачными».

Возможны несколько вариантов формирования финансовых результатов дирекций по обслуживанию пассажиров в дальнем следовании (схема финансирования дорожной дирекции представлена на рис. 1.9).

Вариант 1 Продукцией по перевозкам дирекции является выполненная работа по обслуживанию пассажиров на пассажирских станциях (вокзалах) и в поездах, формированию пассажирских составов, техническому обслуживанию, экипировке и ремонту пассажирских вагонов, находящихся на ее балансе. Расходы на выполнение именно этих работ учтены при построении пассажирского тарифа в части плацкарты. Поэтому на начальном этапе формирования дорожных пассажирских дирекций предлагается, чтобы их доходная часть складывалась из доходов, непосредственно определяемых деятельностью предприятий пассажирского комплекса, а расходы – из затрат на содержание только собственных предприятий и подразделений дирекции.

По первому варианту финансовые результаты деятельности включают в себя:

- доходы от перевозок пассажиров в части плацкарты (начальная операция), включая доплату за фирменность;
- доходы от перевозок багажа;
- доходы от дополнительных услуг, предоставляемых пассажирам;
- доходы от услуг в международном сообщении по пассажирским перевозкам;
- дотации на покрытие убытков дирекции;
- собственные расходы линейных предприятий и других структурных подразделений, входящих в состав дирекции.

При реализации этой модели в доходах дирекции не предусмотрены доходы за движущую операцию (доходы за билет). Они причитаются железным дорогам, которые несут расходы по продвижению поездов.

Введение системы финансирования дорожных пассажирских дирекций дальнего следования по заработанным ими доходам от плацкарты и дополнительных услуг стимулирует эффективную работу создаваемых предприятий.

Недостаток такого механизма формирования финансовых результатов дорожной дирекции по обслуживанию пассажиров в дальнем следовании заключается в неполном отражении всех доходов, расходов и убытков на ее балансе.

Вариант 2 (перспективный) В балансах дирекций отражаются все доходы и расходы от пассажирских перевозок дальнего сообщения, т. е. расходы, которые несут не только предприятия дирекции (ВЧ, ВЧД, ЛВОК), но и других хозяйств (пути, СЦБ, локомотивного и др.) по этому виду сообщения.



Рис. 1.9. Схема финансирования дирекции по обслуживанию пассажиров в дальнем следовании

При этом в *состав доходов пассажирской дирекции* входят доходы от:

- пассажирских перевозок по тарифу в части плацкарты, включая доплату за фирменность билета;
- перевозок багажа и почты;
- дополнительных услуг пассажирам;
- услуг в международном сообщении по пассажирским перевозкам.

Расходы пассажирского предприятия формируются из:

- прямых расходов по пассажирским перевозкам – собственных расходов по перевозочной деятельности предприятий, входящих в состав дирекции;
- оплаты услуг железных дорог по продвижению пассажирских поездов формирования дирекции, других работ и услуг.

Для организации взаимоотношений между дирекциями и железными дорогами вводится автоматизированная система финансовых расчетов, техническая возможность реализации которой создает АСУ «Экспресс-3».

В настоящее время для упрощения расчетов предлагается использовать третий вариант формирования финансовых результатов дирекций по обслуживанию пассажиров в дальнем следовании.

Вариант 3 В расходах инфраструктуры железных дорог по дальним пассажирским перевозкам учитывают издержки на продвижение поездов не только дирекции, но и всех остальных пассажирских поездов дальнего следования, проходящих по дороге, в состав которой входит дирекция. Это же касается и доходов в части билета. В доходах дирекции будут учтены доходы

от перевозки не только от своих поездов, а от всех поездов, прошедших по дороге. В этом случае доходы и расходы дорожной пассажирской дирекции не будут отличаться от доходов и расходов дороги, в которую входит дирекция.

По этому варианту для обеспечения безубыточного функционирования дирекций по обслуживанию пассажиров дальнего следования целесообразно создать фонд финансовой поддержки пассажирских перевозок ОАО «РЖД». Его формирование осуществляется за счет:

- компенсаций из федерального бюджета;
- отчислений из доходов от грузовых перевозок, направляемых на покрытие убытков от пассажирских перевозок. Размер этих доходов согласовывается на определенный период (полугодие или год).

Средства фонда направляются на финансирование дирекций и компенсацию убытков от пассажирских перевозок. Сумма доходов дирекции и средств фонда, величина ее расходов ежемесячно планируются целевым назначением и утверждаются ОАО «РЖД» в составе финансового плана дороги. Создание таких фондов компании ОАО «РЖД» и железной дороги, а также предлагаемый порядок финансирования позволит в явном виде показать размер перекрестного субсидирования и полностью обеспечить адресную направленность и подконтрольность средств на покрытие убытков от пассажирских перевозок. Обязательным условием введения этой системы финансирования является оптимальное распределение ресурсов внутри самой дирекции.

Реализация этих условий возможна по схеме, представленной на рис. 1.10.

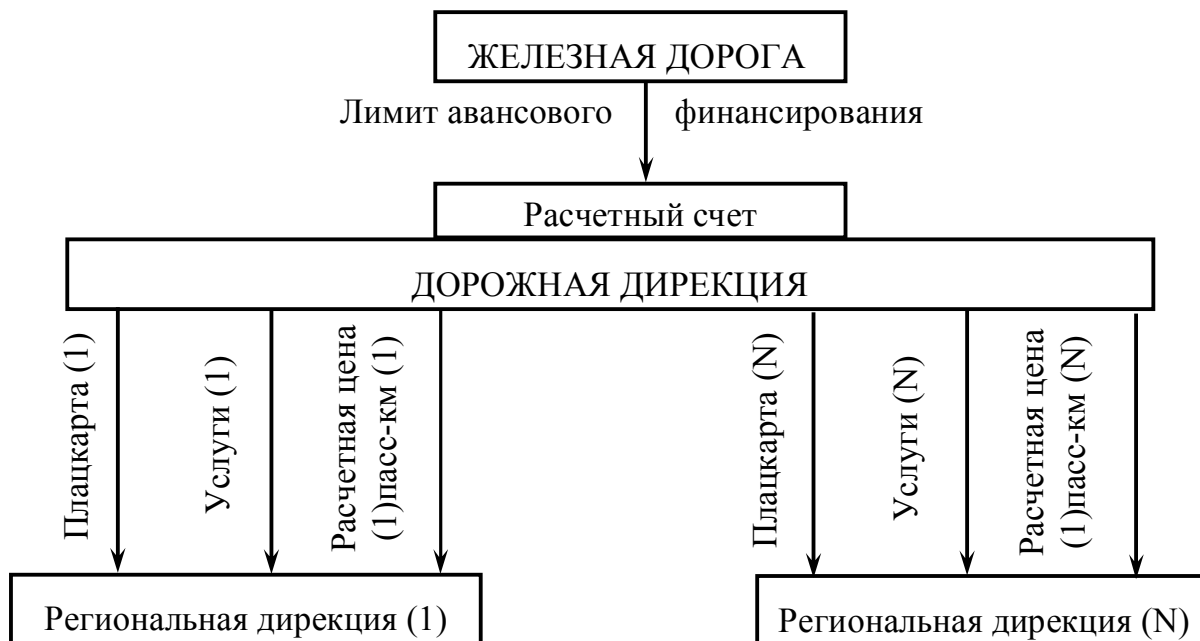


Рис. 1.10. Схема финансирования региональных дирекций, входящих в состав дорожной дирекции по обслуживанию пассажиров в дальнем следовании

Она призвана стимулировать устойчивое функционирование и обес-

печить единство целей всех подразделений, входящих в состав пассажирской дирекции.

1.2.4 Порядок финансирования дирекций по обслуживанию пассажиров в пригородном сообщении

Финансирование дирекций по обслуживанию пассажиров в пригородном сообщении предлагается осуществлять аналогичным способом. При этом на дороге целесообразно создание дорожного фонда финансовой поддержки пригородных перевозок. Предлагаемая схема финансирования пригородных дирекций представлена на рис. 1.11.



Рис. 1.11. Схема финансирования дирекций по обслуживанию пассажиров в пригородном сообщении

Оптимальное распределение ресурсов по схеме финансирования пригородных дирекций представлено на рис. 1.12.



Рис. 1.12. Схема финансирования структурных подразделений региональных дирекций по обслуживанию пассажиров

Эффект от изменения структуры управления пассажирскими перевозками достигается за счет:

- более эффективного внутрипроизводственного управления (сокращения звенности управления; достижения единства технологической и финансовой политики; перехода на маркетинговые принципы управления);
- приведения железнодорожного транспорта в соответствие с фактическими объемами пассажирских перевозок (исключения избыточных мощностей; перехода на экономические взаимоотношения между дорогами и дирекциями);
- перехода на договорные формы взаимоотношений пассажирского железнодорожного транспорта с федеральным и местными бюджетами (повышения финансовой «прозрачности» работы пассажирских дирекций; компенсации федеральным бюджетом убытков от социально значимых дальних пассажирских перевозок и перевозок граждан, имеющих право льготного проезда; участия местных органов исполнительной власти в финансировании пригородных перевозок).

В рамках реформирования отрасли реализуются современные логистические технологии обслуживания пассажиров и маркетинговые принципы управления пассажирскими перевозками, создаются объективные условия для повышения конкурентоспособности железных дорог на рынке транспортных

услуг и обеспечивается выполнение одной из важнейших конституционных гарантий государства – свободы передвижения населения.

1.3 Виды пассажирских перевозок и классификация поездов

В целях наиболее правильного учета особенностей пассажиропотока, создания необходимых удобств пассажирам, наилучшего использования технических средств в зависимости от объема работы, условий проезда, скорости и расстояния следования и других факторов имеет место деление пассажиропотока по видам сообщений, поездов и вагонов – по категориям.

Различают следующие виды сообщений:

- *пригородное* – в пределах пригородного участка, примыкающего к крупному узлу на расстояние 150 км, а в некоторых случаях и более, при зонном тарифе до 200 км;
- *местное* – между станциями одной железной дороги;
- *прямое* – в пределах двух и более дорог;
- *международное* – в пределах двух и более стран.

Прямое и местное сообщения называют дальним.

Поезда, предназначенные для перевозки пассажиров в зависимости от расстояния следования делятся на *дальние* (> 700 км), *местные* (150...700 км) и *пригородные* (до 150 км); от скорости следования – пассажирские с маршрутной скоростью следования до 50 км/ч, скорые – от 50 до 91 км/ч, ускоренные – свыше 65 км/ч, скоростные – от 141 до 200 км/ч, высокоскоростные – свыше 200 км/ч. У скорых наиболее высокая маршрутная скорость благодаря меньшему числу остановок и их длительности. Эти поезда формируют из наиболее комфортабельных вагонов, курсирующих между важнейшими центрами, а также между этими центрами и курортными районами.

Часть скоростных поездов отличаются особой комфортабельностью. Они называются фирменными и носят индивидуальные названия: «Тихий Дон», «Аврора», «Россия» и др. Масса и населенность таких поездов несколько меньше, чем у пассажирских.

У пассажирских поездов меньшая маршрутная скорость из-за большего числа остановок и несколько меньшей технической скорости. Местные пассажирские поезда имеют вагоны с креслами для сидения. Часть из них обслуживаются составами дизель и электросекций и являются ускоренными.

Незначительные, но устойчивые потоки пассажиров обслуживаются отдельными вагонами или группами вагонов прямого беспересадочного сообщения. От станции отправления до станции назначения они следуют с разными поездами, расписания которых согласуются на узловых пунктах перцепки вагонов.

На направлениях, где значительны перевозки багажа и почты, назначаются *почтово-багажные поезда*. В них включаются и пассажирские вагоны.

На малодейственных линиях курсируют *грузо-пассажирские поезда*, сформированные из вагонов грузового и пассажирского парков.

Массовые людские перевозки (например, перевозки строительных отря-

дов, призывников в армию и др.) выполняются *специальными поездами*.

Рост деловых и культурных связей с зарубежными странами обусловил развитие беспересадочных международных сообщений. Поезда и отдельные вагоны, обслуживающие их, называются *поездами и вагонами международного сообщения*.

Для перевозки туристов назначаются *туристические поезда*.

Очередные поезда в порядке приоритетности представлены пассажирскими скоростными, пассажирскими скорыми, остальными пассажирскими, почтово-багажными, воинскими, грузопассажирскими, людскими поездами. Людскими считаются грузовые поезда, в состав которых входят не менее десяти вагонов, занятых людьми.

В зависимости от категории поездов существует следующая нумерация поездов:

- **скорые** – от 1 до 298. При этом скорые поезда:
 - *круглогодичного обращения в дальнем и местном сообщении* получают номера 1 – 148;
 - *сезонного обращения в дальнем и местном сообщении* 201 – 298;
- **скоростные** *круглогодичного и сезонного обращения в дальнем и местном сообщении* 151 – 168;
- **ускоренные** *круглогодичного и сезонного обращения в дальнем и местном сообщении* 171 – 198;
- **пассажирские** в дальнем сообщении:
 - *круглогодичного обращения* 301 – 398;
 - *сезонного обращения* 401 – 498;
 - *разового назначения* 501 – 598;
- **пассажирские** в местном сообщении 601 – 698;
- **поезда служебного назначения** 701 – 748;
- **ускоренные** в дальнем и местном сообщении, обслуживаемые составами *дизель и электросекций*:
 - *повышенной комфортности* 801 – 848;
 - *без предоставления дополнительных услуг* 851 – 898;
 - *почтово-багажные* 901 – 948;
 - *грузо-пассажирские* 951 – 968;
 - *туристические* 971 – 988;
 - *людские* 991 – 998;
 - *пригородные* 6001 – 6998;
 - *пригородные скоростные* 7001 – 7398;
 - *пригородные служебного назначения* 7481 – 7498.

Каждый пассажирский поезд формируется из конкретного числа вагонов определенного типа, называемого его составом. Составы поездов разных категорий (скорых, пассажирских) различны. Конкретное расположение определенного числа вагонов в составе называют *композицией* (схемой). Схемы составов каждой категории унифицированы, чтобы обеспечить их взаимозаменяемость. Это позволяет увеличить среднесуточные пробеги составов.

Вагоны в составах располагают группами по типам, начиная с головы поезда. Схемы фирменных поездов отличаются от унифицированной. Состав

пассажирского поезда отличается от скорого меньшим числом купейных и жестких плацкартных вагонов и большим числом купейных с общими местами и вагонов с местами для сидения. В таком поезде многие пассажиры едут не на всем протяжении его следования, а входят и выходят на станциях, расположенных в пути его следования, поэтому число вагонов со спальными местами может быть сокращено.

1.4 Основные руководящие документы, регламентирующие управление пассажирскими перевозками

К руководящим документам, регламентирующим управление пассажирскими перевозками относятся:

1 *Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации (Устав)*. Устанавливает права, обязанности и ответственность железных дорог и пассажиров, пользующихся железнодорожным транспортом, а также регламентирует основные условия перевозок пассажиров, багажа, грузобагажа и почты.

2 *Правила перевозок и проезда пассажиров*. Содержат условия перевозок пассажиров, тарифную систему (прейскурант 10-02), комплекс стандартов и нормативов по обслуживанию пассажиров. В них также содержатся особые условия пассажирских перевозок, связанных с бесплатным проездом по железным дорогам различных категорий пассажиров, условия перевозок туристов, переселенцев и т. д.

3 *Сборники правил перевозок и тарифов*, издаваемые периодически. Они включают дополнения, изменения к Правилам перевозок и проезда пассажиров, Уставу и др.

4 *Соглашение о международном пассажирском сообщении*. Устанавливает прямое международное сообщение для перевозок пассажиров, багажа и товаробагажа на дорогах государств – участников содружества, Латвийской, Литовской и Эстонской республик.

5 *Правила перевозок воинских пассажиров, багажа и грузобагажа* определяют порядок перевозки воинских пассажиров, багажа и грузобагажа, оформление проездных документов на эти перевозки, условия их выполнения и др.

1.5 Технические средства

К техническим средствам относятся прежде всего пассажирские вагоны и локомотивы, путевое развитие, служебные здания и сооружения, устройства автоматики и телемеханики, предназначенные для обслуживания пассажиров.

Они должны удовлетворять следующим требованиям:

- быть достаточно мощными и соответствовать заданному объему пассажирских перевозок;
- иметь высокую надежность;
- обеспечивать высокие скорости движения и безопасность следования, комфортность поездки пассажиров в поездах и обслуживание их на вокзалах, эффективность и экономичность пассажирских перевозок и др.

На сети железных дорог более 85 % протяженности главных путей имеют тяжелые рельсы (R-75 кг/1 м погонной длины). Для пропуска скоростных поездов укладываются стрелочные переводы пологих марок 1/11, 1/15, 1/22. Получают распространение стрелочные переводы с подвижным сердечником крестовины. Стрелки типа Р-50 марки 1/18 обеспечивают пропуск поездов на боковые пути со скоростями 80-90 км/ч, типа Р-65 марки 1/22 – до 120 км/ч.

Современные пассажирские локомотивы имеют большую мощность и конструктивную скорость от 120 до 180 км/ч. На электрифицированных линиях переменного тока работают локомотивы ЧС-4, ЧС-8 мощностью 5100 и 7200 кВт и скоростью 260 и 180 км/ч, отечественные локомотивы – ВЛ-60 и ВЛ-65. На участках постоянного тока используют электровозы ЧС-2, 3, 6, 7, ЧС-200. Последний позволяет водить поезда со скоростью выше 160 км/ч, его мощность – 8000 кВт. В последние годы Новочеркасским заводом создан новый пассажирский электровоз отечественного производства – ЭП-1.

На неэлектрифицированных линиях вождение пассажирских поездов обеспечивается тепловозами ТЭП60 мощностью 3000 л.с., ТЭП70 – 4600 л.с., конструкционная скорость 160 км/ч и ТЭП75. Тепловозы как и электровозы обеспечивают возможность следования дальних и местных поездов с ходовыми скоростями 120 ... 160 км/ч.

Выбор типа тяги для пригородных сообщений в значительной степени определяется характером тягового обеспечения грузового и пассажирского движений. На электрифицированных линиях пригородные перевозки обслуживают электропоезда. Они обычно состоят из 8, 10 или 12 вагонных составов, которые сформированы из мотор-вагонных секций. Секции состоят из моторного вагона (М), имеющего тяговые двигатели, и прицепного (П), на котором устанавливается дополнительное электрооборудование, необходимое для работы в составе секции. Вагоны секций, имеющие пульт управления, называются головными.

На линиях постоянного тока используют электропоезда ЭР1, ЭР2, ЭР22, ЭР22^М. Число мест для сидения в ЭР1 и ЭР2 – 1056, ЭР22 и ЭР22^М рассчитано на 988 и 968 человек. Число вагонов соответственно (5М + 5П), (4М + 4П), из них два вагона головных.

На участках переменного тока эксплуатируются электропоезда ЭР9 (5М + 2Г + 3П) с числом мест для сидений – 1050 и ЭР11 (П+М+П+М)2 с числом мест 988. Конструкционная скорость электропоездов $V_k = 130$ км/ч.

На неэлектрифицированных железных дорогах пригородное движение обслуживают дизель-поезда, автомотрисы, тепловозы (одна секция), рельсовые автобусы. *Дизель-поезда* (ДП) венгерского производства, состоящие из 2...6 вагонов, суммарной мощностью тяговых двигателей от 620 до 1640 л.с. и максимальной скоростью до 160 км/ч. Отечественные дизель-поезда ДР1А и ДР2 суммарной мощностью от 1600 до 2000 л.с. с числом вагонов в поезде 6, а вместимостью в моторном вагоне 68 человек и прицепном 128 человек. *Автомотрисы* состоят, как правило, из моторного и прицепного вагонов с числом мест в моторном 20, а в прицепном – 100. Мощность автомотрисы – до 400 л.с.

Большинство обращающихся на железных дорогах страны вагонов *цельнометаллические* (ЦМВ). Они имеют электроотопление и кондиционирование воздуха. В перспективе предусматривается снижение тары вагонов за счет применения легких и высокопрочных материалов, алюминиевых сплавов и полимеров. Предусматривается увеличение поставок вагонов с трансформируемыми купе.

В связи с ростом скорости движения важное значение приобретает совершенствование их тормозной системы, автосцепки, рессорного подвешивания. Поезда обычно оборудованы электропневматическими тормозами, применяются также дисковые и магнитные тормоза.

Вагоны подразделяются на *пассажирские, почтовые, багажные, вагоны-рестораны и специальные*. Пассажирские вагоны бывают жесткие, купейные и некупейные (65 %), мягкие купейные, мягко-жесткие (микст) и межобластного сообщения, оборудованные только местами для сидения.

Общее количество вагонов в составе устанавливается в зависимости от населенности, требуемой маршрутной скорости, категории поезда. Масса поезда составляет от 600 до 1100 т. В скорые поезда включается от 10...15 вагонов (багажный, ресторан, 1..2 мягких, остальные жесткие купейные и некупейные вагоны). В состав пассажирских включают от 14 ... 17 вагонов, из которых один мягкий, 2 ... 3 купейных, а остальные – некупейные и общие, багажный и почтовый, ресторан. В состав могут быть включены вагоны, предназначенные для отдельных категорий пассажиров (с детьми, военнослужащих, коммерсантов и др.). В отдельных вагонах выделяются места отдыха для проводников, работников ресторана. В таблице 1.1 приведен пример композиции пассажирского поезда.

Таблица 1.1

Композиция пассажирского поезда

Категория вагонов	Число вагонов	Тара вагонов	Нагрузка от пассажиров и ручной клади	Общий вес каждого вагона	Населенность вагонов	Суммарная населенность	Суммарная масса вагона
Мягкий	1	65	3	68	32	32	68
Купейный	6	61	4	65	36	216	390
Некупейный плацкартный	8	60	6	66	81	648	528
Багажный	1	60	12	72	-	-	72
Вагон-ресторан	1	62	3	65	-	-	65
Итого	17	-	-	-		896	1123

2 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ И ВОКЗАЛОВ

2.1 Назначение и классификация пассажирских станций

Пассажирские станции предназначены для обслуживания пассажиров и выполнения операций с пассажирскими поездами.

Обслуживание пассажиров включает организацию продажи билетов, посадки и высадки пассажиров, хранение ручной клади, прием, хранение, погрузку, выгрузку и выдачу багажа и грузобагажа, информационное обеспечение и другие услуги.

Обработка пассажирских поездов предусматривает ремонт, экипировку, формирование и отстой пассажирских составов, заблаговременную их подачу под посадку пассажиров и отправление по расписанию.

Пассажирские станции сооружаются в административно-хозяйственных и промышленных центрах, курортных районах, в населенных пунктах с морскими и речными портами и на магистральных направлениях со значительным пассажирским движением. Они являются станциями приписки или оборота пассажирских составов. Как правило, к ним примыкают участки с интенсивным пригородным движением.

Пассажирские станции классифицируются по следующим признакам.

По своему назначению и характеру работы они делятся:

- на собственно *пассажирские*, где производятся операции по обслуживанию пассажиров;
- *пассажирские технические*, имеющие пути и устройства для экипировки, переформирования составов, ремонта, дезинфекции и отстоя пассажирских вагонов и др.
- *объединенные*, выполняющие операции по обслуживанию пассажиров и обработке пассажирских составов;
- *зонные пассажирские*, служащие конечными пунктами оборота пригородных составов, располагающиеся в местах резкого спада пригородных пассажиропотоков.

В зависимости от схемы путевого развития различают пассажирские станции *сквозного*, *тушикового* и *комбинированного* типа (рис. 2.1, 2.2, 2.3). На сети больше сквозных станций. Технические станции располагаются, как правило, недалеко от собственно пассажирской станции.

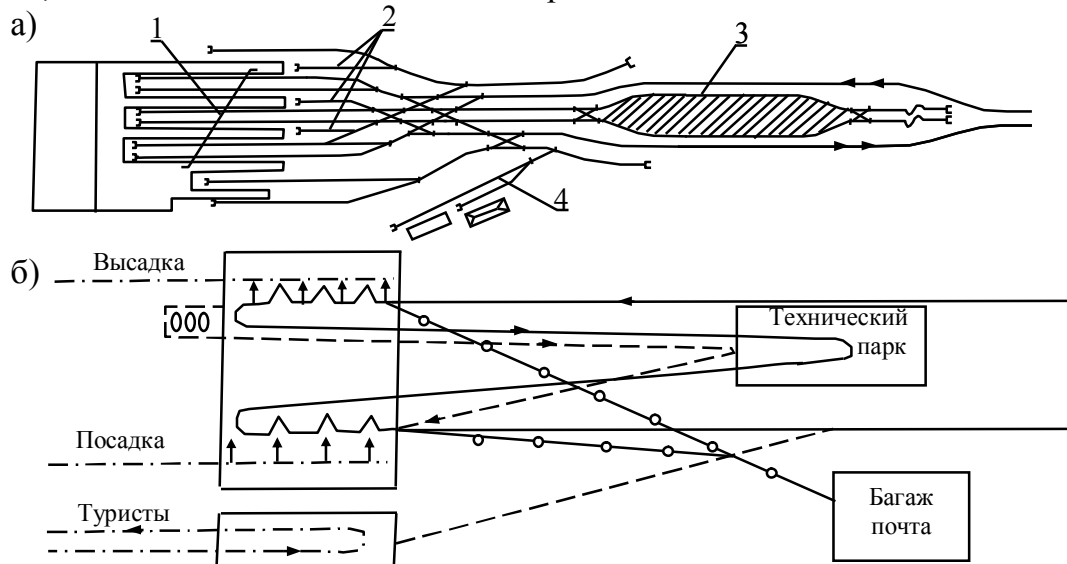


Рис. 2.1. Пассажирская станция тупикового типа:

1 – пути для дальних и пригородных поездов; 2 – пути для стоянки отдельных пассажирских вагонов; 3 – технические станции; 4 – пути для стоянки багажных вагонов

Конструкция пассажирских станций предъявляет определенные требования к развязке пассажиропотоков с соответствующей специализацией перронных путей. Обычно предусматривается развязка пассажиропотоков в прямом и местном сообщениях по прибытии и отправлению. Пригородные пассажиропотоки обслуживаются на специально выделенных перронных путях при отделении их от дальних пассажиропотоков (по маршрутам их следования).

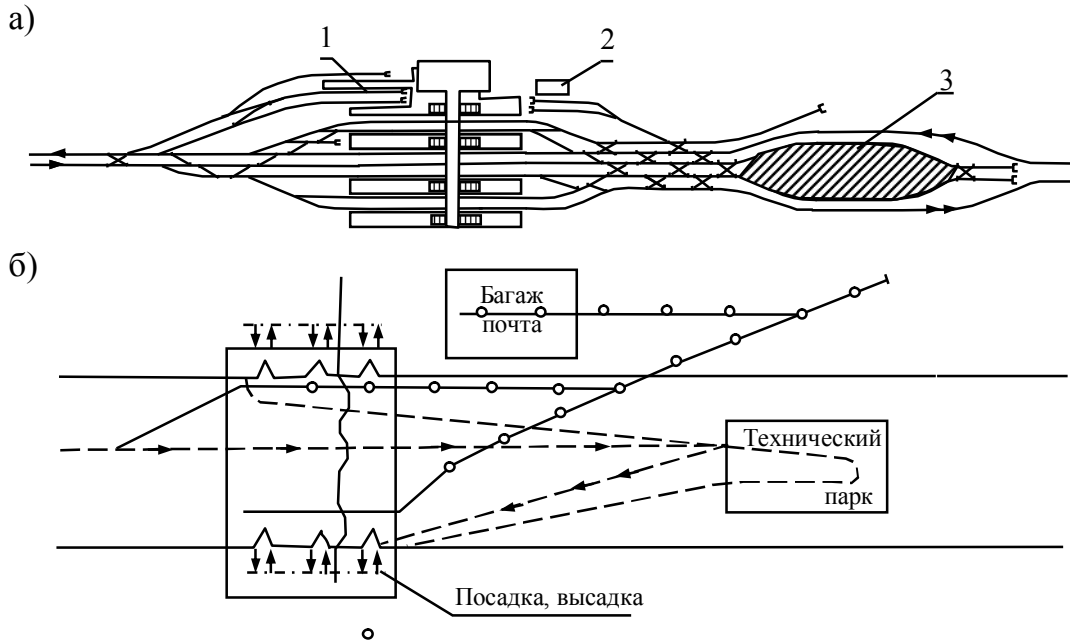
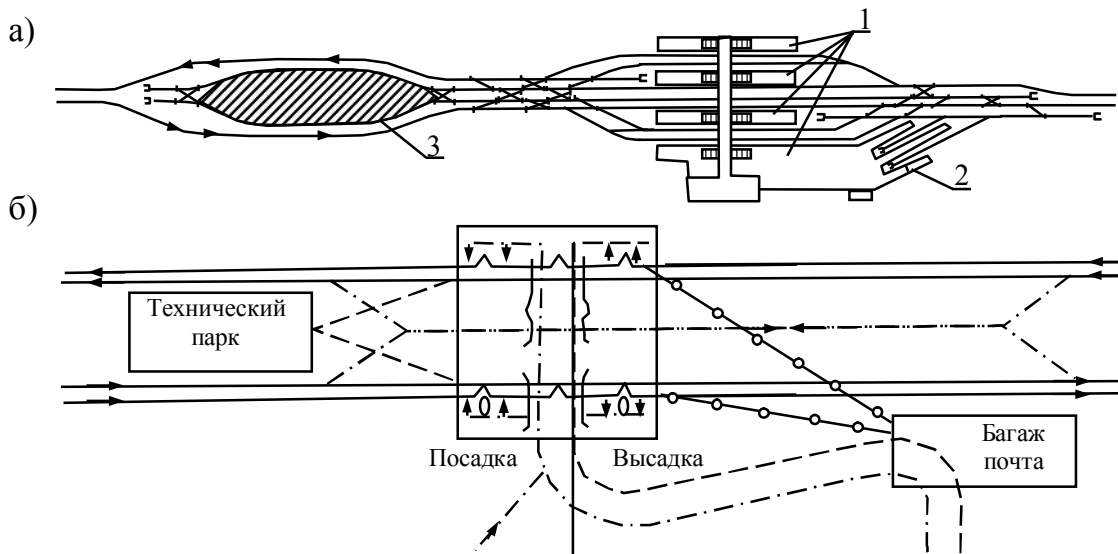


Рис. 2.2. Пассажирская станция комбинированного типа:

1 – группа путей для конечных моторвагонных поездов; 2 – устройства для багажа и почты; 3 – технические станции



- *парк приема составов* с собственно пассажирской станции, где выполняются очистка вагонов и технический осмотр с целью выявления вагонов, требующих отцепочного ремонта. В этом же парке производится сдача грязного белья и съемного инвентаря, внутренняя уборка вагонов;
- *вагономоечная машина*, обеспечивающая наружную обмывку вагонов. Если эта операция производится вручную с использованием средств малой механизации, то пассажирские составы переставляют из парка приема на специальные пути;
- *парк перестроения составов*, где производится отцепка неисправных вагонов, либо вагонов, требующих санитарной обработки с заменой на вагоны такой же категории. Здесь же отцепляются почтовые и багажные вагоны, вагоны-рестораны для последующей подачи их на соответствующие пути станции;
- *вагонное ремонтно-экипировочное депо (РЭД)*, где выполняются внутренний ремонт вагонов, зарядка аккумуляторов, снабжение вагонов водой и топливом;
- *пути отстоя экипированных составов* (парк отправления) в ожидании перестановки их на пути собственно пассажирской станции. Здесь же осуществляется прием составов поездной бригадой проводников, специальной комиссией;
- *пути и специальные ангары для производства дезинфекции и дезинсекции вагонов* по заявке санитарного надзора;
- *пути для почтово-багажных операций, базы вагонов-ресторанов* и некоторые другие устройства, в зависимости от местных условий.

