

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)

В.Н. Зубков, Н.Н. Мусиенко, И.А. Солоп

ОРГАНИЗАЦИЯ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК
В ДАЛЬНЕМ И ПРИГОРОДНОМ СООБЩЕНИИ

Учебно-методическое пособие
для выполнения курсовой работы

Ростов-на-Дону
2020

УДК 656.222(07) + 06

Рецензенты: главный инженер Северо-Кавказской Дирекции управления движением А.И. Колобов (СКЖД);
кандидат технических наук, доцент Е.А. Чеботарева (РГУПС)

Зубков, В.Н.

Организация пассажирских перевозок в дальнем и пригородном сообщении: учебно-методическое пособие для выполнения курсовой работы / В.Н. Зубков, Н.Н. Мусиенко, И.А. Солоп; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2020. – 56 с. – Библиогр.: с. 53.

Изложена методика разработки курсовой работы по организации пассажирских перевозок в дальнем и пригородном сообщении. Разработаны принципы построения графиков оборота составов дальних и движения пригородных поездов. Рассмотрен порядок определения основных показателей пассажирского и пригородного движения.

Предназначено студентам специальности 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог» для выполнения курсовой работы по дисциплине «Управление эксплуатационной работой».

Одобрено к изданию кафедрой «Управление эксплуатационной работой».

Учебное издание

Зубков Виктор Николаевич
Мусиенко Нина Николаевна
Солоп Ирина Андреевна

ОРГАНИЗАЦИЯ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК В ДАЛЬНОМ И ПРИГОРОДНОМ СООБЩЕНИИ

Печатается в авторской редакции
Технический редактор Т.И. Исаева

Подписано в печать 10.09.20. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,25.
Тираж 100 экз. Изд. № 5052. Заказ 10773.

Редакционно-издательский центр ФГБОУ ВО РГУПС.

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

© Зубков В.Н., Мусиенко Н.Н.,
Солоп И.А., 2020
© ФГБОУ ВО РГУПС, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Виды перевозок и классификация поездов	5
2 Организация дальнего пассажирского движения	8
2.1 Техничко-эксплуатационная характеристика заданного железнодорожного направления	8
2.2 Построение диаграммы пассажиропотока и определение станций оборота пассажирских составов	10
2.3 Определение веса пассажирского и скорого поездов	11
2.4 Выбор композиции составов пассажирских поездов	13
2.5 Определение размеров движения поездов	16
2.6 Установление необходимого количества остановок	17
2.7 Определение маршрутной скорости движения поездов	20
2.8 Расчет оборота составов по категориям поездов	21
2.9 Разработка сокращенного графика оборота составов пассажирских поездов	23
2.10 Расчет основных показателей пассажирского движения	30
3 Организация пригородного пассажирского движения	33
3.1 Особенности пригородных перевозок	33
3.2 Техничко-эксплуатационная характеристика пригородного участка	34
3.3 Установление числа остановочных пунктов пригородных поездов	37
3.4 Распределение зонных станций на участке и определение числа пригородных зон	38
3.5 Выбор типа графика движения и расчет пропускной способности пригородного участка	42
3.6 Разработка графика движения пригородных поездов	43
3.7 Расчет показателей пригородного движения	50
Заключение	53
Библиографический список	53
Приложение А (Задание на выполнение курсовой работы)	54

ВВЕДЕНИЕ

Для освоения возрастающих объемов пассажирских перевозок и улучшения обслуживания пассажиров транспорт располагает совершенными техническими средствами – комфортабельными вагонами, мощными пассажирскими локомотивами. Осуществляются мероприятия по увеличению пропускной способности, улучшению состояния путевого хозяйства, полному обеспечению потребности транспорта в подвижном составе, ведется работа, направленная на совершенствование перевозок, создание для пассажиров наиболее благоприятных условий в процессе всей поездки.

Полное и своевременное удовлетворение населения страны в перевозках – основная задача работы железнодорожного транспорта. Залогом её реализации выступает перспективное и оперативное планирование объема пассажирских перевозок по всем видам перевозок, что позволяет определять требуемые мощности транспорта с учетом неравномерности пассажиропотока по сезонам, месяцам, дням недели и часам суток.

Важнейшим условием правильной организации пассажирских перевозок является обеспечение безопасности движения поездов и личной безопасности для пассажиров.

Решение перечисленных задач в области пассажирского движения требует принятия ряда мер: систематического совершенствования графика и расписания движения пассажирских поездов – увеличения размеров движения поездов, повышения их скоростей, расширения беспересадочных сообщений; организации движения поездов строго по расписанию; улучшения организации работы пассажирских станций и вокзалов на основе совершенной технологии; согласованности в работе по пассажирским перевозкам железных дорог с другими видами транспорта; улучшения использования и усиления технических средств железных дорог, предназначенных для пассажирских перевозок, – подвижного состава, вокзалов, устройств для экипировки вагонов и т. д.

В настоящее время железнодорожные пассажирские перевозки по ряду причин в нашей стране являются убыточными. Поэтому одной из основных задач, стоящих перед железнодорожниками, является снижение их убыточности за счет повышения производительности труда и снижения себестоимости с учетом улучшения организации и функционирования всех подразделений при условии увеличения доходов железных дорог. Решение этой задачи наряду с повышением качества перевозок и расширением ассортимента услуг будет способствовать росту числа пассажиров и даст возможность железным дорогам обеспечить свое конкурентоспособное положение на транспортном рынке.

1 ВИДЫ ПЕРЕВОЗОК И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЕЗДОВ

Для наиболее рациональной организации перевозок с учетом особенностей различных групп пассажиров существуют следующие виды сообщения при перевозке пассажиров:

– *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 виды сообщения относятся к дальним.

В зависимости от дальности следования пассажирские поезда подразделяются на *три категории*:

- дальние – следующие на расстояние свыше 700 км;
- местные – расстояние от 150 до 700 км;
- пригородные – расстояние до 150 км.

В зависимости от скорости движения, условий и комфортности поездки дальние и местные поезда подразделяются на пассажирские, скорые, повышенной скорости и высокоскоростные. **Скорые** (в том числе скоростные) поезда имеют наиболее высокую маршрутную скорость благодаря меньшему числу остановок и меньшей их продолжительности. Эти поезда формируют из наиболее комфортабельных вагонов, обеспечивающих наибольшие удобства для пассажиров; они назначаются на основных магистралях между крупными городами.

Максимальная ходовая скорость скорых поездов составляет 140 км/ч. Поезда, следующие со скоростью свыше 140 км/ч, относятся к **скоростным**, или поездам повышенной скорости.

Высокоскоростные поезда, курсирующие на специализированных линиях, развивают скорость до 300 км/ч и более. Например, на линии Париж – Лион рекордная скорость составила 515 км/ч, а поезд французской компании ALSTOM в 2007 г. установил мировой рекорд скорости 574,8 км/ч.

Пассажирские поезда обращаются между крупными населенными пунктами, обслуживают пассажиропоток, не охваченный скорыми поездами, и имеют меньшую маршрутную скорость из-за большего числа остановок и несколько меньшей технической скорости. На тех участках, где нет пригородного движения, пассажирские поезда останавливаются не только на участковых, но и на промежуточных станциях.

В число поездов дальнего и местного сообщения входят **фирменные поезда**, которые отличаются высокой комфортабельностью и культурой обслуживания, имеют свое уникальное название, подобранное в соответствии с маршрутом, а также свой стиль и дизайнерское оформление («Красная стрела», «Россия», «Экспресс», «Сочи» и др.). Состав фирменного поезда формируется из вагонов, которые находятся в эксплуатации не более 12 лет. Вагоны повышенной комфортности фирменных поездов по условиям проезда и классу обслуживания делятся на вагоны **экономического класса, бизнес-класса и класса люкс**.

В настоящее время часть фирменных поездов переводится в *класс премиум*, отличающийся максимальным комфортом и безопасностью. В состав таких поездов включены только новые вагоны. В оборудовании таких вагонов используются специальные системы кондиционирования воздуха, туалетные комплексы, LCD-телевизоры, магнитные замки и другое современное оборудование. В служебном помещении вагона имеются холодильник, мойка, печь СВЧ и питьевая вода. Отдельное внимание уделено техническому программному обеспечению поезда. В головной вагон поезда постоянно передается вся необходимая информация о техническом состоянии вагонов. Стоимость проезда в поездах класса премиум гибко дифференцирована в зависимости от верхнего или нижнего расположения мест. В вагонах люкс дети до 10 лет имеют право бесплатного проезда. Незначительные, но устойчивые потоки пассажиров обслуживаются отдельными вагонами или группами вагонов прямого беспересадочного сообщения. От станции отправления до пункта назначения они следуют с разными поездами, расписания которых согласованы на узловых пунктах перецепки вагонов. На направлениях, где значительны перевозки багажа и почты, назначают специальные почтово-багажные поезда. В них включают и пассажирские вагоны. На линиях с небольшим объемом перевозок курсируют грузопассажирские поезда, сформированные из пассажирских и грузовых вагонов. Проезд людей в таком поезде осуществляется по железнодорожным билетам. Для передвижения воинских частей, призывников и выполнения всех видов перемещения воинских грузов и техники в мирное и военное время используются людские поезда, в составе которых не менее десяти грузовых вагонов, занятых людьми. Проезд людей в таком поезде осуществляется по грузовым билетам. При этом используются специально оборудованные крытые вагоны.

Рост деловых и культурных связей с зарубежными странами обусловил развитие беспересадочного международного сообщения. Поезда и отдельные вагоны, обслуживающие их, называются *поездами и вагонами международного сообщения*. Прямое беспересадочное сообщение осуществляется со многими странами Европы и Азии.

В зависимости от категории поездов принята единая на сети дорог их нумерация, приведенная в табл. 1.1.

Таблица 1.1 – Нумерация поездов на сети дорог

№	Категория поездов	Номер поезда
1	2	3
1	Скорые круглогодичного обращения	1–150
2	Скорые сезонные и разового обращения	151–298
3	Пассажирские круглогодичного обращения в дальнем сообщении	301–450
	Пассажирские круглогодичного обращения сезонные, разового обращения и детские	451–598

1	2	3
5	Пассажирские в местном сообщении	601–698
6	Скоростные	701–750
	– для скоростных поездов «Стриж» (составами Talgro) с маршрутной скоростью до 140 км/ч	701–714
	– для скоростных поездов «Ласточка» с маршрутной скоростью до 140 км/ч	715–736
	– для скоростных поездов из пассажирских вагонов локомотивной тяги (за искл. «Стриж») с маршрутной скоростью до 140 км/ч	737–746
	– для скоростных поездов из пассажирских вагонов локомотивной тяги с маршрутной скоростью свыше 140 км/ч	747–748
	– для скоростных поездов из моторвагонного подвижного состава локомотивной тяги с конструкционной и маршрутной скоростью до 140 км/ч	749–750
7	Высокоскоростные	751–788
	– для высокоскоростных поездов из моторвагонного подвижного состава («Сапсан» и «Аллегро»)	751–788
8	Скорые , обслуживаемые моторвагонным подвижным составом (кроме скоростных и высокоскоростных)	801–898
	– для скорых поездов составом «Ласточка»	801–850
	– для скорых поездов составом МВПС	851–898
9	Служебного (специального) назначения	901–920
10	Туристические (коммерческие)	921–940
	– с маршрутной скоростью до 50 км/ч (искл.)	921–930
	– с маршрутной скоростью от 50 км/ч (вкл.) до 91 км/ч (искл.)	931–938
	– с маршрутной скоростью до 91 км/ч (искл.) до 140 км/ч (вкл.)	939–940
11	Людские	941–960
12	Грузопассажирские	961–970
13	Почтово-багажные	971–998

2 ОРГАНИЗАЦИЯ ДАЛЬНЕГО ПАССАЖИРСКОГО ДВИЖЕНИЯ

2.1 Техничко-эксплуатационная характеристика заданного железнодорожного направления

Характеристика составляется на основе параметров, приведенных в задании. Схема железнодорожного направления представлена на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Схема железнодорожного направления

В разделе указываются исходные данные для выполнения курсовой работы и общие требования, направленные на рациональную систему организации пассажирских перевозок:

- род тяги и тип локомотивов (п. 1.3 задания);
- эквивалентный уклон (п. 1.5 задания);
- скорости хода пассажирских и скорых поездов (п. 1.6 задания);
- доля пассажиропотока, приходящегося на скорые поезда (п. 1.7 задания);
- длина пассажирской платформы на направлении (п. 1.8 задания);
- число вагонов в составе пассажирских и скорых поездов (п. 1.9 задания);
- типы вагонов, используемых для перевозки пассажиров;
- краткая технология работы вокзалов и билетных касс.

Кроме того, в разделе отражаются вопросы безопасности движения поездов и мероприятия по повышению качества обслуживания пассажиров на вокзалах и в пути следования.

При организации пассажирских перевозок в состав поезда включаются следующие **пассажирские вагоны**: 1–2 мягких, 5–8 купейных, 7–8 некупейных с плацкартными или общими местами, а также вагон-ресторан, багажный и почтовый вагоны. При этом вместимость состава изменяется в пределах от 400 до 1100 человек. На выбор наилучшего значения композиции пассажирского поезда оказывают влияние мощность локомотива, тип профиля пути, конструктивные скорости подвижного состава и др.

Технология работы вокзалов предусматривает разделение потока дальних и местных пассажиров от пригородных, почтово-багажного транспорта от пассажиропотока, а также потока пассажиров и багажа по отправлению и прибытию. При этом рассматриваются все возможные маршруты движения пассажиров, начиная от привокзальной площади при следовании в вокзалы и на платформы и в обратном направлении. Пассажиры должны двигаться через вокзал для выполнения различных операций по кратчайшему пути от одного помещения к другому с минимальным количеством подъемов и спусков. Одновременно исключаются встречные и пересекающиеся потоки, большое скопление пассажиров, особенно у пунктов перехода. Для транзитных пассажиров, заходящих в вокзал во время остановки поезда, целесообразно устраивать от-

дельный вход. Своевременная информация об отправлении и прибытии поездов устраняет скученность пассажиров в проходах при движении из вокзала к вагонам или от поезда в вокзал. Это же обеспечивает и заблаговременная подача состава под посадку. Информация для пассажиров содержит все данные о поезде, номер платформы, с которой производится посадка, время начала посадки, расположение вагонов в составе. Для регулирования движения на платформе как при посадке, так и при высадке используют указатели различных типов. Информирование пассажиров организуют с помощью радио, зрительной справки и через справочное бюро. К зрительным справкам относятся расписание движения поездов, указатели, плакаты, объявления и таблицы различного содержания, автоматические справочные установки.

Успешную *технологию работы билетных касс* обеспечивает их удобное расположение в вокзале и специализация по видам движения, а также применение современного оборудования и средств механизации. Специализация касс предусматривает отделение пригородных касс от дальних и местных, а при значительном пассажиропотоке – также дальних и местных касс друг от друга. Пригородные кассы специализируются по зонам и направлениям движения. На небольших вокзалах кассы дальнего и местного следования обезличены, т. е. продают билеты на все поезда. Организация рабочего места кассира предусматривает удобное расположение подсобных материалов, а также компостера и другого оборудования. Для улучшения обслуживания пассажиров открыты филиалы касс в крупных предприятиях и учреждениях города. Один из важных способов совершенствования сервиса билетных касс – организация предварительной продажи билетов как на вокзалах, так и на городских станциях. На сегодняшний день на сети железных дорог применяется компьютерный комплекс автоматизации билетно-кассовых операций «Экспресс-3». Этим комплексом обеспечивается продажа билетов на все поезда, имеющие остановку на данной станции, предварительная продажа билетов (до 120 суток до отправления поезда), резервирование и учёт мест в поездах. Система определяет стоимость проезда, печатает проездные и вспомогательные документы, подсчитывает денежные суммы от продажи билетов по каждой кассе и всего по вокзалу, дает информацию о наличии свободных мест по специальному запросу кассира, составляет статистический и финансовый отчёты. Также комплекс выполняет расчёты, связанные с возвратом билетов до отправления поезда и после него, учитывает пересадки пассажиров из вагонов низшей категории в вагоны с высшей, осуществляет подбор и согласование поездов для пассажиров, следующих с пересадкой на другой поезд в пути следования, отображая на обороте билета станции и поезда пересадки. Для билетопечатания система использует унифицированную ленту, на которой указываются все необходимые данные, что позволяет применять одну форму билетов для всех видов перевозок. Также на вокзалах устанавливаются билетопечатющие автоматы различных типов, обслуживающие как дальнее, так и пригородное сообщение. Такие автоматы дают пассажиру возможность получить билет за наличный расчёт без взаимодействия с кассиром, что позволяет сократить часть вокзальных площадей и расходы на заработную плату кассиров.

