

**«ПАССАЖИРСКИЙ КОМПЛЕКС ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА»**

**Задание на курсовую работу
с методическими указаниями
для студентов IV курса специальности**

23.05.04 Эксплуатация железных дорог

Специализация: Магистральный транспорт

Кафедра: Управление транспортными процессами

М о с к в а - 2023

Общие указания

Изучение дисциплины «Пассажирский комплекс железнодорожного транспорта» необходимо для более детального ознакомления с проблемой управления перевозочным процессом в части сервисного обслуживания пассажиров.

Для практического закрепления полученных знаний каждый студент УІ курса должен выполнить курсовую работу.

Курсовая работа включает в себя проведение практических расчетов по дальним и местным пассажирским перевозкам, перевозкам пассажиров в пригородном сообщении, организации работы вокзалов, определению количественных и качественных показателей пассажирских перевозок.

Пояснительная записка оформляется на стандартных листах формата А4.

Исходные данные для разработки курсовой работы выбираются по трем последним цифрам учебного шифра, которым, начиная с последней, соответственно присваиваются разряды 1, 2 и 3.

Например, в учебном шифре 02-Д-24579 в первом разряде расположена цифра 9, во втором - 7 и в третьем - 5.

Работа, выполненная по варианту, не соответствующему учебному шифру студента, к защите не допускается.

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Содержание курсовой работы

Введение.

1. Организация пассажирских перевозок в дальнем и местном сообщении.

1.1. Определение густоты движения пассажиров по участкам заданного полигона.

1.2. Расчет плана формирования пассажирских поездов.

1.3. Определение потребного числа составов поездов и парка пассажирских вагонов.

1.4. Расчет показателей пассажирских перевозок в дальнем и местном сообщениях.

2. Организация пассажирских перевозок в пригородном сообщении.

2.1. Определение количества и расположения зонных станций.

2.2. Расчет размеров движения пригородных поездов.

2.3. Расчет показателей пассажирских перевозок в пригородном сообщении.

3. Определение потребных параметров вокзала для обслуживания пассажиров.

3.1. Определение единовременной вместимости вокзала.

3.2. Расчет потребных площадей элементов вокзального комплекса.

3.3. Расчет классности вокзального комплекса.

Выводы.

Литература.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

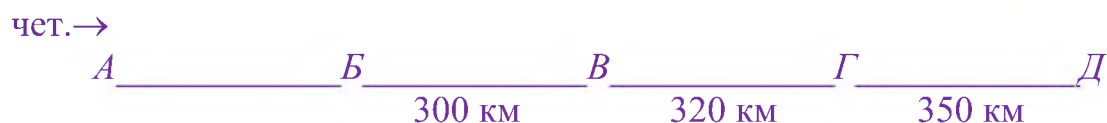


Рис.1 Расчетная схема полигона

1. Время на разгон и замедление пассажирских и пригородных поездов принять равным - по 1 мин.
2. Продолжительность остановки пригородных поездов на отдельных пунктах - 1 мин.

Таблица 1

Пассажиропоток, тыс.чел.

Сообщения	Цифра в первом разряде учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>A - Д</i>	6,0	7,1	9,4	8,3	6,7	7,5	9,0	6,4	7,8	5,9
<i>A - Г</i>	3,0	4,2	5,4	5,5	4,8	6,1	6,7	3,8	4,6	3,6
<i>A - В</i>	4,3	3,2	4,2	3,6	3,4	5,0	4,1	3,3	4,5	4,3
<i>A - Б</i>	2,1	2,8	3,1	2,7	2,6	3,0	2,5	2,9	3,2	2,4
<i>Б - Д</i>	5,2	6,0	6,4	5,6	6,3	5,3	6,1	5,4	6,2	5,8
<i>Б - Г</i>	4,2	4,4	3,5	3,7	4,5	5,0	3,8	4,6	3,4	4,8
<i>Б - В</i>	2,0	2,5	1,9	2,2	1,8	2,1	2,8	2,7	2,4	2,6
<i>В - Д</i>	5,0	3,4	4,5	3,6	5,1	3,1	4,2	4,8	3,7	4,0
<i>В - Г</i>	1,8	2,2	2,6	2,3	2,7	1,9	2,4	2,0	2,5	2,1
<i>Г - Д</i>	2,8	3,4	3,2	3,7	2,9	3,3	3,0	3,5	3,1	3,6