Для отстоя и ремонта вагонов пригородных составов выделяются парки с более короткими путями, а для ремонта электросекций сооружаются моторвагонные депо.

При установлении специализации парков и путей пассажирской станции необходимо руководствоваться следующими требованиями:

- обеспечивать поточность передвижения и составов и вагонов при последовательно выполняемых операциях с целью недопущения возвратных перемещений;
- исключить или снизить число враждебных маршрутов, передвижения пассажирских составов;
- сократить время на производство операций, предусмотренных технологическим процессом, что предполагает, в частности, оборудование междупутий отдельных парков удобными площадками для перемещения средств механизации, доставки запасных частей для ремонта, а также для снабжения вагонов;
- обеспечить безопасность движения и производства маневровой работы, требований охраны труда.

2.3 Структура управления пассажирской станцией. Суточный план организации работы станции

Структура оперативного управления пассажирской станцией определяется *Положением о железнодорожной станции* и объемом работы (рис. 2.4). Руководителем и организатором всей работы пассажирской станции является ее *начальник*. На станциях внеклассных и 1-го класса в состав руководства станции входят заместитель начальника станции, инженер (главный инженер), начальник вокзала и др. *Заместитель начальника станции* обеспечивает выполнение технологического процесса пассажирской и технической станций. *Инженер* (главный инженер) ведает вопросами разработки и внедрения новой технологии и техники развития хозяйства, обеспечения техники безопасности и безопасности движения.



Рис. 2.4. Организация управления пассажирской станции

Непосредственное руководство оперативной работой на собственно пассажирской и технической станции осуществляет *маневровый диспетчер* (ДСЦ). Он обеспечивает своевременно формирование, подачу и уборку составов из парка в парк в соответствии со сменно-суточными заданиями, руководит маневровой работой с пассажирскими и грузовыми вагонами.

Дежурные по станции и паркам обеспечивают прием, отправление и пропуск пассажирских поездов, выполнение маневровой работы по указанию ДСЦ. Для обеспечения рациональной организации работы пассажирской станции составляется *суточный план*. Его основой является технологический процесс и технико-распорядительный акт станции, график движения поездов.

Суточный план рекомендуется составлять на разные размеры движения, на рабочие и выходные дни. На базе суточного плана заместитель начальника станции составляет *сменные планы*. В сменном плане дополнительно к суточному плану указываются номера опоздавших поездов и ожидаемое время прибытия их на станцию, номера отцепляемых от поездов и прицепляемых к ним вагонов и др. В нем также указываются все другие работы, не предусмотренные действующим сменным планом.

На основе сменного плана маневровый диспетчер на каждый 2...3 часа или в зависимости от обстановки дает задания составителям на маневровую работу. При нарушении графика отправления и прибытия поездов, получении заданий на формирование дополнительных составов суточный план корректируется.

2.4 Разработка технологического процесса и суточного плана-графика работы пассажирской станции

При разработке технологий работы пассажирской станции необходимо учитывать ряд особенностей, к числу которых относятся:

- *жесткая схема обращения* пассажирских поездов с четко установленными размерами движения по сезонам года, что дает возможность точно и на длительное время планировать работу пассажирской станции;
- *формирование* каждого состава по определенной, заранее установленной и постоянно действующей схеме, что придает постоянный характер маневровой работе;
- *необходимость* особой осторожности при выполнении маневровой работы с пассажирскими поездами;
- *необходимость* четкого взаимодействия в технологии работы пассажирской станции и вокзала;
- *взаимодействие* элементов пассажирской и технической станции с прилегающими участками.

Работа пассажирской станции организуется согласно технологическому процессу, который составляется на период действия графика движения пассажирских поездов.

Технологический процесс работы пассажирской станции определяет систему обработки поездов различных категорий (транзитных, поездов для которых эта станция является либо пунктом приписки, либо пунктом оборота), устанавливает нормы времени на отдельные операции и порядок их выполнения и завершается составлением суточного плана-графика.

Технологический процесс включает следующие основные разделы:

- *производственную характеристику и техническую оснащенность станции*. Дается специализация парков и отдельных путей, перечень технических устройств и маневровых средств;
- *систему административного и оперативного руководства работой станции*;
- *технологии обработки поездов различных категорий по прибытии и отправлении в соответствующих парках, обработка составов и вагонов на технических станциях*;
- *порядок и технологические нормы на производство маневровой работы*;
- *систему контроля за выполнением основных измерителей и показателей пассажирской работы*.

Для составления суточного плана-графика необходимы следующие данные:

- *схема станции и специализация парков и путей*;
- *графики расписания движения поездов*;
- *графики оборота составов*;
- *нормы продолжительности основных операций с вагонами и*

составами.

Разработанный суточный план-график устанавливает наиболее эффективное использование технических средств подвижного состава и является одним из документов, определяющим показатели работы станции.

2.4.1 Технология обработки транзитных пассажирских поездов

Обработка транзитных пассажирских поездов на перронных путях пассажирской станции включает следующие операции:

- высадка и посадка пассажиров;
- технический осмотр и безотцепочный ремонт вагонов;
- смена поездного локомотива;
- выгрузка и погрузка багажа и почты, а на некоторых станциях и частичная экипировка пассажирских вагонов (водой и топливом), прицепка или отцепка групп вагонов беспересадочного сообщения.

Количество работников ПТО, участвующих в обработке поезда, устанавливается в зависимости от размеров пассажирского движения и времени стоянок поездов. График обработки транзитного пассажирского поезда приведен на рис. 2.5.

№ п/п	ОПЕРАЦИИ	Время, мин				Исполнители	
		До прибытия поезда	0	5	10		15
1	Выход к пути приема работников ПТО, приемосдатчиков груза и багажа, подготовка локомотива	5					Приемщики, работники ПТО, экипировщики
2	Отцепка и уборка поездного локомотива		3				Локомотивная бригада, ДСП
3	Подача, прицепка поездного локомотива, проба автотормозов			8			То же
4	Технический осмотр и ремонт	3	7				Работники ПТО
5	Снабжение водой		10				Экипировщики
6	Снабжение вагонов топливом (зимой)		10				То же
7	Выгрузка, погрузка багажа и почты		12				Приемосдатчики, грузчики, почтовые работники
8	Высадка и посадка пассажиров		12				Проводники, носильщики
Общее время			12				

Рис. 2.5. Примерный график обработки транзитного поезда на станции смены локомотивов и частичной экипировки вагонов

В случае прицепки беспересадочных вагонов последние предварительно осматриваются, снабжаются водой и выставляются на одном из смежных путей приема поезда. Маневры выполняются сразу же после прибытия поезда и, как правило, в хвостовой части поезда. В тех случаях, когда необходимо сделать отцепку вагонов в голове поезда, то она осуществляется сменяемым поездным локомотивом, а прицепка – прицепляемым локомотивом.

Как видно из рис. 2.5, при обработке поездов по прибытии максимальное время занимает посадка и высадка пассажиров. Организация обработки пассажирского поезда осуществляется на основе информации станции о наличии в поездах свободных мест, количества выгружаемых багажа и почты, необходимости ремонта вагонов или других операций. Эта информация доводится до исполнителей. Время на посадку пассажиров в транзитные поезда при *боковом расположении вокзала относительно перронных путей* определяется по формуле:

$$T_{\text{пос}} = \frac{L_{\text{п}}}{2V_{\text{пас}}} + a_{\text{пас}} \cdot t_{\text{пас}} + t_{\text{инт}}, \text{ мин},$$

где $L_{\text{п}}$ – среднее расстояние, проходимое пассажиром от выходных дверей вокзала до своего вагона;

$V_{\text{пас}}$ – скорость передвижения пассажиров по платформе, $V_{\text{пас}} = 50$ м/мин;

$a_{\text{пас}}$ – количество пассажиров, садящихся в вагон;

$t_{\text{пас}}$ – продолжительность посадки одного пассажира, $t_{\text{пас}} = 0,2$ мин;

$t_{\text{инт}}$ – промежуток времени от окончания посадки до момента отправления для обеспечения безопасности пассажиров, $t_{\text{инт}} = 2 \dots 3$ мин.

Минимальное время на посадку пассажиров в поезд при *торцевом расположении вокзала*

$$T_{\text{пос}} = a_{\text{max}} \cdot t_{\text{пос}} + \frac{L_{\text{п}}}{V_{\text{пас}}} + t_{\text{инт}}, \text{ мин},$$

где a_{max} – максимальное число мест в вагоне.

Время на *снабжение водой* определяется в зависимости от числа экипировщиков. При числе бригад равному числу рукавов

$$t_{\text{сн}} = \frac{m \cdot W}{\alpha \cdot k} + \left(\frac{m}{k} - 1 \right) t_{\text{пер}}, \text{ мин},$$

где m – количество вагонов в составе поезда;

W – емкость баков вагона;

k – число рукавов;

α – производительность колонки, м³/мин;

$t_{\text{пер}}$ – время переноса рукава от одного до другого вагона;

B – число бригад водоливов;

$$\text{Если } B < k \quad t_{\text{сн}} = \frac{m}{k} \cdot \left(\frac{W}{\alpha} - t_{\text{пер}} \right), \text{ мин}.$$

Время на *опробование автотормозов*

$$t_{\text{пр}} = \frac{2L_n}{V_{\text{авт}}} + t_{\text{ПЗО}}, \text{ мин},$$

где L_n – проходимое расстояние слесарем автоматчиком при опробовании тормозов.

$V_{авт}$ – скорость передвижения слесаря-автоматчика, $V_{авт} = 100$ м/мин;

$t_{ПЗО}$ – время на подготовительно-заключительные операции.

2.4.2 Технология обработки пассажирских составов по прибытии на конечную станцию

С поездами, прибывающими на конечную станцию, выполняются следующие операции: *отцепка и уборка поездного локомотива, высадка пассажиров, списывание и технический осмотр вагонов, проверка состава работниками санитарно-контрольного пункта, отцепка багажного и почтового вагонов*. Багажный и почтовый вагоны, отцепляемые от поезда, маневровым локомотивом подаются к багажным и почтовым помещениям во время высадки пассажиров. Последовательность и норма времени на отдельные операции указаны на рис. 2.6.

№ п/п	ОПЕРАЦИИ	Время, мин			Исполнители	
		До прибытия поезда	0	5		10
1	Выход к пути приема работников ПТО, носильщиков и др.	5				Причастные работники
2	Отцепка и уборка поездного локомотива (если станция не тупиковая)		3			ТЧМ, ТЧМП
3	Списывание состава	2	5			Работники тех. конторы
4	Высадка пассажиров		10			Проводники, носильщики
5	Технический осмотр		10			Работники ПТО
6	Отцепка багажного и почтового вагонов и подача их под выгрузку		5			Составительская бригада
7	Заезд маневрового локомотива и уборка состава				8	Составительская бригада
Общее время, $T_{техн}$			10			

Рис. 2.6. Примерный график выполнения операций по прибытии дальнего и местного пассажирских поездов на конечную станцию

2.5 Технология обработки составов и вагонов на технической станции

Пассажирские составы, прибывающие на техническую станцию, последовательно передвигаются из одного парка станции в другой, где с ними выполняются операции, показанные в примерном графике обработки составов (рис. 2.7).

№ п/п	ОПЕРАЦИИ	Время, мин					Исполнители
		0	100	200	300	400 500	
1	Выход работников, причастных к обработке поезда, на путь приема	Заблаговременно					Осмотрщики, водоливы, приемщики белья, работники СЭС
2	Техническое обслуживание, внутренний осмотр вагонов, выдача наряда на ремонт	77					Осмотрщики вагонов, слесари
3	Уборка мусора и шлака	35					Рабочие по уборке мусора и шлака
4	Санитарный осмотр вагонов и выдача наряда на дезинфекцию	35					Работники СЭС
4	Санитарный осмотр вагонов и выдача наряда на дезинфекцию	77					Работники СЭС
5	Сдача использованного белья	77					Проводники вагонов, работники ПТО
6	Снабжение вагонов водой и топливом	77					Водоливы, раздатчики топлива
7	Переформирование состава	40	40				Составительская бригада
8	Подача состава в РЭД	5	5				Локомотивная бригада, работники ВММ
9	Подача состава в РЭД	5	5				Составительская бригада, локом-ая бригада
10	Технический осмотр и ремонт состава			235	175		Осмотрщики
11	Ремонт электрооборудования, подзарядка аккумуляторов			235	175		Слесари-электрики, аккумуляторщики
12	Внутренняя влажная уборка вагонов			235	175		Бригада уборщиков
13	Снабжение вагонов бельем и инвентарем			235	175		Проводники вагонов, работники КОП
14	Перестановка состава в парк отстоя и отправления				7	7	Составительская бригада, локом-ая бригада
15	Прием состава комиссией				40	40	Работники СЭС, работники вагонного участка, пассажирской службы
Общее время				444	364		

Рис. 2.7. Примерный график выполнения операций по обработке составов дальних и местных поездов на ПТС

- – Технологическая цепочка обработки местного поезда своего формирования
- – Технологическая цепочка обработки дальнего поезда своего формирования

Обработка вагонов в пассажирском техническом парке должна производиться в строгом соответствии с требованиями ПТЭ, правил и инструкций по технике безопасности, производственной санитарии и противопожарной безопасности.

Продолжительность этих операций обуславливается расположением экипировочных и ремонтных устройств, степенью механизации операций по очистке, экипировке и ремонту вагонов, производительностью применяемых средств механизации и эффективностью принятой системы организации работы. Все операции можно разбить на четыре группы:

1-я группа – удаление из вагонов мусора и шлака, сдача вагонов проводниками (сдача использованного белья, инвентаря, технический осмотр ходовых частей и других узлов вагонов, запись необходимого ремонта в специальную книгу и выдача наряда на его выполнение и др.). Все эти операции, как правило, выполняются в парке приема. Состав пропускается через вагономоечную машину перед подачей в парк приема технической станции или позже.

2-я группа – переформирование состава, выполняемое в парке приема. В процессе этой операции осуществляется замена неисправных и требующих химической обработки вагонов на исправные до подачи состава в ремонтно-экипировочное депо (РЭД). В процессе переформирования состава отцепляется вагон-ресторан и подается на базу под снабжение. Взамен отцепленного в состав включается вагон-ресторан, находящийся на базе снабжения.

3-я группа – подготовка состава в рейс на путях РЭД, выполняемая бригадами, специализированными по внутреннему и наружному ремонту вагонов, ремонту электрооборудования и подзарядки аккумуляторов и т. д. Текущий безотцепочный ремонт выполняют комплексные бригады, включающие специалистов по ходовым частям, ударно-тепловым приборам, переходным площадкам и редукторно-карданным приводам, тормозам, внутреннему оборудованию, системам отопления и водоснабжения, электрооборудования, вентиляции и холодильным установкам, электропитанию и электрооборудованию. Наличие комплексных экипировочных бригад значительно увеличивает производительность операций по внутренней уборке и экипировке пассажирских вагонов. Трудоёмкость работы за счёт механизации внутренней уборки и экипировки при использовании специализированных бригад снижается на 29 %.

Осуществляется внутренняя уборка вагонов и дезинфекционная их обработка. Поступающие на обработку пассажирские составы подвергаются всестороннему санитарному осмотру. В пассажирских вагонах могут проводиться три вида специальной санитарной обработки: *дезинфекция*, *дезинсекция* и *дератизация*. *Дезинфекция* – направлена на уничтожение возбудителей заразных болезней. *Дезинсекцию* проводят для уничтожения насекомых, переносчиков некоторых заболеваний. При выявлении в вагонах грызунов осуществляется их

дератизация. Эти виды работ выполняют представители СЭС на специализированных путях. Для влажной уборки используются общие экипировочные пути. Её можно выполнять одновременно с текущим ремонтом и экипировкой составов.

Для снабжения вагонов бельем, водой, топливом, необходимым инвентарем непосредственно на месте их нахождения размещены устройства для снабжения водой (холодной и горячей), электроэнергией, заасфальтированные междупутья для подвода топлива, постельного белья, деталей, инструментов и других грузов. Здесь же осуществляется опробование автотормозов.

4-я группа – прием подготовленного и экипированного пассажирского состава комиссией, в состав которой включаются представители пассажирской дирекции, резерва проводников, санитарно-контрольного пункта, пожарной охраны. Принятый состав из РЭД переставляется в парк отстоя или отправления, где находится до подачи под посадку на пассажирскую станцию. В парке отстоя или отправления состав принимается бригадой проводников во главе с механиком-бригадиром. Все маневровые передвижения с составом и отдельными вагонами выполняются с помощью маневровых локомотивов.

2.6 Технология обработки пассажирских составов перед отправлением с начальной станции

За 20 ... 30 мин до отправления подготовленный в рейс состав с технической станции подается под посадку пассажиров на перронные пути парка отправления пассажирской станции. Параллельно с посадкой производится списывание состава с натуры, работники ПТО проводят контрольный ТО вагонов. В то же время осуществляется прицепка поездного локомотива и опробование автотормозов пассажирского состава. Примерный график операций с дальними и местными поездами на путях отправления пассажирской станции показан на рис. 2.8.

№ п/п	ОПЕРАЦИИ	Время, мин							Исполнители	
		До прибытия поезда	0	5	10	15	20	25		30
1	Выход к пути приема работников ПТО, оператора технической конторы (ТК)	■								Работники ПТО, оператор ТК
2	Подача состава под посадку	■								Составительская бригада
3	Списывание состава		■							Оператор ТК
4	Технический осмотр		■	■						Работники ПТО
5	Посадка пассажиров				■	■	■	■	■	Проводники вагонов
6	Прицепка локомотива и проба автотормозов							■	■	ДСП, ТЧМ, работники ПТО

Общее время				30			

Рис. 2.8. Примерный график операций по отправлению дальнего поезда
Установлены предельные нормы времени нахождения пассажирских составов в пунктах формирования и оборота (таблица 2.1).

Таблица 2.1

Нормы времени обработки пассажирских составов различных категорий поездов в пунктах приписки и оборота

Категория поезда	Время в пути (в одном направлении), сут	Время на обработку поездов, ч	
		в пунктах приписки	в пунктах оборота
Для обычных поездов			
Дальние, Международные, Скоростные	-	9,5	7,5
Дальние	Более 5	9,5	7,5
	3 ... 5	7,5	5,5
	До 3	7,5	3,5
Местные	-	5,5	2,5
Для длинносоставных поездов (24 вагона)			
Дальние	Более 5	18,0	12,0
	3 ... 5	14,0	9,0
	До 3	12,0	6,0

Общее время обработки пассажирского состава на станции приписки под всеми видами операций составляет 3 ... 4 ч. На станциях оборота пассажирских составов продолжительность их несколько меньше (2 ... 3 ч), так как некоторые операции (сдача вагонов и неиспользованного белья, снабжение чистым бельем и т. д.) не производится.

2.7 Операции с пригородными составами на головных пассажирских и технических станциях

Как уже было сказано, перевозка пригородных пассажиров выполняется пригородными поездами на тепловозной тяге, электропоездами, автомотрисами, дизельными поездами и рельсовыми автобусами.

Движение пригородных поездов может быть организовано по *обычному* (в пределах одного участка) и *маятниковому графику* (с переходом поезда с одного участка на другой). При обычном графике оборот пригородного состава осуществляется на головной пассажирской станции.

Маятниковый график предусматривает пропуск пригородных поездов с одного примыкающего к головной станции пригородного участка на другой без оборота по головной станции. Оборот и отстой составов в этом случае выпол-

няется на зонных станциях. Однако вследствие неравномерного распределения размеров пригородного движения по участкам их обращения по маятниковому графику может лишь пропущена только часть поездов (рис. 2.9). Движение остальных поездов выполняется по обычному графику.

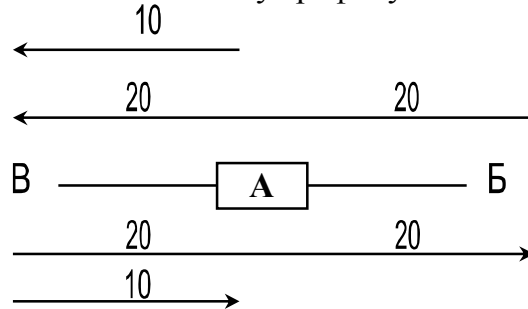


Рис. 2.9. Схема участков обращения пригородных поездов

Например, если на участке ВА размеры пригородного движения составляют 30 пар поездов, а на участке АБ – 20 пар поездов, то при таком соотношении числа пригородных поездов маятниковым движением будет охвачено 20 пар поездов, которые на основной пассажирской станции А будут иметь остановки, как на промежуточных станциях. Движение остальных 10 пар поездов организуется по обычному графику с оборотом по станции А.

С пригородными поездами, имеющими оборот на пассажирской станции, выполняются операции по посадке и высадке пассажиров, техническому осмотру и уборке вагонов. В то же время осуществляется обгон локомотива или переход локомотивной бригады в другую кабину управления и опробование автотормозов. Примерный график обработки пригородного поезда на пассажирской станции показан на рис. 2.10.

№ п/п	ОПЕРАЦИИ	Время, мин				Исполнители
		0	5	10	15	
1	Высадка пассажиров	3	5			ТЧМ, составительская бригада
2	Уборка вагонов		3	3		ТЧМ, составительская бригада
3	Посадка пассажиров			3	5	Дежурный по вокзалу
4	Технический осмотр		10	10		Работники ПТО
5	Обгон локомотива	3				ДСП, ТЧМ
6	Опробование автотормозов			4	8	ТЧМ, слесари-автоматчики
Общая продолжительность		10			13	

Рис. 2.10. Примерный график обработки пригородного поезда без передачи на техническую станцию

□ – электропоезд ▨ – поезд с локомотивом

Один раз в сутки пригородный состав должен подвергаться влажной уборке и экипировке. В этом случае после высадки пассажиров на пассажирской станции пригородный состав подается на техническую станцию (в технический парк) где с ним выполняются операции, показанные на рис. 2.11.

№ п/п	ОПЕРАЦИИ	Время, мин									Исполнители			
		0	10	20	30	40	50	60	70	80				
1	Подача состава на техническую станцию	▨												
2	Выход на путь приема работников комплексной бригады		▨											
3	Отцепка поездного локомотива			▨										
4	Пропуск состава через вагономоечную машину				▨							ТЧМ		
5	Технический осмотр и текущий ремонт вагонов							▨				Работники вагонного участка		
6	Санитарный осмотр и санитарная обработка								▨			То же		
7	Очистка ходовых частей									▨		То же		
8	Снабжение вагонов водой и топливом										▨	То же		
9	Внутренняя влажная уборка										▨	Работники вагонного участка		
10	Прием состава											▨	Специальная комиссия	
11	Постановка состава в парк отстоя и отправления												▨	Составительская бригада
	Общее время												▨	

Рис. 2.11. Примерный график обработки пригородного состава на технической станции

Экипировка электропоезда совмещается с его профилактическим осмотром в моторвагонном депо (рис. 2.12).

Полная экипировка автомотрисы и рельсового автобуса может выполняться технической станцией, имеющей для этого соответствующие устройства. Дизель-поезда экипируются на технических станциях, а их ремонт предусматривается в специальном депо.

№ п/п	ОПЕРАЦИИ	Время, мин							Исполнители	
		0	20	40	60	80	100	120		140
1	Подача электропоезда на деповские пути	3								ДСП, ТЧМ
2	Пропуск состава через вагономоечную машину		15							ДСП, ТЧМ, составитель
3	Выход на путь приема работников комплексной бригады	3								Работники ПТО
4	Постановка на канаву и расцепление по секциям		10							Работники РЭД
5	Профилактический осмотр					100				Работники ПТО
6	Санитарная обработка		15							Работники СЭС
7	Наружная уборка вагонов				60					Работники РЭД
8	Внутренняя влажная уборка				40					То же
9	Прием состава комиссией							15		Комиссия
10	Сцепление секций и проба автотормозов								15	ТЧМ
11	Подача состава под посадку								3	ДСП, ТЧМ
Общее время						135				

Рис. 2.12. График операций по экипировке и профилактическому осмотру электросекций в моторном депо при обмывке состава на вагономоечной машине

2.8 Проверка числа приемоотправочных путей для пропуска пассажирских и пригородных поездов

С целью сокращения простоя составов необходимо, чтобы существующее количество приемоотправочных и экипировочных путей для отстоев составов

удовлетворяло фактическому числу обрабатываемых поездов.

Для посадки и высадки пассажиров по прибытии и отправлению число путей определяется по формуле:

$$m_{\text{по}} = \frac{t_{\text{ст}}}{I_{\text{пр}}} + 1, \text{ путей,}$$

где $t_{\text{ст}}$ – время стоянки поездов на станции по прибытии и отправлении, мин., берётся из технологических графиков;

$I_{\text{пр}}$ – попутный интервал прибытия, мин.

Пригородные поезда обслуживаются на тех же путях, что и пассажирские.

Для оборота и отстоя составов в техническом парке станции число путей определяется по формуле:

$$m_{\text{об}} = \frac{\sum N_c (t_{\text{об}} - t_{\text{пер}})}{1440} \cdot K, \text{ путей,}$$

где $\sum N_c$ – количество обработанных составов на технической станции.

$t_{\text{об}}$ – общее время обработки состава, мин.

$t_{\text{пер}}$ – время обработки состава на перронных путях, мин.

K – коэффициент неравномерности прибытия поездов;

Для экипировки и отстоя составов число путей определяется:

$$m_{\text{эк}} = \frac{\sum N_c \cdot t_{\text{эк}}}{T_{\text{эк}} \cdot A_{\text{эк}}},$$

где $t_{\text{эк}}$ – время занятия экипировочных устройств, ч.

$T_{\text{эк}}$ – продолжительность работы экипировочных устройств, $T_{\text{эк}} = 12$ ч.

$A_{\text{эк}}$ – количество экипировочных устройств.

2.9 Взаимодействие процессов работы технологических элементов пассажирской станции и графика движения поездов

Последовательная работа технологических элементов пассажирской станции вызывает необходимость согласования мощности таких элементов с целью недопущения потери номинальной мощности каждого из них из-за подпора, выражающегося в возможном блокировании работы предыдущего элемента в отдельные периоды времени.

Рациональное взаимодействие между ними предъявляет требование к соответствию взаимных технических мощностей каждого технологического элемента с работой смежных с ним технологических элементов станции. В случае необходимости мощность отдельных технологических элементов увеличивается за счет числа путей, бригад, выполняющих данную технологическую операцию, числа маневровых локомотивов и за счет сокращения технологического времени на выполнение операций (увеличения числа групп в бригадах, механизации и автоматизации производственных процессов).

Взаимодействие с графиком движения работы пассажирской станции выражается двояко: либо соблюдением требований к указанному графику со стороны станции, либо требованиями организации работы технологических элементов станции в соответствии с указанным графиком движения пассажирских поездов.

В принятом графике движения пассажирских поездов должен быть выдержан интервал между прибытием и отправлением пассажирских поездов по обороту на данной станции, обеспечивающей возможность выполнения технологических операций с составом поезда, для которого станция является пунктом приписки либо оборота, т.е. должно быть выдержано условие:

$$I_{\text{по}} \geq T_{\text{техн}}^{\text{об}}$$

где $I_{\text{по}}$ – интервал между прибытием и отправлением пассажирского поезда;

$T_{\text{техн}}^{\text{об}}$ – технологическое время нахождения состава на станции приписки или оборота.

Согласно существующим нормам, минимальное время без учета межоперационных простоев на станции приписки составляет 3 ... 4 ч, на станции оборота 2 ... 3 ч.

Мощность отдельных технологических элементов станции определяется условиями, обеспечивающими выполнение графика движения пассажирских поездов в интенсивные периоды работы. Расчетный интервал прибытия $I_{\text{пр}}$ устанавливается на основании анализа графика движения по прибытии и отправлении поездопотока $N_{\text{об}}^{\text{инт}} = N_{\text{пр}}^{\text{инт}} + N_{\text{от}}^{\text{инт}}$ за выбранный период интенсивной работы продолжительностью $T_{\text{пер}}$, мин.