2.2 Построение диаграммы пассажиропотока и определение станций оборота пассажирских составов

Диаграмма пассажиропотока разрабатывается на основании заданных суточных размеров дальнего и местного пассажиропотока на направлении.

Для построения диаграммы составляется таблица исходных данных (п. 1.2 задания) с определением итогов посадки и высадки пассажиров по каждой станции направления (табл. 2.1).

Таблица 2.1 – Размеры суточного дальнего пассажиропотока на направлении А – Л – Ж

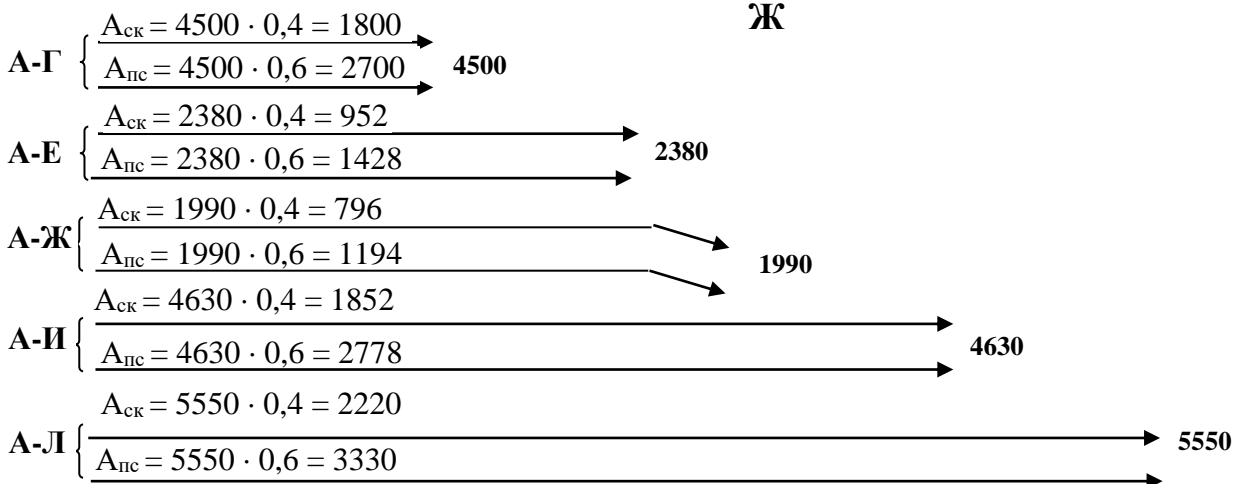
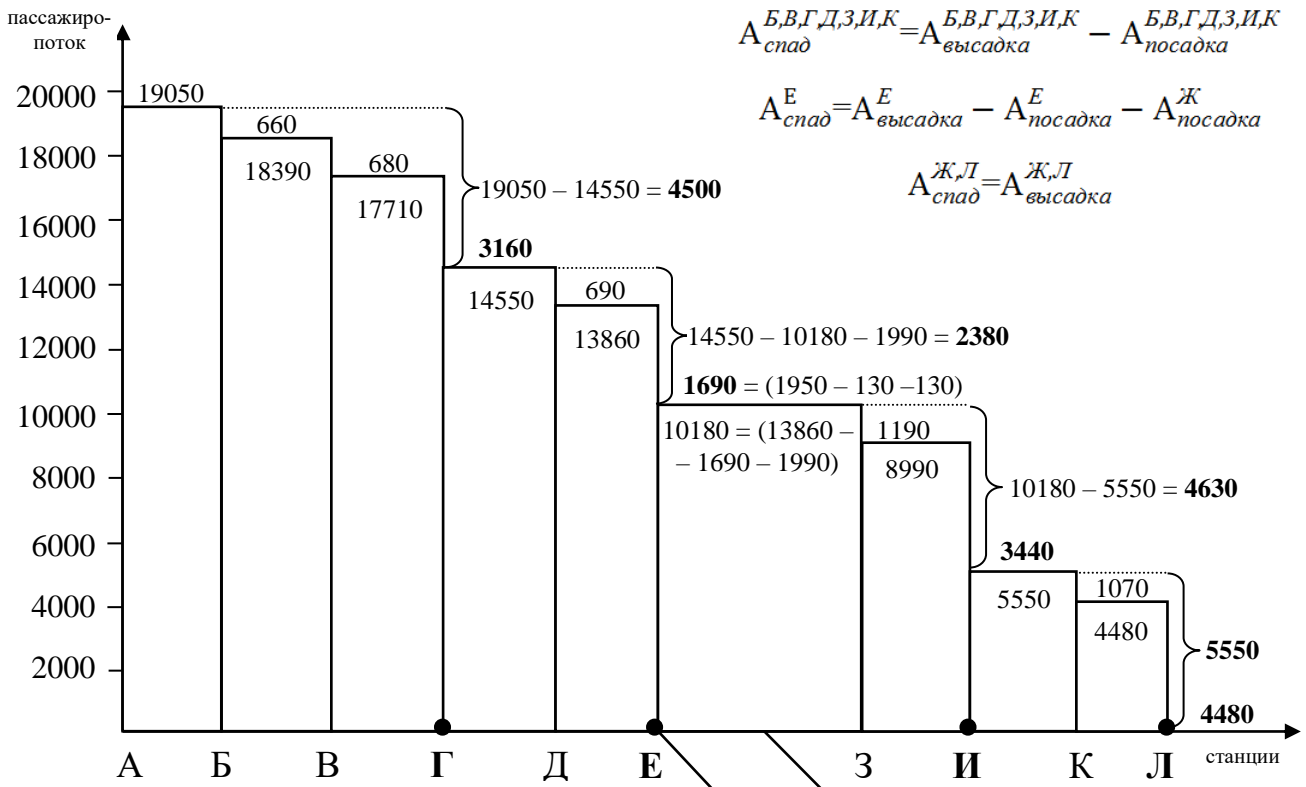
-	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	Итого (посадка)
А	-	900	1000	3300	800	1860	1900	1200	3300	890	3900	19050
Б		-		30		50				60	100	240
В			-		20	40		90	50		120	320
Г				-	20		60				90	170
Д					-		30			50	70	150
Е						-			50	30	50	130
Ж							-		80		50	130
З								-		60	40	100
И									-		40	40
К										-	20	20
Л											-	
Итого (высадка)	-	900	1000	3330	840	1950	1990	1290	3480	1090	4480	20 350

Дополнительно по каждой станции указывается величина спада пассажиропотока, определяемая разностью высадки и посадки (например, для станции Б высадка составляет 900 пассажиров, а посадка – 240, следовательно, величина спада будет равна 660 пассажирам). Если на станции спад пассажиропотока составляет более 1500 человек, то такая станция является станцией оборота пассажирских поездов.

На графике назначений плана формирования указывается величина пассажиропотока, следующего скорыми и пассажирскими поездами (доля пассажиропотока, приходящегося на скорые поезда ($\beta_{ск}$), – п. 1.7 задания).

Диаграмма пассажиропотока на направлении и график возможных назначений плана формирования поездов представлены на рис. 2.2.

Вывод: На направлении А – Л – Ж по станциям Г, Е, Ж, И, Л спад пассажиропотока составляет более 1500 пассажиров, поэтому такие станции являются станциями оборота.



Проверка: $4500 + 2380 + 1990 + 4630 + 5550 = 19\,050$ пасс.

Рисунок 2.2 – Диаграмма пассажиропотока и график возможных назначений плана формирования поездов

2.3 Определение веса пассажирского и скорого поездов

На выбор весовой нормы поездов и их скорости оказывают влияние мощность локомотива, тип профиля пути, конструктивные скорости подвижного состава и др. Важными факторами являются скорость доставки пассажиров и денежные затраты, связанные с выполнением перевозок, поэтому для нахождения оптимальных значений веса и скорости поездов выполняются технико-экономические расчеты. При этом учитываются затраты на потребный парк локомотивов, содержание локомотивных бригад, электроэнергию (или топливо) и ре-

монтажные работы, требуемое усиление пропускной способности линии, удлинение станционных путей и платформ, развитие вагонных экипировочных депо и др.

При заданном техническом оснащении линии наибольшее влияние на скорость и вес оказывает стоимость пассажиро-часов следования и механической работы локомотива, затрачиваемой на тягу поездов. Оптимальные весовые нормы поездов и скорости движения устанавливаются для возможных категорий поездов и их композиций при различной расчетной вместимости, заданной длине станционных путей и мощности локомотива по минимуму приведенных затрат, учитывающих изменяющиеся в различных вариантах капитальные вложения и эксплуатационные расходы.

Вес состава для пассажирского и скорого поезда определяется по формуле:

$$Q = \frac{367,2 \cdot N - P_{\text{сц}}(\omega'_o + i_{\text{эк}})V_x}{(\omega''_o + i_{\text{эк}})V_x}, \text{ т}, \quad (2.1)$$

где Q – вес брутто пассажирского и скорого поезда, т;

$P_{\text{сц}}$ – вес локомотива, т (табл. 2.2, 2.3);

N – мощность локомотива, кВт (табл. 2.2, 2.3);

V_x – ходовая скорость, км/ч (п. 1.6 задания);

ω'_o, ω''_o – основное удельное сопротивление движению локомотива и вагонов соответственно, кг/т:

$$\omega' = 1,9 + 0,01 \cdot V_x + 0,0003 \cdot V_x^2, \text{ кг / т}, \quad (2.2)$$

$$\omega'' = 1,2 + 0,01 \cdot V_x + 0,0002 \cdot V_x^2, \text{ кг / т}; \quad (2.3)$$

$i_{\text{эк}}, i_p$ – эквивалентный уклон на участке, ‰ (п. 1.5 задания).

Необходимые характеристики для заданного типа локомотива представлены в табл. 2.2, 2.3.

Таблица 2.2 – Технические характеристики пассажирских электровозов

Характеристики	Электровозы переменного тока				Электровозы постоянного тока		Электровоз двойного питания
	ЧС 4	ЧС 8	ЭП П	ЭП М	ЧС2	ЧС7	ЭП20
Год постройки	1965	1987	2007	2007	1960	1983	2011
Сцепная полная масса (вес локомотива), т	123	176	132	132	123	172	129
Номинальная мощность, кВт	5100	7200	4700	4700	4150	8280	7200
Скорость конструкционная, км/ч	160	180	120	140	160	180	200

Таблица 2.3 –Технические характеристики пассажирских тепловозов

Характеристики	Тепловозы		
	ТЭП-70	ТЭП-70БС	ТЭП-70У
Год постройки	1973	2002	2006
Сцепная полная масса, т	129	135	135
Номинальная мощность, КВт	2940	2942	3000
Скорость конструкционная, км/ч	160	160	160

В зависимости от мощности локомотива определяется вес пассажирского и скорого поездов, который удовлетворяет их композициям. В разделе 2.4 необходимо проверить соответствие веса поезда установленным композициям. Если данная композиция превышает вес поезда, предусматривается уменьшение числа вагонов или замена типа локомотива на более мощный. В этом случае расчет производится повторно.

Определение веса состава пассажирских поездов рассмотрим на примере электровоза ЭП1П. Сначала производится расчет удельного сопротивления движению локомотива и вагонов, а затем определяется вес поезда отдельно для каждой категории поезда.

Для пассажирского поезда:

$$\omega'_o = 1,9 + 0,01 \cdot 100 + 0,0003 \cdot 100^2 = 5,9 \text{ кг/т,}$$

$$\omega''_o = 1,2 + 0,01 \cdot 100 + 0,0002 \cdot 100^2 = 4,2, \text{ кг/т}$$

Тогда
$$Q_{\text{пас}} = \frac{367,2 \cdot 4700 - 132(5,9 + 2,2)100}{(4,2 + 2,2)100} = 2529,5 \text{ т.}$$

Для скорого поезда:

$$\omega'_o = 1,9 + 0,01 \cdot 120 + 0,0003 \cdot 120^2 = 7,42 \text{ кг/т,}$$

$$\omega''_o = 1,2 + 0,01 \cdot 120 + 0,0002 \cdot 120^2 = 5,28, \text{ кг/т}$$

$$Q_{\text{ск}} = \frac{367,2 \cdot 4700 - 132(7,42 + 2,2)120}{(5,28 + 2,2)120} = 1752,9 \text{ т.}$$

Вес поезда округляется до целого числа, кратного 50, в меньшую сторону.

Вывод: Данный тип локомотива ЭП1П обеспечивает трогание состава с места при эквивалентном уклоне, равном 2,2 ‰.

2.4 Выбор композиции составов пассажирских поездов

Каждый пассажирский поезд формируется из конкретного числа вагонов определенного типа. Составы пассажирских поездов разных категорий различны. Количество вагонов в составах пассажирских поездов, как правило, колеблется от 15 до 22 и зависит от мощности пассажиропотока, категории поезда и длины пассажирских платформ на направлении. Конкретное расположение вагонов в составе называется *схемой формирования составов*, которая указывается в книжках служебного расписания движения пассажирских поездов. **Схема (композиция) состава пассажирского поезда** – порядок размещения опреде-

ленного 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. Факультативные вагоны включаются в состав поезда при увеличении пассажиропотока и исключаются при его уменьшении с объявлением об исключении не менее чем за 5 дней до отправления поезда.

Схемы (композиции) составов каждой категории поездов унифицированы для обеспечения их взаимозаменяемости. Однако композиции фирменных поездов отличаются от унифицированных. Составы пассажирских поездов по сравнению со скорыми имеют меньшее число купейных и жестких плацкартных вагонов и большее число некупейных с общими местами и вагонов с местами для сидения. Композицией составов определяется их вместимость, что оказывает влияние на размеры пассажирского движения. Для выбора оптимальной композиции состава пассажирского поезда рассматриваются несколько вариантов и производятся технико-экономические расчеты. 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 поезда-ч следования и 1 ткм механической работы локомотива, затрачиваемой на перемещение поезда. Из общей населенности вагонов всего состава поезда вычитается количество мест для отдыха бригадира поезда, работников вагона-ресторана или буфета, сотрудников полиции, электромонтера и др. по нормам, установленным ОАО «РЖД». Число выделяемых мест указывается дробью под цифрой населенности той категории вагонов, в которой выделяются места для бригады. В числителе указывается число пассажирских мест. Целесообразность включения вагонов-ресторанов в составы пассажирских поездов устанавливается в зависимости от общего времени следования поездов между конечными пунктами направления, а также от характеристики пассажиропотока. В некоторые составы пассажирских поездов, время следования которых на направлении менее суток, более целесообразно было бы включать вагоны с отделением для буфета вместо вагона-ресторана.

Состав скорого поезда включает вагон-ресторан, купейный вагон с радиорубкой, 30 % спальных вагонов, 55 % купейных вагонов, 15 % плацкартных. **Состав пассажирского поезда дальнего следования** включает почтово-багажный или багажный вагон, вагон-ресторан, купейный вагон с радиорубкой, 5 % спальных вагонов, 40 % купейных вагонов, 50 % плацкартных вагонов, 5 % общих вагонов. **Состав местных поездов** включает почтово-багажный вагон, вагон с буфетом совместный с радиорубкой, 10 % купейных вагонов, 80 % плацкартных вагонов, 10 % общих вагонов. Количество и категория пассажирских поездов с почтовыми и багажными вагонами обуславливаются необходимостью своевременной перевозки багажа и почты. Обычно их в количестве одного-двух ставят в голову или хвост состава. Почтовый вагон обычно прицепляется к пассажирскому поезду или к почтово-багажному поезду, в который могут включать-

ся и пассажирские вагоны. Почтово-багажный поезд останавливается для обмена почты на всех предусмотренных в расписании движения такого поезда станциях. Скорые и пассажирские поезда с включенными в их состав почтовыми вагонами производят погрузку и выгрузку почты только на крупных станциях (узловых станциях или областных центрах) или перевозят почту на дальние расстояния. На маршрутах, где почтовые перевозки незначительны, вместо почтового вагона для почты выделяют одно купе в первом от локомотива пассажирском вагоне. Примеры вариантов композиции поездов представлены в табл. 2.4, 2.5.