Таблица 2

Число вагонов разных категорий в составах пассажирских поездов

Сообщения	Цифра во втором разряде учебного шифра				
	0	1	2	3	4
<i>A - Д</i>	2,6,9,0,1,1,1	1,7,10,0,1,1,1	3,6,10,0,1,1,1	2,8,8,0,1,1,1	1,9,11,0,1,1,1
<i>A - Г</i>	1,8,9,1,1,1,1	0,8,9,0,1,1,1	2,7,11,1,1,1,1	0,9,8,2,1,0,1	1,7,10,2,1,1,0
<i>A - В</i>	0,6,12,4,1,0,0	1,7,9,3,0,1,1	0,6,11,2,0,0,0	2,5,14,1,1,0,1	0,4,15,1,0,1,0
<i>A - Б</i>	0,3,15,5,0,1,0	0,2,17,4,0,0,0	0,4,10,7,0,0,0	0,0,14,8,0,0,0	0,1,13,6,0,1,0
<i>Б - Д</i>	1,3,7,7,1,1,1	2,4,7,5,1,0,1	1,5,8,3,0,1,0	2,7,8,2,1,0,0	0,5,10,4,0,1,1
<i>Б - Г</i>	0,4,14,2,1,0,0	1,3,10,5,0,0,1	1,6,8,1,1,1,0	0,5,9,5,0,0,0	2,4,7,7,1,0,1
<i>Б - В</i>	0,2,10,9,0,0,0	0,1,9,12,0,0,0	0,3,9,9,0,0,1	0,4,8,11,0,1,0	0,2,7,11,0,0,0
<i>В - Д</i>	1,2,7,8,1,0,0	1,4,8,7,0,0,0	2,3,9,6,1,0,0	2,5,10,4,0,1,0	1,1,11,5,1,0,1
<i>В - Г</i>	0,0,12,9,0,0,0	0,1,11,8,0,0,0	0,2,9,9,0,0,0	0,1,7,12,0,0,1	0,2,6,14,0,1,0
<i>Г - Д</i>	0,0,9,12,0,0,0	0,1,8,14,0,1,0	0,0,11,8,0,0,1	0,2,7,9,0,0,0	0,1,8,10,0,0,0

Сообщения	Цифра во втором разряде учебного шифра				
	5	6	7	8	9
<i>А - Д</i>	4,7,10,0,1,1,1	3,8,11,0,1,0,1	2,7,13,1,1,1,0	1,9,9,2,1,0,0	2,10,7,0,1,1,1
<i>А - Г</i>	2,5,8,2,1,0,1	3,7,10,0,1,1,0	1,6,12,0,1,0,0	2,7,9,1,1,0,1	4,5,11,0,1,1,0
<i>А - В</i>	1,7,10,3,1,0,0	0,5,7,6,0,0,0	1,4,14,5,0,1,0	0,5,9,7,1,0,1	0,6,6,8,0,0,0
<i>А - Б</i>	0,3,7,10,0,0,1	0,2,12,6,0,1,0	0,1,13,7,0,0,0	0,4,5,11,0,1,0	0,0,12,8,0,0,1
<i>Б - Д</i>	2,6,10,2,1,1,1	1,5,7,4,1,0,1	3,5,11,0,1,1,0	0,7,10,0,1,1,1	2,4,14,0,0,0,0
<i>Б - Г</i>	1,3,10,6,1,0,1	0,4,7,8,0,1,0	2,9,12,3,1,0,0	1,5,10,5,0,0,1	0,6,9,4,1,1,0
<i>Б - В</i>	0,1,9,8,0,0,0	0,3,7,11,0,0,1	0,2,5,13,0,1,0	0,1,11,7,0,0,0	0,3,9,8,0,0,0
<i>В - Д</i>	0,5,9,5,1,0,1	0,4,7,13,0,1,0	0,3,8,9,0,0,0	1,4,11,3,1,0,0	2,7,9,1,1,1,1
<i>В - Г</i>	0,0,7,12,0,0,1	0,1,5,14,0,1,0	0,2,5,13,0,0,0	0,3,7,11,0,0,1	0,0,6,15,0,1,0
<i>Г - Д</i>	0,1,6,12,0,0,0	0,2,5,10,0,1,0	0,1,7,11,0,0,1	0,3,6,10,0,0,0	0,0,14,7,0,1,0

Примечание: в табл.2 приведены данные о числе вагонов различных категорий в составах пассажирских поездов в следующей последовательности: СВ, К, Пл, О, ВР, Б, П:

- СВ – мягкий вагон с числом мест – 18;
- К – купейный вагон с числом мест – 36;
- Пл – плацкартный вагон с числом мест – 51;
- О – общий вагон с числом мест – 81;
- ВР – вагон-ресторан;
- Б – багажный вагон;
- П – почтовый вагон.