Общее расчетное технологическое время занятия перронного пути определяется по формуле:

$$t_{\text{зан}}^{\text{об}} = t_{\text{зан}}^{\text{тр}} \cdot N_{\text{тр}} + t_{\text{зан}}^{\text{пр}} \cdot N_{\text{пр}}^{\text{об}} + t_{\text{зан}}^{\text{от}} \cdot N_{\text{от}}^{\text{об}},$$

где $t_{\text{зан}}^{\text{тр}}, t_{\text{зан}}^{\text{пр}}, t_{\text{зан}}^{\text{от}}$ – соответственно время занятия пути транзитным, прибывающим по обороту, убывающим поездом своего формирования;

$N_{\text{тр}}, N_{\text{пр}}^{\text{об}}, N_{\text{от}}^{\text{об}}$ – соответственно число транзитных, прибывающих по обороту и отправляющихся поездов своего формирования.

$$t_{\text{зан}} = t_{\text{пр}} + t_{\text{техн}} + t_{\text{от}},$$

где $t_{\text{пр}}$ – время, необходимое на приготовление маршрута и проследования поездов входного расчетного расстояния;

$t_{\text{техн}}$ – продолжительность стоянки поезда под технологическими операциями;

$t_{\text{от}}$ – время занятия пути при отправлении поезда.

Взаимодействие работы парка перронных путей с графиком движения определяется условием соответствия темпа работы парка и темпа прибытия поездов $R_{\text{пп}} > R_{\text{пр}}$:

$$R_{\text{пп}} = \frac{60}{t_{\text{зан}}} \cdot \Pi_{\text{пп}}, \text{ поездов/ч},$$

где $\Pi_{\text{пп}}$ – число приемо-отправочных путей.

$$R_{\text{пр}} = \frac{60}{I_{\text{пр}}} = \frac{60 \cdot N_{\text{общ}}}{T_{\text{п}}}, \text{ поездов/ч},$$

откуда

$$\Pi_{\text{пп}} > \frac{t_{\text{зан}}^{\text{общ}} \cdot N_{\text{общ}}}{T_{\text{п}}}.$$

Для обеспечения обработки пассажирских поездов, проходящих через пассажирскую техническую станцию, необходимо предусмотреть выполнение взаимодействия по работе станции с поездами по обороту. Для этого на основании анализа интенсивного поступления таких поездов на станцию устанавливается период прибытия и число прибывающих поездов, что дает возможность определить *средний интервал прибытия по обороту*:

$$I_{\text{пр}}^{\text{об}} = \frac{T_{\text{пер}}^{\text{об}}}{N_{\text{пр}}^{\text{об}}}.$$

Расчетный темп прибытия поездов по обороту

$$R_{\text{пр}}^{\text{об}} = \frac{60}{I_{\text{пр}}^{\text{об}}}.$$

Очевидно, что *расчетный темп перестановки составов в парк технической станции*

$$R_{\text{пер}} = \frac{60}{t_{\text{пер}}} \cdot \alpha_{\text{л}} \cdot M_{\text{л}},$$

где $t_{\text{пер}}$ – технологическое время на перестановку состава с перронных путей в парк приема пассажирской технической станции;

$\alpha_{\text{л}}$ – коэффициент использования маневровых локомотивов;

$M_{\text{л}}$ – число маневровых локомотивов, выполняющих операции перестановки составов.

Чтобы не допустить заполнения перронных путей по перестановке необходимо $R_{\text{пер}} > R_{\text{пр}}^{\text{об}}$, откуда

$$M_{\text{л}} > \frac{t_{\text{пер}}}{\alpha_{\text{л}} \cdot I_{\text{пр}}^{\text{об}}}.$$

Общее потребное число маневровых локомотивов устанавливается с учетом обеспечения необходимого темпа отправления поездов по обороту на станции в интенсивные периоды отправления $I_{\text{от}}^{\text{об}} = T_{\text{от}}^{\text{об}} / N_{\text{от}}$, что определяет *расчетный темп отправления по обороту*

$$R_{\text{от}}^{\text{об}} = \frac{60}{I_{\text{от}}^{\text{об}}}, \text{ сост/ч}.$$

Темп выставки составов:

$$R_{\text{выс}} = \frac{60}{t_{\text{выс}}} \cdot \alpha \cdot M_{\text{л}}, \text{ сост/ч};$$

$$R_{\text{выс}} > R_{\text{от}}^{\text{об}},$$

$$M > \frac{t_{\text{выс}}}{\alpha_{\text{л}} \cdot T_{\text{от}}^{\text{об}}}.$$

где $t_{\text{выс}}$ – технологическое время на выставку состава с путей парка отстоя на перронные пути.

Тогда общее число маневровых локомотивов на выполнение рассмотренных операций $M = [M_1 + M_2] + 1$.

Взаимодействие работы технического парка (парка приема технической станции) с графиком движения пассажирских поездов, имеющих оборот на данной станции, должно обеспечивать своевременное освобождение путей приемо-отправочного парка при соблюдении условия $R_{\text{тех}} > R_{\text{пр}}^{\text{об}}$.

В техническом парке следует установить число бригад, выполняющих технологические операции, которое должно соответствовать числу путей в этом парке, т. е.

$$B_{\text{тех}} > P_{\text{тех}}.$$

Расчетный темп работы технического парка определяется по формуле

$$R_{\text{выс}} = \frac{60}{t_{\text{об}}^{\text{тех}}} \cdot B_{\text{тех}},$$

где $t_{\text{об}}$ – технологическое время на обслуживание поезда.

$$R_{\text{пр}}^{\text{об}} = \frac{60}{T_{\text{пр}}^{\text{об}}}, \text{ п/ч}.$$

Отсюда *потребное число бригад*

$$B_{\text{тех}} = \frac{t_{\text{об}}^{\text{тех}}}{T_{\text{пр}}^{\text{об}}}, \text{ бригад (путей)}.$$

Взаимодействие выполнения маневровой работы по реформированию пассажирских поездов с выставкой их на пути ремонтно-экипировочного депо с работой технического парка станции с целью своевременного освобождения путей этого парка выражается условием $R_{\text{пер}}^{\text{ф}} > R_{\text{тех}}$.

Расчетный темп формирования устанавливается исходя из

$$R_{\text{пер}}^{\text{ф}} = \frac{60}{T_{\text{ф}}} \cdot \alpha_{\text{л}} \cdot M_{\text{л}}^{\text{ф}}, \text{ сост/ч}.$$

Технологический норматив $T_{\text{ф}}$ на формирование включает в себя кроме

операций собственно формирования операции и перестановку сформированных составов на пути РЭД:

$$T_{\phi} = t_{п.ф.} + t_{пер.}$$

Потребное число маневровых локомотивов, обеспечивающих соблюдение данного условия взаимодействия, составит:

$$M_{л}^{\phi} = \frac{T_{\phi}}{t_{об}^{тех} \cdot \alpha_{л}} + 1.$$

Обеспечение заданного графика отправления поездов по станции оборота соблюдается при выполнении условия взаимодействия работы РЭД с графиком отправления поездов $R_{эк} > R_{от}$.

Расчетный темп экипировки равен

$$R_{эк} = \frac{60}{t_{эк}} \cdot B_{эк},$$

где $t_{эк}$ – технологическое время на экипировку и ремонт вагонов на путях РЭД;
 $B_{эк}$ – число бригад, выполняющих указанные операции.

$$R_{от} = \frac{60}{I_{от}^{об}}, \text{ п/ч.}$$

Необходимое число бригад экипировки составит

$$B_{эк} > \frac{t_{эк}}{I_{от}^{об}}.$$

Потребное число путей в парке отстоя зависит от темпа работы РЭД и графика отправления поездов. Но простой составов в этом парке не может быть уставлен по условиям взаимодействия с работой соседних элементов станции, так как он включает в себя значительную долю простоя, которая не учитывается согласно условию взаимодействия с работой смежных элементов. В связи с этим потребное число путей в парке отстоя, подготовленных к отправлению составов пассажирских поездов устанавливается на основании суточного плана-графика пассажирской станции в целом.

2.10 Организация маневровой работы с пассажирскими составами и вагонами

Маневровой работой из пассажирской станции руководят маневровый диспетчер (ДСЦ) через дежурного по станции (ДСП) и составителя поездов.

Основным документом для организации маневровой работы в строгом соответствии с ПТЭ, ИДП; ИС и ТРА станции является сменный план-график.

По характеру и назначению маневровая работа на станции разделяется на следующие виды:

- технологическая перестановка составов из парка в парк;
- отцепка и прицепка отдельных вагонов к пассажирскому поезду;
- подача состава на пути внешней промывки составов;

- подача вагонов-ресторанов, почтовых и багажных вагонов на пути погрузки, выгрузки и экипировки;
- постановка состава на электроотопление в зимнее время;
- обработка цеха отцепочного ремонта;
- формирование и переформирование составов пассажирских поездов согласно установленным схемам и др.

ДСЦ корректирует маневровую работу в соответствии со складывающимися обстоятельствами: опозданием прибытия поездов, закрытием путей, неисправностями технологического оборудования станции и другими причинами. Маневровые передвижения осуществляются на основании плана-наряда, выдаваемого ДСЦ составителю поездов, который доводит его до сведения машиниста и ДСП.

2.10.1 Расчет потребного числа маневровых локомотивов

Потребное число маневровых локомотивов определяется по следующей формуле:

$$M = (\sum T_{\text{ман}} + \sum t_{\text{пер}}) / (1440 - t_{\text{см}} - t_{\text{эк}}),$$

где $\sum T_{\text{ман}}$ – время, необходимое для выполнения всего объема работы, мин, которое равно:

$$T_{\text{ман}} = N_{\text{ф}} \cdot T_{\text{ф}} + N_{\text{пф}} \cdot T_{\text{пф}} + N_{\text{пер}} \cdot T_{\text{пер}} + \sum t_{\text{пр}},$$

где $N_{\text{ф}}$, $N_{\text{пф}}$, $N_{\text{пер}}$ – количество подлежащих формированию, переформированию и перестановке соответственно;

$T_{\text{ф}}$, $T_{\text{пф}}$, $T_{\text{пер}}$ – время, затрачиваемое на формирование, переформирование и перестановку состава своего формирования соответственно;

$\sum t_{\text{пр}}$ – время за сутки, затрачиваемое на другие операции (обработка цеха отцепочного ремонта и др.);

$\sum t_{\text{пер}}$ – общая продолжительность перерывов в работе, связанных с пропуском организованных поездов, поездных локомотивов и др. в сутки, мин;

$t_{\text{см}}$ – затраты времени на смену составительских и локомотивных бригад, мин;

$t_{\text{эк}}$ – время на экипировку локомотива, мин.

2.10.2 Расчет норм времени на перестановку состава из парка в парк

Время на перестановку состава из парка пассажирской станции в парк технической станции включает в себя следующие операции:

$$T_{\text{пер}} = T'_{\text{дв}} + T_{\text{у.м.}} + T_{\text{э.т.}} + T''_{\text{дв}} + T_{\text{зак}} + T_{\text{от}} + T_{\text{огр}},$$

где $T'_{дв}$ – время движения состава с путей высадки пассажиров к платформе выгрузки мусора;

$T_{у.м.}$ – время на удаление мусора из вагона;

$T_{э.т.}$ – время на экипировку вагонов топливом;

$T''_{дв}$ – время на движение состава от платформы выгрузки в парк приема технической станции;

$T_{зак}$ – время на закрепление состава;

$T_{от}$ – время на отцепку маневрового локомотива и его выезд;

$T_{огр}$ – время на ограждение состава.

Время на *движение* определяется по формуле

$$T_{дв} = A_{пер} + B_{пер} \cdot m,$$

где $A_{пер}$, $B_{пер}$ – нормативные коэффициенты, значения которых находят суммированием отдельных нормативов a ($A_{пер} = \Sigma a$) и b ($B_{пер} = \Sigma b$), на полурейсы, которые выполняются при перестановке;

m – число вагонов в переставляемом составе.

Время на *удаление мусора* из вагонов рассчитывается с учетом необходимости двух минут на выгрузку каждого восьми вагонов и времени на перемещение состава на длину выгруженных вагонов:

$$T_{дв} = A_{пер} + B_{пер} \cdot m_{выгр}.$$

Время на *экипировку топливом* определяется из расчета пяти мин на вагон, при обслуживании его двумя экипировщиками. Оно также зависит от количества бригад экипировщиков.

Время на *закрепление состава* составляет

$$T_{зак} = 0,04 + 0,01 \cdot L_{прох},$$

где $L_{прох}$ – расстояние, необходимое сигналисту для прохода от поста до закрепляемых вагонов, м.

Время на *отцепку маневрового локомотива и его выезд*

$$T_{от} = T_{н.т.б} + T_{з.т.к} + T_{р.т.р} + T_{в},$$

где $T_{н.т.б}$ – время на накатывание вагонов на тормозные башмаки;

$T_{з.т.к}$ – время на закрытие тормозных кранов;

$T_{р.т.р}$ – время на разъединение тормозных рукавов;

$T_{в}$ – время на выезд локомотива с пути.

Время на *ограждение состава*

$$T_{огр} = T_{док} + T_{вк},$$

где $T_{док}$ – время на доклад дежурного по станции диспетчеру о прибытии состава в парк приема;

$T_{\text{вк}}$ – время на включение сигналов ограждения или постановку сигналов ограждения.

2.10.3 Расчет норм времени на подачу состава на путь вагономоечной машины и перестановку его на пути переформирования

Внешняя промывка пассажирского состава через *вагономоечную машину* (ВММ) производится после его осмотра в парке приема и перед началом его формирования.

Время на *проезд маневрового локомотива к составу* определяется в зависимости от длины полурейса исходя из равенства

$$T_{\text{пр}} = A_{\text{пр}},$$

где $A_{\text{пр}}$ – нормативный коэффициент, значение которого рассчитывается суммированием отдельных нормативов времени, соответствующих длин полурейсов, выполняемых при проезде локомотива к составу.

Прицепка локомотива рассчитывается по формуле,

$$T_{\text{пр}} = T_{\text{с.т.р}} + T_{\text{о.т.к}} + T_{\text{з.в.м}} + T_{\text{о.т.б}},$$

где $T_{\text{с.т.р}}$ – время на соединение тормозных рукавов;

$T_{\text{о.т.к}}$ – время на открытие двух тормозных кранов;

$T_{\text{з.в.м}}$ – время на заполнение воздушной магистрали;

$T_{\text{о.т.б}}$ – время на освобождение тормозных башмаков.

Время на *изъятие тормозных башмаков* определяется по формуле

$$T_{\text{и.т.б}} = 0,04 + 0,01L_{\text{прох}},$$

где $L_{\text{прох}}$ – расстояние в метрах, необходимое сигналисту для прохода.

Внешняя промывка ($T_{\text{вп}}$) определяется из расчета длины состава и скорости его прохождения через ВММ:

$$T_{\text{вп}} = L_{\text{с}}/V_{\text{пр}}.$$

Например, $L_{\text{с}}=400$ м; $V_{\text{пр}}=0,5$ м/с, следовательно, $T_{\text{вп}} = 400/0,5=800$ с или 15 мин. После завершения промывки состав переставляется в парк переформирования. Время на перестановку составляет

$$T_{\text{пр}} = A_{\text{пер}} + B_{\text{пер}} \cdot m_{\text{пер}}.$$

2.10.4 Расчет норм времени переформирования состава и его перестановку из парка в РЭД

Нормы времени на расформирование-переформирование состава зависят от длины состава и количества отцепов и определяются по таблице 44 Типовых норм времени на маневровую работу, выполняемую на ж. д. транспорте [14].

Технология производства переформирования состава является идентичной другим технологическим операциям, связанным с маневровой работой.

Ис-ключаемые вагоны остаются на путях формирования или других выделенных путях и на специализированные подаются после подачи состава в РЭД или другим локомотивом. После окончания формирования состав подается в РЭД для подготовки в рейс.

Операции, выполняемые при перестановке состава из парка переформирования в РЭД представлены на рис. 2.13.

№ п/п	ОПЕРАЦИИ	Время, мин	Исполнители
1	Формирование состава		Состав.бр.
2	Приказ на изъятие тормозных башмаков		ДСЦ
3	Изъятие тормозных башмаков		Сигналист
4	Доклад о готовности состава к перестановке		Состав.бр.
5	Приготовление маршрута		ДСП
6	Проезд состава с путей формирования в РЭД		Состав.бр.
7	Закрепление состава тормозными башмаками		Сигналист
8	Отцепка и выезд маневрового локомотива		Состав.бр.
9	Включение сигналов ограждения		ДСП
10	Подготовка состава в рейс		Работники РЭД
Общее время			

Рис. 2.13. График операции по перестановке пассажирского состава с путей формирования РЭД

После полной подготовки состава в рейс в РЭД, производится окончательное формирование, при котором обеспечивается полное соответствие состава схеме поезда.

Во время данной операции в состав включаются следующие вагоны;

- вагон-ресторан или вагон-буфет, почтовые и багажные;
- из резерва, отцепочного ремонта, невключенные при переформировании;
- из дезинфекционной обработки.

Затем состав соединяется и переставляется в парк отправления технической станции, время на перестановку

$$T_{\text{пер}} = A + B \cdot m_c$$

Аналогично определяется время на перестановку состава из парка отправления технической станции на приемоотправочные пути собственно пассажирской станции.

Общее время на выполнение различных маневровых операций на станции приведено на рис. 2.14.

№ п/п	Наименование операции	Продолжительность операций, мин
1	Перестановка состава в парк приема технической станции с остановкой у платформы для выгрузки мусора и экипировки топливом	30
2	Подача вагонов на ВММ и последующая постановка на пути переформирования	25
3	Отцепка почтового и багажного вагонов	10
4	Расформирование-формирование состава и перестановка его в РЭД	15
5	Окончательное формирование состава	10
6	Перестановка состава в парк отправления технической станции	10
7	Перестановка состава из парка отправления технической станции на приемоотправочные пути собственно пассажирской станции	10
Общее время		110 мин

Рис. 2.14. График маневровых операций выполняемых с пассажирскими составами на пассажирской станции

2. 11 Разработка суточного плана-графика работы пассажирской и технической станций

Для обеспечения рациональной организации работы пассажирской и технической станций составляется **суточный план-график**. *Исходными данными* для его разработки являются: технологический процесс и технико-распорядительный акт станции (ТРА), технологические нормы на выполняемые операции с вагонами и составами, расписание прибытия и отправления поездов.

Суточный план-график работы собственно пассажирской и технической станции разрабатывается на весь период действия графика движения пассажирских поездов и корректируется при изменении размеров движения и при необходимости выполнить те или иные дополнительные операции, не предусмотренные им.

Составление плана графика заключается в последовательном заполнении бланка графика, представляющего собой сетку на 24-часовой период с вертикальными и горизонтальными линиями. Форма бланка видоизменяется в зависимости от типа и схемы станции, а также характера ее работы.

Вертикальные линии соответствуют часовым, получасовым и десятиминутным интервалам времени в определенном масштабе. *Горизонтальные линии* (полосы) предназначены для отображения работы отдельных элементов: прилегающих перегонов, путей парков станции, вытяжных путей технической станции вагономоечной машины и других устройств. Ширина полос прини-

мается в соответствии с выбранным масштабом.

На суточном плане-графике показывается:

- время прибытия и отправления поездов;
- продолжительность операций с прибывшим пассажирским поездом;
- перестановка состава из парка собственно пассажирской станции в парк прибытия технической станции со всеми сопутствующими операциями (уборка мусора у специальной платформы, снабжение топливом и др.);
- внешняя промывка состава;
- переформирование состава и подача его на пути ремонтно-экипировочного депо (РЭД), где показывается время обработки состава;
- перестановка состава из РЭД в парк отстоя;
- перестановка состава из парка отстоя на пути приемоотправочного парка собственно пассажирской станции.

Каждая операция имеет определенное условное обозначение.

Фрагмент суточного плана-графика приведен на рис. 2.15.

При разработке суточного плана-графика необходимо учитывать, что выбор времени отправления и прибытия пассажирских поездов зависит от дальности их следования и должен производиться с учётом обеспечения минимальных оборотов составов, высоких скоростей движения поездов, повышения пропускной способности и значительного снижения эксплуатационных расходов железных дорог.

При составлении расписания движения пассажирских поездов пригородного назначения необходимо обеспечить организацию движения такого количества поездов в утренние и вечерние часы, которое могло бы обеспечить своевременную доставку в город на работу, в учебные заведения и др. пассажиров или их возвращения к месту жительства без длительного ожидания поездов.

На плане-графике наносятся также передвижения поездных локомотивов, отцепка и прицепка багажных и почтовых вагонов, подача их к погрузочно-выгрузочным пунктам, прицепка к транзитным поездам и отцепка от них вагонов, работа маневровых локомотивов и др.

При его составлении решаются *следующие задачи*:

- рациональное распределение маневровой работы между маневровыми локомотивами;
- обеспечение равномерной загрузки всех устройств станции;
- регламентация работы каждой смены, бригады и отдельных работников станции;
- установление возможных затруднений в работе станции в отдельный период времени и разработка мер по их устранению;
- проверка загрузки отдельных элементов станции и маневровых средств;
- определение показателей работы станции.

В процессе составления плана-графика может быть выявлена необходимость внесения изменений в специализацию путей парков станции, в принятое распределение работы между маневровыми локомотивами, технологию

обработки составов и вагонов. Разработанный план-график является *основой планирования работы станции*, он устанавливает наиболее эффективное ис-

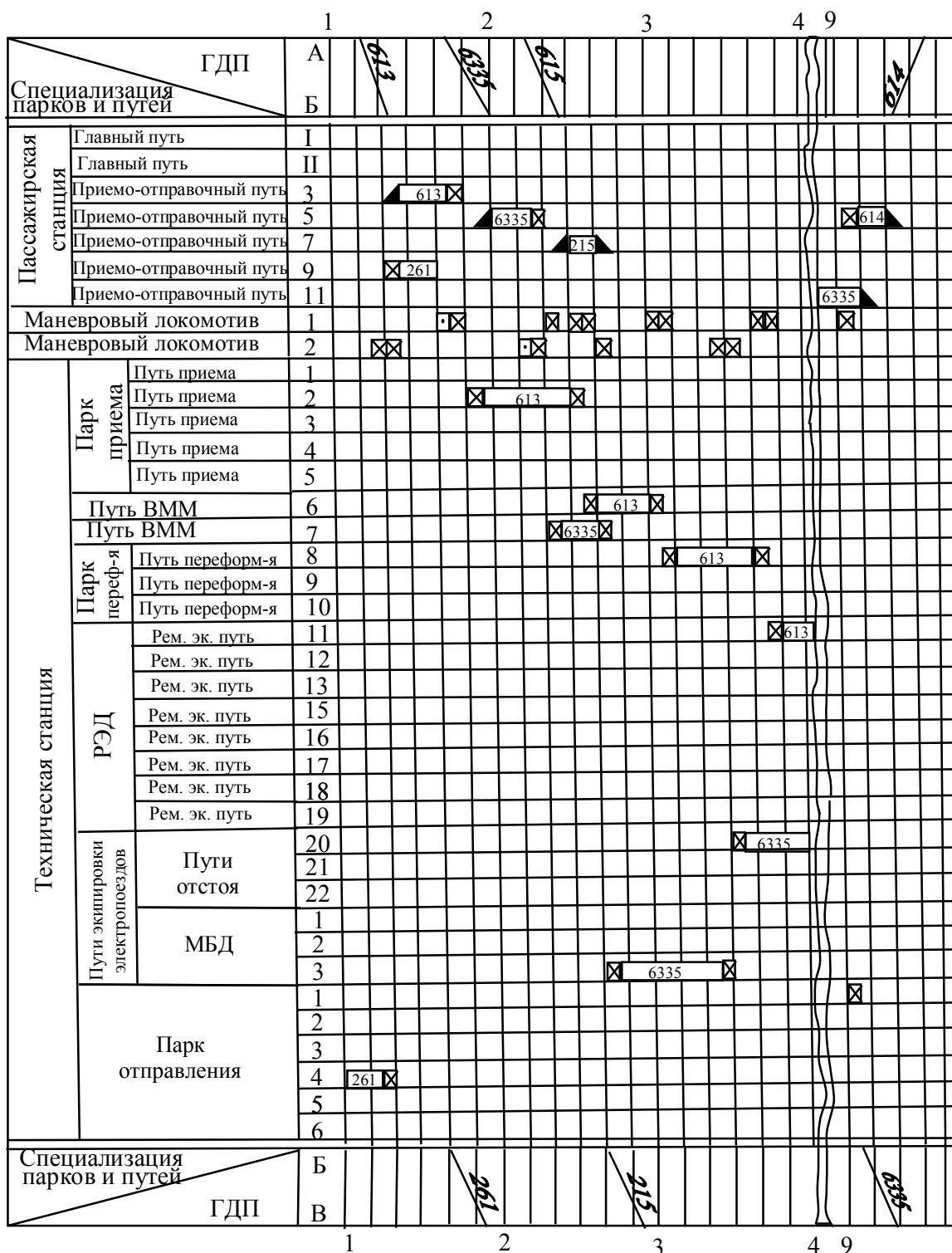


Рис. 2.15. Фрагмент суточного плана-графика

пользование технических средств, подвижного состава и является основным документом по определению следующих показателей работы станции:

- число и категории формируемых поездов;
- масса пассажирского поезда;
- количество используемых мест в поезде;
- пассажирооборот (количество отправленных и прибывших пассажиров);
- число и коэффициенты использования путей и маневровых локомотивов.

Например, коэффициенты использования маневровых локомотивов определяется по формуле:

$$K_{ил} = \sum Mt / (1440 - t_{эк} - t_{см}),$$

где $\sum Mt$ – время работы локомотивов за сутки, локомотиво-мин;

$t_{эк}$ – продолжительность экипировки локомотивов, мин;

$t_{см}$ – время на смену локомотивных и составительских бригад, мин.

2.12 Технология работы вокзалов

Расположение и функции, технология работы вокзалов должны в наибольшей степени отвечать современным требованиям транспортного обслуживания пассажиров с учетом развития пассажирских перевозок в условиях рыночных отношений, обеспечивать повышение доходов и снижение эксплуатационных расходов. Привокзальная площадь должна быть удобной для пешеходов городского транспорта, отвечать требованиям архитектуры и маркетинга.

Основные технологические принципы вокзала – хорошая планировочная структура и схема движения пассажиров в помещении.

Технология работы вокзалов определяется типом и вместимостью вокзала, его размещением по отношению к районам города, типом привокзальной площади, внутренней планировкой помещений и размещением основных устройств (устройства для багажа, почты и т.д.). Все эти факторы влияют на выбор оптимальной технологии работы вокзала, которая должна обеспечить максимальные удобства для пассажиров.

Работа вокзалов организуется согласно технологическому процессу, который предусматривает;

- 1 *Техническую и производственную характеристику вокзала* (размещение и назначение всех помещений и устройств, наличие связи, оборудование касс, механизмы для перемещения багажа, ручной клади, уборки вокзальных помещений и др.);
- 2 *Организацию продажи билетов, работы билетных касс* (рациональное размещение и порядок работы касс, филиалы предварительных касс, доставка билетов на дом и другие услуги);
- 3 *Организацию справочно-информационной работы* (своевременная информация об отправлении и прибытии поездов, размещении вагонов в составах поездов, оказании различных услуг, возможности пассажира воспользоваться средствами связи, наличие различных указа-

- телей и автоматических справочных установок);
- 4 *Организацию пассажиропотоков на вокзале, посадку и высадку пассажиров (разделение пассажиропотоков дальнего и местного сообщений, маршруты кратчайшего перемещения пассажиров с минимальным количеством подъемов и спусков, исключая встречные и пересекающиеся потоки, скопления пассажиров, особенно у перехода);*
 - 5 *Технологию работы камер хранения, багажного и почтового отделений;*
 - 6 *Организацию уборки помещений вокзала и привокзальной площади;*
 - 7 *Оперативное планирование и управление работой вокзалов (разработка плана работы на сутки и смену и др.);*
 - 8 *Культурно-массовое обслуживание пассажиров.*

2.13 Классификация вокзалов

Исходя из объема и характера работы по обслуживанию пассажиров и значения административных центров, где расположены вокзалы, устанавливаются следующую классификацию вокзалов: *внеклассные, первого, второго и третьего классов.*

В зависимости от **видов сообщений** различают вокзалы для обслуживания пассажиров в *прямом, местном, пригородном сообщениях.* Кроме того различают *совмещенные и объединенные вокзалы, обслуживающие пассажиров различных видов сообщений и транспорта.*

В последнем случае вокзал обслуживает пассажиров разных видов транспорта.

В соответствии со *схемой путевого развития станции и расположения пассажирских зданий относительно перронных путей* вокзалы делятся на:

- **боковые**, располагаемые сбоку от сквозных приемоотправочных путей;
- **островные**, находящиеся между приемоотправочными путями;
- **боковые-островные**, когда некоторые помещения расположены между приемоотправочными путями, а часть – со стороны города;
- **тупиковые вокзалы**, когда приемоотправочные пути заканчиваются тупиками, примыкая к торцевой распределительной пассажирской платформе;
- **комбинированные**, у которых перронные пути для поездов местного и пригородного сообщения тупиковые, а для поездов дальнего следования – сквозные.

В зависимости от объема здания и расчетного количества одновременно скапливающихся пассажиров имеются следующие *категории вокзалов:*

- **крупные** (не менее 25 тыс. м³, с расчетным числом пассажиров не менее 1500 чел.);
- **средние** (13...25 тыс. м³, 200... 700 пассажиров);
- **малые** (до 5 тыс. м³, до 200 пассажиров).

При расчете вокзальных помещений фактором является накопление пас-

сажиров в вокзале. Для этого строится график их накопления. Принимается, что пассажир за 1,5 ч до отправления находится на вокзале и за 30..40 мин – на перроне.

Расчетная вместимость вокзала определяется исходя из расчетного пассажиропотока по отправлению по формуле

$$A_{\text{в}} = \alpha_{\text{дм}} \cdot A_{\text{пас}} + \alpha_{\text{пр}} \cdot A_{\text{пр}},$$

где $A_{\text{пас}}$, $A_{\text{пр}}$ – соответственно расчетное суточное отправление пассажиров в прямом, местном и пригородном сообщении;

$\alpha_{\text{дм}}$ – доля вместимости вокзала от суточного отправления в прямом и местном сообщении $\alpha_{\text{дм}} = 0,25 \dots 0,05$;

$\alpha_{\text{пр}}$ – то же в пригородном сообщении, принимается в пределах $0,02 \dots 0,05$.