Таблица 2.4 – Вариант композиции пассажирского поезда

Тип вагона	Число вагонов	Вес вагона, т	Вес состава, т	Число мест в вагоне	Вместимость поезда, чел.	Длина вагона, м	Длина состава, м
Багажный (почтово-багажный)	1	60	60	-	-	24,5	24,5
Вагон-ресторан	1	62	62	-	-	24,5	24,5
Купе с поездным радиоузлом (штабной)	1	62	62	24/12	24/12	24,5	24,5
Плацкартный	10	60	600	54	540	24,5	245
Купейный	6	61	366	36	216	24,5	147
Спальный	1	65	65	16	16	24,5	24,5
Итого	20	-	1215	-	796/12	-	490

Таблица 2.5 – Вариант композиции скорого поезда

Тип вагона	Число вагонов	Вес вагона, т	Вес состава, т	Число мест в вагоне	Вместимость поезда, чел.	Длина вагона, м	Длина состава, м
Вагон-ресторан	1	62	62	-	-	24,5	24,5
Плацкартный	5	60	300	54	270	24,5	122,5
Купе с поездным радиоузлом (штабной)	1	62	62	24/12	24/12	24,5	24,5
Купейный	6	61	366	36	216	24,5	171,5
Спальный	2	65	130	16	32	24,5	49
Итого	15	-	920	-	542/12	-	367,5

Вывод: Представленные варианты композиций скорого и пассажирского поездов соответствуют установленным требованиям по длине пассажирской платформы (п. 1.8 задания). Если длина состава превышает длину пассажирской платформы, предусматривается уменьшение числа вагонов в составе поезда. Выбор различных композиций составов пассажирских поездов не только по категориям, но и по дальности назначения позволяет повысить населенность поездов местного назначения, улучшить комфортность проезда в поездах дальнего назначения и ведет к сокращению потребного числа составов для местных пассажирских перевозок.

2.5 Определение размеров движения поездов

Размеры движения пассажирских поездов всех категорий определяются по формулам:

$$N_{\text{ск}} = \frac{A \cdot \beta_{\text{ск}}}{\alpha_{\text{ск}}}, \quad N_{\text{пас}} = \frac{A \cdot (1 - \beta_{\text{ск}})}{\alpha_{\text{пас}}}, \quad (2.4)$$

где A – общий пассажиропоток, следующий до станции оборота, чел. (рис. 2.2);
 $\beta_{\text{ск}}$ – доля пассажиропотока, приходящегося на скорые поезда (п. 1.7 задания);

$\alpha_{\text{ск}}, \alpha_{\text{пас}}$ – вместимость пассажирского и скорого поезда, чел. (табл. 2.4, 2.5).

При определении размеров движения целесообразно рассмотреть вопрос назначения поездов, следующих через день, для обеспечения наличия мест для пассажиров заданного направления. Дробную часть результирующего числа пассажирских поездов следует округлять по правилу:

- до 0,2 – отбросить;
- от 0,2 до 0,7 – округлить до 0,5 и предусмотреть назначение дополнительного пассажирского поезда с режимом движения «через день»;
- более 0,7 – округлить до 1 и предусмотреть назначение дополнительного пассажирского поезда с режимом движения «ежедневно».

Определение размеров движения скорых и пассажирских поездов для назначения А – Г:

$$N_{\text{ск}} = \frac{4500 \cdot 0,4}{542} = 3,3 \text{ (принимается 3 поезда ежедневно и 1 через день);}$$

$$N_{\text{пас}} = \frac{4500 \cdot (1 - 0,4)}{796} = 3,4 \text{ (принимается 3 поезда ежедневно и 1 через день).}$$

Для других назначений расчет выполняется аналогично и сводится в табл. 2.6.

Наличие мест определяется по формуле:

$$n_{\text{мест}} = N_{\text{ск}} \cdot \alpha_{\text{ск}} + N_{\text{пас}} \cdot \alpha_{\text{пас}}, \text{ мест.} \quad (2.5)$$

Определение наличия мест для направления А – Г:

$$n_{\text{мест}} = 3,5 \cdot 542 + 3,5 \cdot 796 = 4683 \text{ мест.}$$

Таблица 2.6 – Размеры движения пассажирских поездов по категориям на направлении

Назначение	Скорые		Пассажирские		Пассажиропоток (рис. 2.2)	Наличие мест
	ежедневно	через день	ежедневно	через день		
А – Г	3/542	1/542	3/796	1/796	4500	4683
А – Е	2/542	-	2/796	-	2380	2676
А – Ж	1/542	1/542	1/796	1/796	1990	2007
А – И	3/542	1/542	3/796	1/796	4630	4683
А – Л	4/542	-	4/796	1/796	5550	5750
Итого	13/542	3/542	13/796	4/796	19050	19799

Примечание: числитель – число поездов, знаменатель – число мест в поезде (например, для назначения А – Г – 3 поезда ежедневно, 1 через день, в расчетах принимается 3,5 поезда).

Вывод: Если наличие мест в скорых и пассажирских поездах всех назначений превышает имеющийся пассажиропоток и составляет более половины состава на одном направлении, необходимо предусмотреть отправление поезда через день вместо ежедневного поезда.

2.6 Установление необходимого количества остановок

Для каждой категории поездов устанавливаются стоянки по техническим надобностям и для посадки-высадки пассажиров. Необходимо по возможности совмещать стоянки: например, техосмотр состава производить одновременно со сменой локомотива и/или локомотивных бригад.

Для определения числа стоянок существуют следующие нормативы:

- смена локомотива производится через каждые 600–800 км;
- смена локомотивных бригад – через 5–6 часов непрерывной работы;
- набор воды и топлива – через каждые 700–800 км;
- технический осмотр состава – через 300–350 км;
- остановки для посадки – высадки пассажиров производятся:
 - для скорых поездов – каждые 100–300 км
 - для пассажирских поездов – каждые 25–75 км.

Продолжительность стоянок определяется типовыми технологическими графиками и нормами времени на посадку-высадку пассажиров и составляет от 2 до 20 минут. Все технические операции (техосмотр, дозаправка, смена локомотива и/или бригады) производятся только на технических станциях. При производстве технического осмотра, смене локомотивных бригад стоянка поезда составляет 15–25 минут независимо от его категории. При дозаправке вагонов водой и т. п., смене локомотива или его экипировки время стоянки увеличивается до 30 минут. При параллельном выполнении операций учитывается наибольшее время на производство операции с большей длительностью.

График обработки транзитного пассажирского поезда приведен на рис. 2.3.

№ 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			17			То же
4	Технический осмотр и ремонт	3	12				Работники ПТО
5	Снабжение водой		16				Экипировщики
6	Снабжение вагонов топливом (зимой)		16				То же
7	Выгрузка, погрузка багажа и почты		20				Приемосдатчики, грузчики, почтовые работники
8	Высадка и посадка пассажиров		20				Проводники, носильщики
Общее время			20				

Рисунок 2.3 – Примерный график обработки транзитного поезда на станции смены локомотивов и частичной экипировки вагонов

Число стоянок на назначении может определяться по следующей формуле:

$$n_{\text{ост}} = \frac{L_{\text{напр}}}{l_{\text{ост}}} - 1, \quad (2.6)$$

где $L_{\text{напр}}$ – длина маршрута следования поезда или длина участка (рис. 2.1), км;
 $l_{\text{ост}}$ – расстояние между остановками (указывается преподавателем), км.

1 – из общего числа остановок вычитается конечная станция.

Определение числа остановок по техническим причинам и для посадки-высадки пассажиров для скорых и пассажирских поездов для назначения АГ:

Для скорых поездов:

$$n_{\text{ост}}^{\text{тех}} = \frac{624}{350} - 1 = 1 \text{ остановка}; \quad n_{\text{ост}}^{\text{п/в}} = \frac{624}{200} - 1 = 3 \text{ остановки.}$$

Для пассажирских поездов:

$$n_{\text{ост}}^{\text{тех}} = \frac{624}{350} - 1 = 1 \text{ остановка}; \quad n_{\text{ост}}^{\text{п/в}} = \frac{624}{50} - 1 = 12 \text{ остановок.}$$

Для других назначений расчет выполняется аналогично и сводится в табл. 2.7.

Таблица 2.7 – Число остановок поездов по категориям

Назначение	Категория поезда	Длина назначения, км	Число остановок			$\sum t_{ст}$, мин	$\sum t_{пз}$, мин
			Всего	по техническим причинам	для посадки высадки пассажиров		
А – Г	скорый	624	4	1	3	16	10
	пассажирский	624	13	1	12	39	28
А – Е	скорый	1224	8	3	5	40	18
	пассажирский	1224	27	3	24	93	56
А – Ж	скорый	1494	11	4	7	54	24
	пассажирский	1494	33	4	29	118	68
А – И	скорый	1824	14	5	9	68	30
	пассажирский	1824	41	5	36	147	84
А – Л	скорый	2474	18	6	12	84	38
	пассажирский	2474	55	6	49	188	112

При определении суммарного времени на разгон и замедление поезда необходимо учитывать разгон на начальной станции и замедление на конечной станции. Суммарное время стоянок определяется по формуле отдельно для пассажирского и скорого поездов:

$$\sum t_{ст} = n_{ост}^{тех} \cdot t_{тех} + n_{ост}^{п/в} \cdot t_{п/в}, \text{ мин}, \quad (2.7)$$

где $n_{ост}^{тех}$, $n_{ост}^{п/в}$ – число остановок по техническим причинам и для посадки-высадки пассажиров (см. табл. 2.7);

$t_{тех}$, $t_{п/в}$ – время нахождения поезда на станции по техническим надобностям (для скорых принимается $t_{тех}^{ск} = 10$ мин, для пассажирских $t_{тех}^{пас} = 15$ мин, для посадки-высадки пассажиров $t_{тех}^{п/в} = 2$ мин).

Расчет времени, связанного с остановками по техническим причинам и посадки-высадки пассажиров скорых и пассажирских поездов для назначения А – Г:

$$\sum t_{ст}^{ск} = 1 \cdot 10 + 3 \cdot 2 = 16 \text{ мин}; \quad \sum t_{ст}^{пас} = 1 \cdot 15 + 12 \cdot 2 = 39 \text{ мин}.$$

Далее выполняется расчет аналогично и для других назначений.

Суммарное время на разгон и замедление для скорых и пассажирских поездов определяется по формуле:

$$\sum t_{пз} = n_{ост}^{общ} \cdot t_{пз} + t_p^H + t_3^K, \text{ мин}, \quad (2.8)$$

где $n_{ост}^{общ}$ – общее число остановок (см. табл. 2.7);

$t_{пз}$ – время на разгон и замедление поезда, равное по 1 мин;

t_p^H, t_3^K – время разгона поезда на начальной и замедления на конечной станции, принимается по 1 мин.

Определение времени на разгон и замедление скорых и пассажирских поездов для назначения А – Г:

$$\sum t_{pz}^{ск} = 4 \cdot 2 + 2 = 10 \text{ мин}; \quad \sum t_{pz}^{пас} = 13 \cdot 2 + 2 = 28 \text{ мин.}$$

Все произведенные расчеты сводятся в табл. 2.7.

2.7 Определение маршрутной скорости движения поездов

Маршрутная скорость – средняя скорость движения поезда на направлении с учетом стоянок на всех станциях, разгонов и замедлений.

Величина маршрутной скорости определяется для каждого направления и категории поезда по формуле:

$$V_M = \frac{L_{напр}}{\frac{L_{напр}}{V_x} + \frac{\sum t_{ст} + \sum t_{pz}}{60}}, \text{ км / ч,} \quad (2.9)$$

где $\sum t_{ст}$ – суммарное время стоянок, мин.

$\sum t_{pz}$ – суммарное время разгонов и замедлений, мин.

Для определения маршрутной скорости используются данные задания и табл. 2.7. Определение маршрутной скорости для назначения А – Г:

$$V_M^{ск} = \frac{624}{\frac{624}{120} + \frac{16+10}{60}} = 110,83 \text{ км / ч}; \quad V_M^{пас} = \frac{624}{\frac{624}{100} + \frac{39+28}{60}} = 84,78 \text{ км / ч.}$$

Для других назначений выполняются расчеты аналогично и сводятся в табл. 2.8.

Таблица 2.8 – Маршрутная скорость пассажирских поездов

Назначение	Категория поезда	Длина назначения, км	V_M , км/ч
А – Г	скорый	624	110,83
	пассажирский	624	84,78
А – Е	скорый	1224	109,6
	пассажирский	1224	83,26
А – Ж	скорый	1494	108,65
	пассажирский	1494	82,82
А – И	скорый	1824	108,38
	пассажирский	1824	82,57
А – Л	скорый	2474	109,32
	пассажирский	2474	83,19

2.8 Расчет оборота составов по категориям поездов

Оборотом состава пассажирского поезда называется время в сутках от момента отправления пассажирского поезда со станции приписки до следующего его отправления с этой же станции (рис. 2.4).

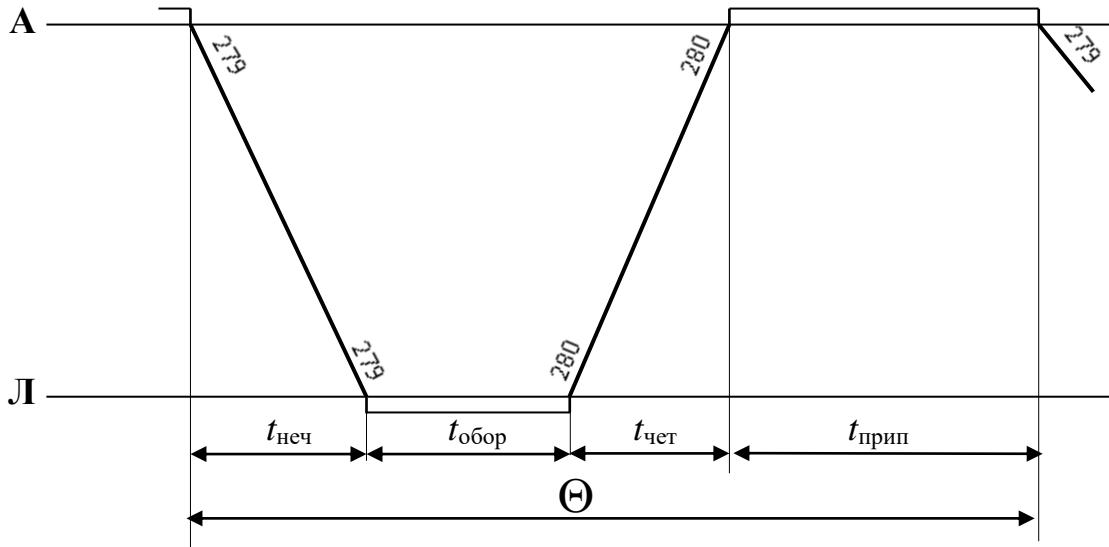


Рисунок 2.4 – Схема оборота состава пассажирского поезда

Оборот состава определяется по формуле:

$$\Theta = \frac{1}{24} \left(\frac{2L_{\text{напр}}}{V_m} + t_{\text{прип}} + t_{\text{обор}} \right), \text{сут}, \quad (2.10)$$

где $t_{\text{прип}}$, $t_{\text{обор}}$ – время нахождения состава на станции приписки и оборота соответственно, ч.

Время нахождения составов на станциях приписки и оборота устанавливается на основе типовых технологических графиков с учетом нахождения состава на перронных путях и на технической пассажирской станции.

Примерный график выполнения операций по обработке составов дальних и местных пассажирских поездов на станции приписки представлен на рис. 2.5.

В курсовой работе норма времени нахождения состава на станции приписки принимается для местных поездов от 6 до 10 часов, для дальних от 7,5 до 10 часов, а на станции оборота – от 4 до 6 часов.

Расчет оборота состава для назначения А – Г:

$$\Theta_{\text{ск}} = \frac{1}{24} \left(\frac{2 \cdot 624}{110,83} + 8 + 4 \right) = 0,97 \text{ сут}; \quad \Theta_{\text{пас}} = \frac{1}{24} \left(\frac{2 \cdot 624}{84,78} + 8 + 4 \right) = 1,11 \text{ сут}.$$

Аналогично выполняются расчеты и для других назначений и сводятся в табл. 2.9.