Например, для цифры 0 в поездах сообщения *А-Д* имеется 2 вагона СВ, 6 купейных вагонов, 9 плацкартных, общие вагоны – отсутствуют, 1 вагон-ресторан, 1 – багажный, 1 – почтовый.

3. Продолжительность стоянки пассажирских поездов на попутных станциях Б, В и Г принять равным 12 мин.

4. Минимальное время нахождения пригородных поездов на станциях их оборота - 20 мин.

Таблица 3

Оценка поезда

Сообщения	Цифра в третьем разряде учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>А - Д</i>	5,2	5,9	5,1	5,6	5,3	5,7	5,4	5,8	5,0	5,5
<i>А - Г</i>	4,5	4,1	4,8	4,2	4,6	4,9	4,0	4,3	4,7	4,4
<i>А - В</i>	3,4	3,0	3,5	3,8	3,1	3,9	3,2	3,6	3,3	3,7
<i>А - Б</i>	2,0	2,5	2,7	2,1	2,4	2,8	2,2	2,6	2,9	2,3
<i>Б - Д</i>	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,6	3,5	3,7	3,8	3,9
<i>Б - Г</i>	2,2	2,9	2,8	2,0	2,6	2,7	2,1	2,5	2,3	2,4
<i>Б - В</i>	1,5	1,8	0,9	1,6	1,0	1,7	1,1	1,3	1,4	1,2
<i>В - Д</i>	3,3	3,7	3,4	3,8	3,0	3,5	3,9	3,1	3,6	3,2
<i>В - Г</i>	2,0	2,4	2,7	2,1	2,5	2,8	2,2	2,6	2,9	2,3
<i>Г - Д</i>	1,1	1,4	1,8	1,0	1,5	1,9	1,2	1,6	1,3	1,7

Таблица 4

Время хода пассажирских поездов по участкам полигона, ч

Участки	Цифра в первом разряде учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Б - В</i>	5,0	4,1	6,2	5,7	6,8	4,9	5,9	4,4	5,3	4,6
<i>В - Г</i>	5,5	6,5	4,2	6,7	4,3	6,9	5,1	6,0	7,0	5,4
<i>Г - Д</i>	4,7	5,6	6,6	4,8	6,3	5,8	6,4	5,2	4,5	6,1

* - время хода поездов задано с учетом их разгона и торможения;

** - время хода поездов в четном и нечетном направлениях на участках *Б-В*, *В-Г* и *Г-Д* принять одинаковым;

*** - время хода поездов по участку *А-Б* рассчитать по табл.6 отдельно для четного и нечетного направлений.

Таблица 5

Минимальное время нахождения пассажирских поездов на станциях их оборота, ч

Станции	Цифра во втором разряде учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>А</i>	9,1	9,6	9,2	9,7	9,5	9,3	9,8	9,4	9,9	9,0
<i>Б</i>	5,0	7,1	8,2	6,9	7,4	6,2	5,4	6,4	7,8	6,5
<i>В</i>	7,0	6,7	5,1	8,3	5,2	8,5	6,3	7,7	5,6	8,9
<i>Г</i>	5,8	8,1	7,2	6,0	8,4	5,3	7,6	8,7	8,8	5,7
<i>Д</i>	8,0	5,9	6,8	7,3	6,1	7,5	8,6	5,5	6,6	7,9

Таблица 6

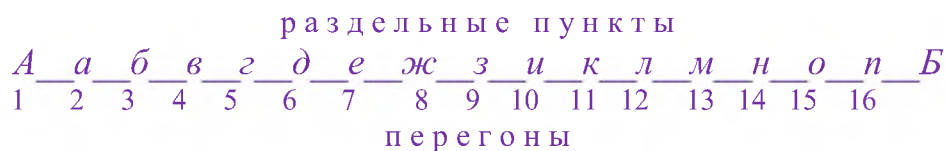
Время хода пригородных поездов по перегонам, мин