Качество обслуживания пассажиров на вокзале в значительной мере зависит от рационального и эффективного функционирования в нем помещений (вестибюля, кассового зала, залов ожидания, комнат матери и ребенка, ресторана, буфетов, багажных отделений, камер хранения и др.).

Пассажиры на вокзале должны иметь возможность получить наиболее полную информацию о перевозках: порядке приобретения билетов, условиях проезда и провоза багажа, об услугах, о прибытии и от отправлении поездов, об изменениях в расписании движения поездов и другое. Визуальная информация с постоянным изображением должна представлять собой систему пиктограмм и указателей расположения помещений и служб вокзала, специализации проходов, маршрутов, следования поездов, а также таблиц, расписаний прибытия и отправления поездов, табло с наличием свободных мест на поезда и др.

2.14 Определение числа билетных касс

Число билетных касс на вокзале должно обеспечить полное и своевременное обслуживание пассажиров, приобретающих проездные документы.

В настоящее время используются два метода их расчета:

- *ориентировочный*, рекомендованный в Типовом технологическом процессе работы вокзала;
- *детальный*, основанный на применении теории массового обслуживания пассажиров.

Расчет числа билетных касс по первому методу основан на обеспечении каждодневных объемов продажи билетов при известном среднем уровне производительности билетного кассира с учетом сменности его работы и используемого оборудования.

По числу билетных касс устанавливают необходимый производственный штат билетных кассиров.

В связи с неравномерностью пассажирских перевозок рассчитывают максимальное и среднее число билетных касс.

Первый из этих показателей с учетом прогноза на ближайшую перспек-

тиву служит для определения числа рабочих мест билетных кассиров, а среднее число используется для организации работы и определения базового контингента кассиров.

При расчете числа суточных билетных касс на вокзале учитывается их специализация по видам сообщений (прямое, местное, пригородное), способы их обслуживания по направлениям (нечетное, четное) следования поездов. Кроме того, имеются кассы для участников и инвалидов войн, железнодорожников, для матерей с детьми и других категорий пассажиров.

Число билетных касс на вокзале определяется как по расчетному суточному пассажиропотоку, отправляющемуся с данной станции, так и транзитному пассажиропотоку, имеющему на такой станции пересадку. При этом учитывается также доля пассажиропотока, приобретающего билеты на вокзале, в городских билетных кассах, путем доставки на дом и т.д.

В зависимости от графика движения пассажирских поездов в отдельные периоды суток, возникает сгущенный подход пассажиров, что учитывается в расчетах через *коэффициент неравномерности подхода*.

При спаде пассажиропотока часть билетных касс не работает, т.е. в зависимости от подхода пассажиров устанавливается режим неполного рабочего дня работы касс.

Аналитический расчет количества касс для обслуживания пассажиров дальнего и местного сообщений выполняется по формуле:

$$S = \frac{(A_n \cdot \beta_n + A_m \cdot \beta_m) \cdot \alpha_n}{B}, \text{ касс,}$$

где A_n, A_m – расчетное суточное количество пассажиров, отправляющихся со станции в дальнем и местном сообщении;

β_n, β_m – доля пассажиров, приобретающих билеты на вокзале,
 $\beta_n = 0,5 \dots 0,6; \beta_m = 0,7 \dots 0,8;$

α_n – коэффициент неравномерности подхода пассажиров к кассе,
 $\alpha_n = 1,1 \dots 1,3;$

B – суточная норма продажи билетов через одну билетную кассу

$$B = \frac{60 \cdot T}{t_d},$$

где T – средняя продолжительность работы билетной кассы, ч/сут;

t_d – среднее время на приобретение пассажиром одного билета, мин.

Списочная численность билетных кассиров (R) рассчитывается с помощью коэффициента K , учитывающего дополнительное рабочее время на замещение отпусков, больных и т. д.

$$R = S (1 + K_T).$$

Для продажи билетов пригородным пассажирам используют специальные кассы и автоматы.

Число билетных касс определяется для периодов интенсивного отправления пригородных пассажиров с учетом доли пригородного пассажиропотока, пользующегося сезонными или служебными билетами, а также

приобретающих билеты в автоматах по формуле:

$$S = \frac{\sum A_{\text{пр}} (1 - \beta_{\text{п}}) \cdot \alpha_{\text{н}}}{B_{\text{пр}}},$$

где $\sum A_{\text{пр}}$ – пригородный пассажиропоток в период интенсивного отправления пассажиров с головной станции;

$\beta_{\text{п}}$ – коэффициент доли пассажиропотока, приобретающего билеты через автоматы (0,2...0,3);

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности подхода пригородных пассажиров к кассе, $\alpha_{\text{н}} = 1,1$;

$B_{\text{пр}}$ – количество билетов, реализуемых одной кассой в интенсивный период.

Число билетопечатающих автоматов для продажи зонных билетов в пригородном сообщении может быть определено следующим образом:

$$S = \frac{\sum A_{\text{пр}} \cdot \beta_{\text{п}} \cdot \alpha_{\text{н}}}{\Pi_{\text{а}}},$$

где $\Pi_{\text{а}}$ – паспортная производительность билетопечатающего автомата. ($\Pi_{\text{а}} = 200 \dots 250$ пассажиров в час).

Изложенный выше способ определения потребного числа касс по продаже билетов не учитывает затрат времени пассажиров на приобретение билетов. Анализ показывает, что расходы железной дороги по содержанию билетных касс и автоматов могут быть выражены линейной зависимостью, представленной на рис. 2.16.

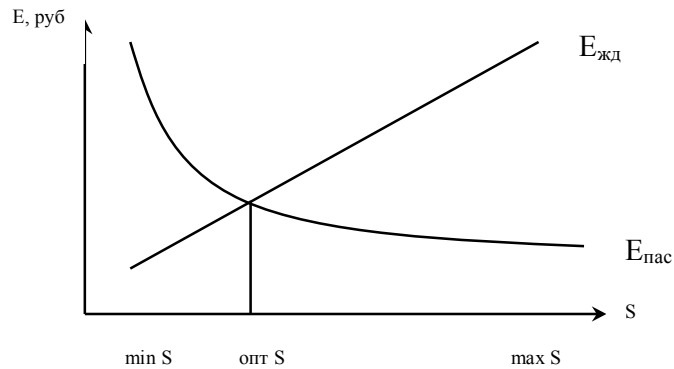


Рис. 2.16. Выбор оптимального числа касс

Расходы, связанные с потерями времени пассажиров, пользующихся услугами билетных касс на вокзале и простаивающих в возможных очередях, имеют обратную зависимость (не линейную) по отношению к расходам железной дороги.

Установив минимальные суммарные расходы

$$E = E_{\text{жд}} + E_{\text{пас}}, \text{ (руб./сут)}$$

можно определить оптимальное число касс, что особенно важно в условиях конкуренции различных видов транспорта. Для установления величины потерь времени пассажирами можно воспользоваться *формулами Эрланга для многоканальных систем обслуживания*. Это объясняется тем, что хотя пассажиропоток, поступающий в кассовые залы, в принципе и является простейшим, однако время выполнения массовых операций не аппроксимируется показательным законом распределения, что позволяет достаточно надежно использовать формулу Эрланга. В связи с этим при решении данного вопроса следует использовать стохастическое моделирование и реализовать на ЭВМ.

Процесс обслуживания пассажиров в билетных кассах представляет собой взаимодействие двух величин – *интенсивности поступления пассажиров к билетным кассам* (λ) и *интенсивности их обслуживания в билетных кассах* (μ_s) за конечный промежуток времени.

Отношение этих двух параметров λ / μ_s характеризует величину загрузки билетных касс (ψ) и является основным показателем качества их работы.

Значение величины интенсивности обслуживания пассажиров в билетных кассах определяется как величина обратная среднему времени обслуживания одного запроса пассажира, умножая на количество работающих билетных касс:

$$\mu_s = (1/t_{об}) \cdot S,$$

где $t_{об}$ – среднее время обслуживания одного запроса пассажира, $t_{об} = 2,5$ мин.

S – количество работающих билетных касс.

Для качественного обслуживания пассажиров при оформлении проездных документов необходимо, чтобы величина коэффициента загрузки билетных касс (ψ) была меньше 1. То есть интенсивность обслуживания всегда должна превышать интенсивность поступления пассажиров к билетным кассам. В противном случае происходит накопление пассажиров и рост очередей, сопровождающийся значительными потерями времени населения.

Правильное решение задачи по расчёту потребного числа билетных касс (S) заключается в нахождении варианта, обеспечивающего наилучшее использование технических средств и рабочего времени кассира при минимальных затратах времени пассажира на ожидание обслуживания. Такое соотношение достигается при значениях коэффициента загрузки билетных касс (ψ) от 0,7 до 0,9.

Если количество билетных касс рассчитывается на средние размеры пассажиропотока, то в «пиковые» моменты перевозок время ожидания составит значительную величину. Если же расчёт выполняется на максимальные размеры пассажиропотока, то в момент его снижения не обеспечивает эффективное использование технических средств и рабочего времени кассиров. Поэтому в практической деятельности вокзалов расчёт потребного числа билетных касс следует выполнять на два периода: для максимального и среднего пассажиропотока. Следует заметить, что объём проездных документов, оформляемых в билетных кассах, связан с количеством запросов пассажиров соотношением 1,7 : 1, то есть 10 пассажиров, обратившиеся в билетные кассы, оформляют в среднем 17 проездных документов. Поэтому при определении загрузки билетных касс и их потребного числа следует определять число

запросов по формуле:

$$N = B / 1,7,$$

где B – количество оформленных документов за период времени (смена или час);

N – количество запросов пассажиров в билетные кассы за тот же период времени.

Расчет числа билетных касс следует начинать с определения неравномерности перевозки пассажиров по дням недели. Эта неравномерность устанавливается следующим образом. Из анализа работы вокзала в течение года выбираются две характерные недели: первая – с максимальным, и вторая – с наиболее приближенным к средним объемам работы.

Затем по каждому дню выбранной недели на основе учетных данных о количестве оформленных билетов (Φ) составляется таблица или график недельной неравномерности.

Приближенное количество билетных касс (S) для каждого дня недели определяется по формуле:

$$S = B / (B_{\text{см}}^{11} \cdot \text{ч}^{11} + B_{\text{см}}^8 \cdot \text{ч}^8),$$

где S – количество билетных касс;

$B_{\text{см}}^{11}$, $B_{\text{см}}^8$ – расчётная производительность труда билетного кассира за 11 и 8-часов работы соответственно;

ч^{11} , ч^8 – соотношение числа билетных касс, работающих по 11 и 8 часов.

Следующим этапом расчёта является определение внутрисуточной неравномерности поступления пассажиров в билетные кассы, которая осуществляется путём натуральных наблюдений по следующей методике:

- на начало и конец каждого часа фиксируется количество работающих билетных касс;
- на начало каждого часа определяется количество оформленных проездных документов или количество обслуженных пассажиров и количество пассажиров в очереди.

Располагая этими данными натуральных наблюдений, количество пассажиров, поступающих в течение часа в билетные кассы, определяется как сумма пассажиров обслуженных в течение наблюдаемого периода ($\lambda_{\text{об}}$) и стоящих в очереди на конец часа ($\lambda_{\text{кон}}$), из которой следует вычесть пассажиров, стоящих в очереди на начало часа ($\lambda_{\text{нач}}$).

Потребное количество билетных касс на каждый час суток определяется по формуле:

$$S = (\lambda_{\text{нач}} / 60) \cdot (t_{\text{об}} / \psi),$$

где $\lambda_{\text{час}}$ – количество запросов пассажиров, поступающих в билетные кассы за часовой период;

$\lambda_{\text{час}} / 60$ – тоже в течение минуты;

$t_{об}$ – среднее время обслуживания одного запроса пассажира (мин) определяется для каждого конкретного вокзала путём хронометражных наблюдений;

ψ – коэффициент загрузки билетных касс, который для нормального их функционирования не должен превышать 0,85.

2.14.1 Пример определения внутрисуточной неравномерности

На вокзале в период с 8 до 9 часов утра открыто 10 билетных касс в которых было обслужено $\lambda_{об} = 320$ пассажиров; а количество оформленных билетов, доплат и постановок компостера составило 510. Очередь во все кассы к 8.00 была равна $\lambda_{нач} = 120$ человек, к 9.00 $\lambda_{кон} = 80$ человек.

Количество пассажиров, поступивших за один час с 8.00 до 9.00 составляет:

$$\lambda_{8-9} = \lambda_{об} + \lambda_{кон} - \lambda_{нач} = 320 + 80 - 120 = 280 \text{ пасс.}$$

На основе проведённого анализа неравномерности поступления пассажиров в билетные кассы составляем график колебаний пассажиропотока по часам суток, не зависящий от работы билетных касс (рис. 2.17).

№ б/к	Режим работы	Часы суток																										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	0	
1.	8-20; 20-8 пер.13-14 ;1-3																											
2.	6-14;14-22 пер.10-10.30, 18-18.30.																											
3.	7-20, пер.12-30- 13-30																											
4.	8-20; пер.14-30 -15-30																											
5.	8-20, 20-8; пер.13-30-14-30																											
6.	6-30-17; пер.10- 30-11																											
7.	7-19; пер.11-30- 12-30																											
8.	8-20; пер.14-15																											
9.	7-20; пер.11-30- 12-30																											
10.	8-20; 20-8 пер.13-14 ;1-3																											
11.	6-30 – 17; пер.11-00- 11-30																											
12.	7-18; пер.12-30 -13																											
Кол-во работающих б/к в теч. часа		2	0	0	2	2	2	4	8	12	12	11	10,5	10	9	10	11,5	12	10	8,5	8	3	3	2	2	2		

Рис. 2.17. Суточный график работы билетных касс

2.14.2 Пример расчёта потребного числа предварительных билетных касс

Исходные данные:

λ час – количество запросов пассажиров за часовой период, определённое путём натуральных наблюдений приведено на рис. 2.17 и перенесено в таблицу 2.1 графа 1;

$t_{об}$ – среднее время обслуживания одного требования, $t_{об} = 2,5$ мин.

$$S = (\lambda_{\text{час}} / 60) \cdot (t_{об} / \psi) = (510 / 60) \cdot (2,5 / 0,85) = 25 \text{ касс.}$$

Таблица 2.1

Расчёт потребного количества предварительных билетных касс

№ п/п	Период(час)/ Показатели	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21
1.	Поток пассажиров поступающих в кассовый зал в течение часа	510	342	325	310	290	277	267	287	315	332	340	286	137
2.	То же с учётом не обслужен. пассажиров за предыдущий час (гр.1+ гр.7)	-	464	391	313	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.	Расчётное число билетных касс для графы 1	25	17	18	15	14	14	13	14	15	16	17	14	7
4.	То же с учётом не обслуженных запросов за предыдущий час	-	23	18	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.	Фактическое число билетных касс	18	18	18	16	14	14	14	14	16	18	18	14	7
6.	Количество обслуженных пассажиров имеющимся числом билетных касс	388	388	388	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.	Остаток не обслуженных пассажиров	122	76	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Также для каждого последующего часового периода определяется необходимое число билетных касс. Результат расчёта показан в таблице 2.1 графы 3 и 5.

Фактическое количество окон билетных касс равно 18.

Из расчёта потребного количества билетных касс можно сделать вывод, что после открытия всех 18 билетных касс очередь будет ликвидирована только к 11 часам.

При интенсивности обслуживания 18 билетных касс $\mu_{18} = 388$ загр/час (с учётом коэффициента загрузки) очередь из необслуженных требований составит к 9 часам 122 пассажира, к 10 часам 76 человек.

2.14.3 Пример расчёта потребного числа суточных билетных касс

Исходные данные:

$t_{об} = 2,22$ мин.

$\psi = 0,85$.

По формуле определяем потребное число суточных билетных касс на

каждый час работы.

$$S_{5-6} = (\lambda_{\text{час}} / 60) \cdot (t_{\text{об}} / \psi) = (71 / 60) \cdot (2,22 / 0,85) = 3 \text{ кассы.}$$

Результаты расчёта показаны в таблице 2.2, 2.3.

Таблица 2.2

Расчёт потребного числа суточных билетных касс с 5-00 до 15-00

№ п/п	Периоды (час) Показатели	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
1	Поток пассажиров поступающих в кассовый зал в течение часа	71	114	240	268	256	235	210	196	200	204	244
2	Расчётное число билетных касс	3	5	10	12	11	10	9	9	9	9	11

Таблица 2.3

Расчёт потребного числа суточных билетных касс с 16-00 до 3-00

№ п/п	Периоды (час) Показатели	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	0-1	1-2	2-3
1	Поток пассажиров поступающих в кассовый зал в течение часа	250	200	186	152	96	84	74	60	33	18	10
2	Расчётное число билетных касс	11	9	8	7	4	4	3	3	1	1	0,4

Фактическое наличие окон билетных касс позволяет открыть их необходимое количество на каждый час пиковых суток.

2.14.4 Определение числа билетных касс методом экспертных оценок

Возрастающая сложность управления транспортными процессами и многовариантность путей, ведущих к достижению поставленных целей, требует глубокого анализа каждого из возможных вариантов, и выбора наиболее предпочтительных из них в условиях, когда невозможно оценить результаты, которые будут получены в отдалённом будущем.

В связи с этим особое внимание приобретают проблемы анализа и обработки суждений, методы, позволяющие объединить разнородную субъективную информацию и получить количественные оценки, необходимые для выбора обоснованных решений.

При расчете показателей обслуживания пассажиров в билетных кассах вокзала с помощью методов теории массового обслуживания возникают боль-

шие трудности в определении характера входящего потока требований, изменения его во времени, характера распределения времени обслуживания. Предположение о том, что входящий поток подчиняется одному из классических законов распределения, зачастую не соответствует действительности. Поэтому рассчитанные с помощью методов теории массового обслуживания показатели носят весьма приближённый характер.

Кроме того, методы теории массового обслуживания не могут учесть интуиции высококвалифицированных транспортных работников, непосредственно связанных с обслуживанием пассажиров, хотя мнения экспертов по одному и тому же вопросу не всегда совпадают. Поэтому возникает задача по отысканию мнения большинства.

Если проранжировать альтернативы в порядке их предпочтения, то получим все элементы, необходимые для проведения полного анализа.

Пусть имеем три альтернативы А,В,С и также мнения экспертов, что А лучше В, В лучше С. Это высказывание можно записать также:

$$A > B, B > C, A > C.$$

Экспертный орган состоит из шестидесяти голосующих, разделившихся так:

$$\begin{aligned} &23 \text{ за то, что } A > C > B; \\ &19 \text{ за то, что } B > C > A; \\ &16 \text{ за то, что } C > B > A; \\ &2 \text{ за то, что } C > A > B. \end{aligned}$$

Анализ голосования показывает, что сравнив А с В имеем 23 + 2 + 25 голосов за то, что А > В; 19+16 = 35 голосов за то, что В > А.

Мнение большинства: В лучше А.

Аналогично сравнивается А и С, имеем 23 голоса за А > С ; 2+19+16 = 37 голосов за С > А.

Вывод: большинство отдаёт предпочтение С по сравнению с А.

Сравнивая В и С, имеем 19 голосов за В > С, 23+16+2 = 41 голос за С > В.

Следовательно, большинство отдаёт предпочтение С по сравнению с В.

Такой анализ проводят к выражению «воля большинства» в виде трёх суждений

$C > B; B > A; C > A$; т.е. упорядочено $A < B < C$, если выбрать С.

Работа экспертов по упорядочению событий распадается на ряд последовательных шагов:

На первом шаге эксперт занимается упорядочением событий a_i по предпочтительности, расставляя их в ряд по порядковым номерам, т.е. каждый эксперт на первую позицию помещает события a_i , являющаяся, по его мнению, наиболее важным, а на последнюю – наименее важную.

По результатам первого шага составляется матрица упорядоченных событий вида:

I	J	V_i
1	$a_1 > a_2 > a_3 > \dots > a_n$	V_1

2	$a_5 > a_3 > a_4 > \dots > a_k$	V_2
3	$> a_1 > a_3 > a_4 > \dots > a_p$	V_n

где $I = 1, 2, \dots, N$ – множество экспертов;

$q = 1, 2, \dots, ч$ – множество позиций, по которым распределяются события (совпадает с числом событий);

$J = 1, 2, \dots, p$ – множество событий;

$\{I_{qj}\}$ – множество экспертов, поставивших j -е событие на q -ю позицию;

V_i – весовые коэффициенты.

При формировании коллективной оценки относительно упорядоченности события по установленным экспериментальным отношениям порядка поставим в соответствие каждому событию a_i некоторое число b_j по правилу:

$$b_j = (\sum q \sum V_i) / (\sum V_i).$$

Количественный параметр b_j характеризует взвешенную сумму мест (№ позиции), присвоенных событию a_j группой экспертов, чтобы иметь достоверные и представленные результаты, необходимо привлекать к экспертизе высококвалифицированных специалистов.

Каждому эксперту вручают экспертный лист с перечнем причин и указанием условия оценки их влиятельности.

Согласованность мнений экспертов определяются по коэффициентам координации W :

$$W = \frac{12a_i^2}{m^2(n^3 - n) - m \sum_i^m T_j},$$

Здесь a_i^2 – квадрат отклонений суммы рангов i -ой причины от средней суммы рангов

$$\sum R_{ij} = m(n + 1) / 2,$$

где m – число экспертов;

n – число причин, включённых в экспертный лист.

$$T_j = \sum (t_{j\ell}^3 - t_{j\ell}),$$

где $t_{j\ell}$ – число совпавших рангов j -го эксперта в группе номера ℓ .

Как правило $0 \leq W \leq 1$, при $W=1$ полная согласованность экспертов в оценке влиятельности причин; $W=0$ – означает, что между экспертными оценками нет никакой согласованности.

Приведённый метод был проверен при расчёте касс на перспективу на Казанском вокзале в Москве. В качестве экспертов выступали начальник пассажирского отдела, его заместитель, начальник вокзала, его заместитель и старшие билетные кассиры.

Всего $m = 10$ – число причин, включённых в экспертный лист $n = 12$.

Тогда $\sum R_{ij} = m(n+1)/2 = 65$.

$$\sum d_{ij}^2 = 7772 \quad \sum T_1 = 6.$$

Итоги ранжирования представлены в таблице 2.4.

Анализ таблицы показывает, что вторая причина, по мнению экспертов поставлена на первое место (вторая причина – увеличение числа касс в период с 15 августа по 15 сентября – массовое перемещение студентов и учащихся).

$d_i = \sum R_{ij} - \sum \text{причин} = (65 - 26 = 39)$, например, для первой причины).

Рассчитаем W :

$$W = 12 \cdot 7772 / 10^2 (12^3 - 12) - 10 \cdot 6 = 0,545.$$

Уровень значимости коэффициента координации определяем по таблицам распределения случайной величины.

$\chi^2 (n-1)$ степенями свободы.

$$\chi^2 = 12 \sum d_i^2 / m(n^2 + n) - 1/n - 1 \sum_{j=1}^m T_j$$

По таблицам распределения случайной величины χ^2 с $n-1 = 11$ степенями свободы установлено, что значение $\chi^2 = 59,3$ соответствует уровень значимости $\lambda < 0,001$ с вероятностью $\lambda > 0,999$.

Таблица 2.4

Матрица парных сравнений

N \ m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	2	7	8	3	9	4	5	6	12	10	11
2	3	1	11	2	12	4	9	6	5	10	7	8
3	5	4	3	6	1	12	7	8	2	9	11	10
4	1	2	8	3	7	4	11	5	10	6	9	12
5	4	3	12	2	11	1	7	5	6	8	10	9
6	4	1	8	6	3	7	10	1	5	9	11	12
7	1	4	11	2	3	5	10	6	8	7	9	12
8	2	3	4	5	6	1	10	9	8	7	11	11
9	1	3	8	2	5	4	6	7	10	11	12	9
10	4	2	9	3	10	1	7	5	8	6	12	11
Σ	26	26	81	39	61	48	81	57	68	85	102	103
d_i	39	39	16	26	4	17	16	8	3	20	37	38
Σd_i^2	1421	1421	256	678	16	289	256	64	9	400	1406	1482
места	2	1	8	3	6	4	9	5	7	10	11	12

Можно считать, что согласованность мнений экспертов характеризуется коэффициентом координации $W = 0,545$ не случайна и результаты итоговой ранжировки можно использовать.

По итогам составляется матрица парных сравнений альтернатив и выполняется вышеизложенный расчёт сравнения расчётного числа пассажиров по дням в течение месяца с фактическим показателем приемлемости данного метода для практических расчётов.

2.15 Повышение эффективности системы «Экспресс-3»

В период 2003 – 2005 гг. на сети дорог проведена большая работа по внедрению новых региональных систем «Экспресс-3». ВНИИЖТом совместно с ИВЦ созданы новые информационные технологии при которых одна система обслуживает несколько дорог. Это дало возможность сократить число потребных для сети дорог ЭВМ фирмы IBM серии Z-900 с 16 до 9.

Система «Экспресс-3» обеспечивает комплексную автоматизацию билетно-кассовых операций при резервировании, продаже и учете мест в поездах дальнего и местного сообщения и решает широкий круг бизнес-задач (рис. 2.18), обеспечивающих максимальную прибыльность пассажирского хозяйства. При этом использован комплексный подход, когда в системе, работающей в реальном масштабе времени имеются все необходимые данные для командного состава ОАО «РЖД», включая сведения о пассажиропотоках, парках пассажирских вагонов, организации его эксплуатации, планирование ремонта, управление багажными и грузобагажными перевозками, обслуживании пассажиров с предоставлением им разнообразных услуг и льготного проезда, финансовом и бухгалтерском учете с взаиморасчетами и автоматизированной оценкой эффективности использования пассажирских поездов и вагонов.

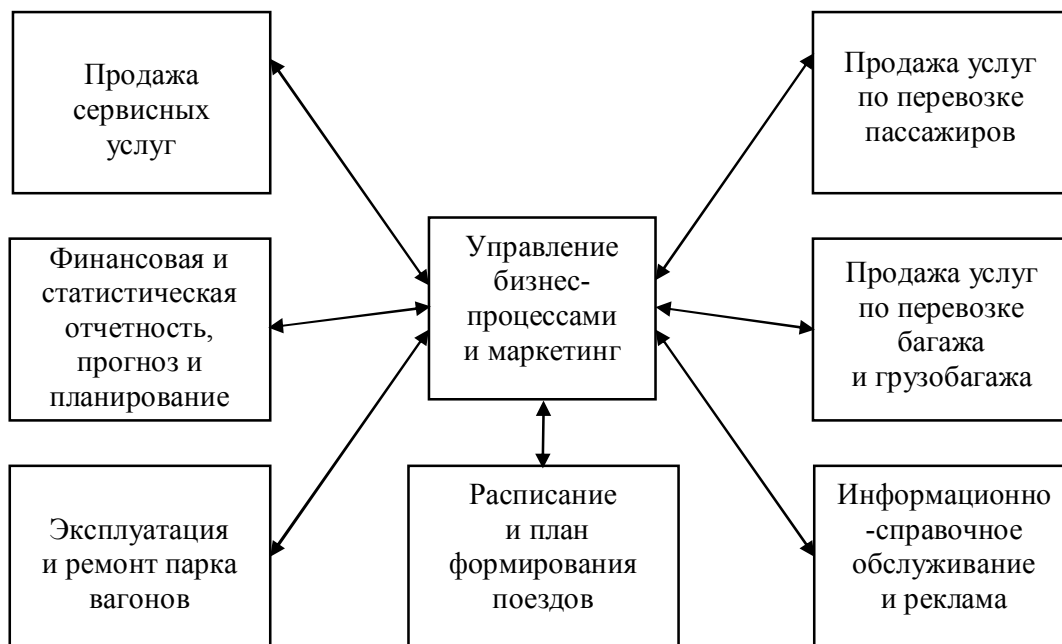


Рис. 2.18. Структура управления бизнес-задачами в системе «Экспресс-3»

Соединение систем «Экспресс-3» между собой дает возможность образовать систему управления продажей билетов на всей сети железных дорог (рис. 2.19). В связи с этим сеть железных дорог разбивается на 9 полигонов,

каждый из которых обслуживается своим ВЦ АСУ «Экспресс-3» (ИВЦ).

Статус головного центра получил Московский центр АСУ «Экспресс-3», в котором организована аналитическая база данных (АБД), ежедневно фиксирующая деятельность всех систем ОАО «РЖД».