№ п/п	ОПЕРАЦИИ	Время, мин					Исполнители
		0	100	200	300	400	
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	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-я 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-я бригада
15	Прием состава комиссией				40	40	Работники СЭС, работники вагонного участка, пассажирской службы
Общее время				444	364		

Рисунок 2.5 – Примерный график выполнения операций по обработке составов дальних и местных пассажирских поездов на станции приписки:

- – Технологическая цепочка обработки местного поезда на станции приписки
- – Технологическая цепочка обработки дальнего поезда станции приписки

Таблица 2.9 – Оборот составов пассажирских поездов

Назначение	Категория поезда	Время хода, ч		$t_{\text{прип}}$, ч	$t_{\text{обор}}$, ч	Θ , сут
		Четное	Нечетное			
А – Г	скорый	5,6	5,6	8	4	0,97
	пассажирский	7,4	7,4	8	4	1,11
А – Е	скорый	11,2	11,2	8	4	1,43
	пассажирский	14,7	14,7	8	4	1,72
А – Ж	скорый	13,8	13,8	8	4	1,65
	пассажирский	18	18	8	4	2
А – И	скорый	16,8	16,8	8	4	1,9
	пассажирский	22,1	22,1	8	4	2,34
А – Л	скорый	22,6	22,6	8	4	2,38
	пассажирский	29,7	29,7	8	4	2,98

2.9 Разработка сокращенного графика оборота составов пассажирских поездов

Степень совершенства организации пассажирских перевозок в значительной мере зависит от прокладки пассажирских поездов на графике движения. Этот вопрос следует решать с учетом создания лучших удобств для пассажиров при поездках, т. е. целесообразного отправления поездов с начальных и прибытия на конечные пункты следования. При этом должно обеспечиваться наиболее эффективное использование пассажирского подвижного состава и пассажирских устройств на станциях. Теоретически потребное количество составов чаще всего не совпадает с реальными потребностями, так как аналитический способ расчета не учитывает время ожидания отправления поезда по расписанию. Для определения реальной потребности в составах целесообразно построить график оборота пассажирских составов. Важнейшей задачей правильного построения графика оборота пассажирских составов является обеспечение потребных размеров движения поездов наименьшим количеством составов. Это позволяет ввести в действие дополнительные резервы усиления пассажирских перевозок и снизить их себестоимость. Графическое изображение оборота позволяет наглядно определить его нахождение в любой момент времени суток и тем самым установить точное количество составов, необходимое для обслуживания заданных размеров движения. Значительное сокращение потребности в вагонах может быть достигнуто при обслуживании одними и теми же составами группы поездов, следующих в одном или нескольких направлениях.

Уменьшение потребности в составах при таком их групповом прикреплении к поездам достигается за счет сокращения простоя на станциях оборота.

Существующие рекомендации прокладки пассажирских поездов на графике оборота сводятся к двум вариантам: «вечер-утро» и «равномерная прокладка в течение деятельного периода суток».

По первому варианту – «вечер-утро» – пассажирские поезда с начальных станций отправляются в удобное для пассажиров время вечером (с 19 до 24 часов), а прибывают на конечный пункт следования утром или в первой половине дня (с 7 до 12 часов). 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.

Второй вариант – «равномерная прокладка в течение деятельного периода суток» – предусматривает прокладку пассажирских поездов равномерно с 6 часов утра и до 1 часа ночи. Это позволяет сократить время стоянки пассажирских составов на станциях приписки и оборота за счет рациональной увязки составов поездов по графику и возможности применения взаимозаменяемости составов одинаковой композиции, имеющих общую станцию приписки. При равномерной прокладке потребность в составах для обслуживания размеров движения 25–30 пар поездов в сутки сокращается примерно на 20 %. Кроме этого, равномерная прокладка поездов обеспечивает отсутствие периодов сгущения движения пассажирских поездов на направлении и создает условия равномерного движения грузовых поездов и ритмичной работы станций, равномерную загрузку вокзалов в течение суток, возможность выбора пассажиром наиболее удобного для поездки поезда, равномерную загрузку городского транспорта.

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

Разработка сокращенного графика оборота составов пассажирских поездов предусматривает подготовку шаблона графика.

1 В «шапку» сокращенного графика оборота составов пассажирских поездов заносят время хода между станциями приписки и оборота, количество поездов на направлении, следующих ежедневно и через день, указывают станции направления и расстояние между ними (рис. 2.6).

2 Сокращенный график оборота составов пассажирских поездов строится на миллиметровой бумаге в масштабе 1 час = 10 мм (по горизонтали). Сокращенный график разрабатывается в зависимости от оборота составов на самом дальнем направлении на 3–4 сут (см. табл. 2.9, число суток самого дальнего направления округляем в большую сторону).

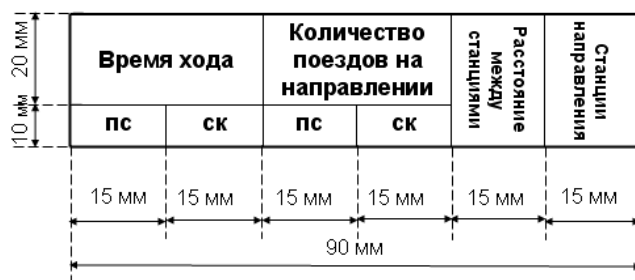


Рисунок 2.6 – «Шапка» сокращенного графика оборота составов пассажирских поездов

3 Станции на графике располагаются на расстоянии в масштабе $100 \text{ км} = 10 \text{ мм}$ (по вертикали). Станции оборота выделяются двумя линиями, между которыми показывается время простоя на этих станциях. Другие станции, не являющиеся станциями оборота, отображаются одной линией.

4 Построение схематического графика оборота производится на расчетные размеры движения пассажирских и скорых поездов по каждому назначению (табл. 2.6), которые заносятся в «шапку» сокращенного графика оборота поездов (в числителе – ежедневно, в знаменателе – через день, рис. 2.7).

Время хода		Количество поездов на направлении		Расстояние между станциями	Станции направления	0 1 2 3 4 ... 23 0 1 2 3 4 ... 23 0 1 2 3 4 ... 23 0											
пс	ск	пс	ск			А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	И	К	Л		
7,4	5,6	3/1	3/1	624	А	Масштаб: 1 ч – 10 мм				Масштаб: 100 км – 10 мм							
7,3	5,6	2	2	600	Г					5 мм							
3,3	2,6	1/1	1/1	270	Е												
7,4	5,6	3/1	3/1	600	И												
7,6	5,8	4/1	4	650	К												
					Л												

Рисунок 2.7 – Заполнение «шапки» сокращенного графика оборота составов пассажирских поездов

При построении сокращенного графика оборота составов пассажирских поездов для заданного направления необходимо учитывать следующее:

1) со станции приписки поезда отправляются равномерно с 6 часов утра и до 1 часа ночи. Поезда не отправляются и не прибывают на станцию приписки с 1 часа ночи до 6 часов утра. На станциях оборота прибытие и отправление поездов производится в любое время (рис. 2.8);

С 1-00 до 6-00 пассажирские и скорые поезда не отправляются и не прибывают



Рисунок 2.8 – Равномерная прокладка поездов на сокращенном графике в течение деятельного периода суток

2) поезда, отправляемые ежедневно, на графике показываются в первые сутки полностью, в последующие сутки только моменты отправления: пассажирские – красной сплошной линией; скорые – розовой сплошной линией (рис. 2.9);

3) поезда, отправляемые через день, на графике показываются в первые сутки полностью, далее моменты отправления только через сутки: пассажирские – красной пунктирной линией; скорые – розовой пунктирной линией.

4) на графике предусматривается чередование отправок скорых с пассажирскими поездами (т. е. исключаются сгущенные периоды отправок только пассажирских или только скорых поездов). Средний интервал между поездами определяется путем деления деятельного периода суток (с 6 ч утра до 1 ч ночи) на общее количество скорых и пассажирских поездов, учитывая поезда через день (рис. 2.10). Отправление скорых и пассажирских поездов распределяется по возможности равномерно утром, в обед и вечером. В случае отсутствия поездов днем – утром и вечером;

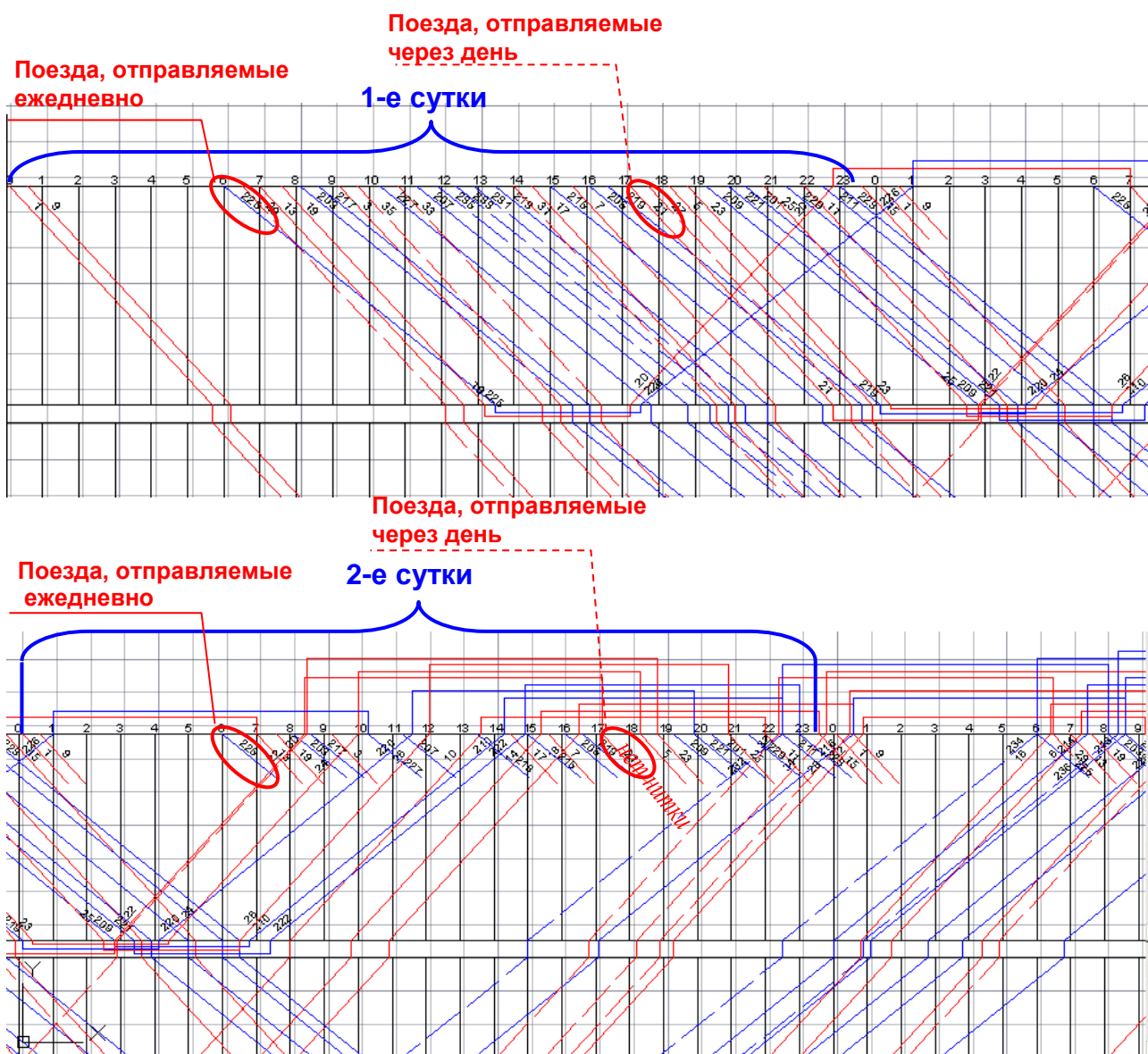


Рисунок 2.9 – Прокладка на сокращенном графике скорых и пассажирских поездов, следующих ежедневно и через день



Рисунок 2.10 – Распределение моментов отправления поездов со станции приписки А

5) для поездов принимается нумерация круглогодичного обращения: для скорых от 1 до 148, для пассажирских от 301 до 398.

Номера поездов проставляются на перегоне после отправления их со станции приписки и перед конечной станцией оборота.

Нумерация поездов и их время отправления повторяются каждые сутки (рис. 2.11).

Все прибывающие поезда увязываются с отправляемыми по станции приписки по категориям: скорый со скорым, пассажирский с пассажирским;

б) время нахождения на станции приписки (станция А) принимается не менее технологического 8 часов (см. табл. 2.9), но и не более 10 часов. Время нахождения на станциях оборота принимается не менее технологического 4 часа, но и не более 6 часов (рис. 2.12).

На графике оборота только в первые сутки прокладка поездов показывается полностью

На графике оборота в последующие сутки показывается только момент отправления поездов



Нумерация поездов и их время отправления повторяются!

2-е сутки

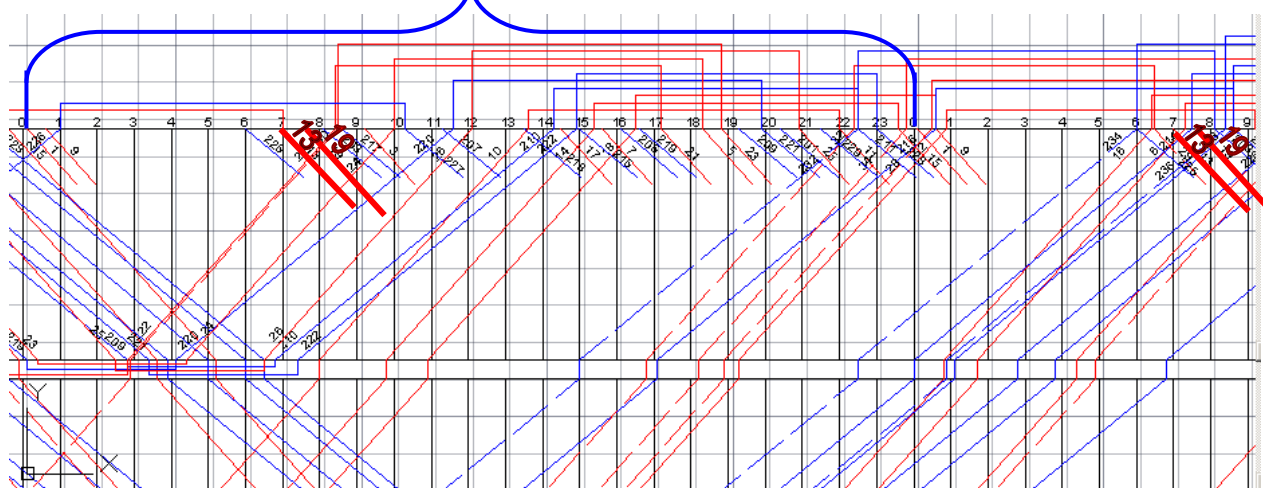
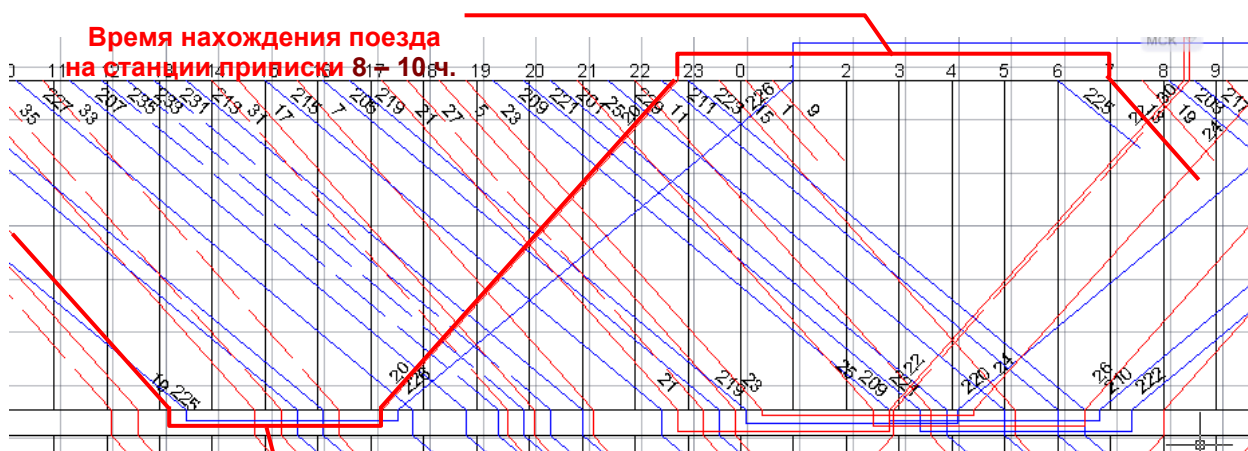


Рисунок 2.11 – Нумерация поездов на сокращенном графике поездов

Время нахождения поезда на станции приписки 8 + 10 ч.



Время нахождения поезда на станции оборота 4 – 6 ч.

Рисунок 2.12 – Технологическое время нахождения составов поездов на станции приписки и станции оборота

2.10 Расчет основных показателей пассажирского движения

После построения графика определяются показатели дальнего и местного пассажирского движения.