Перегон	Цифра в первом (чётное) и во втором (нечётное) разряде учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	8	11	9	12	10	8	9	10	8	8
2	11	9	10	11	12	13	10	12	10	10
3	15	13	10	12	11	14	16	11	14	14
4	12	13	11	10	14	12	14	10	11	11
5	9	10	9	8	11	8	7	10	11	11
6	8	9	11	10	7	9	11	8	7	7
7	10	12	9	11	8	13	12	10	11	11
8	9	11	10	8	11	7	9	10	8	8
9	13	10	12	11	14	9	10	12	11	11
10	12	14	10	13	11	10	12	14	13	13
11	10	12	9	11	10	8	13	11	12	12
12	14	15	12	11	13	16	11	13	12	12
13	16	14	17	13	15	14	16	13	17	17
14	13	11	14	15	12	10	11	13	14	14
15	11	13	10	12	14	9	11	12	13	13
16	14	12	15	11	13	14	12	15	13	13
Всего, ч.	3,08	3,15	2,97	2,98	3,1	2,9	3,07	3,07	3,08	3,08
Всего, км.	185	189	178	179	186	174	184	184	185	185

Таблица 7

Расстояние пригородного участка, км.

Расстояние	Цифра во втором разряде учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	185	189	178	179	186	174	184	184	185	185

**Рис.2 Расчетная схема пригородного участка А-Б**

5. Для освоения перевозки пассажиров в пригородном сообщении принимается пригородный электропоезд ЭД 4М.

Композиции с чётным количеством вагонов (от 4 до 12) состоят из равного числа моторных и прицепных вагонов, то есть составляются по формуле $(Пг+Мп)+0..4 \times (Пп+Мп)+(Мп+Пг)$.

Композиции с нечётным количеством вагонов (9 либо 11) получаются добавлением вагона Пп соответственно в восьми- и десятивагонную схему.

Для расчета принять число вагонов в составе пригородного поезда согласно таблице 9. Число сидячих мест в одном вагоне принять - 109.

6. Полигон А-Д - двухпутный, оборудован автоблокировкой.

7. Длины отдельных перегонов на участке А-Б (в км) принять из табл.7 по цифре первого разряда учебного шифра.

Таблица 8

Густота пассажиропотоков по перегонам пригородного участка, тыс.чел.

Перегон	Цифра в третьем разряде учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	50,0	30,0	36,0	40,0	43,0	38,0	47,0	54,0	48,0	33,0
2	48,0	28,5	34,2	37,0	40,3	35,7	44,8	50,6	44,7	30,8
3	46,7	25,3	33,0	34,6	38,2	32,1	42,3	48,0	43,2	29,0
4	45,4	23,9	31,5	28,1	35,7	30,4	39,9	45,1	40,6	23,1
5	40,0	20,7	29,9	25,6	32,6	29,0	36,5	38,4	38,4	20,4
6	38,9	15,0	27,5	19,3	28,2	29,3	33,4	36,9	30,2	19,0
7	36,5	13,9	24,9	16,7	25,0	24,0	32,7	33,4	28,3	16,5
8	25,3	12,4	18,3	14,9	24,1	21,0	30,9	30,1	21,6	14,0
9	23,2	11,5	16,4	13,5	18,4	16,4	24,3	21,8	19,5	12,4
10	20,0	10,4	15,0	11,8	16,0	14,3	23,1	17,8	16,9	13,2
11	17,3	6,3	13,7	10,4	13,8	12,0	15,5	15,1	13,7	13,7
12	14,2	5,7	9,1	7,3	12,0	11,4	12,7	13,6	10,0	14,8
13	12,5	7,9	7,3	6,7	6,2	12,0	10,6	11,0	8,6	8,9
14	11,8	8,5	6,5	6,9	5,5	15,3	8,5	11,3	5,9	5,7
15	12,4	10,0	8,4	7,5	5,8	16,7	6,0	10,5	5,5	5,0
16	14,5	12,1	9,7	9,6	7,1	17,3	5,6	11,7	5,8	5,5

Таблица 9

Составность пригородного поезда										
Число вагонов в поезде	Цифра в первом разряде учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	12	4	6	10	11	9	4	12	10	6

Таблица 10

Количество отправленных пассажиров в дальнем сообщении										
Месяц	Принять по второй цифре шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Январь	68814	70190	70975	68815	69970	67675	71030	68776	67730	75367
Февраль	84235	97709	98802	84226	101429	103962	96236	104915	99042	107202
Март	65233	66538	67205	64133	67638	71605	63033	67638	72705	76233
Апрель	144698	147592	149244	144692	147460	149604	145082	148072	149724	23964
Май	111405	113636	114908	111491	147846	172328	133405	146636	123708	111405
Июнь	123840	125078	126479	123840	125078	126479	123840	125078	126479	126479
Июль	157610	160414	162208	160414	157610	160414	162208	157610	160414	162208
Август	143108	145612	147242	145612	145612	145612	143108	145612	147242	145612
Сентябрь	95139	96803	97887	97887	95139	96803	97887	97887	95139	96803
Октябрь	106504	108367	109580	106504	108367	109580	106504	108367	109580	108367
Ноябрь	101052	102820	103970	102820	103970	101052	102820	103970	102820	103970
Декабрь	120974	123091	124469	120974	123091	124469	120974	123091	120974	123091