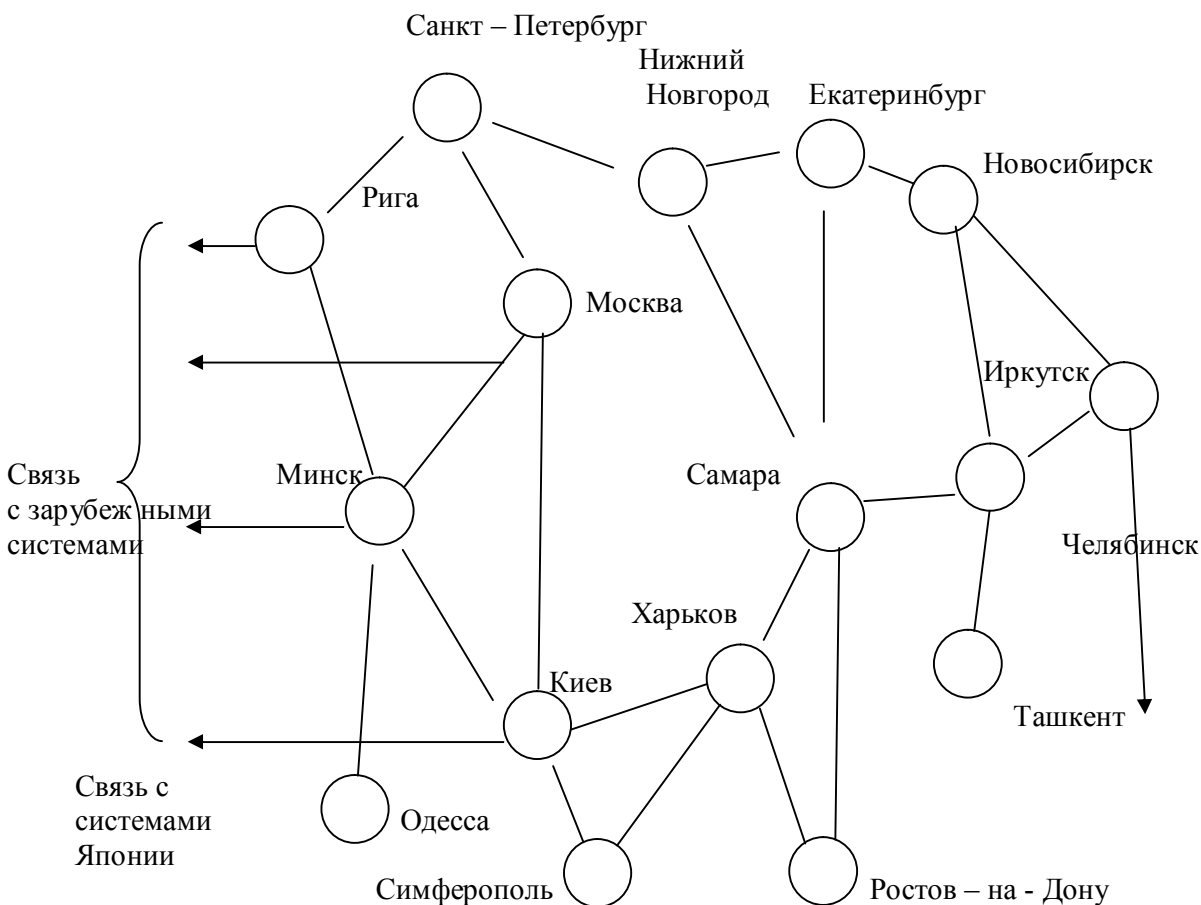


Рис. 2.19. Вычислительная сеть системы АСУ «Экспресс – 3»

Для обеспечения качественного обслуживания пассажиров в международном сообщении дороги Балтии, Белоруссии, Казахстана также обслуживаются системами Экспресс-3, а дороги СНГ, Украины, Молдавии и Узбекистана предусматривают их внедрение. К этим центрам подключаются все билетные кассы и справочные терминалы входящие в соответствующий регион. Каждый полигон может включать в себя одну или несколько дорог.

Система позволяет централизовать хранение мест на поезда в ИВЦ и обеспечить тем самым возможность пассажирам независимо от места их нахождения приобретать сразу все необходимые проездные документы в любых кассах на любой поезд и направление.

Билетные кассы, подключённые к одному ИВЦ, при соединении их между собой становятся общими. При этом сфера действия каждой кассы (по числу обслуживаемых поездов) расширяется пропорционально числу ИВЦ, объеди-

нённых между собой линиями связи.

Для управления технологическими процессами организации продажи билетов через АСУ «Экспресс-3» при ИВЦ дорог, Региональных и Федеральной дирекции ОАО «РЖД», управлениях дорог создаются специальные технологические отделы, бюро и группы.

Технологические отделы ИВЦ осуществляют контроль над выполнением технологического процесса в АСУ «Экспресс-3» корректировку информационных массивов, открытие и закрытие билетных касс, внесение различных режимов в работу системы, решение различных задач, связанных с работой системы. Технологические группы через дистанционные терминальные устройства автоматически получают необходимую информацию действующих на сети АСУ «Экспресс-3» (сведения о пассажирских перевозках, работе билетных касс, пунктов продажи билетов и т.п.) и подготавливают на её основании соответствующие распоряжения, включая перевозки в международном сообщении.

В целях улучшения контроля за использованием мест в поездах в АСУ «Экспресс-3» предусмотрена выдача диаграммы населённости поездов, в которой, помимо занятия места расследования, включая финансовые злоупотребления, образования двойников, свободных мест и указывается вся история продажи каждого места.

В настоящее время развиваются функциональные возможности системы в направлении информационно-управляющих технологий для решения бизнес-задач пассажирского комплекса ОАО «РЖД». Внедрена контрольная аппаратура для билетных касс, позволяющая автоматизировать учет и отчетность по использованию бланков строгого учета в кассах. Действует современная справочно-информационная аппаратура для установки на вокзалах в виде коллективных и индивидуальных справочных табло.

Создана аппаратура для работы билетных касс через Интернет и с банковскими карточками. Разработана уникальная методика контроля штрих-кодов на проездных и перевозочных документах.

Для решения экономических финансовых и маркетинговых проблем создан комплекс информационных технологий. Он выдает основные показатели, связанные с перевозкой пассажиров, контролирует и учитывает населенность пассажирских поездов, прогнозирует доходы от перевозок в зависимости от использования гибкого тарифа, анализирует спрос, выдачу статистической и финансовой отчетности, включая взаиморасчеты за пассажирские перевозки.

Информационные технологии в системе позволяют оперативно отслеживать экономическую эффективность (рентабельность) назначения и отмены поездов и отдельных групп вагонов. Результаты расчетов выдаются в виде таблицы. В ней представляются также доходы, прибыль или убытки по вагонам каждого типа.

Информационные технологии, связанные с процессом управления парком пассажирских вагонов, включают подготовку вагонов и составов в рейс, дислокацию парка на сети дорог, инвентарный учет парка, включая учет пробега вагонов, ремонт и материально-техническое снабжение вагонных участков и депо, составление и контроль графика работы проводников.

В области управления багажными перевозками особое значение придается контролю местонахождения багажа пассажира в пути следования и составлению оптимального плана формирования багажных перевозок.

Одним из важных элементов привлечения пассажиров является сервисное и справочно-информационное обслуживание пассажиров, реализованное через информационные технологии системы.

При этом пассажирам предоставляется самая разнообразная справочная информация, с помощью различных устройств, включая Интернет, как на вокзалах, так и в пунктах продажи билетов.

Новая система позволяет увеличить период резервирования мест с 45 до 63 суток, а для плановых групп до одного года.

Годовой экономический эффект от внедрения системы «Экспресс-3» достигается за счет:

- увеличения объемов перевозок на 1,5 %;
- оперативного изменения схем составов, маршрутов следования в зависимости от изменения направлений пассажиропотоков;
- формирования многогруппных пассажирских поездов;
- повышения эффективности использования подвижного состава и средней населенности на вагон;
- снижения финансовых потерь от предоставления льгот в пассажирских перевозках при предъявлении реестров по льготным категориям граждан субъектам и различным административным структурам для расчета компенсаций расходов;
- снижения финансовых потерь благодаря внедрению полного контроля реализации и использованию высокозащищенных машиночитаемых бланков строгой отчетности;
- роста доходов при внедрении систем управления бизнес-процессами и маркетингом;
- увеличения доходов от грузобагажных отправок;
- повышения производительности труда работников пассажирского хозяйства;
- снижения расходов благодаря сокращению энергопотребления при переходе на новые технические средства;
- предоставления сервисных услуг.

2.16 Информационное обеспечение системы «Экспресс-3»

Система «Экспресс-3» представляет собой распределенную вычислительную сеть коллективного пользования и состоит из (рис. 2.20, 2.21):

- *вычислительного комплекса* при параллельной работе двух ЭВМ для обеспечения надежности работы системы в случае сбоя в отдельной ЭВМ;

- *периферийной аппаратуры* (терминалов) – билетно-кассовых и информационно-справочных устройств;
- *линейной связи*, как с периферийными устройствами, так и между вычислительными комплексами на железнодорожных направлениях.

В зависимости от назначения все терминалы подразделяются на *рабочие, служебные и административные*.

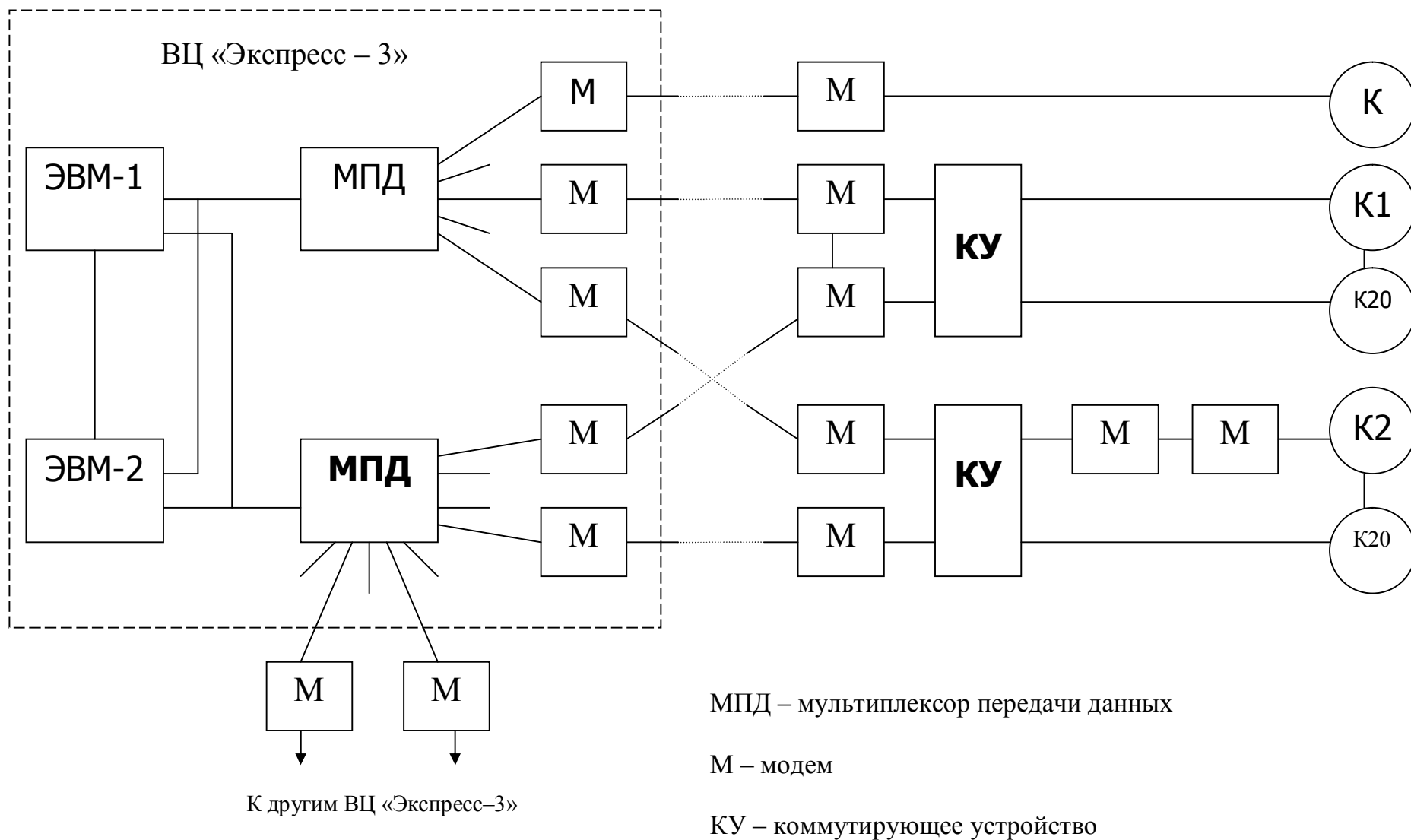


Рис. 2.20. Система АСУ «Экспресс – 3»



Рис. 2.21. Структура информационного обеспечения системы «Экспресс-3»

К **рабочим** относят терминалы, с помощью которых оформляются проездные документы. Они устанавливаются на вокзалах, в его филиалах (билетных кассах) и коммерческих кассах.

К **служебным** относят терминалы, выполняющие функции, связанные с выдачей финансовых справок и отчетов по тому пункту продажи, где находится данный терминал.

Административные терминалы устанавливаются в Федеральной, региональной и линейной дирекциях, помещениях технологических групп и т. д.

С административных терминалов осуществляется корректировка нормативно-справочной информации (НСИ), получение финансовой отчетности, оперативных справок. Её производительность составляет более одного миллиона операций по оформлению проездных документов в сутки.

Информационное обеспечение системы включает массивы входной, выходной и переменной технологической информации. Банк переменной технологической информации состоит из постоянной, долговременно хранящейся информации и переменной, в которую входят архив и массив обработки заказов, а также система кодирования информации.

2.17 Задачи, решаемые системой «Экспресс-3»

Система «Экспресс-3» включает две группы задач: *первой очереди*, которые состоят из основного набора, обеспечивающего билетно-кассовые операции и резервирование мест на поезда, и *второй очереди*, которые развивают функции системы до уровня управляющей АСУ (рис. 2.22).

Данная система реализует следующие *виды работ*:

- оформление проездных документов в прямом и обратном сообщениях;
- оформление поездок с пересадками в пути следования;
- оформление проездных документов на прямую плацкарту;
- возврат неиспользованных проездных документов;
- гашение испорченных проездных документов;
- оформление проездных документов в бюро заказов по телефону;
- отчет кассира за смену;
- предварительное бронирование мест;
- получение суточной и месячной финансовой отчетности;
- получение информации о реализации мест в системе;
- получение справок о работе системы;
- оформление поездок организованных групп пассажиров;
- оформление проездных документов иностранным гражданам;
- возврат сумм проездных плат с неиспользованных проездных документов;
- оформление плацкарты из иностранных государств с открытой датой «OPEN».

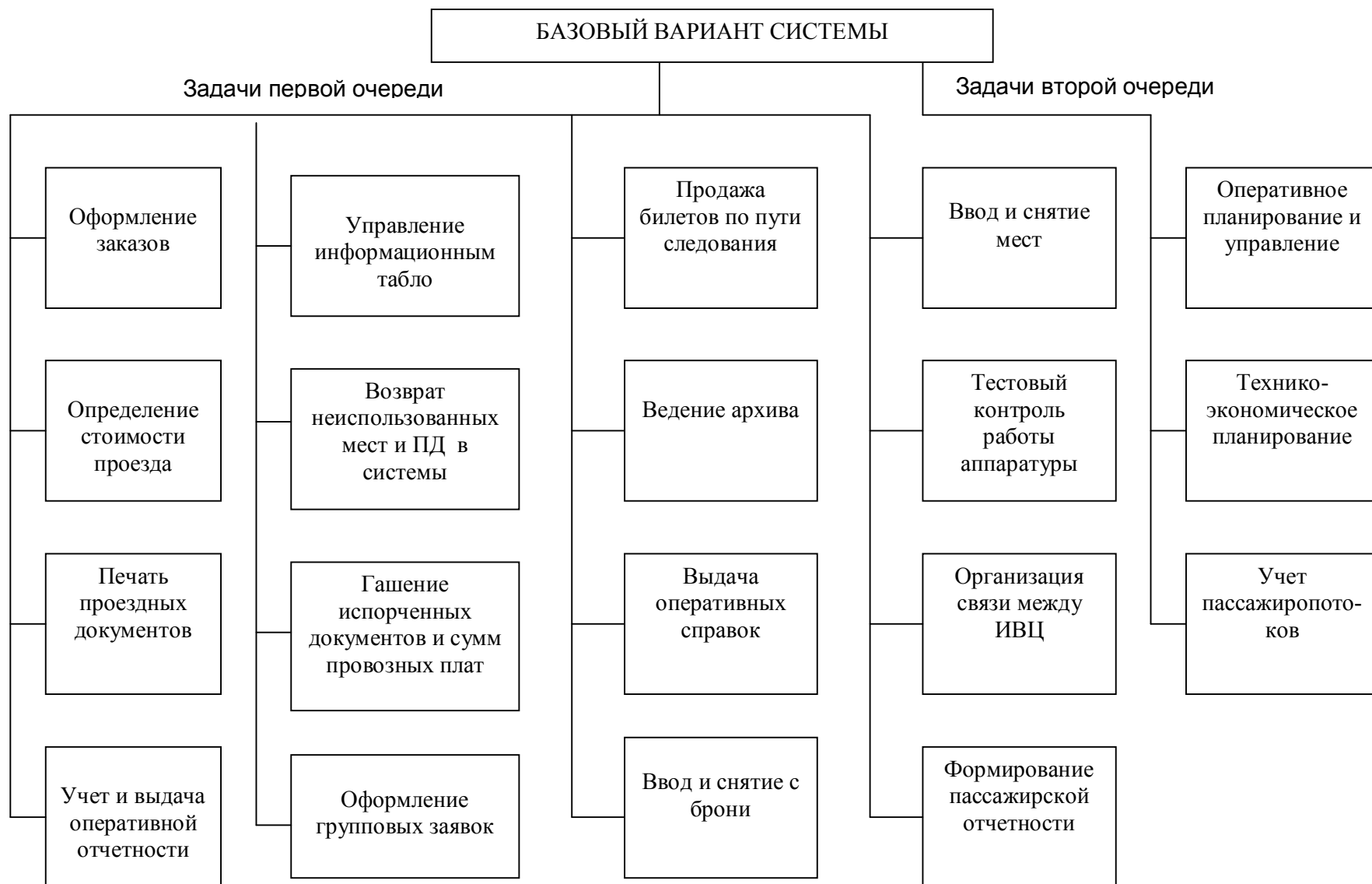


Рис. 2.22. Задачи, решаемые в АСУ «Экспресс-3»

- получение дублей отчётных документов.
- получение различного вида справок.
- получение отчёта по неисправному терминалу.

По запросу пассажира система устанавливает наличие мест в пассажирских поездах и определенных вагонах. При наличии требуемого места для проезда до определенной станции назначения система автоматически рассчитывает стоимость проезда.

Билетопечатающее устройство выдает *проездной билет* с указанием необходимых данных:

- станция отправления и станция назначения;
- дата отправления;
- номер поезда и его категория;
- номер вагона и предоставляемого места пассажиру;
- предусмотренные сборы и стоимость проезда и др.

Использованное место в вагоне поезда исключается из памяти ЭВМ. Система «Экспресс-3» рассчитана на круглосуточную работу.

Основные показатели АСУ «Экспресс-3» показаны на рис. 2.23.

2.18 Технология работы билетной кассы

Система «Экспресс-3» имеет высокую производительность. На оформление документов затрачивается в 3 раза меньше времени, чем при работе вручную. Один билетный кассир в среднем за смену – 8 часов может оформить через систему около 700 – 800 проездных документов.

Эффективность АСУ «Экспресс-3» в основном определяют три показателя: сокращение времени обслуживания пассажиров, эффективность использования мест в пассажирских поездах, улучшение обслуживания пассажиров, приобретающих билеты с пересадками и на обратный выезд.

Система «Экспресс-3» обеспечивает предварительную, суточную и текущую продажу билетов через рабочие и служебные терминалы. Каждый терминал может выполнять до ста видов различных работ.

Рабочие терминалы обеспечивают оформление и устанавливаются в билетных кассах, которые позволяют: получать отчетные документы о работе кассира за смену, различные виды справок, бронировать и получать документы иностранным гражданам и гражданам России, следующим за границу и т.д.

Терминал кассира представляет собой универсальное устройство, в состав которого входят: блок управления, экран, клавиатура, печатающее устройство.

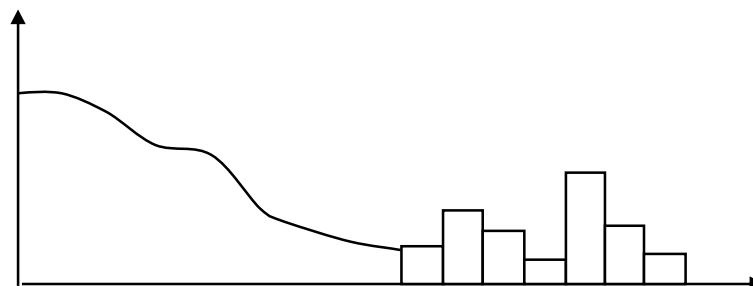
Блок управления, с одной стороны, обеспечивает взаимодействие между собой клавиатуры, дисплея, печатающего устройства, а с другой обеспечивается по линиям связи, взаимодействуя с центром системы «Экспресс-3».

При работе билетный кассир руководствуется специальной инструкцией для работы на терминалах системы «Экспресс-3», а также с инструкцией финансового слежения за работой АСУ «Экспресс-3».

Показатели поезда

- схема состава;
- календарь обращения;
- объемы перевозок:
 - суммарные;
 - по типам вагонов;
 - по льготам.
- доходные поступления:
 - по билетам;
 - по плацкартам;
 - по вагонам;
 - по поезду.
- пассажиро-км;
- население:
 - в процентах;
 - пассажиров на вагон.
- коэффициент сменности;
- емкость состава;
- рентабельность поезда.

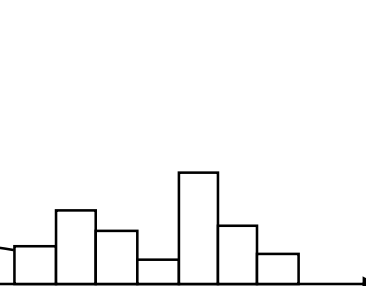
Наличие мест



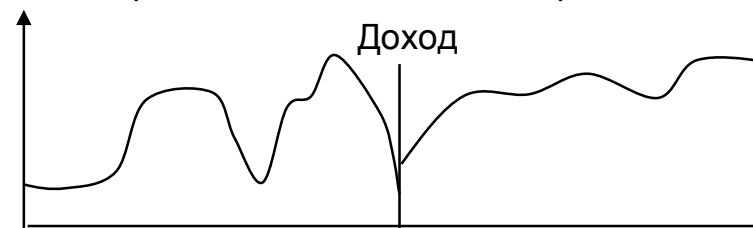
63 дня

До отправления

Населенность



После отправления

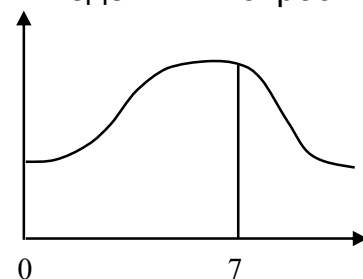


Доход

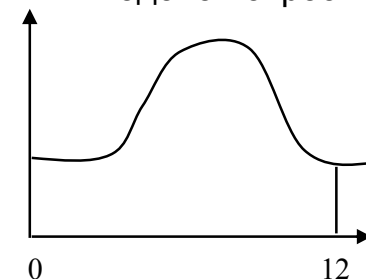
Старый тариф

Новый тариф

Недельный спрос



Годовой спрос



Отчетность по

- кассам – пунктам продаж – дорогам - странам

Статистика

- количество пассажиров;
- объемы багажа, грузобагажа и почты;
- доходы от перевозок во всех видах сообщений;
- пассажиро-км;
- вагоно-км;

Маркетинг

- изучение рынка;
- анкетирование;
- анализ работы;
- оперативное реагирование;
- рентабельность.

Рис. 2.23. Основные показатели АСУ «Экспресс-3»

Перед началом работы билетный кассир включает терминал и делает соответствующую запись в журнале.

После включения кассир убеждается в готовности терминала к работе и наличии контрольной ленты.

В начале и в конце смены билетный кассир получает данные из системы о состоянии счётчиков терминала. Справку «о наличии мест» можно получить по запросу в любой момент работы.

Приняв заказ от пассажира, кассир набирает информацию, соответствующую заказу, вставляет бланк проездного документа в печатающее устройство и нажимает клавишу «Заказ». Появление на экране информации «Выполнено» означает, что переданный заказ отработан. При нажатии клавиши «ПЧ» происходит автоматическая печать проездного документа. Время печатания кассир использует для расчета с пассажиром.

Перед выдачей билета кассир обязан проверить полноту и чёткость отпечатанной информации, совпадение служебных символов. Если заданные условия не выполнены, документ считается испорченным и подлежит гашению.

При оформлении заказа система позволяет учитывать требования пассажира, число нижних и верхних мест, в начале или же в конце вагона, в одном купе и т.д. В одном заказе можно оформить четыре проездных документа по разным видам расчёта, причём в каждом проездном документе может быть оформлено до 9 мест.

Для сокращения числа отрицательных ответов, получаемых от системы, предусмотрена возможность получения многовариантных заказов. Такие заказы могут содержать до шести вариантов поездки с изменением номера поезда, даты, типа вагона, требований к местам и т.д.

Продажа билетов через систему «Экспресс-3» осуществляется на станции предварительно за 60 суток на дальние и местные поезда и за два часа до прихода поезда на транзитные поезда.

До подключения ВЦ дороги к системе «Экспресс-3» на транзитные поезда по ходу следования суточные билетные кассы делят на кассы южного и северного направления и подключают к диспетчерским кругам ОДБ. В этом случае оформление билета производится через БПА системы без указания номера места. Номер вагона указывается при наборе первоначальной информации.

Оформление билетов без указания номера места производится на транзитные поезда не имеющие норму мест.

В развитии системы «Экспресс-3» предусмотрены меры по исключению потери мест в процессе их реализации. Гашение проездного документа производит касса, где данный документ был оформлен и только в течение одного часа. Гашение должно производиться следующим заказом в систему.

Для повышения качества обслуживания пассажиров суточные билетные кассы станции могут быть специализированы следующим образом:

- кассы южного направления;
- кассы северного направления;

- касса для пассажиров с детьми;
- служебная касса;
- касса для обслуживания инвалидов и участников ВОВ;
- воинская касса;
- касса продажи билетов на местные поезда;
- касса для оформления поездок для организованных групп пассажиров;
- касса для оформления поездок иностранным гражданам.

Регламентация работы билетных касс устанавливается начальником вокзала в соответствии с изменением пассажиропотока в летний и зимний период пассажирских перевозок и по периодам суток.

Совершенствование системы «Экспресс-3» позволит расширить сферу услуг, оказываемых пассажиру, расширить возможность информационного обслуживания, совершенствовать процесс управления перевозками.

2.19 Определение производительности системы «Экспресс-3» в различных экстремальных условиях

Система «Экспресс-3» является типовой системой, предназначенной для комплексной автоматизации билетно-кассовых операций на любых полигонах железнодорожной сети. Используя методы теории массового обслуживания рассчитаем производительность системы «Экспресс-3» в различных экстремальных условиях.

Автоматизированная система управления и резервирования железнодорожных билетов «Экспресс-3» имеет две параллельно работающих ЭВМ. При выходе из строя одной ЭВМ АСУ «Экспресс-3» продолжает нормально функционировать за счёт работы другой ЭВМ.

Из практики установлено, что поток отказов работы каждой ЭВМ простейший, т.е. удовлетворяет следующим условиям:

- *отсутствие последствия;*
- *стационарность;*
- *ординарность.*

Первое условие означает, что заявки поступают в АСУ «Экспресс-3» независимо друг от друга, т.е. поступление заявки после момента времени t не зависит от того, когда и в каком количестве появились заявки до момента t .

Второе условие означает, что вероятность поступления некоторого числа заявок в АСУ «Экспресс-3» за время $\Delta t = (t + \Delta t) - t$ и не зависит от точки t отсчёта этого интервала на оси времени OT .

Если это условие выполнено, то можно говорить о среднем числе зая-вок, поступающих в АСУ «Экспресс-3», например за один час, не указывая за какой именно час.

Третье условие означает, что одновременное поступление в АСУ «Экспресс-3» одной и более заявок маловероятно.

Проведенный анализ поступления заявок в АСУ «Экспресс-3» показал, что математическое ожидание поступления заявок и среднее квадратичное отклонение равны. Это является одним из главных признаков простейшего потока.

По данным техотдела ИВЦ СКЖД среднее время безотказной работы одной ЭВМ равно 10 суток. При выходе из строя отказавшую ЭВМ ремонтируют. При этом время ремонта ЭВМ распределено по показательному закону и в среднем составляет 2 суток. Определим среднюю производительность АСУ «Экспресс-3», если при неисправности одной ЭВМ её производительность равна 100 %, а при отказе обеих ЭВМ продажа билетов производится вручную, обеспечивая 30 % общей производительности ЭВМ при работе 10-ти касс.

Для решения задачи используем предельное распределение вероятности состояний АСУ «Экспресс-3», которая имеет вид:

$$P_0 = \left[1 + \frac{\lambda_0}{\mu_1} + \frac{\lambda_0 \lambda_1}{\mu_0 \mu_1} + \dots + \frac{\lambda_0 \lambda_1 \dots \lambda_{k-1}}{\mu_0 \mu_1 \dots \mu_k} \right]^{-1};$$

$$P_1 = \frac{\lambda_0}{\mu_1} P_0; \quad P_2 = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\mu_1 \mu_2} P_0; \dots; \quad P_i = \frac{\lambda_0 \lambda_1 \dots \lambda_{i-1}}{\mu_0 \mu_1 \dots \mu_i} P_0; \dots; P_k$$

$$P_k = \frac{\lambda_0 \lambda_1 \dots \lambda_{k-1}}{\mu_1 \mu_2 \dots \mu_k} P_0,$$

где $\lambda_0, \dots, \lambda_{k-1}$ – интенсивности переходов из состояния в состояние слева направо;

$\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$ – интенсивность переходов справа налево;

A_0 – состояние. Работают обе ЭВМ;

A_1 – работает одна ЭВМ и ремонтируется другая;

A_2 – не работают обе ЭВМ и ремонтируются.

Эти формулы называют «процессом гибели и размножения». Эта *марковская (простейшая) цепь* – размеченный граф состояний, которой для нашей системы изображён на рис. 2.24.

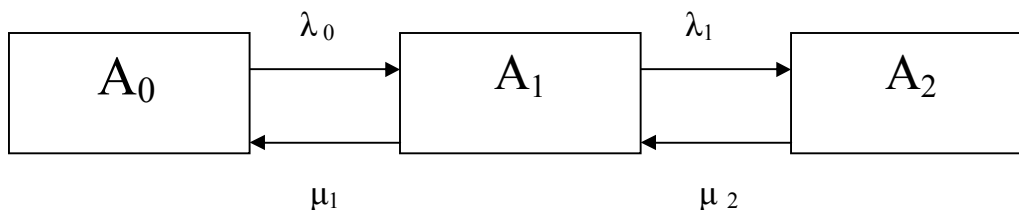


Рис. 2.24. Марковская цепь

Поскольку потоки отказов и восстановления простейшие, то их интенсивности вычисляются по формулам:

$$M [T] = \frac{1}{\lambda}; \quad M = \frac{1}{M[T_{\text{обсл.}}]},$$

где $M [T_{\text{обсл.}}]$ – среднее время обслуживания объекта.