1 Количество отправленных пассажиров:

$$A_{\text{пер}} = A_{\text{от}} + A_{\text{пр}}, \text{ чел}, \quad (2.11)$$

где: $A_{\text{от}}$ – число отправленных пассажиров, чел;

$A_{\text{пр}}$ – число прибывших пассажиров, чел. ($A_{\text{от}} = A_{\text{пр}}$, итого табл. 2.1).

$$A_{\text{пер}} = 20350 \cdot 2 = 40700 \text{ чел.}$$

2 Пассажиро-километры:

$$\sum_{i=1}^n Al = 2(A_1 l_1 + A_2 l_2 + \dots + A_n l_n), \text{ пас-км}, \quad (2.12)$$

где A_i – пассажиропоток по каждому участку (см. рис. 2.2), чел;

l_i – длина участка (см. табл. 2.7), км.

Преобразуем формулу для рассматриваемого примера:

$$\sum_{i=1}^n Al = 2(A_{AG} l_{AG} + A_{AE} l_{AE} + A_{AJ} l_{AJ} + A_{AI} l_{AI} + A_{AL} l_{AL}), \text{ пасс-км}$$

$$\sum_{i=1}^n Al = 2(4500 \cdot 624 + 2380 \cdot 1224 + 1990 \cdot 1494 + 4630 \cdot 1824 + 5550 \cdot 2474) =$$

$$= 61\,740\,000 \text{ пас-км.}$$

3 Пассажиро-место-километры:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n Nal = 2(N_1^{\text{ск}} a_{\text{ск}1} l_1 + N_1^{\text{пас}} a_{\text{пас}1} l_1 + N_2^{\text{ск}} a_{\text{ск}2} l_2 + N_2^{\text{пас}} a_{\text{пас}2} l_2 + \dots \\ + N_n^{\text{ск}} a_{\text{ск}n} l_n + N_n^{\text{пас}} a_{\text{пас}n} l_n), \text{ пас-мест-км}, \end{aligned} \quad (2.13)$$

где $N_i^{\text{ск}}$, $N_i^{\text{пас}}$ – размеры движения поездов по категориям на отдельном участке,

поездов (см. табл. 2.6, если поезд следует через день, добавляется 0,5). Например, для назначения А – Г – 3 поезда ежедневно, 1 через день, поэтому в расчетах принимается 3,5;

a – вместимость поезда соответствующей категории (табл. 2.4, 2.5), чел.

$$\sum_{i=1}^n Nal = 2(3,5 \cdot 542 \cdot 624 + 3,5 \cdot 796 \cdot 624 + 2 \cdot 542 \cdot 1224 + 2 \cdot 796 \cdot 1224 + 1,5 \cdot 542 \cdot 1494$$

$$+ 1,5 \cdot 796 \cdot 1494 + 3,5 \cdot 542 \cdot 1824 + 3,5 \cdot 796 \cdot 1824 + 4 \cdot 542 \cdot 2474 + 4,5 \cdot 796 \cdot 2474) =$$

$$= 63\,926\,732 \text{ пасс-мест-км.}$$

4 Поездные пробеги, характеризующие работу локомотивов и вагонов:

$$\sum_{i=1}^n Nl = 2(N_1 l_1 + N_2 l_2 + \dots + N_n l_n), \text{ поезд-км}, \quad (2.14)$$

где N – сумма скорых и пассажирских поездов на отдельном участке, поездов (табл. 2.6). Например, для назначения А – Г: $N^{ск} = 3,5$; $N^{пас} = 3,5$. Следовательно $N = 7$ поездов.

$$\sum_{i=1}^n Nl = 2(7 \cdot 624 + 4 \cdot 1224 + 3 \cdot 1494 + 7 \cdot 1824 + 8,5 \cdot 2474) = 95\,086 \text{ поездо-км.}$$

5 Средняя дальность поездки одного пассажира:

$$l_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n Al}{A_{пер}}, \text{ км,} \quad (2.15)$$

где Al – пассажиро-километры (формула (2.12));

$A_{пер}$ – пассажирооборот (формула (2.11)).

$$l_{cp} = \frac{61740000}{40700} = 1516,9 \text{ км.}$$

6 Вагоно-километры:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n Nml = & 2(N_1^{ск} m_{ск1} l_1 + N_1^{пас} m_{пас1} l_1 + N_2^{ск} m_{ск2} l_2 + N_2^{пас} m_{пас2} l_2 + \dots + N_n^{ск} m_{скn} l_n + \\ & + N_n^{пас} m_{пасn} l_n), \text{ ваг-км,} \end{aligned} \quad (2.16)$$

где $m_{ск}, m_{пас}$ – число вагонов в составах поездов скорых и пассажирских, ваг. (см. табл. 2.4, 2.5, в нашем случае $m_{ск} = 15$ ваг., $m_{пас} = 20$ ваг.)

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n Nml = & 2(3,5 \cdot 15 \cdot 624 + 3,5 \cdot 20 \cdot 624 + 2 \cdot 15 \cdot 1224 + 2 \cdot 20 \cdot 1224 + 1,5 \cdot 15 \cdot 1494 + \\ & 1,5 \cdot 20 \cdot 1494 + 3,5 \cdot 15 \cdot 1824 + 3,5 \cdot 20 \cdot 1824 + 4 \cdot 15 \cdot 2474 + 4,5 \cdot 20 \cdot 2474) = \\ & 1\,670\,190 \text{ ваг-км.} \end{aligned}$$

7 Вагоно-осе-километры:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n Nm_{oc} l = & 2(N_1^{ск} m_{oc1}^{ск} l_1 + N_1^{пас} m_{oc1}^{пас} l_1 + N_2^{ск} m_{oc2}^{ск} l_2 + N_2^{пас} m_{oc2}^{пас} l_2 + \dots \\ & + N_n^{ск} m_{ocn}^{ск} l_n + N_n^{пас} m_{ocn}^{пас} l_n), \text{ ваг-ось-км,} \end{aligned} \quad (2.17)$$

где $m_{ск}, m_{пас}$ – число осей в поездах скорых и пассажирских ($m_{ск} = m_{пас} = 4$ оси).

$$\sum_{i=1}^n Nm_{oc} l = 1670190 \cdot 4 = 6\,680\,760 \text{ ваг-ось-км.}$$

8 Средняя населённость на ось вагона:

$$n_o = \frac{\sum_{i=1}^n Al}{\sum_{i=1}^n Nm_{oc} l}, \text{ пас / ось,} \quad (2.18)$$

$$n_o = \frac{61740000}{6680760} = 9,24 \text{ пас / ось.}$$

9 Средняя напряженность перевозок на 1 км:

$$n_n = \frac{\sum_{i=1}^n Al}{2L_{\text{напр}}}, \text{ пас / км.} \quad (2.19)$$

где $L_{\text{напр}}$ – длина направления (принимается самое дальнее направление А – Л, равное 2474 км).

$$n_n = \frac{61740000}{2 \cdot 2474} = 12477,7 \text{ пас / км.}$$

10 **Число составов поездов** определяется в целом для направления и отдельно по каждой категории поездов по следующим формулам:

$$n_{\text{сост}}^{\text{ск}} = \sum_{i=1}^n \Theta_{\text{ск}}^i \cdot N_{\text{ск}}^i, \text{ сост.}; \quad (2.20)$$

$$n_{\text{сост}}^{\text{пас}} = \sum_{i=1}^n \Theta_{\text{пас}}^i \cdot N_{\text{пас}}^i, \text{ сост.}; \quad (2.21)$$

$$\sum n_{\text{сост}}^{\text{общ}} = n_{\text{сост}}^{\text{ск}} + n_{\text{сост}}^{\text{пас}}, \text{ сост.}, \quad (2.22)$$

где $\Theta_{\text{ск}}, \Theta_{\text{пас}}$ – оборот состава скорого и пассажирского поездов, сут (при ну- мерном способе кратен суткам, при безномерном принимается из табл. 2.9).

Расчет для назначения А – Г:

$$n_{\text{сост}}^{\text{ск}} = 0,97 \cdot 3,5 = 3,39 \text{ составов}; \quad n_{\text{сост}}^{\text{пас}} = 1,11 \cdot 3,5 = 3,88 \text{ составов.}$$

Для других назначений расчет выполняется аналогично. Далее определя- ется число составов для каждого назначения $\sum n_{\text{сост}}^{\text{ск}}, \sum n_{\text{сост}}^{\text{пас}}$ и в целом для направления $\sum n_{\text{сост}}^{\text{общ}}$. В нашем случае $\sum n_{\text{сост}}^{\text{общ}} = 62$ состава.

11 Среднесуточный пробег составов:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n Nl}{\sum n_{\text{сост}}}, \text{ км / сут,} \quad (2.23)$$

$$S = \frac{95086}{62} = 1533,6 \text{ км / сут.}$$

3 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИГОРОДНОГО ПАССАЖИРСКОГО ДВИЖЕНИЯ

3.1 Особенности пригородных перевозок

Пригородный пассажиропоток отличается от пассажиропотока дальнего и местного сообщения рядом существенных особенностей. К их числу относятся массовость, неравномерность распределения по зонам, временам года, дням и часам суток.

Важна социальная роль пригородных перевозок, связанная с сокращением затрат времени на проезд, повышением комфортабельности перевозок, снижением транспортной усталости и др. Это накладывает более жесткие требования на организацию пригородных перевозок, которые в свою очередь обеспечивают быструю и удобную связь пригородных зон с различными районами города.

Чтобы правильно организовать пригородные железнодорожные перевозки, необходимо иметь данные о пассажиропотоке. Изучение пригородного пассажиропотока позволяет выявить его распределение по участку (частоту), остановочные пункты с интенсивной посадкой и высадкой пассажиров, неравномерность перевозок (сезонную, суточную и почасовую). В конечном итоге определяются размеры движения пригородных поездов по зонам в зависимости от времени года, дней недели и часов суток, а также количество остановок пригородных поездов на каждом остановочном пункте.

Возникает необходимость в определении рентабельности пригородных поездов, которая зависит от себестоимости перевозок. Снижение себестоимости способствует росту рентабельности пригородных поездов. При низкорентабельных пригородных перевозках очень важное значение имеет компенсация за счет местных бюджетов. Необходимо уделять наибольшее внимание развитию устройств для обслуживания пригородных пассажиров. Следовательно, чтобы правильно и своевременно развивать устройства для обслуживания пассажиров, необходимо научно планировать и прогнозировать пассажиропоток как на далекую перспективу, так и для оперативных целей.

От точного прогнозирования в значительной мере зависит эффективное освоение народнохозяйственных средств, гармоничное развитие пригородного транспорта, рациональное использование накопленной информации для выявления перспективных изменений, усовершенствований технологии работы и технического оснащения пригородного транспорта и т. д. Такой вид исследований обычно имеет значительное число конкурентоспособных вариантов. Выбрать один из них непросто, ошибочные решения могут привести к весьма дорогостоящим потерям. Поэтому общая формула «управлять – значит предвидеть» особенно справедлива для планирования динамических транспортных потоков современными методами на основе теории самоорганизации систем.

Особенностями пригородных перевозок, оказывающими влияние на организацию движения пригородных поездов, являются:

- концентрация пригородных перевозок в крупных центрах страны;
- массовость перевозок с большим числом поездок на одного пассажира в год;

- перевозки осуществляются на короткие расстояния;
- резкое падение пассажиропотока на участке по мере удаления от головной станции;
- неравномерность перевозок по сезонам года (лето, зима), дням недели (рабочим, нерабочим, предвыходным и послевыходным) и по часам суток;
- постоянный состав части пассажиров;
- наличие междузонной корреспонденции пассажиропотока.

Эти особенности предъявляют следующие требования к организации пригородного движения:

- установление достаточных размеров движения поездов как в целом за сутки, так и по часам суток;
- удобное для пассажиров распределение пригородных поездов во времени;
- обеспечение достаточной частоты (что определяет время ожидания поездки) и в то же время высокой участковой скорости движения поездов (время в пути);
- необходимость устройства зонных станций оборота пригородных составов;
- организация посадки-высадки пассажиров как на станциях, так и на остановочных пассажирских платформах.

3.2 Техничко-эксплуатационная характеристика пригородного участка

Пригородные пассажирские перевозки выполняются на короткие расстояния. При большом пассажиропотоке движение, как правило, организуется по зонам. Это связано с тем, что по мере удаления от головной станции пассажиропоток резко уменьшается. Схема пригородной зоны А – Б представлена на рис. 3.1.

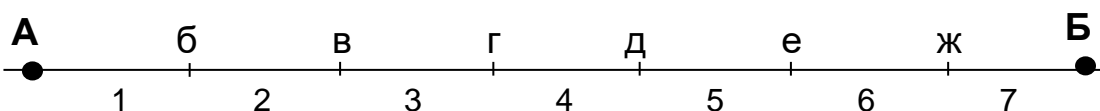


Рисунок 3.1 – Схема пригородной зоны А – Б

В этом разделе необходимо дать характеристику пригородного участка и подвижного состава, используемого для перевозки пассажиров, а также привести косую таблицу исходных данных с определением итоговых значений посадки и высадки пассажиров по каждой станции. В табл. 3.1–3.3 приведены характеристики подвижного состава, используемого на пригородных линиях.

Для четкой организации пригородных перевозок необходимо обеспечить:

- высокую ходовую скорость движения поездов;
- минимальные затраты времени на разгон и замедление поездов при остановках для посадки и высадки пассажиров;
- минимальную продолжительность стоянок поездов за счет быстрой высадки и посадки пассажиров, для чего вагоны должны иметь достаточное число дверей и внутренние широкие проходы.

Указанным требованиям соответствуют моторвагонные и дизель-поезда при наличии высоких пассажирских платформ на остановочных пунктах. Время на разгон и на замедление для пригородного поезда принимается равным по 0,5 мин. Остановки пригородных поездов у пассажирских платформ производятся через 2–3 км продолжительностью 1 мин.

Таблица 3.1 – Технические характеристики электропоездов переменного тока

Характеристика	ЭР 11	ЭД9Т	ЭД9М	ЭН-3
Конструкционная скорость, км/ч	130	130	130	130
Максимальная скорость в эксплуатации, км/ч	120	120	120	120
Основная составность	2(М+П+П+М)	2Г+5М+3П	2Г+5М+3П	2Г+5М+3П
Число мест для сидения в поезде	988	1068	1068	984
Масса тары поезда, т	541,6	552	515,2	452,7
Длина вагонов, м	21,5	21,5	21,5	21,5

Таблица 3.2 – Технические характеристики электропоездов постоянного тока

Параметры	ЭД 4	ЭД6	ЭД 4Э	ЭМ2И	ЭД4М
Конструкционная скорость, км/ч	130	130	130	120	130
Максимальная скорость в эксплуатации, км/ч	120	120	120	110	120
Основная составность	2Г+5М+3 П	2Г+5М+3 П	2Г+5М+3 П	2Г+5М+3 П	2Г+5М+3П
Число мест для сидения в поезде	1088	1204	1088	972	1166
Масса тары поезда, т	500,3	534,6	516,25	485,16	516,25

Таблица 3.3 – Технические параметры дизель-поездов

Параметры	Д 1	ДР1 М	РА2
Схема формирования	М+2П+М	М+4П+М	Г+П+Г
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	100
Число мест для сидения в вагоне:			
моторном	77	68	68
прицепном	128	124	86
Длина поезда по осям автосцепок, м	990	1543	690

Примечание: М – моторные, П – прицепные, Г – головные вагоны.
Общая длина участка составляет 104 км.

Размеры суточного пригородного пассажиропотока в пределах пригородной зоны А – Б приведены в табл. 3.4, а длины перегонов и перегонные времена хода в табл. 3.5 (п. 2.6 задания). Для обслуживания пригородных поездов в данном примере используется электропоезд переменного тока серии ЭР 11.

Таблица 3.4 – Размеры суточных пригородных пассажиропотоков в пределах пригородной зоны А – Б

	А	б	в	г	д	е	ж	Б	итого
А	-	1200	4000	1000	3600	2300	1300	4600	18 000
б		-			300			600	900
в			-	700	100		500	700	2000
г				-		200	200	800	1200
д					-		400	300	700
е						-		400	400
ж							-	1100	1100
Б								-	-
итого	-	1200	4000	1700	4000	2500	2400	8500	24 300

Таблица 3.5 – Перегонные времена хода пригородных поездов

Участок	Название	Длина, км	Перегонные времена хода для электровоза, мин	
			Нечетное	Четное
А-Б	А-б	16	13	14
	б-в	15	11	12
	в-г	14	10	12
	г-д	13	10	10
	д-е	18	15	16
	е-ж	15	11	12
	ж-Б	13	9	11

3.3 Установление числа остановочных пунктов пригородных поездов

Для пригородных участков характерна перевозка большого числа пассажиров на короткие расстояния – обычно 10–50 км от головной станции участка. Частота остановок зависит от плотности населения пригородных участков. Для участков, примыкающих к крупным узлам, расстояние между остановками пригородных поездов в головной зоне участка составляет 2–3 км (перегоны А – б, б – в, в – г, г – д). Для дальних зон участка принимается расстояние между остановками 5–7 км (перегоны д – е, е – ж, ж – Б), что реально соответствует расстоянию между населенными пунктами пригородного участка (рис. 3.2).

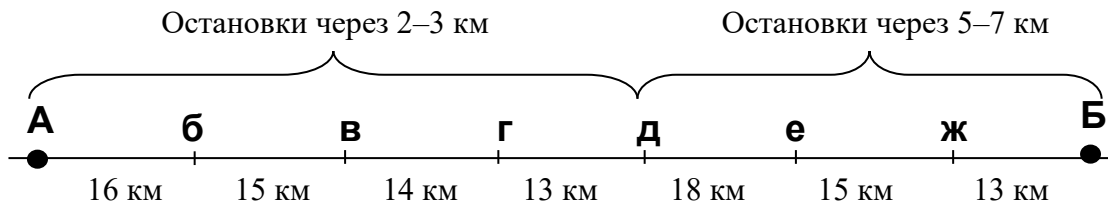


Рисунок 3.2 – Схема пригородного участка А – Б

Число остановок пригородного поезда рассчитывается для каждого перегона рассматриваемого участка по формуле:

$$n_{\text{ост}} = \frac{L_{\text{пер}}}{l_{\text{ост}}} - 1, \quad (3.1)$$

где $L_{\text{пер}}$ – длина перегона (п. 2.6 задания), км;

$l_{\text{ост}}$ – расстояние между остановками на перегоне (см. рис. 3.2), км;

1 – из общего числа остановок исключается конечная станция.

Определение числа остановок пригородного поезда на перегонах А – б, д – е:

$$\text{Для А – б: } n_{\text{ост}} = \frac{16}{3} - 1 = 4 \text{ остановки, для д – е: } n_{\text{ост}} = \frac{18}{6} - 1 = 2 \text{ остановки.}$$

Время хода пригородного поезда с учетом остановок, разгонов и замедлений определяется по формуле (рис. 3.3):

$$t_{\text{уч}} = t_{\text{x}} + n_{\text{ост}} \cdot t_{\text{ст}} + n_{\text{ост}} \cdot (t_{\text{п}}^{\circ} + t_{\text{з}}^{\circ}) + t_{\text{п}}^{\text{н}} + t_{\text{з}}^{\text{к}}, \text{ мин,} \quad (3.2)$$

где t_{x} – чистое время хода пригородного поезда, мин (принимается нечетное время хода, п. 2.6 задания);

$t_{\text{ст}}$ – продолжительность стоянки пригородного поезда на каждой остановке, мин (п. 2.5 задания, $t_{\text{ст}} = 1$ мин);

$t_{\text{п}}^{\circ}$, $t_{\text{з}}^{\circ}$ – время на разгон и замедление пригородного поезда на каждом остановочном пункте, мин (п. 2.4 задания, $t_{\text{п}}^{\circ} = t_{\text{з}}^{\circ} = 0,5$ мин);

$t_{\text{п}}^{\text{н}}$, $t_{\text{з}}^{\text{к}}$ – время разгона пригородного поезда на начальной и замедление на конечной станции перегона, $t_{\text{п}}^{\text{н}} = t_{\text{з}}^{\text{к}} = 0,5$ мин.

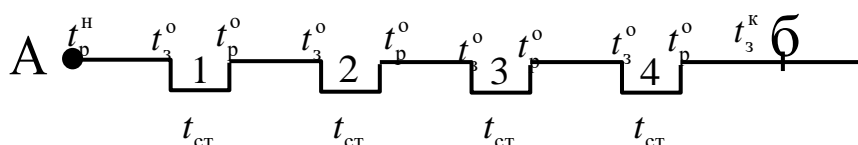


Рисунок 3.3 – Схема распределения остановочных пунктов на перегоне А – б пригородного участка А – Б

Определение времени хода пригородного поезда с учетом остановок, разгона и замедления, для перегона А – б:

$$t_{\text{уч}} = 13 + 4 \cdot 1 + 4 \cdot (0,5 + 0,5) + 0,5 + 0,5 = 22 \text{ мин.}$$

Для других перегонов расчеты выполняются аналогично.

Результаты расчетов числа остановок пригородного поезда, а также времени его хода с учетом стоянок, разгонов и замедлений сводятся в табл. 3.6.

Таблица 3.6 – Время хода пригородных поездов

№	Показатели	А – б	б – в	в – г	г – д	д – е	е – ж	ж – б
1	Длина перегонов ($L_{\text{пер}}$), км	16	15	14	13	18	15	13
2	Число остановок ($n_{\text{ост}}$)	4	4	3	3	2	2	2
3	Чистое время хода (t_x), мин.	13	11	10	10	15	11	9
4	Время хода с учетом остановок, разгона и замедления ($t_{\text{уч}}$), мин	22	20	17	17	20	16	14

3.4 Распределение зонных станций на участке и определение числа пригородных зон

Значительные сокращения мощности пассажиропотока по мере удаления от города, резкие спады его в местах расположения крупных населенных пунктов вызывают необходимость обслуживания пригородного пассажирского движения поездами различной дальности обращения, что обеспечивает больше удобств пригородным пассажирам, более оптимальное использование подвижного состава и снижение себестоимости перевозок. С этой целью пригородный участок делится на зоны. Это позволяет не только улучшить обслуживание пригородных пассажиров, но и повысить эффективность использования подвижного состава за счет повышения населенности на вагон, а также снизить себестоимость перевозок. Каждая зона оканчивается зонной станцией, на которой оборачиваются составы пригородных поездов данной зоны. Размещение

зонных станций принимается обычно по пунктам резкого спада пассажиропотока (не менее 2000 человек). Для определения вариантов расположения зонных станций строится диаграмма пригородного пассажиропотока (рис. 3.4). С целью оптимального разделения пригородного участка на зоны рассматриваются 2–3 варианта такого деления и определяется оптимальный вариант.

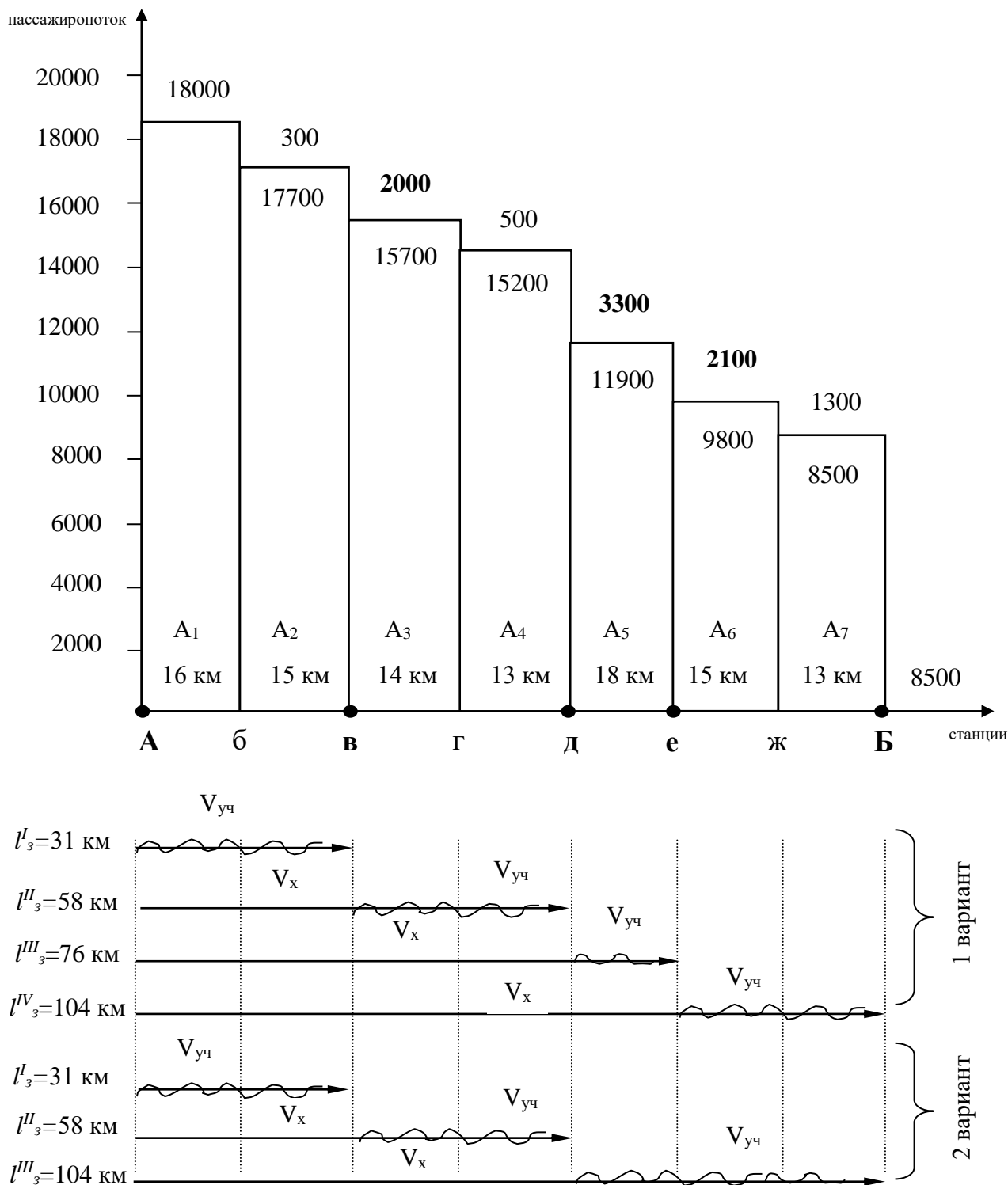


Рисунок 3.4 – Диаграмма пригородного пассажиропотока с вариантами выбора числа зон

Диаграмма разрабатывается на основании заданного суточного пригородного пассажиропотока в пределах пригородного участка А – Б (табл. 3.4) с определением посадки и высадки пассажиров по каждой станции направления (табл. 2.1).

Дополнительно по каждой станции указывается величина спада пассажиропотока, определяемая разностью высадки и посадки пассажиров. Например, для станции **б** высадка составляет 1200 пассажиров, а посадка – 900, следовательно, величина спада будет равна 300 пассажирам. Если на станции спад пассажиропотока составляет 2000 и более человек, то такая станция является зонной. В нашем примере зонные станции **в, д, е**.

Выбор оптимального варианта производится на основании сопоставления затрат пассажиро-часов на ожидание проезда и проезд. Принимается вариант, имеющий минимальные суммарные затраты пассажиро-часов:

$$\sum At = \sum At_{\text{ож}} + \sum At_{\text{пр}}, \text{ пас-ч.} \quad (3.3)$$

Пассажиро-часы ожидания проезда определяются по формуле:

$$\sum At_{\text{ож}} = \frac{1}{2} \cdot T \cdot a_{\text{пр}} \cdot K_3, \text{ пас-ч,} \quad (3.4)$$

где T – период движения пригородных поездов, $T = 20$ ч;

$a_{\text{пр}}$ – средняя вместимость пригородного поезда (табл. 3.1–3.3), в зависимости от серии локомотива. Необходимо учесть места для стояния пассажиров, поэтому $a_{\text{пр}} \cdot 1,5$. В нашем примере для ЭР 11 число мест для сидения равно 988, следовательно, $a_{\text{пр}} = 988 \cdot 1,5 = 1482$ места;

K_3 – число зон на участке (см. рис. 3.4, по 1-му варианту $K_3 = 4$ зоны, по 2-му варианту $K_3 = 3$ зоны).

$$\text{Расчет для 1-го варианта} \quad \sum At_{\text{ож}} = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 1482 \cdot 4 = 59280 \text{ пас-ч};$$

$$\text{Расчет для 2-го варианта} \quad \sum At_{\text{ож}} = \frac{1}{2} \cdot 20 \cdot 1482 \cdot 3 = 44460 \text{ пас-ч.}$$

Затраты **пассажиро-часов на проезд** определяются для каждого варианта (см. рис. 3.4) по расчетным формулам.

Расчет для 1-го варианта

$$\begin{aligned} \sum At_{\text{пр}}^I = & (A_1 - A_3) \frac{l_3^I}{V_{\text{уч}}} + (A_3 - A_5) \left(\frac{l_3^I}{V_x} + \frac{l_3^{\text{II}} - l_3^I}{V_{\text{уч}}} \right) + \\ & + (A_5 - A_6) \left(\frac{l_3^{\text{II}}}{V_x} + \frac{l_3^{\text{III}} - l_3^{\text{II}}}{V_{\text{уч}}} \right) + A_6 \left(\frac{l_3^{\text{III}}}{V_x} + \frac{l_3^{\text{IV}} - l_3^{\text{III}}}{V_{\text{уч}}} \right), \text{ пас-ч,} \end{aligned} \quad (3.5)$$

где l_3^i – соответственно длина i -й зоны (см. рис. 3.4), км;

V_x – ходовая скорость на участке, км/ч;

$V_{\text{уч}}$ – средняя участковая скорость на участке, км/ч;

A_i – пассажиропоток на перегоне (рис. 3.4), пасс.

Ходовая и участковая скорость определяется по формулам:

$$V_x = \frac{l_3^i}{t_{б/ост}} \cdot 60, \text{ км / ч}; \quad (3.6)$$

$$V_{уч} = \frac{l_3^i}{t_{с/ост}} \cdot 60, \text{ км / ч}, \quad (3.7)$$

где $t_{б/ост}$, $t_{с/ост}$ – соответственно время хода пригородного поезда по перегону без остановок и с остановками, мин (табл. 3.6).

$$1\text{-я зона: } V_{уч} = \frac{31}{22+20} \cdot 60 = 44,3 \text{ км/ч};$$

$$2\text{-я зона: } V_x = \frac{31}{13+11} \cdot 60 = 77,5 \text{ км/ч}; \quad V_{уч} = \frac{27}{17+17} \cdot 60 = 47,4 \text{ км/ч};$$

$$3\text{-я зона: } V_x = \frac{58}{13+11+10+10} \cdot 60 = 82,9 \text{ км/ч}; \quad V_{уч} = \frac{18}{20} \cdot 60 = 54,5 \text{ км/ч};$$

$$4\text{ зона: } V_x = \frac{76}{13+11+10+10+15} \cdot 60 = 77,55 \text{ км/ч}; \quad V_{уч} = \frac{28}{16+14} \cdot 60 = 56 \text{ км/ч}.$$

Подставим все полученные данные в формулу (3.5) и рассчитаем затраты пассажиро-часов на проезд для первого варианта.

$$\begin{aligned} \sum At_{пр}^I &= (18000 - 15700) \frac{31}{44,3} + (15700 - 11900) \left(\frac{31}{77,5} + \frac{58 - 31}{47,4} \right) + \\ &+ (11900 - 9800) \left(\frac{58}{82,9} + \frac{76 - 58}{54,5} \right) + 9800 \left(\frac{76}{77,55} + \frac{104 - 76}{56} \right) = 21961 \text{ пас-ч.} \end{aligned}$$

Расчет для 2-го варианта выполняется по формуле:

$$\sum At_{пр}^I = (A_1 - A_3) \frac{l_3^I}{V_{уч}} + (A_3 - A_5) \left(\frac{l_3^I}{V_x} + \frac{l_3^{II} - l_3^I}{V_{уч}} \right) + A_5 \left(\frac{l_3^{II}}{V_x} + \frac{l_3^{III} - l_3^{II}}{V_{уч}} \right), \text{ пас-ч.} \quad (3.8)$$

Ходовая и участковая скорость определяется по формулам (3.6)–(3.7).

В нашем случае для первой и второй зоны значения будут такие же, как в первом варианте.

$$3\text{-я зона } V_x = \frac{58}{13+11+10+10} \cdot 60 = 82,9 \text{ км/ч}; \quad V_{уч} = \frac{46}{20+16+14} \cdot 60 = 55,2 \text{ км/ч}.$$

$$\begin{aligned} \sum At_{пр}^{II} &= (18000 - 15700) \frac{31}{44,3} + (15700 - 11900) \left(\frac{31}{77,5} + \frac{58 - 31}{47,4} \right) + \\ &+ 11900 \left(\frac{58}{82,9} + \frac{104 - 58}{55,2} \right) = 23323 \text{ пас-ч.} \end{aligned}$$

Полученные данные сводятся в табл. 3.7.

$$\Delta_3 = \left(\frac{31}{44,3} - \frac{31}{77,5} \right) = 18 \text{ мин,}$$

$$N_{\text{ч}} = \frac{60 \cdot 3}{8(3-1) + 4 + 18} = 4,7 \approx 4 \text{ пары поездов.}$$

На участках со сравнительно небольшими размерами пригородного движения применяется зонный параллельный график, когда поезда останавливаются на всех станциях (рис. 3.6). Существуют и другие типы графиков, но в проектах применяются, как правило, два рассмотренных.