В нашем случае

$$\lambda = \frac{1}{M[T]} = \frac{1}{10} \quad (\text{отказов в сутки});$$

$$M = \frac{1}{M[T_{\text{обсл.}}]} = \frac{1}{2} \quad (\text{восстановления в сутки}).$$

Поскольку в состоянии A_0 работают обе ЭВМ, каждая из которых может отказать с интенсивностью $\lambda = 1/10$, то АСУ «Экспресс-3» переходит из состояния A_0 в состояние A_1 с интенсивностью $\lambda_0 = 2 \cdot 1/10 = 1/5$, переходит из A_1 в A_2 ($A_1 \rightarrow A_2$) происходит с интенсивностью $\lambda_1 = \lambda = 1/10$.

Из состояния A_2 в состояние A_1 система переходит с интенсивностью $M_2 = 2 \cdot M = 2 \cdot 1/2 = 1$, так как восстанавливаются обе ЭВМ. Переход из A_1 в A_0 ($A_1 \rightarrow A_0$) происходит с интенсивностью $M_1 = M = 1/2$.

Так как в нашей системе происходит процесс «гибели и размножения» с числом состояний $K+1=3$, при $K=2$.

Определим предельное распределение вероятности состояний АСУ «Экспресс-3».

$$P_0 = \left[1 + \frac{\lambda_0}{\mu_1} + \frac{\lambda_0 \lambda_1}{\mu_1 \mu_2} \right]^{-1} = \left[1 + \frac{0,2}{0,5} + \frac{0,2 \cdot 0,1}{0,5 \cdot 0,1} \right]^{-1} = 1/1,44 = 0,694;$$

$$P_1 = \frac{\lambda_0}{\mu_1} P_0 = \frac{0,2}{0,5} \cdot 0,694 = 0,278.$$

$$P_i = \frac{\lambda_0 \lambda_1}{\mu_0 \mu_1} P_0 = \frac{0,2 \cdot 0,1}{0,5 \cdot 0,1} \cdot 0,694 = 0,028.$$

$$\text{Тогда } P_0 + P_1 + P_2 = 0,694 + 0,278 + 0,028 = 1.$$

Средняя производительность АСУ «Экспресс-3» в установившемся режиме составляет 100 %. $(P_0 + P_1) + 30 \% P_2 = 100 \% (0,694 + 0,278) + 30 \% \cdot 0,028 = 98,04 \%$

Расчёт показывает, что параллельная работа всего двух ЭВМ обеспечивает достаточно высокую (98,04 % от номинальной) производительность АСУ «Экспресс-3». Следовательно, нет необходимости повышать производительность АСУ «Экспресс-3» за счёт, например, присоединения третьей ЭВМ.

3 ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ДАЛЬНИХ И МЕСТНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ И ОСНОВНЫЕ ЕЁ ПОКАЗАТЕЛИ

3.1 Основные задачи, решаемые при организации движения пассажирских поездов

При организации движения пассажирских поездов решаются *следующие задачи*:

- *установление размеров пассажиропотоков с учетом динамики изменения на перспективу;*
- *выбор массы поезда, типа локомотива, композиции (схемы) состава, скорости движения по категориям поездов;*
- *расчет оптимального варианта плана формирования поездов;*
- *установление размеров движения пассажирских поездов по их категориям;*
- *выбор схемы прокладки пассажирских поездов на ГДП;*
- *построение графика движения поездов с увязкой пассажирских поездов с грузовыми поездами;*
- *определение оборотов пассажирских поездов, обеспечивающих наилучшие показатели ГДП и использования подвижного состава;*
- *расчет показателей и установление технических норм пассажирской работы.*

Размеры пассажиропотоков устанавливаются по отчетным данным за прошедшие годы, в том числе оперативные данные о пассажиропотоках по крупным вокзалами и сводкам о населенности поездов. Недостаток такого учета – не учитываются отказы в перевозках пассажиров. Для более точного определения размеров пассажиропотоков целесообразно производить экономические обследования районов тяготения к железнодорожным направлениям. На основе анализа пассажирских перевозок разрабатываются таблицы плановых пассажиропотоков, в которых указывается число пассажиров из каждого движения. По этим таблицам составляются диаграммы пассажиропотоков. Так как размеры пассажиропотоков в обоих направлениях, как правило, принимаются одинаковыми, то практически достаточно составлять диаграмму для одного направления.

Для прогнозирования объёмов перевозок на перспективу используется *корреляционный анализ*. При этом рассматривается **3 этапа**:

- построение корреляционного уравнения, которое в общей математической формуле выражает характер связи между изучаемыми признаками – объёмом отправленных пассажиров;
- решение принятой модели путём нахождения параметров корреляционного уравнения;
- оценка и анализ полученных результатов.

Анализ и графическая интерпретация изменения рассматриваемых показателей во времени позволяет сделать следующие выводы, исходя из математического их моделирования:

1 Изменение размеров поездопотоков имеет прямую зависимость во времени т.е.

$$Y = a_0 + a_1 \cdot t,$$

где a_0, a_1 – параметры искомым зависимостей;
 t – время, т.е. порядковый номер года.

2 Изменение размеров пассажиропотоков выражается обратной зависимостью во времени:

$$Y = a_0 + a / t.$$

3 Размеры пассажиропотоков стабильны.

Второй этап, т.е. решение принятой корреляционной модели заключается в нахождении параметров корреляционных уравнений. Определение величины этих параметров производится способом наименьших квадратов, это означает, что в прямоугольной системе координат теоретическая линия должна проходить наиболее близко к исходным фактическим точкам. Иначе, для всех прямых находится такая, для которой сумма квадратов разности между уровнями ординат была бы минимальной.

Параметры уровней находятся путём решения следующих систем уравнения:

$$a_0 n + a_1 \Sigma t = \Sigma Y;$$

$$a_0 \Sigma t + a_1 \Sigma t^2 = \Sigma Yt,$$

где y – фактические уровни анализируемого показателя;
 n – число уровней.

Решение этой системы позволяет определить параметры уравнения, т.е. для *прямой зависимости*:

$$a_0 = \Sigma Y/n, \quad a_1 = \Sigma Yt / Yt^2,$$

для *обратной зависимости*:

$$a_0 n + a_1 \Sigma(1/t) = \Sigma Y$$

$$a_0 \Sigma (1/t) + a_1 \Sigma(1/t^2) = \Sigma Y(1/t).$$

Решение системы даст параметры уравнения обратной зависимости.

$$a_0 = \Sigma Y/n; \quad a_1 = \Sigma (Y/t / \Sigma (Y/t^2)).$$

Для расчётов параметров составлены рабочие шаблоны на основе которых определяются параметры искомым уравнений.

Параметры каждого уравнения (показателя) приведены в таблицах 3.1, 3.2.

$$a_0 = 22411,3 / 5 = 4482,26 \text{ чел.}$$

$$a_1 = 6883,1 / 10 = 688,31 \text{ чел.}$$

Таблица 3.1

Изменение размеров пассажиропотоков в дальнем сообщении на перспективу

Годы	Y	t	t^2	tY	\bar{Y}
2002	3340,6	-2	4	-6681,2	3793,95
2003	3060,7	-1	1	-3060,7	5170,57
2004	4446,5	0	0	0	4482,26
2005	6502,0	1	1	6502,0	3793,26
2006	5061,5	2	4	10123	3105,64
	$\Sigma=22411,3$		$\Sigma t^2=10$	$\Sigma tY= 6883,1$	$\Sigma \bar{Y}=22411,3$

Расчётная формула размеров пассажиропотоков на перспективу в дальнем сообщении:

$$\bar{Y}_T = 4482,26 - 688,31 \cdot t.$$

Ожидаемые объёмы пассажиропотоков в дальнем сообщении в 2007 году:

$$\bar{Y}_T = 4482,26 - 688,31 \cdot 5 = 1040,71 \text{ чел.} = 1041 \text{ чел.}$$

Таблица 3.2

Изменение размеров пассажиропотоков в пригородном сообщении на перспективу

Годы	Y	t	t^2	tY	\bar{Y}
2006	17357,8	2	4	34715	16815,28
2005	15419,7	1	1	15419,7	14960,83
2004	11235,5	0	0	0	13106,38
2003	11447,0	-1	1	-11447	11251,93
2002	10071,9	-2	4	-20143,9	9397,48
	$\Sigma Y=65531,9$		$\Sigma t^2=10$	$\Sigma tY= -18544,5$	$\Sigma \bar{Y}=65531,9$

$$a_0 = 65531,9 / 5 = 13106,38 \text{ чел.}$$

$$a_1 = 18544,5 / 10 = -1854,45 \text{ чел.}$$

Расчётная формула размеров пассажиропотока в пригородном сообщении на перспективу:

$$\bar{Y}_T = 13106,38 - 1854,45 \cdot t.$$

Ожидаемые объёмы пассажиропотоков в пригородном сообщении на 2007 год:

$$\bar{Y}_T = 13106,38 - 1854,45 \cdot 5 = 3834,73 \text{ чел.} = 3834 \text{ чел.}$$

Анализ данных таблиц показывает, что корреляционные зависимости име-

ют прямую зависимость, определяющую увеличение размеров пассажиропотоков на перспективу. Это может быть объяснено следующими факторами:

- повышение тарифов на проездные документы;
- введение скоростных электропоездов и создание дополнительных услуг в поездке и т.д.

На основе полученных пассажиропотоков и прогноза на ближайшую перспективу осуществляется планирование пассажирских перевозок на предстоящий период. При этом учитываются мероприятия, вызывающие массовые организационные перевозки (выставки, спортивные соревнования, переселения, призывы в армию и пр.).

3.2 Определение массы поезда при заданном типе локомотива и ходовой скорости

Масса пассажирского поезда, которая может быть реализована на данном направлении, определяется по формуле

$$Q = \frac{F_k \cdot V_{\text{ср}}^x - P_{\text{сц}} (w_o' + i_{\text{эКВ}}) \cdot V_{\text{ср}}^x}{(w_o'' + i_{\text{эКВ}}) \cdot V_{\text{ср}}^x}, \text{ Т},$$

где F_k – сила тяги поездного локомотива;

$V_{\text{ср}}^x$ – средняя ходовая скорость движения пассажирского поезда;

$P_{\text{сц}}$ – масса локомотива;

w_o', w_o'' – основное удельное сопротивление движению соответственно локомотива и состава поезда;

$i_{\text{эКВ}}$ – эквивалентный по скорости подъем, который устанавливается на основе тяговых расчетов при заданной массе поезда.

Как видно из формулы, масса пассажирского поезда зависит от заданной ходовой скорости ($V_{\text{ср}}^x$), потребной часовой мощности локомотива ($N_{\text{кВт}}$, $N_{\text{л.с.}}$):

$$N_{\text{кВт}} = \frac{F_k \cdot V_{\text{ср}}^x}{367,2}; \quad N_{\text{кВт}} \cdot 367,2 = F_k \cdot V_{\text{ср}}^x;$$

$$N_{\text{л.с.}} = \frac{F_k \cdot V_{\text{ср}}^x}{270}; \quad N_{\text{л.с.}} \cdot 270 = F_k \cdot V_{\text{ср}}^x.$$

Тогда формулу для определения следует видоизменить:

$$Q = \frac{367,2 \cdot N_{\text{кВт}} - P_{\text{сц}} (w_o' + i_{\text{эКВ}}) \cdot V_{\text{ср}}^x}{(w_{\text{ср}}'' + i_{\text{эКВ}}) \cdot V_{\text{ср}}^x}, \text{ Т};$$

$$Q = \frac{270 \cdot N_{\text{л.с.}} - P_{\text{сц}} (w_o' + i_{\text{эКВ}}) \cdot V_{\text{ср}}^x}{(w_o'' + i_{\text{эКВ}}) \cdot V_{\text{ср}}^x}, \text{ Т}.$$

Из этих формул можно установить потребную мощность локомотивов:

$$N_{\text{кВт}} = \frac{V_{\text{сп}}^x}{367,2} [P_{\text{сц}} (w'_0 + i_{\text{ЭКВ}}) + Q_{\text{бр}} (w''_0 + i_{\text{ЭКВ}})];$$

$$N_{\text{л.с.}} = \frac{V_{\text{сп}}^x}{270} [P_{\text{сц}} (w'_0 + i_{\text{ЭКВ}}) + Q_{\text{бр}} (w''_0 + i_{\text{ЭКВ}})].$$

Основное удельное сопротивление движению локомотива

$$w'_0 = 1,9 + 0,01V_x + 0,0003V_x^2.$$

Основное удельное сопротивление движению вагонов

$$w''_0 = 1,2 + 0,012V_x + 0,002V_x^2.$$

Если тип локомотива не известен, а род тяги задан, то мощность локомотива можно определить по заданной массе состава (таблица 3.3).

Таблица 3.3

Мощности локомотивов при заданной массе и скорости пассажирского поезда

Значение скорости	Значение N при заданной массе поезда				
	400 т	600 т	800 т	1000 т	1200 т
100	1615	2923	3231	4038	4896
120	2000	3000	4000	4996	6000
140	2623	3943	5257	6572	7886
160	3262	4894	6527	8150	9780

Например, $Q = 900$ т, $V_x = 120$ км/ч, $N = \frac{4000 + 4996}{2} = 4498$ кВт,

определяем тип поездного локомотива.

Такой массе поезда соответствует поездной локомотив ЧС-4.

3.3 Выбор композиции, массы и скорости движения пассажирских поездов

Композиция (схема) состава пассажирского поезда – порядок размещения определенного числа различных типов вагонов в составах определенной категории. Она показывает, с одной стороны, уровень удобств, предоставляемых пассажирам, а с другой – расчетную населенность поездов и их массу, скорость и размеры движения. Композицию каждого поезда составляют плацкартные, купейные, вагоны-рестораны, почтовые и багажные вагоны.

Схемы (композиция) составов каждой категории поездов унифицированы, чтобы обеспечить их взаимозаменяемость. Однако композиции фирменных поездов отступают от унифицированных. Составы пассажирских поездов отличаются от скорых меньшим числом купейных и жестких плацкартных вагонов и большим числом некупейных с общими местами и вагонов с местами для сидения.

Для выбора оптимальной композиции состава пассажирского поезда рассматриваются несколько вариантов и производятся технико-экономические расчеты. Ниже в качестве примера приведен вариант композиции состава пассажирского поезда (таблица 3.4).

При этом необходимо учитывать затраты на потребный парк локомотивов, содержание бригад проводников и локомотивных бригад, электроэнергию и т. д.

При существующем техническом оснащении заданного направления наибольшее влияние на скорость и массу поезда оказывает стоимость 1 поезд-ч следования и 1 т-км механической работы локомотива, затрачиваемой на перемещение поезда.

Таблица 3.4

Композиция состава

Категория вагонов	Число вагонов	Тара вагонов, т	Нагрузка от пассажиров	Суммарный вес вагона	Населенность вагона	Суммарная населенность
Мягкий	1	57	3	60	32	32
Купейный	6	57	4	61	36	216
Плацкартный	8	50	6	56	54	432
Вагон-ресторан	1	56	3	59	-	-
Багажный	1	45	12	57	-	-
Итого	17			$\sum Q=990$		$\sum a=680$

В таком случае величина приведенных затрат на один поезд по каждому варианту устанавливается по формуле:

$$E_{об} = R_{мех} \cdot C_{ткм} + \frac{L}{\beta_m \cdot V_x} \cdot C_{пч}, \text{ руб.},$$

где $R_{мех}$ – механическая работа локомотива, ткм;
 $C_{ткм}$ – расходная ставка на 1 т-км. механической работы локомотива, руб.т-км.

$C_{пч}$ – приведенная стоимость поезд-часа пассажирского поезда с учетом оценки 1 пассажиро-ч, руб;

V_x – ходовая скорость, км/ч;

β_m – коэффициент маршрутной скорости, ($\beta_m = 0,85 \dots 0,95$);

В свою очередь механическая работа определяется по формуле

$$R_{мех} = (P + Q) (w_0 + i_3) \cdot 10^{-3} L + 3,8(P + Q) (\alpha \cdot V_x)^2 \cdot 10^{-6} \cdot K_{ост},$$

где P – масса локомотива;

Q – масса состава брутто, т;

w_0 – основное удельное сопротивление движению поезда, кгс/тс;

i_3 – эквивалентный подъем на заданном направлении;

L – длина направления;
 α – отношение скорости начала торможения к ходовой скорости, $\alpha = 0,9$
 $K_{\text{ост}}$ – количество остановок поезда;

$$K_{\text{ост}} = L/L_{\text{м.ост}},$$

где $L_{\text{м.ост}}$ – расстояние между соседними остановками пассажирских поездов.

Приведенная стоимость поезда-часа пассажирского поезда определяется по формуле

$$C_{\text{пч}} = \alpha_{\text{л}} \cdot C_{\text{лч}} + \beta_{\text{бр}}^{\text{л}} \cdot C_{\text{бр-ч}}^{\text{л}} + \beta_{\text{пр}} \cdot C_{\text{бр-ч}}^{\text{пр}} \cdot m + C_{\text{пас}} \cdot a_{\text{н}} + \sum C_{\text{вч}} \cdot m,$$

где $C_{\text{лч}}, C_{\text{вч}}$ – приведение стоимость 1 локомотиво-часа и вагоно-часа соответственно;

$C_{\text{бр-ч}}^{\text{л}}, C_{\text{бр-ч}}^{\text{пр}}$ – стоимость 1 ч работы локомотивной бригады и бригады проводников, руб., соответственно;

$C_{\text{пас}}$ – стоимость 1 пассажиро-ч, руб.;

m – число вагонов в составе;

$\alpha_{\text{л}}, \beta_{\text{бр}}^{\text{л}}, \beta_{\text{пр}}$ – коэффициенты, учитывающие время внепоездной работы, локомотива, локомотивной бригады и бригады проводников соответственно;

$a_{\text{н}}$ – расчетная ведомость (населенность) пассажирского поезда.

Оптимальное значение скорости движения при заданной массе и расчетной населенности определяется минимальным значением функции:

$$E_{\text{об}} = [(P + Q)(w_0 + i_0) \cdot 10^{-3}L + 3,8(P + Q)(\alpha \cdot V_x)^2 \cdot 10^{-6} \cdot K_{\text{ост}}]C_{\text{пкм}} + \\ + [(L \cdot C_{\text{пч}}) / (\beta_{\text{м}} \cdot V_x)].$$

Основное удельное сопротивление движению поезда

$$W_0 = \frac{w_0' \cdot P + Q \cdot w_0''}{P + Q},$$

где w_0' – основное удельное сопротивление движению локомотива;

w_0'' – основное удельное сопротивление движению вагонов.

Эксплуатационные расходы по каждому варианту сводятся в таблицу 3.5.

Для каждого варианта строятся графики зависимости ходовой скорости от затрат (рис. 3.1), на основании которых устанавливаются минимальные значения, соответствующие оптимальной скорости V_x .

Затем рассчитываются *удельные затраты на перевозку одного пассажира*:

$$e = \frac{\min E_{\text{об}}}{a_{\text{н}}}.$$

Эксплуатационные затраты на один поезд по вариантам

Наименование вариантов	V_x	W_0	Q	P	$i_{\text{ЭКВ}}$	$a_{\text{н}}$	$C_{\text{ТКМ}}$	$C_{\text{пч}}$	$E_{\text{оп}}$	$E_{\text{пр}}$	$E_{\text{об}}$
1	50	2,31	990	176	1,2	680	1,1	1593,7	4059,7	3662,0	40721,7
	80	3,66							5732,2	22913,8	28046,0
	110	5,13							7608,3	16664,5	24272,8
	140	7,07							10083,3	13093,6	23176,9
2	50	2,30	1107	176	1,2	770	1,1	1780,1	4248,1	40942,3	45190,4
	80	3,56							6208,2	25588,9	31797,1
	110	5,11							8380,8	18610,1	26990,9
	140	7,04							11102,8	14622,3	25724,3
3	50	2,29	1168	176	1,2	806	1,1	1846,0	4680,9	4280,3	47483,9
	80	3,56							6515,3	26752,9	33267,3
	110	5,1							8782,2	19456,0	28238,2
	140	7,03							11638,2	15286,9	26925,7
4	50	2,29	1228	176	1,2	838	1,1	1940,1	4897,8	44022,3	49520,1
	80	3,55							6803,6	27888,9	34192,5
	110	5,10							9189,3	20282,9	22472,2
	140	7,02							12164,7	15936,5	28101,2

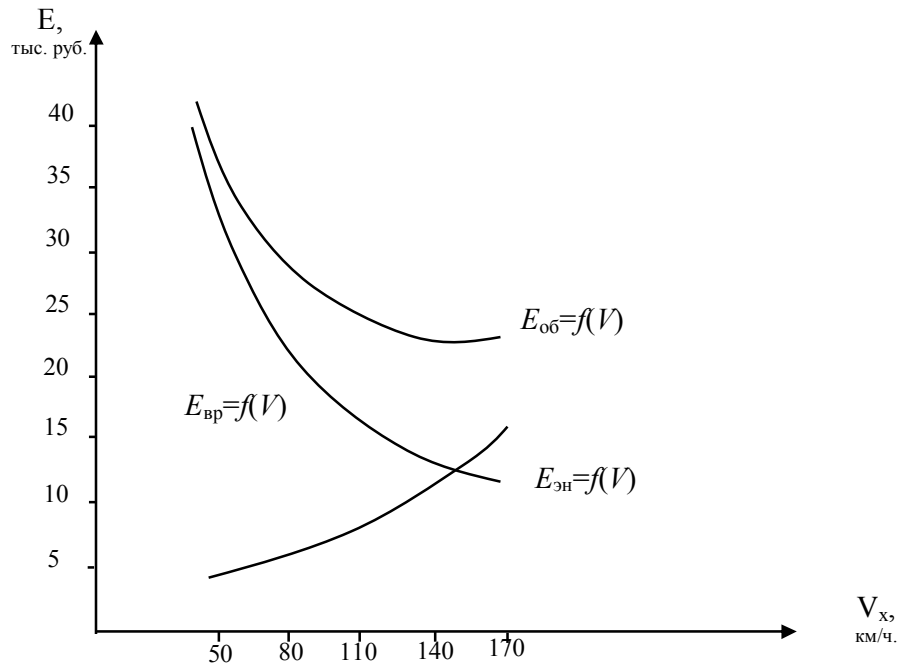


Рис. 3.1. Графическое определение оптимального значения ходовой скорости

Результаты расчетов минимальных затрат, оптимальной ходовой скорости и удельных затрат, приходящихся на перевозку одного пассажира по вариантам, оформляются по форме таблицы 3.6.

Как видно из примера, при III варианте композиции состава обеспечивается оптимальная масса и ходовая скорость пассажирского поезда.

Таблица 3.6

Результаты расчетов оптимальной скорости и массы пассажирского поезда

Вариант	Вместительность поезда, чел.	Масса поезда, т	Минимальные затраты, руб.	Оптимальная ходовая скорость	Удельные затраты, руб/пас
I	680	990	23176,9	160	34,1
II	770	1107	25724,3	160	34,1
III	806	1168	26925,7	160	33,3
IV	838	1228	28101,2	160	33,5

Полученные значения массы и скорости проверяются по ряду требований:

1 *Соответствие мощности заданного локомотива по условиям трогания с места.*

Эта проверка осуществляется по формуле

$$Q_{\text{тр}} = \frac{F_{\text{тр}}}{w_{\text{тр}} + i_p} - P,$$

где $F_{\text{тр}}$ – сила тяги при трогании с места, кгс;

$w_{\text{тр}}$ – удельное дополнительное сопротивление при трогании с места, кгс/тс;

$$w_{\text{тр}} = \frac{28}{q_o + 7}, \text{ кгс/тс,}$$

где i_p – расчетный подъем, %;

q_o – нагрузка на ось пассажирского вагона, $q_o = \frac{Q}{4 \cdot m}$, т/ось.

Если масса поезда, полученная по указанной выше формуле, больше, чем определенная технико-экономическими расчетами, то заданный локомотив обеспечивает трогание с места пассажирского поезда на расчетном подъеме.

Полученное значение $Q_{\text{тр}} > Q$, следовательно 1-е условие выполняется.

2 *Соответствие мощности локомотива оптимальной ходовой скорости*

Поезд должен иметь скорость на расчетном подъеме не ниже определенной соотношением $V_p = V_p / K$, где значение $K = 1,3$ принимается из [10].

Известно, что необходимая мощность определяется по формулам

$$N_{\text{кВт}} = \frac{F_k \cdot V_{\text{ср}}^x}{367,2}; \quad \text{или} \quad N_{\text{л.с.}} = \frac{F_k \cdot V_{\text{ср}}^x}{270},$$

где $F_k = P(w'_o + i_{\text{эКВ}}) + Q_{\text{бр}}(w''_o + i_{\text{эКВ}})$, тогда

$$[P(w'_o + i_{\text{эКВ}}) + Q_{\text{бр}}(w''_o + i_{\text{эКВ}})]V_p = 367,2N_{\text{кВт}}$$

ИЛИ

$$[P(w'_0 + i_{\text{ЭКВ}}) + Q_{\text{бр}}(w''_0 + i_{\text{ЭКВ}})]V_p = 270N_{\text{л.с.}}$$

В данных уравнениях неизвестным является значение скорости на расчетном подъеме, которое может быть найдено графико-аналитическим способом.

На графике (рис. 3.2) горизонтальная линия соответствует наличной мощности локомотива (правая часть уравнения); кривая – потребной мощности локомотива для реализации различных значений скорости на расчетном подъеме (левая часть уравнения).

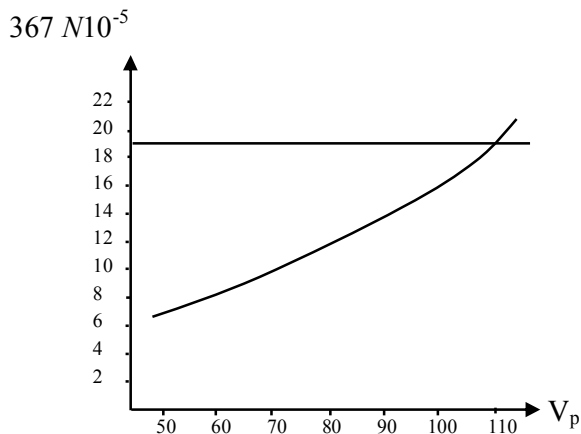


Рис. 3.2. Графо-аналитическое определение скорости на расчетном подъеме

На пересечении линий соответствующих мощностей получаем расчетную скорость V_p , тогда $V_x = 1,3 \cdot V_p$.

Если значение скорости V_p будет больше полученной технико-экономическими расчетами, то, следовательно, заданный локомотив не сможет реализовать оптимальную ходовую скорость.

Для дальнейших расчетов принимается полученная скорость V .

3 Соответствие длины пассажирского поезда (L_c) длине посадочных платформ ($L_{\text{пл}}$) на станциях рассматриваемого направления, т. е. $L_{\text{пл}} = L_c$.

3.4 Расчет плана формирования пассажирских поездов

План формирования пассажирских поездов устанавливает:

- число и назначение поездов;
- станции формирования и оборота составов поездов;
- маршруты следования поездов;
- маршруты следования и порядок перецепки прямых беспересадочных вагонов.

В расчетах плана формирования поездов предусматриваются два этапа:

- 1 Выбор направления следования пассажирских поездов при наличии параллельных ходов.
- 2 Расчет собственно плана формирования поездов для каждого направления.

При выборе направления следования пассажирских поездов производится

подробные технико-экономические расчеты, которые учитывают показатели технико-экономической эффективности пропуска поездов. За оптимальный принимается вариант с минимальными приведенными затратами. При этом учитываются следующие затраты:

- капитальные вложения в подвижной состав в пассажирском и грузовом движении и на развитие пассажирских станций;
- затраты на материальные ценности, перевозимые в вагонах, и на инвентарное оборудование пассажирских вагонов.

Эксплуатационные расходы:

- а) на *содержание локомотивных бригад* в грузовом и пассажирском движении;
- б) на *механическую работу* в в грузовом и пассажирском движении;
- в) расходы, *связанные с обгонами и остановками поездов*, нахождением пассажиров в пути следования.

Исходными данными для составления плана формирования пассажирских поездов являются:

- *размеры пассажиропотоков* (струй) по участкам расчетного направления;
- *нормы населенности поездов* различных категорий;
- *технико-экономические нормативы*, позволяющие оценить народно-хозяйственные затраты на один поезд, принятый к расчету;
- *время следования поезда* по соответствующему маршруту и т. д.

Кроме того, требуется составить перечень станций расчетного полигона, которые по техническому оснащению (*путевому развитию, вагоно-экипировочным устройствам и др.*) могут служить станциями формирования или оборота составов пассажирских поездов.

Для расчета плана формирования поездов на основании заданных размеров пассажиропотоков определяется «густота» пассажиропотоков по каждому участку рассматриваемого полигона.

Для установления кратчайших маршрутов при наличии параллельных ходов используется минимальное время прохождения поездами каждого из участков.

Время следования по участку определяется по формуле

$$t_{\text{сл}} = L_y / \beta_m \cdot V_x,$$

где L_y – протяженность заданного участка (маршрута);

β_m – коэффициент маршрутной скорости, = 0,8 ... 0,95;

V_x – оптимальная ходовая скорость.

Густота пассажиропотоков, график возможных назначений на конкретном полигоне приведен на рис. 3.3.

На нем указана населенность пассажирских поездов (a_n) и размеры пассажирских поездопотоков (x).

Перечисленные выше исходные данные, а также возможные маршруты следования поездов и ограничения позволяют расчет плана формирования поездов поставить как общую задачу линейного программирования.

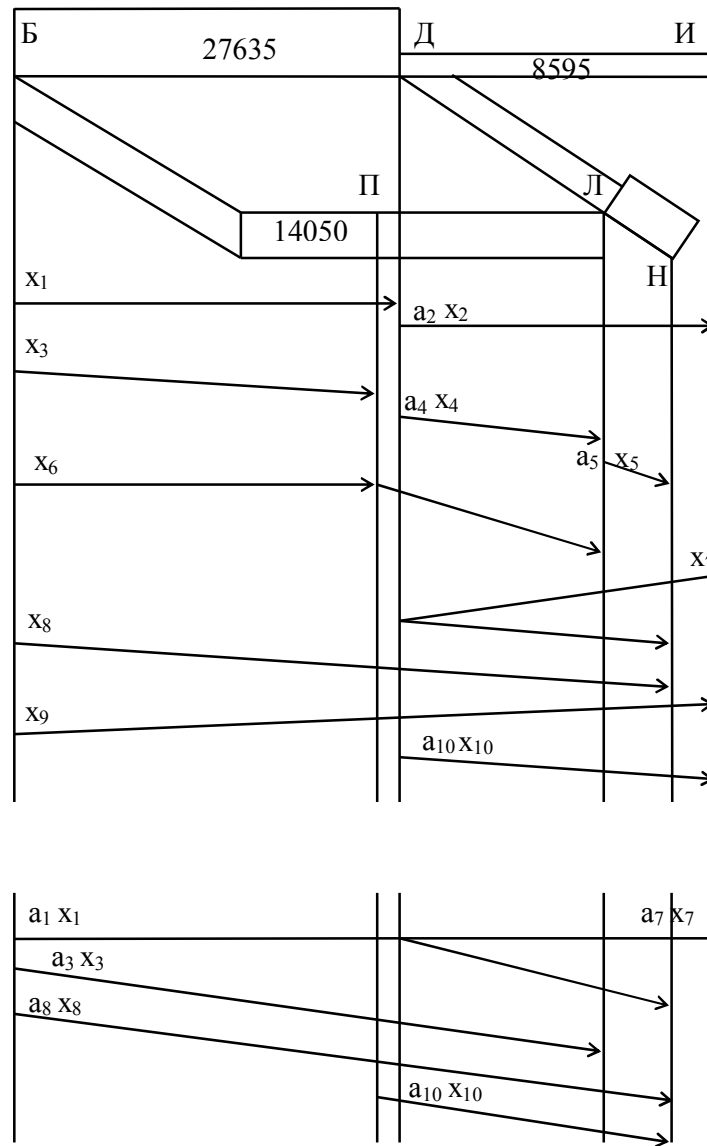


Рис. 3.3. Оптимальный вариант формирования пассажирских поездов

При решении таких задач необходимо найти минимальное значение функции $F = \sum c_i \cdot x_i$ при ряде ограничений. К ним следует отнести: *ограничения по освоению пассажиропотока на каждом участке рассматриваемого полигона, по пропускной способности на том или ином участке, по перерабатывающей способности станции формирования и оборота составов, по величине вагонного парка и т. д.*

В приведенной формуле $F = \sum c_i \cdot x_i$

c_i – удельные затраты на поезд 1-го назначения, оценивающие время нахождения пассажиров в поездах, комфортабельность поезда и транспортные расходы;

x_i – размеры движения 1-го назначения ($x_i > 0$). Ограничения по освоению густоты пассажиропотока в конкретном примере имеют вид:

$$a_1 \cdot x_1 + a_6 \cdot x_6 + a_9 \cdot x_9 > 27655;$$

$$a_3 \cdot x_3 + a_8 \cdot x_8 > 14050;$$

$$a_2 \cdot x_2 + a_7 \cdot x_7 + a_9 \cdot x_9 > 8595;$$

$$a_6 \cdot x_6 + a_{10} \cdot x_{10} + a_4 \cdot x_4 + a_7 \cdot x_7 > 17505;$$

$$a_7 \cdot x_7 + a_8 \cdot x_8 + a_{10} \cdot x_{10} + a_5 \cdot x_5 > 21330.$$

Линейная форма в развернутом состоянии:

$$Г = c_1 \cdot x_1 + c_2 \cdot x_2 + \dots + c_{10} \cdot x_{10} \rightarrow \min,$$

$$C = \frac{E_{\text{общ}}}{L_p} \cdot l + 24n_c \sum m \cdot C_{\text{вч}},$$

где L_p – длина расчетного направления;

l – длина маршрута следования поезда i назначения;

n_c – число составов пассажирских поездов i назначения.

Для решения этой задачи используется *симплекс-метод*. Решение возможно вручную и по разработанной программе на ЭВМ. Результаты расчета конкретного примера приведены на рисунке 3.3.

3.5 Способы прокладки пассажирских поездов на графике

К прокладке пассажирских поездов на графике предъявляются *следующие требования*:

- обеспечение высокого уровня маршрутной скорости;
- эффективность использования пассажирского состава и пассажирских устройств;
- целесообразное сочетание пассажирского и грузового движения поездов для обеспечения необходимого ритма и технологии работы сортировочных, грузовых и пассажирских станций;
- удобное для пассажиров время отправления и прибытия пассажирских поездов, позволяющее больше привлекать население к перевозкам по железным дорогам и тем самым обеспечивать прибыльность перевозок.

Различают два варианта прокладки пассажирских поездов: «*вечер-утро*» и «*равномерная прокладка в течение деятельного периода суток*».

По *первому варианту* (рис. 3.4) пассажирские поезда с начальных станций отправляются вечером, а прибывают на конечные станции утром. Такая прокладка поездов на графике удобна отправляющимся с начальной станции нетранзитным пассажирам и всем пассажирам, прибывающим на конечные пункты.

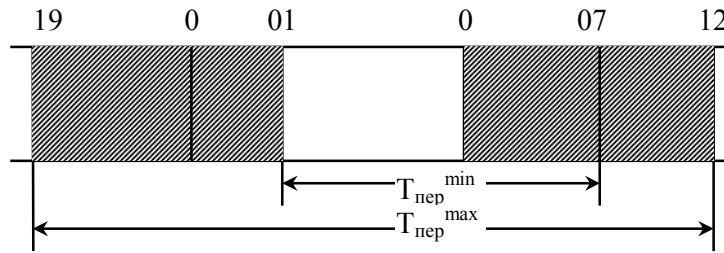


Рис. 3.4. Прокладка поездов по варианту «вечер-утро»

Если пассажирские поезда на графике прокладываются по такому варианту, приняв периоды наиболее удобного отправления и прибытия такими, как показано на рис. 3.4, тогда маршрутная скорость определяется в зависимости от максимального и минимального времени их следования в пределах

$$V_M = \frac{L_M}{T_M^{\max}} \dots \frac{L_M}{T_M^{\min}} \quad \text{или} \quad V_M = \frac{L_M}{17 + 24k} \dots \frac{L_M}{6 + 24k},$$

где L_M – протяженность рассматриваемого маршрута следования поезда;
 k – целое число суток в пути следования.

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

Более целесообразным вариантом, по сравнению с изложенным, следует считать равномерную прокладку поездов по графику в течение всего деятельного периода суток, т.е. с 5 ... 6 ч утра и до одного часа ночи (рис. 3.5).

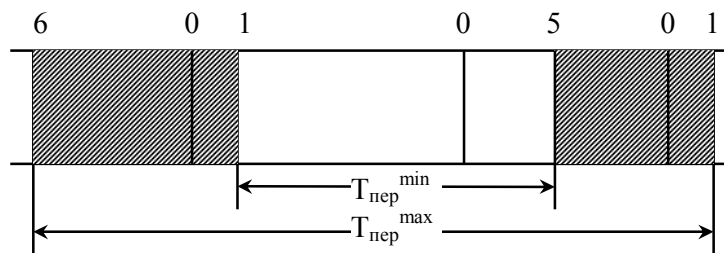


Рис. 3.5. Схема прокладки пассажирских поездов по 2-му варианту

Эти прокладки позволяют сократить стоянки пассажирских составов на станциях приписки и оборота за счет более рациональной увязки поездов по графику и возможности взаимозаменяемости составов одинаковой композиции, имеющих общую станцию приписки. За счет этого сокращается потребность в путях отстоя и составах, а следовательно, уменьшаются капиталовложения в подвижной состав и в путь.

Кроме того, при такой прокладке заметно уменьшаются локомотиво-часы простоя пассажирских локомотивов, в результате чего сокращается потребность в локомотивах и бригадах, а также число проводников.

При равномерной прокладке обеспечивается значительно больший диапазон между возможным максимальным и минимальным временем ($T_M^{\max} \dots T_M^{\min}$) следования, чем при прокладке поездов по варианту «вечер-утро». Следовательно, маршрутную скорость можно выбирать в более широком диапазоне. Если принять отправление поездов с шести часов утра до одного часа ночи и прибытие их на конечную станцию с пяти часов утра до одного часа ночи, то возможный диапазон изменения маршрутной скорости V_M определится выражением

$$V_M = \frac{L_M}{19 + 24(\kappa + 1)} \dots \frac{L_M}{4 + 24(\kappa + 1)}.$$

Кроме отмеченных достоинств равномерная прокладка пассажирских поездов обеспечивает:

- равномерное движение грузовых поездов, так как отсутствуют периоды сгущенного движения пассажирских поездов;
- равномерную загрузку вокзалов и городского транспорта.

Недостатком данного варианта являются неудобства для транзитных пассажиров, осуществляющих посадку и высадку в ночное время.

3.6 Определение размеров движения поездов

Исходными данными для определения размеров движения дальних и местных пассажирских поездов являются *плановые пассажиропотоки* (A) на направлениях, *нормы массы поездов*, их *категории*, *композиции* и *вместимость* составов. Доля пассажиропотока, обслуживаемого поездами разных категорий между двумя пунктами зависит от его характера и размера, а также административно-хозяйственного значения этих пунктов и устанавливается на основе сложившейся практики. Как правило, наиболее мощные потоки, не изменяющиеся в пути следования, обслуживаются скорыми поездами.

Так как пассажиропотоки в летний период больше, чем в зимний, то размеры движения по категориям поездов определяются на летний и зимний периоды. Размеры движения для каждой категории поездов определяются по формулам:

для скорых:

$$N_{\text{ск}} = \frac{A \cdot \beta_{\text{ск}}}{a_{\text{ск}}};$$

для пассажирских:

$$N_{\text{пас}} = \frac{A \cdot (1 - \beta_{\text{ск}})}{a_{\text{пас}}},$$

где $\beta_{ск}$ – доля пассажиров, обслуживаемых скорыми поездами;
 $a_{ск}$, $a_{пас}$ – населенность скорого и пассажирского поездов соответственно.

При некратности пассажиропотока вместимости поездов производится изменение числа поездов одной из категорий или назначаются поезда не ежедневного обращения. При этом наличие мест в поездах должно быть не менее заданного пассажиропотока по маршруту следования.

3.7 Основные технико-экономические показатели пассажирских перевозок

Технико-экономические показатели характеризуют **объем** планируемой или выполненной работы (*количественные показатели*) или **качество** использования подвижного состава и других технических средств в пассажирском движении (*качественные показатели*). К качественным показателям относятся:

- количество перевезенных пассажиров ($\sum A$). Определяется по числу проданных билетов;
- *пассажирооборот* на дороге, отделении, станции, представляет собой сумму отправленных ($\sum A_{от}$) и прибывших пассажиров ($\sum A_{пр}$):

$$\sum A = \sum A_{от} + \sum A_{пр}, \text{ пассажиров;}$$

- *объем* планируемой или выполненной *работы* дороги, отделения и сети в целом по пассажирским перевозкам:

$$\sum AL = \sum_{i=1}^n A_i \cdot L_i,$$

где A_i – количество перевезенных пассажиров по какому-либо направлению, участку;

L_i – средняя дальность поездки;

- *пробеги поездов*, $\sum NL$:

$$\sum NL = \sum_{i=1}^n N_i \cdot L_i,$$

где N_i – число поездов рассматриваемого направления;

- *пробеги вагонов*, определяются с учетом количества вагонов в поездах различных категорий:

$$\sum nL = \sum_{i=1}^{K_{уч}} \sum_{j=1}^{K_{пф}} m_j \cdot N_{ij} \cdot L_i,$$

где m_j – число вагонов в поездах различных категорий;

$K_{уч}$ – количество маршрутов следования пассажирских поездов;

$K_{пф}$ – количество назначений;

- *средняя дальность поездки пассажиров*:

$$L = \frac{\sum AL}{\sum An}, \text{ км;}$$

- *населенность на вагон* – среднее количество пассажиров приходящееся

на вагон, занятый под перевозку пассажиров;

$$a_n = \frac{\sum AL}{\sum nL}, \text{ пассажиров на вагон,}$$

где $\sum nL$ – пробеги пассажирских вагонов;

- *средний состав поезда* в вагонах:

$$m = \frac{\sum nL}{\sum NL}, \text{ вагонов;}$$

- *средняя плотность пассажиропотока*

$$A_{\text{ср}} = \frac{\sum AL}{L_3}, \text{ пассажиро-км/км,}$$

где L_3 – эксплуатационная длина расчетного направления;

- *потребный рабочий парк* пассажирских составов:

$$N_{\text{потр}} = \sum Q_{\text{с}} \cdot N_{\text{с}} + \sum Q_{\text{пас}} \cdot N_{\text{пас}}, \text{ вагонов в сутки,}$$

где $Q_{\text{с}}$, $Q_{\text{пас}}$, $Q_{\text{м.п.}}$ – оборот скорого и пассажирского состава в дальнем и местном сообщении соответственно;

$N_{\text{с}}$, $N_{\text{пас}}$, $N_{\text{м.п.}}$ – число скорых и пассажирских поездов в дальнем и местном сообщении соответственно;

- *инвентарный рабочий парк* пассажирских составов:

$$N = 1,12 (\sum m_{\text{с}} Q_{\text{с}} \cdot N_{\text{с}} + \sum m_{\text{пас}} Q_{\text{пас}} \cdot N_{\text{пас}}), \text{ вагонов в сутки.}$$

К *качественным показателям* относятся: скорости движения, среднесуточный пробег состава и поезда, себестоимость пассажирских перевозок и т. д.

Оборот состава – время от момента отправления состава в рейс из пункта приписки до его отправления с этого же пункта в следующий рейс. Он характеризует качество использования вагонов и определяется для каждого состава соответствующей категории поезда (рис. 3.6).

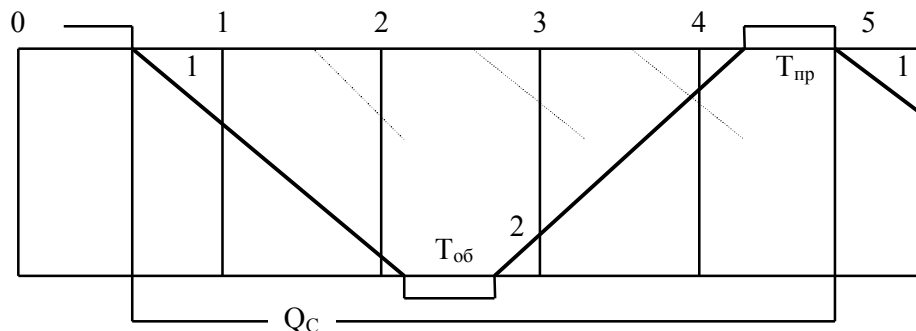


Рис. 3.6. Схема оборота состава пассажирского поезда

Оборот состава определяется *аналитическим* и *графическим* способами. Аналитически оборот состава определяется по формуле (при равенстве

маршрутной скорости в четном и нечетном направлении)

$$Q_{\text{пас}} = \frac{1}{24} \left(\frac{L_M}{V_M} + T_{\text{пр}} + T_{\text{об}} \right), \text{ сут},$$

где L_M – длина маршрута следования состава поезда;

V_M – маршрутная скорость;

$T_{\text{пр}}$ – время нахождения состава на станции приписки;

$T_{\text{об}}$ – время нахождения состава на станции оборота.

Чаще используется графический способ определения оборота состава. Из схемы на рис. 3.6 видно, что при номерном прикреплении составов к поезду первый состав вновь отправится со станции приписки только на 5-е сутки, т.е. оборот состава кратен суткам. Следовательно, для обслуживания одной пары пассажирских поездов потребуется 4 состава. При безномерном прикреплении составов к поезду сокращается время нахождения составов на станции приписки, что позволяет обеспечить требуемые размеры движения поездов наименьшим числом составов и снизить себестоимость пассажирских перевозок. Для этого производится унификация составов скорых и пассажирских поездов.

Маршрутная скорость – средняя скорость, учитывающая все стоянки на попутных технических и промежуточных станциях по маршруту следования:

$$V_M = \frac{L_M}{\frac{L_M}{V_x} + \frac{\sum T_{\text{ст}} + \sum \tau_{\text{р.з.}}}{60}},$$

где V_x – ходовая скорость движения пассажирского поезда;

$\sum T_{\text{ст}}$ – продолжительность стоянок поезда в пути следования;

$\sum \tau_{\text{р.з.}}$ – суммарные потери времени на разгон и замедление поезда.

Время нахождения состава поезда в пункте приписки

$$T_{\text{пр}} = t_{\text{пр}} + T_{\text{тех}}^{\text{ст}} + t_{\text{от}},$$

где $t_{\text{пр}}$ – время нахождения состава поезда на собственно пассажирской станции по прибытии;

$T_{\text{тех}}^{\text{ст}}$ – время нахождения состава на технической станции;

$t_{\text{от}}$ – время нахождения состава поезда на собственно пассажирской станции по отправлению.

Время нахождения состава на станции оборота определяется аналогичным образом. Оно несколько меньше, так как ряд операций не выполняется.

- *среднесуточный пробег пассажирского поезда*

$$S = \frac{\sum NL}{\sum N}, \text{ км/сут},$$

где $\sum NL$ – пробеги пассажирских (скорых) поездов;

$\sum N$ – размеры движения на участках направления.

- *среднесуточный пробег пассажирского состава:*

$$S_{\text{пас}} = \frac{\sum NL}{\sum Q_c \cdot N}, \text{ км/сут.}$$

- *среднесуточный пробег вагона общего парка:*

$$S_{\text{пас}}^{\text{об}} = \frac{\sum mNL}{\sum m_{\text{об}}}, \text{ км/сут.}$$

где $m_{\text{об}}$ – рабочий или инвентарный парк пассажирских вагонов;

- *степень использования вместимости составов поездов:*

$$\gamma = \frac{\sum AL_{\text{ф}}}{\sum AL_{\text{пл}}}$$

где $\sum AL_{\text{ф}}$ и $\sum AL_{\text{пл}}$ – фактические и плановые пассажиро-километры;

- *себестоимость пассажирских перевозок:*

$$C = \frac{\sum \mathcal{E}}{\sum AL}, \text{ руб/10 пассажиро-км,}$$

где $\sum \mathcal{E}$ – годовые эксплуатационные расходы на пассажирские перевозки;

$\sum AL$ – объем пассажирской работы дороги.

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИГОРОДНОГО ПАССАЖИРСКОГО ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

4.1 Особенности пригородных перевозок

Пригородные перевозки организуются на участках, примыкающих к крупным городам, промышленным центрам и населенным пунктам. Там, где пригородные участки железных дорог находятся в черте городских новостроек или являются железнодорожными диаметрами, пересекающими город, пригородные поезда осуществляют также **внутригородские перевозки**.

Четкая организация пригородных перевозок имеет большое значение. Опоздание пригородного поезда приводит к задержкам рабочих и служащих на работу и сбою производства. Плохие условия перевозки, отсутствие четкого взаимодействия с другими видами транспорта вызывают дополнительную транспортную усталость и снижение производительности труда перевозимых пассажиров.

Особенности пригородного движения:

- *небольшое расстояние перевозок* (в среднем около 30 км), что позволяет установить вместимость состава пригородного поезда не только с учетом мест для сидения, но и проезда пассажиров стоя;
- *высокая степень неравномерности движения по часам суток, по дням недели, по месяцам года;*
- *резкое уменьшение пассажиропотока по мере удаления его от голов-*

- ной станции, что приводит к необходимости деления пригородного участка на отдельные части (зоны);
- частые остановки поездов в пути следования (через 2 ... 3 км) на специально оборудованных остановочных пунктах;
 - устойчивые пассажиропотоки в рабочие дни (трудоувые поездки) и переменные в выходные и праздничные дни;
 - высокая частота движения пригородных поездов для уменьшения времени ожидания поездов и высокая скорость для сокращения продолжительности поездки.

4.2 Требования к организации пригородных перевозок

Основной задачей пригородных перевозок является обеспечение связи пригородных районов с городом при минимальных затратах времени пассажирами на поездки. Кроме того, должны быть обеспечены:

- высокая скорость движения;
- малое время на разгон и замедление поездов;
- комфорт в обслуживании пассажиров;
- малые остановки поездов за счет быстрой посадки и высадки пассажиров через две двери;
- снижение эксплуатационных размеров и повышение доходности;
- взаимосвязь с другими видами транспорта.

Этим условиям лучше всего соответствуют пригородные участки, оснащенные мотор-вагонным подвижным составом (электро, дизель и аккумуляторные поезда, автомотрисы) с высоким значением ускорения и замедления вагонов, что очень важно при частых остановках, автоматически управляемыми широкими дверями, конструкционной скоростью до 130 км/ч, допускающим возможность секционирования. Высокие платформы на остановочных пунктах обеспечивают быструю посадку, высадку с минимальными потерями времени.

4.3 Методика выбора числа зон на пригородном участке

Сокращение мощности пригородного пассажиропотока по мере удаления от города, резкие спады его в местах расположения крупных населенных пунктов вызывают необходимость обслуживания пригородного участка поездами различной дальности обращения. Для этого пригодный участок делится на отдельные части (зоны). Каждая зона оканчивается *зонной станцией*, на которой оборачиваются составы пригородных поездов. Это позволяет обеспечить больше удобств пригородным пассажирам, лучше использовать вместимость пригородных составов и тем самым снизить себестоимость пригородных перевозок.

Размещение зонных станций предусматривается обычно по пунктам резкого спада пассажиропотока. Целесообразность зонного движения зависит от мощности пригородного пассажиропотока. Когда суточные размеры движения поездов невелики (при слабом пассажиропотоке) зонное движение в

большинстве случаев невыгодно.

Методика выбора оптимального числа зон и размещения зонных станций предполагает первоначальное определение *затрат пассажиро-часов на проезд* ($\sum At_{пр}$) и *ожидание отправления* ($\sum At_{ож}$) по предварительно намеченным вариантам:

$$\sum At_{ож} = \sum At_{пр} + \sum At_{ож}.$$

Для определения оптимального варианта расположения зонных станций устанавливаются размеры пассажиропотоков по каждому перегону участка, разрабатывается диаграмма пассажиропотоков и в местах резкого спада пассажиропотоков намечаются границы зон (зонные станции). Предварительно рассматриваются несколько вариантов размещения зон и по каждому из них рассчитываются пассажиро-часы проезда от головной станции до станции назначения и ожидания отправления поезда (рис. 4.1).

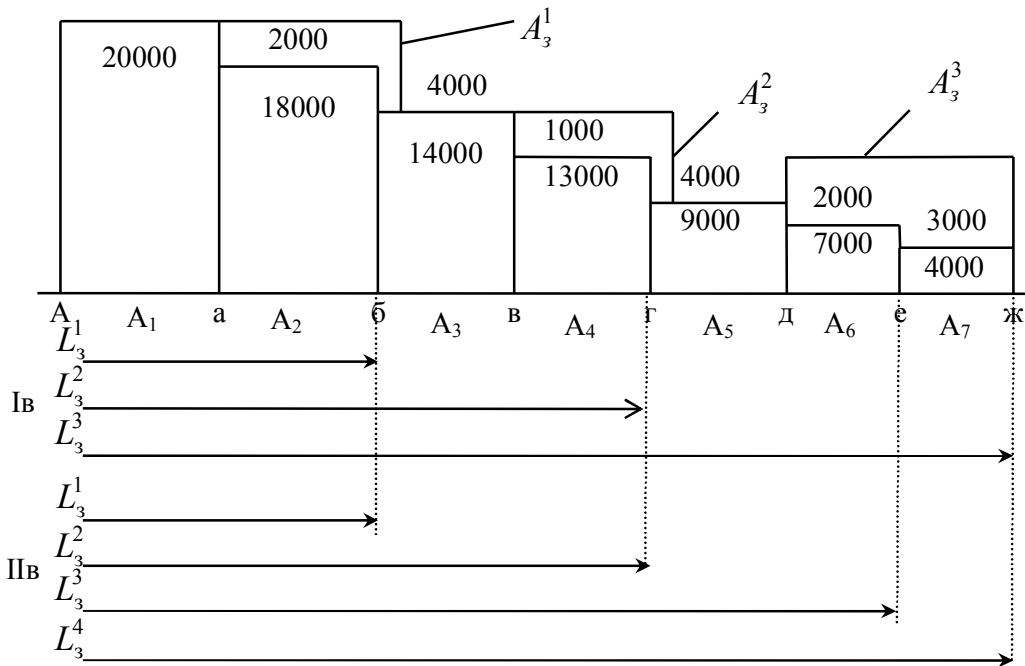


Рис. 4.1. Диаграмма пассажиропотоков с вариантами размещения зонных станций

Примечание A_3^1 , A_3^2 , A_3^3 – соответственно число пассажиров, перевозимых в поездах 1-й, 2-й, 3-й зоны.

Для обеспечения удобства пассажиров и сокращения потребности в составе при организации зонного движения предусматриваются остановки пригородных поездов на остановочных пунктах только в пределах «своей» зоны. Следовательно в пределах «своей» зоны пригородные поезда следуют с участковой скоростью, а остальные – с ходовой.

Пассажиро-часы на проезд до станции назначения осуществляются по каждому варианту за интенсивный период по формуле (рис. 4.1):

$$\sum At_{\text{пр}}^I = 2\gamma \left[\begin{array}{l} (A_1 - A_3) \frac{L_3^I}{V_{\text{уч}}} + (A_3 - A_5) \left(\frac{L_3^I}{V_x} + \frac{L_3^{\text{II}} - L_3^I}{V_{\text{уч}}} \right) + \\ + A_5 \left(\frac{L_3^{\text{II}}}{V_x} + \frac{L_3^{\text{III}} - L_3^{\text{II}}}{V_{\text{уч}}} \right) \end{array} \right], \text{ пассажиро-ч,}$$

где L_3^I – длина 1-й зоны, км;

$V_{\text{уч}}$ – участковая скорость пригородных поездов, км/ч;

V_x – ходовая скорость пригородных поездов, км/ч;

A_i – пассажиропоток в пределах соответствующего перегона;

γ – доля пассажиропотока, следующего в интенсивный период от общего пассажиропотока:

$$\gamma = \frac{N_{\text{инт}}}{N},$$

где $N_{\text{инт}}$ – число пригородных поездов, отправляющихся в интенсивный период;

N – общее число пригородных поездов за сутки.

Аналогично составляются расчетные формулы для других вариантов. Затраты пассажиро-часов, связанные с ожиданием пассажирами отправления поезда, определяются из условия, что накопление пассажиров для каждой зоны начинается с 0 и равномерно достигает величины полной вместимости состава поезда в момент отправления следующего поезда этой зоны (рис. 4.2).

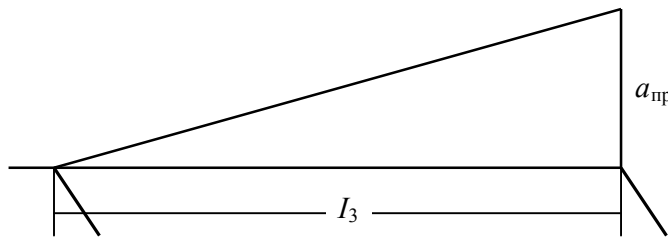


Рис. 4.2. Принципиальная схема процесса накопления пассажиров

Из рис. 4.2 видно, что затраты пассажиро-часов ожидания пассажирами отправления поезда рассматриваемой зоны определяются, как площадь треугольника:

$$At_{\text{ож}} = 0,5 a_{\text{пр}} \cdot I_3,$$

где I_3 – интервал между поездами одной зоны, мин;

$a_{\text{пр}}$ – средняя вместимость пригородного поезда, пас.;

$$I_3 = \frac{T_{\text{и}}}{\gamma N_3},$$

где $T_{\text{и}}$ – продолжительность интенсивного периода;

N_3 – размеры движения пригородных поездов в пределах зоны.

Тогда *время ожидания всех поездов одного направления рассматриваемой зоны*

$$\sum At_{\text{ож}} = 0,5N_3 \frac{T_{\text{и}}}{\gamma N_3} a_{\text{пр}} = 0,5 \cdot T_{\text{и}} \cdot a_{\text{пр}} / \gamma.$$

Общее время ожидания поездов пассажирами всех зон в обоих направлениях за данный период с учетом принятой населенности составов

$$\sum At_{\text{ож}} = K_3 \cdot T_{\text{и}} \cdot a_{\text{пр}} / \gamma,$$

где K_3 – число зон на пригородном участке.

Можно пассажиро-часы ожидания определить по следующим формулам:

для одной зоны в одном направлении:

$$\sum At_{\text{ож}} = \frac{T}{2N_3} \cdot N_3 \cdot a_{\text{пр}} = \frac{T}{2} \cdot a_{\text{пр}},$$

где T – время следования пригородных поездов в течение суток, $T = 19 - 20$ ч;

для всех зон в одном направлении:

$$\sum_{k_3=1}^{n_3} a_{\text{пр}} t_{\text{ож}} = 0,5 \cdot K_3 \cdot T \cdot a_{\text{пр}}$$

то же для двух направлений:

$$\sum_{k_3=1}^{n_3} a_{\text{пр}} t_{\text{ож}} = K_3 \cdot T \cdot a_{\text{пр}}.$$

Как видно из рис. 4.3, с увеличением числа зон уменьшаются пассажиро-часы проезда и увеличиваются пассажиро-часы ожидания. Следовательно, рассматривая сумму затрат пассажиро-часов $At = At_{\text{ож}} + At_{\text{пр}}$, можно найти оптимальное число зон, обеспечивающее минимальную величину общих затрат пассажиро-часов.

Окончательный выбор организации зонного движения на участке осуществляется технико-экономическими расчетами.