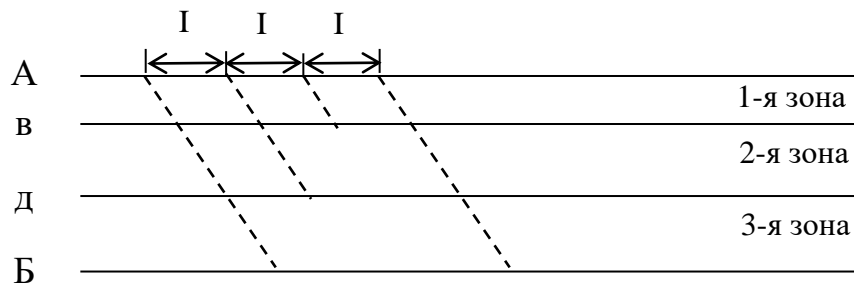


Рисунок 3.6 – Параллельный зонный график движения пригородных поездов

Пропускная способность зонного параллельного графика определяется по формуле:

$$N_{\text{ч}} = \frac{60}{I} = \frac{60}{8} = 7,5 \approx 7 \text{ пар поездов.} \quad (3.11)$$

Вывод: На основании полученных данных для построения графика движения пригородных поездов выбирается непараллельный зонный график движения пригородных поездов, так как он рассчитывается на максимальные размеры пассажиропотоков.

3.6 Разработка графика движения пригородных поездов

В качестве исходных данных для построения графика движения пригородных поездов принимаются:

- состав поезда;
- перегонные времена хода;
- межпоездные интервалы;
- технологические нормы времени нахождения составов на головной и зонных станциях;
- размеры движения пригородных поездов по зонам.

Построение графика движения начинают с наиболее интенсивного периода с учетом равномерного обслуживания зон. В остальное время на графике поезда должны прокладываться равномерно с одновременной их увязкой по обороту.

При построении графика пригородного движения необходимо также учитывать время отправления и прибытия пассажирских поездов в соответствии с графиком движения пассажирских поездов.

Размеры движения пригородных поездов по зонам определяются для оптимального варианта по формуле:

$$N_i = \frac{A_i}{a \cdot \alpha}, \text{ поездов,} \quad (3.12)$$

где A_i – пассажиропоток i -й зоны (см. рис. 3.4), чел.;

a – вместимость пригородного поезда с учетом только мест для сидения, чел. (табл. 3.1–3.3);

α – коэффициент использования вместимости состава (с учетом мест для стояния, $\alpha = 1,5$).

Число пригородных поездов определяется из условия проезда в вагоне количества пассажиров, равного числу сидячих мест. Допускается проезд для первой зоны 50 % пассажиров, занимающих места для стояния, если продолжительность их поездки не превышает 25–30 мин. При этом на первой зоне будут использоваться места для сидения и стояния ($\alpha = 1,5$), а на дальних зонах только места для сидения ($\alpha = 1$).

Преобразим формулу (3.10) для нашего примера.

$$1\text{-я зона } N_I = \frac{A_1 - A_3}{a \cdot \alpha}, \text{ поездов; } N_I = \frac{18\,000 - 15\,700}{988 \cdot 1,5} = 1,55 \approx 2 \text{ поезда;}$$

$$2\text{-я зона } N_{II} = \frac{A_3 - A_5}{a}, \text{ поездов; } N_{II} = \frac{15\,700 - 11\,900}{988} = 3,8 \approx 4 \text{ поезда;}$$

$$3\text{-я зона } N_{III} = \frac{A_5}{a}, \text{ поездов; } N_{III} = \frac{11\,900}{988} = 12,04 \approx 12 \text{ поездов.}$$

График движения пригородных поездов строится с учетом:

- необходимой частоты движения в интенсивные периоды;
- обеспечения подвоза на головную станцию и увоза с нее пассажиров в часы пик, т. е. с 7.00 до 10.00, с 10.00 до 16.00 и с 16.00 до 22.00;
- межзонной корреспонденции пассажиропотоков за счет прокладки отдельных поездов по всем зонам со всеми остановками («тихоходов»).

В задании на проектирование указаны коэффициенты сгущения в часы пик по прибытию $\beta_{пр}$ (30 % от общего суточного поездопотока) и отправлению $\beta_{от}$ (20 % от общего суточного поездопотока). Используя их, определяют, сколько поездов каждой зоны должно прокладываться на графике в эти периоды. Результаты расчетов приводятся в табл. 3.8.

Разработка графика движения пригородных поездов предусматривает подготовку шаблона графика:

1 В «шапку» графика движения пригородных поездов заносят время хода пригородных поездов с остановками и без учета остановок по каждой зоне пригородного участка, размеры движения пригородных поездов по зонам: утром, днем и вечером, указывают головную и зонные станции и расстояние между ними (рис. 3.7).

Таблица 3.8 – Размеры движения пригородных поездов по зонам

Зоны	Число пар поездов, всего	«Утро» с7-00 до 10-00	«День» с 10-00 до 16-00	«Вечер» с16-00 до 19-00
1	2	1	-	1
2	4	$(4 \cdot 0,3) \approx 2$	1	$(4 \cdot 0,2) \approx 1$
3	12	$(12 \cdot 0,3) \approx 4$	5 (1 – «тихоход»*)	$(12 \cdot 0,2) \approx 3$
Всего	18	7	6	5

* Предусмотреть один «тихоход» из пригородных поездов, следующих днем. Этот поезд следует с головной станции со всеми остановками на самую дальнюю зонную станцию.

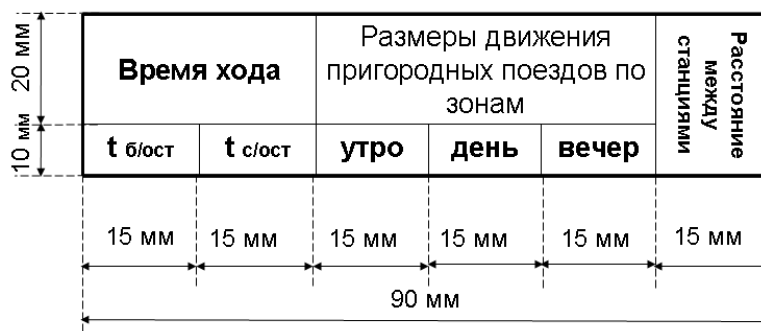


Рисунок 3.7 – «Шапка» графика движения пригородных поездов

2 График движения пригородных поездов строится на миллиметровой бумаге в масштабе 1 час = 30 мм (по горизонтали) на сутки (рис. 3.8).

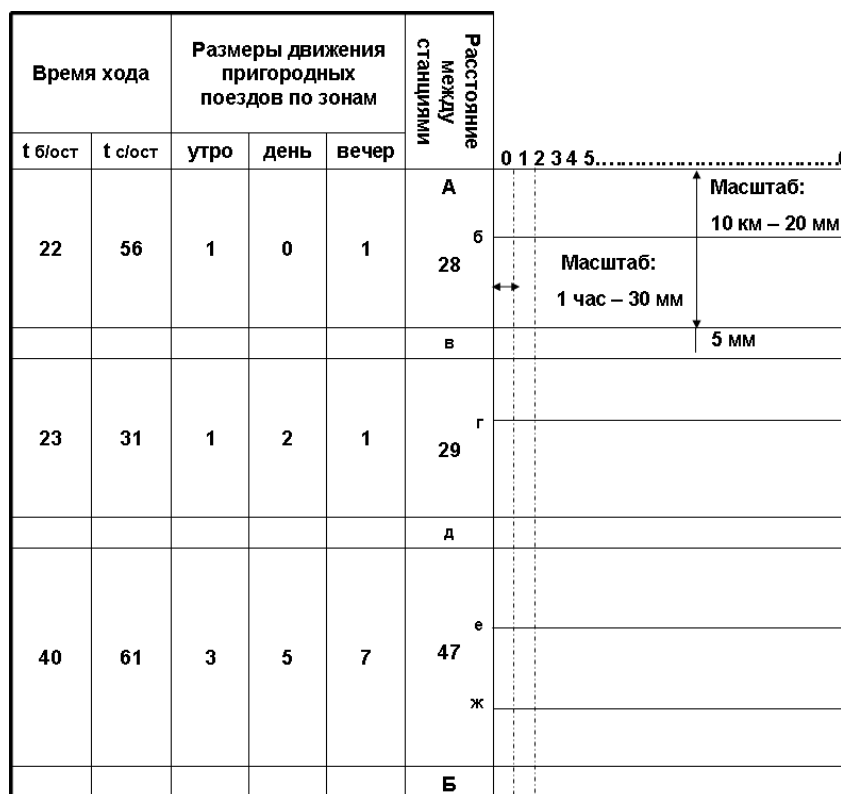


Рисунок 3.8 – Заполнение «шапки» графика движения пригородных поездов

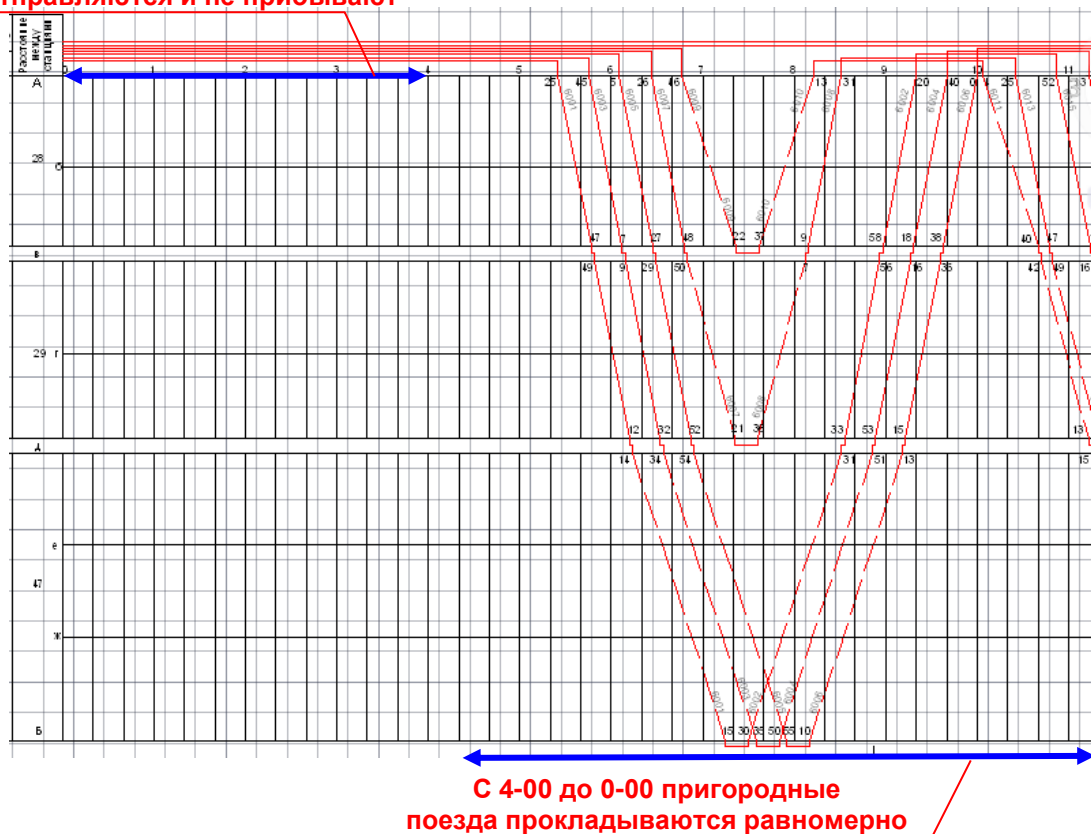
3 Масштаб расстояния определяется в зависимости от длины пригородного участка А – Б. Зонные станции располагаются на графике на расстоянии в масштабе $10 \text{ км} = 20 \text{ мм}$ (по вертикали). Зонные станции выделяются двумя линиями, между которыми показывается время простоя на этих станциях, другие станции, не являющиеся зонными станциями, отображаются одной линией на пригородном участке.

4 Построение графика движения пригородных поездов производится на расчетные размеры движения пригородных поездов по каждой зоне пригородного участка (см. табл. 3.8), которые заносятся в шапку графика «утро», «день» и «вечер» (рис. 3.8). Чистое время хода пригородных поездов по перегонам ($t_{б/ост}$), мин, а также время хода с учетом стоянок, разгонов и замедлений ($t_{с/ост}$), мин, определяют суммированием времени хода между головной и зонными станциями, используя табл. 3.6. Расстояние между головной и зонными станциями определяют аналогично, используя табл. 3.6.

При построении графика движения пригородных поездов для заданного пригородного участка необходимо учитывать следующее:

а) с головной станции пригородные поезда отправляются равномерно с 4 часов утра и до 0 часов ежедневно (период движения пригородных поездов $T = 20 \text{ ч}$). На зонных станциях не предусматривается ночной отстой составов пригородных поездов, так как моторвагонное депо имеется только на головной станции. Пригородные поезда не отправляются и не прибывают на головную станцию с 0 часов до 4 часов утра (рис. 3.9).

С 0-00 до 4-00 пригородные поезда не отправляются и не прибывают



С 4-00 до 0-00 пригородные поезда прокладываются равномерно

Рисунок 3.9 – Равномерная прокладка поездов на графике движения пригородных поездов в течение деятельного периода суток

Необходимо распределить отправление пригородных поездов по возможности равномерно утром, днем и вечером. В случае отсутствия поездов днем – утром и вечером;

б) разработка непараллельного зонного графика движения пригородных поездов (см. рис. 3.5) предусматривает прокладку «тихоходов», следующих на первую зону, учитывая время стоянок, разгонов и замедлений – **красной пунктирной линией**. Прокладка пригородных поездов, следующих на вторую зону, предусматривает проследование этих поездов без остановок по первой зоне («сороходов») – **красной сплошной линией** (при этом к чистому времени хода необходимо добавить время разгона на головной станции и замедления на первой зонной станции). На второй зоне эти поезда следуют как «тихоходы», поэтому учитывается время стоянок, разгонов и замедлений, и их прокладка показывается **красной пунктирной линией**. Предусмотреть стоянку пригородных поездов на зонных станциях продолжительностью 1–2 мин для посадки-высадки пассажиров. Порядок следования пригородных поездов для следующих зон определяется аналогично (рис. 3.10).

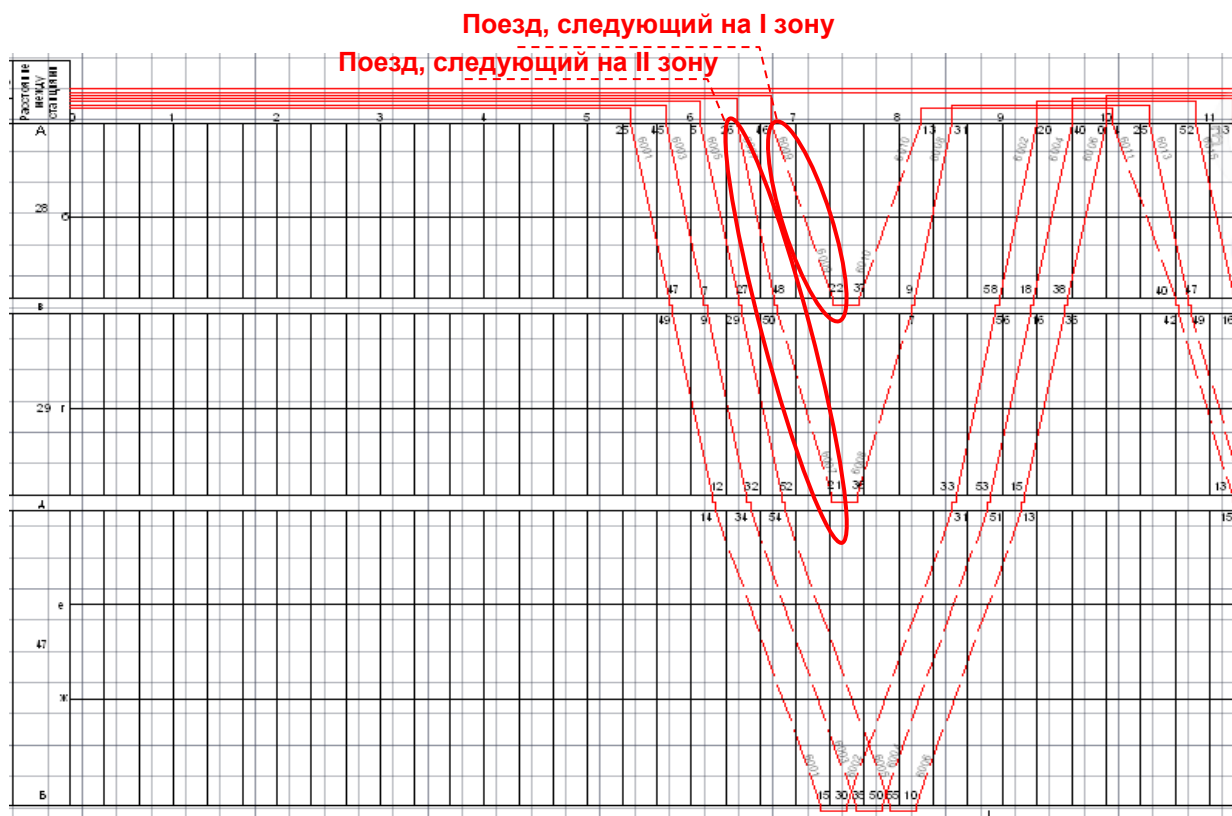


Рисунок 3.10 – Прокладка на графике движения пригородных поездов по зонам

Для удобства пассажиров необходимо также предусмотреть один «тихоход» из пригородных поездов, следующих днем. Этот поезд следует с головной станции со всеми остановками на самую дальнюю зонную станцию;

в) на графике необходимо предусмотреть **отправление** пригородных поездов каждой зоны так, чтобы обеспечить **прибытие** этих поездов до окончания следующих периодов (рис. 3.11): «утро» с 7-00 до 10-00; «день» с 10-00 до 16-00; «вечер» с 16-00 до 19-00.