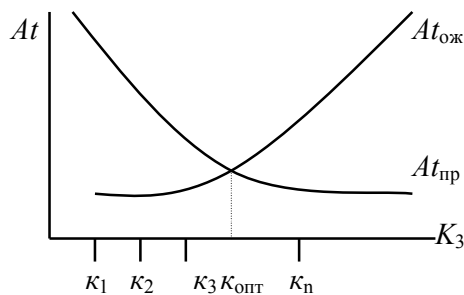


Рис. 4.3. Зависимость затрат пассажиро-часов от числа зон

К детальному технико-экономическому обоснованию числа зон принимаются 2 ... 3 варианта, близких друг к другу по затратам пассажиро-часов. На основании построенных графиков движения пригородных поездов для принятых вариантов размещения зон на участке определяют:

- потребный парк пригородных составов;

- инвентарный парк вагонов;
- потребное число локомотивных бригад и разъездных кассиров;
- общие поездо-километры пробега;
- общие затраты механической работы на преодоление сил сопротивления при движении пригородных поездов;
- затраты на развитие зонных станций и их штат.

Рассчитываются *экономические показатели*:

- расходы, связанные с потерями времени пассажирами;
- капитальные затраты на инвентарный парк;
- эксплуатационные расходы по следующим элементам;
- отчисление на амортизацию соответствующих затрат;
- расходы, пропорциональные поездо-километрам пробега;
- расходы на содержание постоянных устройств зонных станций, пригородных вагонов и локомотивов;
- расхода на зарплату (с начислениями) штата зонных станций, локомотивных бригад и разъездных кассиров;
- расходы на ремонт, топливо, смазку, пропорциональные затратам механической работы.

Оптимальный вариант размещения пригородных зон определяется по минимуму приведенных расходов.

Аналитический расчет оптимального количества зон на пригородном участке может быть произведен по формуле

$$K_3 = \frac{P\tau_{p.z.} \cdot A_{\text{ч}}}{a_{\text{пр}}},$$

где P – общее число остановочных пунктов на участке;

$\tau_{p.z.}$ – время на стоянку, разгон и замедление, приходящееся на один остановочный пункт, ч;

$A_{\text{ч}}$ – среднечасовое число пассажиров за расчетный (интенсивный) период суток по всем остановочным пунктам;

$a_{\text{пр}}$ – расчетная вместимость из состава пригородного поезда.

4.4 Определение размеров движения и вместимости пригородных поездов

Размеры движения пригородных поездов устанавливаются исходя из мощности пассажиропотока по каждой зоне и принятой расчетной вместимости пригородного поезда

$$N = \frac{A_{\text{пр}}^3}{a_{\text{пр}} \cdot \alpha},$$

где $A_{\text{пр}}^3$ – среднесуточный пригородный пассажиропоток 1-й зоны;

α – коэффициент использования вместимости состава для 1-й зоны
 $\alpha = 1,5$, а на дальних зонах $\alpha = 1$;

$a_{\text{пр}}$ – расчетная населенность пригородного поезда с учетом мест только для сидения.

Для 1-й зоны число поездов определяется по формуле:

$$N = \frac{A_{\text{пр}}}{a_{\text{пр}} \cdot \alpha}.$$

Число пригородных поездов рассчитывается отдельно для каждой зоны и распределяется по часам суток по установленному на каждый час проценту прибытия и отправления пассажиров от суточного пассажиропотока.

Необходимо, чтобы полученное число поездов обеспечивало высокий уровень использования вместимости поездов, при этом должна быть выдержана определенная частота движения.

Потребная вместимость пригородного поезда определяется с учетом наличной пропускной способности пригородного участка, объема пригородного пассажиропотока, обеспечения перевозок в интенсивные периоды суток.

Как известно, в пригородных перевозках имеются **два интенсивных периода**: *утром с 6 до 9 ч* (максимум с 7 до 8 ч) в сторону головной станции и *вечером с 15 до 19 ч* (максимум с 17 до 18 ч) по отправлению с головной станции. Если обозначим γ – долю пассажиропотока в период интенсивных перевозок $T_{\text{и}}$, то *потребные размеры движения* пригородных поездов в среднем за один час интенсивных перевозок составят

$$N_{\text{потр}} = \frac{\gamma \cdot A_{\text{пр}}}{T_{\text{и}} \cdot a_{\text{пр}}},$$

где $A_{\text{пр}}$ – суточный пассажиропоток на максимальном перегоне;

$a_{\text{пр}}$ – вместимость пригородного состава.

Возможная пропускная способность пригородного участка за один час составит:

$$N_{\text{возм}} = \frac{60}{I_{\text{пр}}}, \text{ п/ч.}$$

Должно выполняться следующее неравенство:

$$N_{\text{возм}} > N_{\text{потр}}, \text{ отсюда}$$

$$\frac{60}{I_{\text{пр}}} > \frac{\gamma \cdot A_{\text{пр}}}{T_{\text{и}} \cdot a_{\text{пр}}}; \quad a_{\text{пр}} > \frac{\gamma \cdot A_{\text{пр}} \cdot I_{\text{пр}}}{60 \cdot T_{\text{и}}}.$$

По приведенному условию выбирается конкретный тип подвижного состава пригородных поездов (с учетом возможного секционирования).

4.5 График движения поездов и пропускная способность пригородного участка

Пригородное движение может быть организовано по *параллельному* и *непараллельному* графику.

При **параллельном графике** все пригородные поезда имеют одинаковые времена хода и стоянки на всех остановочных пунктах. Такой тип графика применяется на участках с малыми размерами движения или в неинтенсивные часы (рис. 4.4).

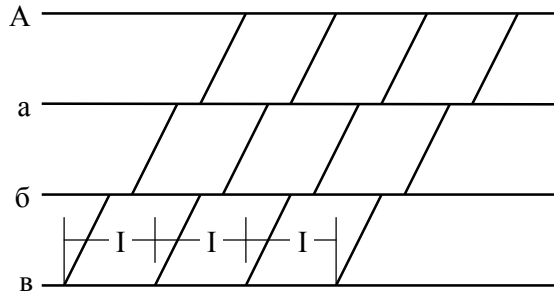


Рис. 4.4. Параллельный тип графика движения поездов

При больших спадах пассажиропотока по отдельным разделным пунктам пригородный участок целесообразно разбить на зоны и применить *зонный параллельный график* (рис. 4.5).

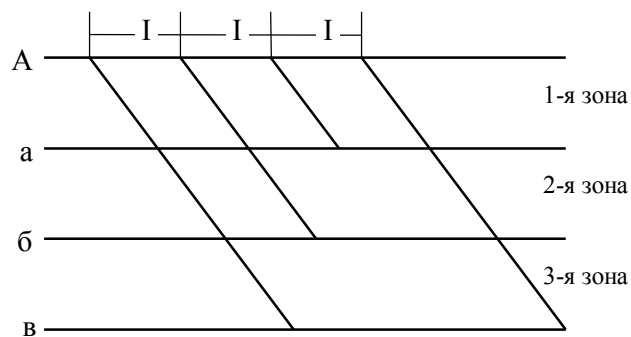


Рис. 4.5. Зонный параллельный график

Основным преимуществом параллельного графика является минимальная потребность пропускной способности для его реализации, однако увеличивается время ожидания проезда пассажиров.

Расчет пропускной способности пригородного участка производят за час интенсивного движения пригородных поездов. Она зависит, в первую очередь от числа главных путей и их специализации, типа пригородного графика движения, устройств автоматики, телемеханики и связи и др.

Пропускная способность при параллельном графике

$$N=60/I,$$

где I – минимальный межпоездной интервал.

Шахматный график – разновидность параллельного, применяется в тех же случаях, что и параллельный. Он предусматривает чередование остановок (рис. 4.6). Однако для межзонной связи пассажиров необходимо предусматривать прокладку пригородных поездов с остановками на всех зонах.

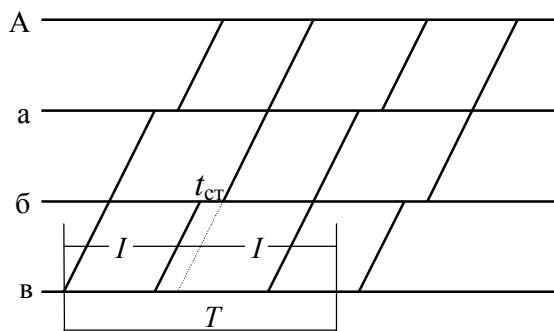


Рис. 4.6. Шахматный параллельный график

Участковая скорость при этом графике выше, чем при обычном параллельном вследствие уменьшения в 2 раза числа остановок.

Период шахматного графика

$$T = 2I + t_{\text{ст}} + \tau_{\text{р.з.}}$$

где $t_{\text{ст}}$ – продолжительность стоянки пригородного поезда;

$\tau_{\text{р.з.}}$ – время на разгоны и замедления поезда;

Часовая пропускная способность

$$N = \frac{60 \cdot K}{T_{\text{пер}}} = \frac{60 \cdot K}{2I + t_{\text{ст}} + \tau_{\text{р.з.}}}$$

Елочный тип графика также является разновидностью параллельного графика (рис. 4.7). Он может быть применен на однопутных линиях, когда требуется в течении определенного периода времени организовать пропуск поезда только в одном направлении.

Период графика

$$T = 2 \cdot I(R - 1) + t'_x + t''_x + t_{\text{ст}} + \tau_{\text{р.з.}} + \tau_c$$

Пропускная способность

$$N = \frac{60 \cdot K}{T_{\text{пер}}} = \frac{60 \cdot K}{2I(K - 1) + t'_x + t''_x + t_{\text{ст}} + \tau_{\text{р.з.}} + \tau_c}$$

Зонный непараллельный график. При таком типе графика каждый поезд обслуживает свою зону, останавливаясь на каждом остановочном пункте, а другие зоны проходит без остановки (рис. 4.8). Поезд, проходящий одну или несколько зон без остановки, называется «*скороходом*», а поезд, имеющий на данной зоне остановки – «*тихоходом*».

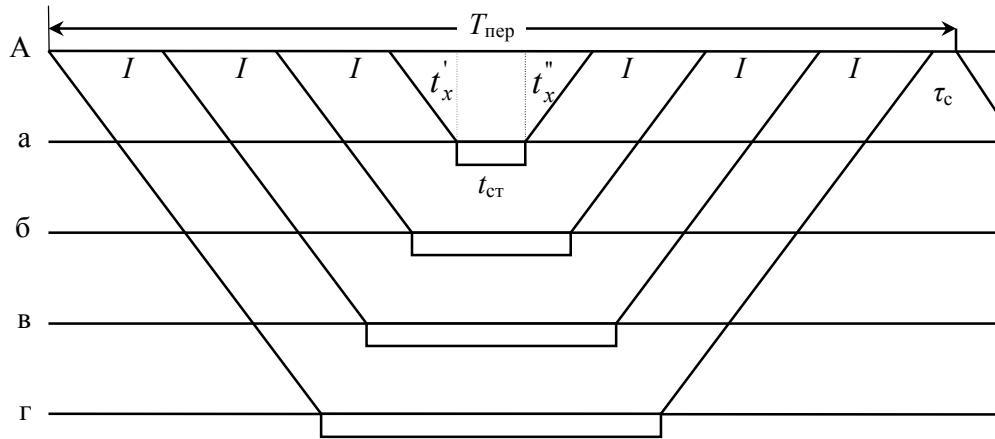


Рис. 4.7. Елочный тип графика движения

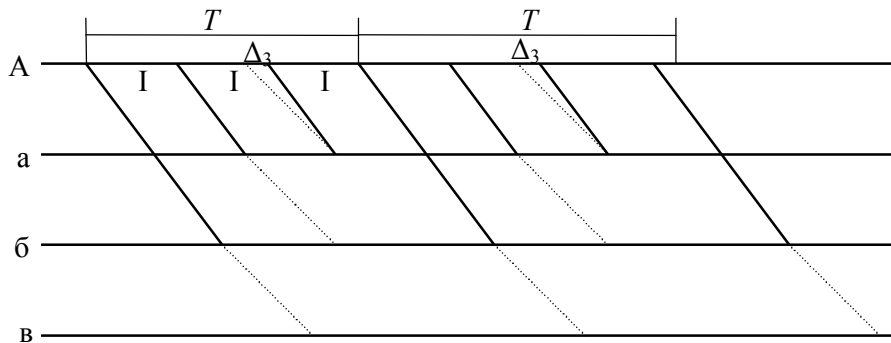


Рис. 4.8. Зонный непараллельный график

Такой тип графика целесообразно применять при большом пассажиропотоке. Он имеет *преимущества*:

- повышенная скорость движения;
- сокращается время проезда второй и последующих зон;
- ускоряется оборот пассажирских составов;
- более равномерно распределяется пассажиропоток по поездам, так как последние специализируются по зонам, что облегчает работу вокзалов;
- ликвидируются излишние остановки, за счет чего экономятся электроэнергия, топливо, меньше изнашивается подвижной состав.

К *недостаткам* можно отнести некоторое уменьшение частоты обслуживания зон, что при использовании для этих зон городского транспорта не имеет большого значения. Кроме того, при зонном типе графика требуются некоторые резервы пропускной способности: необходимо назначить поезда с остановками на всех промежуточных и остановочных пунктах участков для обеспечения межзонной связи пассажиропотоков.

Пропускная способность зонного графика:

$$N_3 = \frac{60 \cdot K}{T_{\text{пер}}}; \quad T_{\text{пер}} = K \cdot I + \Delta_3; \quad \Delta_3 = \left(\frac{L_3}{V_x^{\text{тих}}} - \frac{L_3}{V_x^{\text{скр}}} \right) \cdot 60,$$

где Δ_3 – разность времени хода «сорохода» и «тихохода»;
 L_3 – длины зоны, км;
 $V_x^{\text{тих}}, V_x^{\text{скр}}$ – соответственно скорость «тихохода» и «сорохода», км/ч.

$$N_3 = \frac{60 \cdot K}{K \cdot I + \Delta_3}.$$

Если взять отношения N/N_3 и подставить это значение, то получим

$$\frac{N}{N_3} = \frac{60(K \cdot I + \Delta_3)}{I \cdot 60 \cdot K} = 1 + \frac{\Delta_3}{I + K}.$$

Как видим, пропускная способность зонного непараллельного графика несколько меньше пропускной способности зонного параллельного графика.

Снижение пропускной способности зависит от величины Δ_3/K . Отсюда следует, что для увеличения пропускной способности непараллельного графика необходимо уменьшать величину зонного интервала за счет повышения скорости «сороходов», длину головной зоны, сокращать число поездов в пределах 1-й зоны, а также увеличивать число поездов в периоде графика. Значение минимального интервала между попутными пригородными поездами определяется условиями их движения и типом устройств автоматики, телемеханики и связи.

При нормальном разграничении поездов тремя блок-участками (рис. 4.9, а) интервал между поездами в пакете *при безостановочном следовании*

$$I = 0,06 \frac{3L_{\text{бл}} + L_{\text{п}}}{V_x},$$

где $L_{\text{бл}}$ – длина блок-участка, м;
 $L_{\text{п}}$ – длина поезда, м; $L_{\text{п}} = L_{\text{т}}$;
 $L_{\text{т}}$ – тормозной путь;
 V_x – средняя ходовая скорость.

При следовании пригородных поездов с остановками у пассажирских остановочных пунктов, расположенных не чаще чем через три блок-участка, интервал между поездами возрастает на время, связанное со стоянкой пригородного поезда, включая потери на разгон и замедление. Однако в этом случае перед остановочным пунктом можно допустить разграничение поездов двумя блок-участками (рис. 4.9, б).

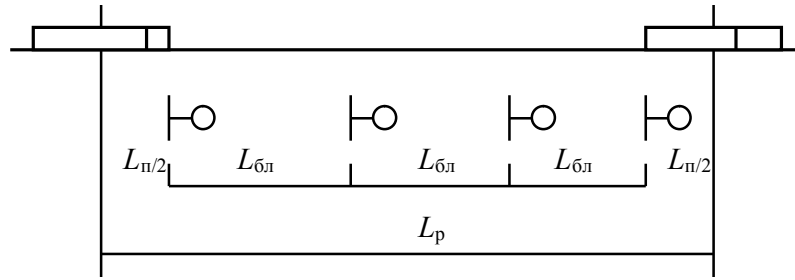
Тогда интервал между поездами

$$I = 0,06 \frac{2L_{\text{бл}} + L_{\text{п}}}{V_x} + t_{\text{ст}} + \tau_{\text{р.з.}} + t_{\text{в}},$$

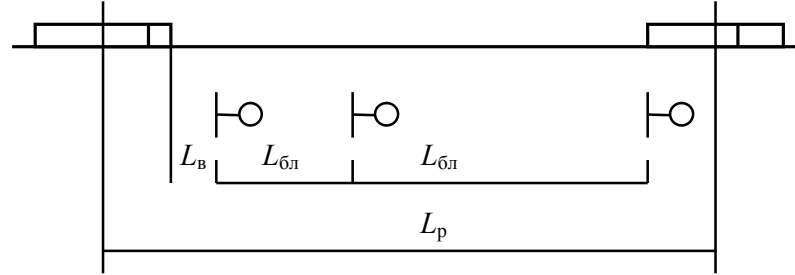
где $t_{\text{ст}}, \tau_{\text{р.з.}}, t_{\text{в}}$ – время стоянки, разгона и замедления, восприятия сигнала машинистом поезда соответственно $t_{\text{в}} = 0,1$ мин.

Применение четырехзначной автоблокировки на пригородных участках (рис. 4.9, в) позволяет реализовать $I = 4$ мин.

а) при безостановочном следовании



б) при остановке второго поезда



в) при 4-значной автоблокировке

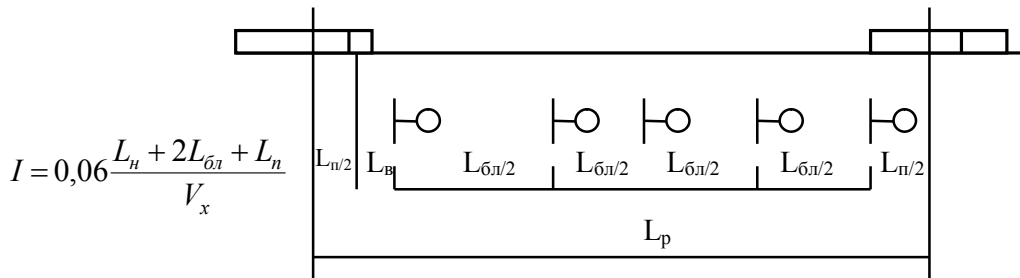


Рис. 4.9. Схема размещения пригородных поездов на участке

При наличии скорых, пассажирских и грузовых поездов в рассматриваемом часе пик пропускной способности

$$N = \frac{60}{I} - \varepsilon_{ск} \cdot N_{ск} - \varepsilon_{пс} \cdot N_{пс} - \varepsilon_{гр} \cdot N_{гр},$$

где $N_{ск}$, $N_{пс}$, $N_{гр}$ – число скорых, пассажирских и грузовых поездов за рассматриваемый час соответственно;

$\varepsilon_{ск}$, $\varepsilon_{пс}$, $\varepsilon_{гр}$ – коэффициент съема скорых, пассажирских и грузовых поездов соответственно.

При зонном непараллельном графике пропускная способность двухпутного участка в поездах

$$N_{нп} = \frac{60 \cdot K}{K \cdot I \cdot \Delta_3},$$

где K – число поездов в периоде графика;

I – минимальный межпоездной интервал следования поездов;

Δ_3 – зонный интервал, равный разности времени хода по зоне «тихоходов» и «скорых».

4.6 Составление расписания пригородных поездов

При составлении расписания пригородных поездов *требуется обеспечить*:

- необходимую частоту движения с тем, чтобы пассажиры затрачивали минимум времени на ожидание поездов;
- своевременный подвоз пассажиров в утренние часы на работу, а в вечерние – к месту жительства;
- согласованность движения пригородных поездов как с другими видами транспорта, так и с движением дальних, местных и грузовых поездов;
- периодическую прокладку на графике поездов «тихоходов» с остановками на всех промежуточных станциях и остановочных пунктах на участке для обеспечения межсезонной связи пассажиропотоков;
- особое расписание для выходных, праздничных и предпраздничных дней, если распределение пассажиропотока по часам суток значительно отличается от пассажиропотока в рабочие дни;
- наименьшую потребность в подвижном составе.

Одновременно с графиком движения пригородных поездов составляется график оборота составов. Он определяет режим работы составов на пригородном участке, место и время их экипировки, потребное количество локомотивных бригад и бригад проводников, среднесуточный пробег и потребное число составов. Для его построения по технологическому процессу депо устанавливают один раз в сутки полную экипировку составов, их межпоездного ремонта, влажную уборку и периодическую сухую уборку составов.

Нормы времени на эти операции определяются технологическим процессом каждой станции.

При построении графика оборота составов допускается передвижка пригородных поездов с условием сохранения расчетных размеров движения за каждый час суток. Построение графика оборота следует начинать с интенсивных периодов движения, когда необходимо иметь максимальное число составов.оборот составов увязывают также, начиная с утренних часов движения.

Эти же составы обеспечивают максимальное отправление поездов в послеобеденные часы и остаются «на ночлег» на зонных станциях до утренних часов движения. В необходимых случаях для обеспечения утренних интенсивных часов поступления пригородных поездов на головную станцию можно предусматривать так называемую засылку пригородных составов на зонные станции в ночное время, имея в виду, что засылочные линии хода пригородных поездов не включаются в счет потребных размеров движения таких поездов в пределах соответствующих зов.

Указанные засылочные нити должны быть предусмотрены в графике движения.

Потребность в составах пригородных поездов, т.е. их рабочий парк, по графику оборота определяется в течении этого графика в любой момент времени будет находиться либо в движении по участку, либо на головной или конечной зонной станции.

4.7 Показатели графика движения пригородных поездов

К показателям графика движения пригородных поездов относятся:

- *число перевезенных пассажиров*

$$A_{\text{пер}} = A_{\text{от}} + A_{\text{пр}}, \text{ чел};$$

- *объем пассажирской работы в пригородном движении*

$$\sum_{i=1}^n AL = 2(A_1 L_1 + \dots + A_n L_n), \text{ пассажиро-км},$$

где A_i – пассажиропоток i -й зоны, чел;

L_i – длина i -й зоны.

- *среднесуточный пробег состава*

$$S_{\text{сут}} = \frac{\sum NL}{\sum n_{\text{сост}}} \text{ км/сут.},$$

где $\sum NL$ – суммарные пробеги поездов по всем зонам;

$\sum n_{\text{сост}}$ – потребное количество составов, обслуживающих пригородные перевозки.

- *количество составов, необходимых для обеспечения пригородных перевозок в i -й зоне:*

$$n_{\text{сост}} = \frac{Q_i}{24} \cdot N_{\text{пр}}, \text{ составов},$$

где $N_{\text{пр}}$ – число пригородных поездов i -ой зоны;

- *оборот пригородных составов по зонам*

$$Q_i = \frac{2L_i}{V_{\text{уч}}^i} + t_{\text{ст}}^{\text{гол}} + t_{\text{от}}^{\text{об}}, \text{ ч},$$

где L_i – длина i -ой зоны;

$V_{\text{уч}}$ – участковая скорость поездов i -ой зоне;

$t_{\text{ст}}^{\text{гол}}$ – средний простой составов пригородных поездов на головной станции, ч;

$t_{\text{от}}^{\text{об}}$ – средний простой составов пригородных поездов на зонной станции, ч;

- *средняя дальность поездки одного пассажира*

$$L_{\text{ср}} = \frac{\sum AL}{A_{\text{пер}}}, \text{ км};$$

- *пробег предложенных пассажирам мест*

$$\sum Na_{\text{пр}} L = 2(N_i \cdot a_{\text{пр}i} \cdot L_i + \dots + N_n \cdot a_{\text{пр}n} \cdot L_n), \text{ место-км},$$

где N_i – размеры движения в i -ой зоне;

$a_{\text{пр}}$ – вместимость поезда i -ой зоны;

L_i – длина i -ой зоны.

- *коэффициент использования предложенных мест*

$$\beta_{\text{исп}} = \sum AL / \sum N \cdot a_{\text{пр}} \cdot L.$$

- *участковая скорость по зонам*

$$V_{\text{уч}} = \frac{N_i L_i}{N_i t_i}, \text{ км/ч},$$

где $N_i L_i$ – поездо-километры по i -ой зоне;

$N_i t_i$ – поездо-часы по i -ой зоне.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 **Грунтов, Н.С.** Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте /Н.С. Грунтов [и др.].– М. : Транспорт, 1994.
- 2 Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог. – М. : Транспорт, 1995.
- 3 Инструкция по составлению графика движения поездов на сети железных дорог Российской Федерации. – М. : Транспорт, 1993.
- 4 **Гоманков, Ф.С.** Технология и организация перевозок / Ф.С. Гоманков. – М. : Транспорт, 1995.
- 5 **Кочнев, Ф.П.** Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте / Ф.П. Кочнев, И.Б. Сотников. – М. : Транспорт, 1994.
- 6 **Правдин, Н.В.** Технология работы вокзалов и пассажирских станций / Н.В. Правдин [и др.]. – М. : Транспорт, 1990.
- 7 Правила перевозок пассажиров и багажа по железным дорогам РФ. – Тарифное руководство № 5. – М. : Марикор, 2002.
- 8 Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации. – М. : Контракт, 2004.
- 9 Концепция структурной реформы федерального железнодорожного транспорта // Вопросы экономики.. – М. : РАН, 1998. – № 4.
- 10 **Колпаков, В.С.** Совершенствование пассажирских перевозок / В.С. Колпаков, В.Г. Шубко. – М. : Транспорт, 1983.
- 11 Устав Закрытого акционерного общества «Ростовпригород желдор-транс». – Ростов н/Д: РГУПС, 1997.
- 12 Методические указания по расчету норм времени на маневровые работы, выполняемые на железнодорожном транспорте. – М. : Транспорт 1987.
- 13 **Кочнев, Ф.П.** Пассажирские перевозки на железнодорожном транспорте / Ф.П. Кочнев. – М. : Транспорт, 1980.
- 14 Методические указания по расчету норм времени на маневровые работы с пассажирскими составами и вагонами. – М. : Транспорт, 1994.
- 15 Положение о департаменте дальних пассажирских перевозок ОАО «РЖД». – М., 2006.
- 16 Положение о Федеральной пассажирской дирекции-филиале ОАО «РЖД». – М., 2006.
- 17 Приказ об утверждении органа управления Федеральной пассажирской дирекции-филиале ОАО «РЖД». – М., 2006.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКИМИ ПЕРЕВОЗКАМИ.....	4
1.1 Задачи железных дорог в области пассажирских перевозок.....	4
1.2 Структура управления пассажирскими перевозками	6
1.2.1 Структура пассажирских дирекций по обслуживанию пассажиров дальнего следования железной дороги	11
1.2.2 Структура пассажирских дирекций по обслуживанию пассажиров в пригородном сообщении	19
1.2.3 Порядок финансирования дирекций по обслуживанию пассажиров дальнего следования железной дороги.....	19
1.2.4 Порядок финансирования дирекций по обслуживанию пассажиров в пригородном сообщении	23
1.3 Виды пассажирских перевозок и классификация поездов	25
1.4 Основные руководящие документы, регламентирующие управление пассажирскими перевозками.....	27
1.5 Технические средства.....	27
2 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПАССАЖИРСКИХ СТАНЦИЙ И ВОКЗАЛОВ	29
2.1 Назначение и классификация пассажирских станций.....	29
2.2 Устройства на пассажирских станциях	32
2.3 Структура управления пассажирской станцией. Суточный план организации работы станции	33
2.4 Разработка технологического процесса и суточного.....	35
2.4.1 Технология обработки транзитных пассажирских поездов	36
2.4.2 Технология обработки пассажирских составов по прибытии.....	38
2.5 Технология обработки составов и вагонов.....	38
2.6 Технология обработки пассажирских составов	41

2.7 Операции с пригородными составами на головных пассажирских и технических станциях	42
2.8 Проверка числа приемоотправочных путей для пропуска	45
2.9 Взаимодействие процессов работы технологических элементов пассажирской станции и графика движения поездов	46
2.10 Организация маневровой работы с пассажирскими составами	50
2.10.1 Расчет требуемого числа маневровых локомотивов	51
2.10.2 Расчет норм времени на перестановку состава из парка в парк	51
2.10.3 Расчет норм времени на подачу состава на путь вагонмоечной машины и перестановку его на пути переформирования	53
2.10.4 Расчет норм времени переформирования состава	53
2.11 Разработка суточного плана-графика работы	55
2.12 Технология работы вокзалов	58
2.13 Классификация вокзалов	59
2.14 Определение числа билетных касс	60
2.14.1 Пример определения внутрисуточной неравномерности	65
2.14.2 Пример расчёта требуемого числа предварительных билетных касс	65
2.14.3 Пример расчёта требуемого числа суточных билетных касс	66
2.14.4 Определение числа билетных касс методом экспертных оценок	67
2.15 Повышение эффективности системы «Экспресс-3»	71
2.16 Информационное обеспечение системы «Экспресс-3»	74
2.17 Задачи, решаемые системой «Экспресс-3»	78
2.18 Технология работы билетной кассы	80
2.19 Определение производительности системы «Экспресс-3»	82
в различных экстремальных условиях	82
3. ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ДАЛЬНИХ И МЕСТНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕЗДОВ И ОСНОВНЫЕ ЕЁ ПОКАЗАТЕЛИ	85
3.1 Основные задачи, решаемые при организации движения пассажирских поездов	85
3.2 Определение массы поезда при заданном типе локомотива	88

3.3	Выбор композиции, массы и скорости движения пассажирских поездов.	89
3.4	Расчет плана формирования пассажирских поездов	94
3.5	Способы прокладки пассажирских поездов на графике.....	97
3.6	Определение размеров движения поездов.....	99
3.7	Основные технико-экономические показатели пассажирских перевозок	100
4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИГОРОДНОГО ПАССАЖИРСКОГО ДВИЖЕНИЯ		
ПОЕЗДОВ.....		
4.1	Особенности пригородных перевозок	103
4.2	Требования к организации пригородных перевозок.....	104
4.3	Методика выбора числа зон на пригородном участке.....	104
4.4	Определение размеров движения и вместимости пригородных поездов	108
4.5	График движения поездов и пропускная способность пригородного участка.....	110
4.6	Составление расписания пригородных поездов.....	115
4.7	Показатели графика движения пригородных поездов.....	116
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК		117