Средний интервал отправления между поездами принимается в зависимости от общего числа поездов ($\approx 20\text{--}30$ мин);

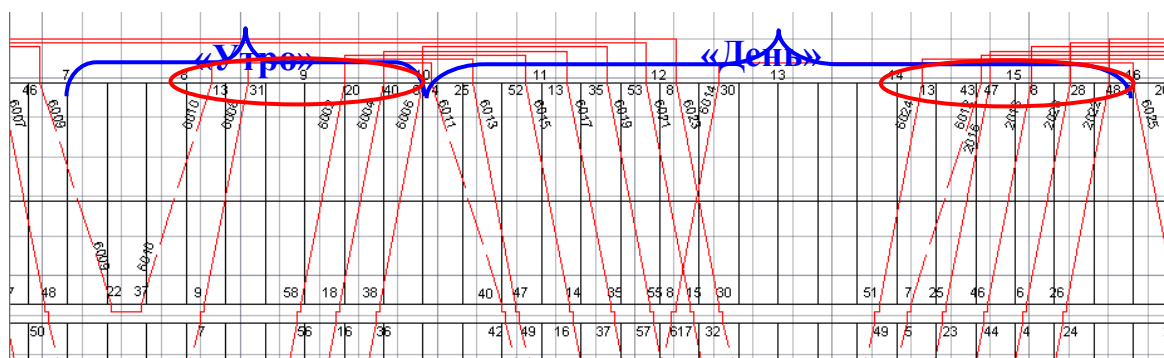


Рисунок 3.11 – Распределение на графике моментов прибытия и отправления пригородных поездов в часы пик

г) график строится подробный, поезда на графике имеют нумерацию 6001–6998. Номер поезда пишется над линией хода и располагается по ходу движения на перегонах, примыкающих к конечным станциям зон;

д) с пригородными поездами, имеющими оборот на головной и зонных станциях, 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 показан на рис. 3.12.

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

Рисунок 3.12 – Примерный график обработки пригородного поезда без передачи на техническую станцию

Не реже одного раза в сутки пригородные составы должны подвергаться влажной уборке и экипировке на головной станции продолжительностью 135 мин. В этом случае после высадки пассажиров пригородный состав подается в моторвагонное депо, где экипировка электропоезда совмещается с его профилактическим осмотром (рис. 3.13). 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 депо-ские 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				

Рисунок 3.13 – График операций по экипировке и профилактическому осмотру электросекций в моторном депо при обмывке состава на вагономоечной машине

е) все прибывающие поезда увязываются с отправляемыми так, чтобы обеспечить минимальное их нахождение на головной и зонных станциях (рис. 3.14).



Рисунок 3.14 – Технологическое время нахождения составов поездов на головной и зонных станциях

Обгон «тихоходов» «скороходами» при прокладке пригородных поездов не предусматривается.

После разработки графика движения пригородных поездов производится расчет показателей пригородного движения.

3.7 Расчет показателей пригородного движения

1 Число перевезенных пассажиров:

$$A_{\text{пер}} = A_{\text{от}} + A_{\text{пр}}, \text{ чел.}, \quad (3.13)$$

где $A_{\text{от}}$, $A_{\text{пр}}$ – число отправленных и прибывших пассажиров на головной станции (см. табл. 3.4 – итоговое значение), чел.

$$A_{\text{пер}} = 24\,300 \cdot 2 = 48\,600 \text{ чел.}$$

2 Пассажиро-километры:

$$\sum_{i=1}^n Al = 2(A_1l_1 + A_2l_2 + \dots + A_nl_n), \text{ пас-км}, \quad (3.14)$$

где A_i – пассажиропоток i -й зоны (см. формулу (3.8)), чел.;

l_i – длина i зоны (см. рис. 3.4), км.

В нашем примере формула преобразуется следующим образом:

$$\sum_{i=1}^n Al = 2((A_1 - A_3)l_1 + (A_3 - A_5)l_2 + A_5l_3), \text{ пас-км},$$

$$\sum_{i=1}^n Al = 2((18000 - 15700) \cdot 31 + (15700 - 11900) \cdot 58 + 11900 \cdot 104) = 3\,058\,600 \text{ пас-км.}$$

3 Пробег предложенных мест:

$$\sum_{i=1}^n Nal = 2(N_1 a_1 l_1 + N_2 a_2 l_2 + N_3 a_3 l_3), \quad (3.15)$$

где N_i – размеры движения на i зоне (см. табл. 3.8), поездов;

a_i – вместимость поезда на i зоне (см. формулу (3.12)), чел.

Необходимо учесть, что на первой зоне пассажиры могут как сидеть, так и стоять.

$$\sum_{i=1}^n Nal = 2(2 \cdot 1482 \cdot 31 + 4 \cdot 988 \cdot 58 + 12 \cdot 988 \cdot 104) = 3\,108\,248 \text{ место-км.}$$

4 Средняя дальность поездки одного пассажира:

$$l_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n Al}{A_{\text{пер}}}, \text{ км.} \quad (3.16)$$

$$l_{\text{ср}} = \frac{3\,058\,600}{48\,600} = 62,9 \text{ км.}$$

5 Коэффициент использования предложенных мест:

$$\beta_{\text{исп}} = \frac{\sum_{i=1}^n Al}{\sum_{i=1}^n Nal}, \quad (3.17)$$

$$\beta_{\text{исп}} = \frac{3\,058\,600}{3\,108\,248} = 0,98.$$

6 Число составов пригородных поездов определяется из графика

После построения графика число составов пригородных поездов определяется методом сечения с 7-00 до 8-00 ч. В нашем примере $n_{\text{сост}} = 6$ составов.

7 Среднесуточный пробег составов:

$$l_{\text{сут}} = \frac{\sum_{i=1}^n Nl}{N_{\text{сост}}}, \text{ км/сут,} \quad (3.18)$$

где $\sum_{i=1}^n Nl$ – суммарные поездо-км по всем зонам:

$$\sum_{i=1}^n Nl = 2(N_1 l_1 + N_2 l_2 + \dots + N_n l_n). \quad (3.19)$$

Для нашего примера формула примет такой вид:

$$\sum_{i=1}^n Nl = 2(N_1l_1 + N_2l_2 + N_3l_3),$$

$$\sum_{i=1}^n Nl = 2(2 \cdot 31 + 4 \cdot 58 + 12 \cdot 104) = 3084 \text{ п-км};$$

$$l_{\text{сут}} = \frac{3084}{6} = 514 \text{ км/сут.}$$

8 Оборот составов по зонам:

$$Q_i = \frac{2l_i}{V_{\text{уч}}^i} + t_{\text{гол}} + t_{\text{зон}}, \text{ ч}, \quad (3.20)$$

где $t_{\text{гол}}$ – средний простой составов пригородных поездов на головной станции (определяется с момента прибытия поезда на головную станцию до момента отправления его на любую зонную станцию с учетом времени нахождения в моторвагонном депо в ночное время), ч. В результате суммарное время нахождения всех составов на головной станции делится на общее число пар поездов (см. табл. 3.8);

$t_{\text{зон}}$ – средний простой составов пригородных поездов на зонной станции (определяется с момента прибытия поезда на зонную станцию до момента отправления его на головную станцию), ч. В результате суммарное время нахождения всех составов определяется для каждой зоны и делится на общее число пар поездов данной зоны (см. табл. 3.8)).

Для нашего примера формула расчета оборота составов по каждой зоне примет следующий вид:

$$Q_1 = \frac{2l_1}{V_{\text{уч}}} + t_{\text{гол}} + t_{\text{зон}};$$

$$Q_2 = 2 \left(\frac{l_1}{V_x} + \frac{l_2 - l_1}{V_{\text{уч}}} \right) + t_{\text{гол}} + t_{\text{зон}};$$

$$Q_3 = 2 \left(\frac{l_2}{V_x} + \frac{l_3 - l_2}{V_{\text{уч}}} \right) + t_{\text{гол}} + t_{\text{зон}}.$$

$$Q_1 = \frac{2 \cdot 31}{44,3} + 5,5 + 0,61 = 7,5 \text{ ч};$$

$$Q_2 = 2 \left(\frac{31}{77,5} + \frac{58 - 31}{47,4} \right) + 5,5 + 0,27 = 7,7 \text{ ч};$$

$$Q_3 = \left(\frac{58}{82,9} + \frac{104 - 58}{55,2} \right) + 5,5 + 0,31 = 8,85 \text{ ч}.$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении обобщаются результаты исследований, выполненных в курсовой работе, выводы и предложения по совершенствованию организации пассажирского движения.

Например: «В первом разделе “Организация дальнего пассажирского движения” разработана диаграмма пассажиропотоков на основании заданных суточных размеров дальних пассажиропотоков на направлении и определены станции оборота, рассчитан вес состава пассажирских поездов и установлено, что данный тип локомотива ЭП1 П обеспечивает трогание состава с места при эквивалентном уклоне, равном 2,2 ‰. Представленные варианты композиции, населенности и масса состава скорого и пассажирского поезда соответствуют тяговым расчетам для локомотива выбранного типа и установленным требованиям по длине пассажирской платформы и т. д.».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Организация пригородных железнодорожных перевозок : учеб. пособие / Ю.О. Пазойский [и др.] ; под ред. Ю.О. Пазойского. – М. : ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. – 270 с.

2 Пазойский, Ю.О. Пассажирские перевозки на железнодорожном транспорте (примеры, задачи, модели, методы и решения) : учеб. пособие / Ю.О. Пазойский, В.Г. Шубко, С.П. Вакуленко. – М. : ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. – 364 с.

3 Пазойский, Ю.О. Пассажирский комплекс высокоскоростных магистралей : учеб. пособие / Ю.О. Пазойский, А.А. Сидраков. – М. : ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. – 139 с.

4 Типовой технологический процесс работы пассажирской и пассажирской технической станции ОАО «РЖД» : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 1 декабря 2015 г. № 280бр, введ. в действие с 15 января 2016 г. [Электронный ресурс] // «Гарант». Информационно-правовое обеспечение. – Режим доступа : <https://base.garant.ru/71332484>.

5 Перспективные технологии на железнодорожном транспорте : монография / В.Н. Зубков, Н.Н. Мусиенко, Е.В. Рязанова, А.Г. Черняев ; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2019. – 146 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(Задание на выполнение курсовой работы)

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)

ФАКУЛЬТЕТ «УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ПЕРЕВОЗОК»
Кафедра «Управление эксплуатационной работой»

ЗАДАНИЕ № _____

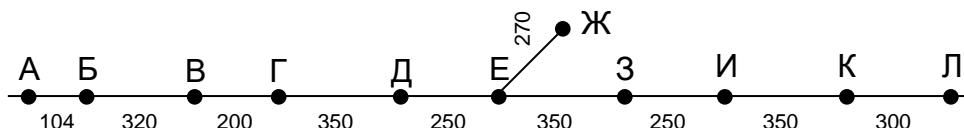
Студенту _____

Группы _____

На выполнение курсовой работы «**Организация пассажирских перевозок в дальнем и пригородном сообщении на направлении А – Л – Ж**»

1 Исходные данные

1.1 Схема железнодорожного направления А – Л – Ж



1.2 Размеры суточных дальних пассажиропотоков на направлении А – Л – Ж

	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л
А	-	900	1000	3300	800	1860	1900	1200	3300	890	3900
Б		-		30		50				60	100
В			-		20	40		90	50		120
Г				-	20		60				90
Д					-		30			50	70
Е						-			50	30	50
Ж							-		80		50
З								-		60	40
И									-		40
К										-	20
Л											-

1.3 Серия пассажирских локомотивов для дальних поездов ЭП 1П.

1.4 Станция приписки для всех дальних составов А.

1.5 Эквивалентный уклон на направлении $i_{\text{эк}} = \underline{2,2} \text{ ‰}$.

1.6 Ходовая скорость поездов:

а) скорых 120 км/ч; б) пассажирских 100 км/ч.

1.7 Доля пассажиропотока, приходящегося на скорые поезда, $\beta_{\text{ск}} = \underline{0,4}$.

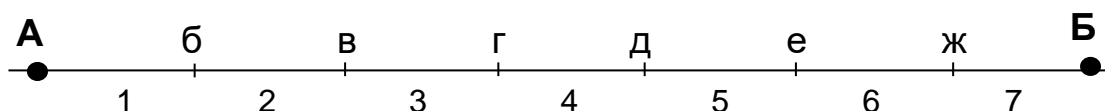
1.8 Длина пассажирской платформы на направлении $L_{\text{пл}} = \underline{500}$ м.

1.9 Число вагонов в составе пассажирских и скорых поездов

$m_{\text{пас}} = 20$ ваг., $m_{\text{ск}} = 15$ ваг.

2 Исходные данные для организации пригородных пассажирских перевозок:

2.1 Схема пригородного участка А-Б



2.2 Размеры суточных пригородных пассажиропотоков в пределах пригородного участка А – Б

	А	б	в	г	д	е	ж	Б
А	-	1200	4000	1000	3600	2300	1300	4600
б		-			300			600
в			-	700	100		500	700
г				-		200	200	800
д					-		400	300
е						-		400
ж							-	1100
Б								-

2.3 Серия пассажирских локомотивов для пригородных поездов ЭР 11.

2.4 Время на разгон для пассажирского поезда – 0,5 мин, на замедление пассажирского поезда – 0,5 мин.

2.5 Остановки пригородных поездов у пассажирских платформ через 2–3 км, продолжительностью 1 мин.

2.6 Перегонные времена хода пригородных поездов

Участок	Перегоны		Перегонные времена хода, мин			
			пригородных поездов			
	№	длина, км	тепловозов		электровозов	
			нечетных	четных	нечетных	четных
АБ	4	13	12	12	10	10
	2	15	13	14	11	12
	1	16	16	16	13	14
	5	18	18	19	15	16
	3	14	13	14	10	12
	6	15	13	14	11	12
	7	13	12	13	9	11

Требуется:

По дальнему пассажирскому движению:

- 1 Определить суточные дальние пассажиропотоки на направлении. Составить диаграмму пассажиропотоков.
- 2 Определить вес пассажирского и скорого поездов, их композицию и вместимость.
- 3 Установить станции оборота составов.
- 4 Рассчитать размеры движения и составить сокращенный график оборота составов пассажирских поездов.

По пригородному пассажирскому движению:

- 1 Определить суточные пригородные пассажиропотоки в пределах пригородной зоны А – Б.
- 2 Составить диаграмму пригородных пассажиропотоков.
- 3 Определить размеры движения пригородных поездов.
- 4 Рассчитать число зон на пригородном участке.
- 5 Составить график движения пригородных поездов с учетом сгущения их по прибытию на головную станцию А с 7⁰⁰ до 10⁰⁰ часов в размере 30 % от общего суточного поездопотока, а по отправлению с 16⁰⁰ до 19⁰⁰ часов в размере 20 %.