Таблица 11

Количество отправленных пассажиров в пригородном сообщении										
Месяц	Принять по третьей цифре шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Январь	20644	24566	28390	20644	24489	27070	21309	24072	27092	22610
Февраль	25271	34198	39521	25268	35500	41585	28871	36720	39617	32161
Март	19570	23288	26882	19240	23673	28642	18910	23673	29082	22870
Апрель	43410	51657	59698	43408	51611	59842	43525	51825	59890	7189
Май	33421	39772	45963	33447	51746	68931	40021	51322	49483	33421
Июнь	37152	43777	50592	37152	43777	50592	37152	43777	50592	37944
Июль	47283	56145	64883	48124	55164	64166	48662	55164	64166	48662
Август	42933	50964	58897	43683	50964	58245	42933	50964	58897	43683

Таблица 13

Единичные нормы площадей пассажирских помещений вокзалов дальнего следования, м²

Помещения	Единица измерения	Расчетная вместимость вокзала, пассажиров										
		25	50	100	200	300	500	700	900	1200	1500	свыше 1500
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вестибюль, операционный или кассовый зал	1 м ² на 1 пассажира	-	-	-	-	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3
Зал ожидания	1 м ² на 1 пассажира	-	-	-	-	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7
Объединенный пассажирский зал (вестибюль, зал ожидания)	1 м ² на 1 пассажира	2,2	2,1	2,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Комната пассажиров с детьми	1 м ² на 1 пассажира	-		5,0	5,0	4,0	4,0	-	-	-	-	-
Комната матери и ребенка	1 м ² на 1 место	-	-	-	-	-	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4
	число мест	-	-	-	-	-	25	30	35	40	45	45+4*
Торговые предприятия общественного питания (кафе, буфет)	1 м ² на 1 место	-	2,68	2,68	2,17	1,8	1,8	1,75	1,75	1,6	1,6	1,6
	число мест		6	6	12	20	20	24	28	50	50	По заданию
Камера хранения ручной клади	1 м ² на 1 пассажира	0,52	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,48	0,45	0,425	0,40
Прочие помещения кратковременного пребывания пассажиров (туалеты, парикмахерская)	1 м ² на 1 прибор	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,8	3,5	3,4	3,4
	число приборов	4	4	6	12	16	20	24	28	34	40	40+2*

Примечание – * на каждые 100 пассажиров свыше 1500;

Таблица 14

Исходные данные к разделу 3.3

Разряд учебного шифра	Наименование исходных данных	Величина показателя									
		Цифра в соответствующем разряде учебного шифра									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Общая площадь вокзальных помещений (включая отдельно стоящие помещения, тоннели, конкорсы), м ²	13799	14916	3 247	8700	3349	16557	10495	68298	6880	5353
2	Общая площадь пассажирских платформ, перронов, м ²	12711	9921	12 445	34450	9064	32905	14364	25385	17235	16437
3	Общая площадь привокзальных площадей, м ²	11896	6307	8257	9297	2325	12990	9858	22115	5631	16131

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

ВВЕДЕНИЕ

Во введении кратко охарактеризовать роль железнодорожного транспорта при перевозках пассажиров в дальнем, местном и пригородном сообщениях. Дать характеристику подвижного состава для пассажирских перевозок, показать роль графика движения пассажирских и пригородных поездов.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК В ДАЛЬНОМ И МЕСТНОМ СООБЩЕНИИ

1.1. Определение густот движения пассажиров по участкам заданного полигона

Густота движения пассажиров по участкам рассчитывается на основе отдельных струй пассажиропотоков, заданных в графической или табличной форме. Результирующие данные после соответствующей обработки представляются в виде диаграммы или таблицы пассажиропотоков.

Исходные данные для расчета густоты движения пассажиров получают на основе прогнозирования их размеров на перспективу в зависимости от различных факторов или путем моделирования перевозочного процесса.

Густота движения пассажиров определяется простым сложением величин струй пассажиропотоков по каждому участку. Так, например, для пассажиропотока, приведенного в табл.1.1, результирующая густота движения по каждому участку составит величины, записанные в табл.1.2.

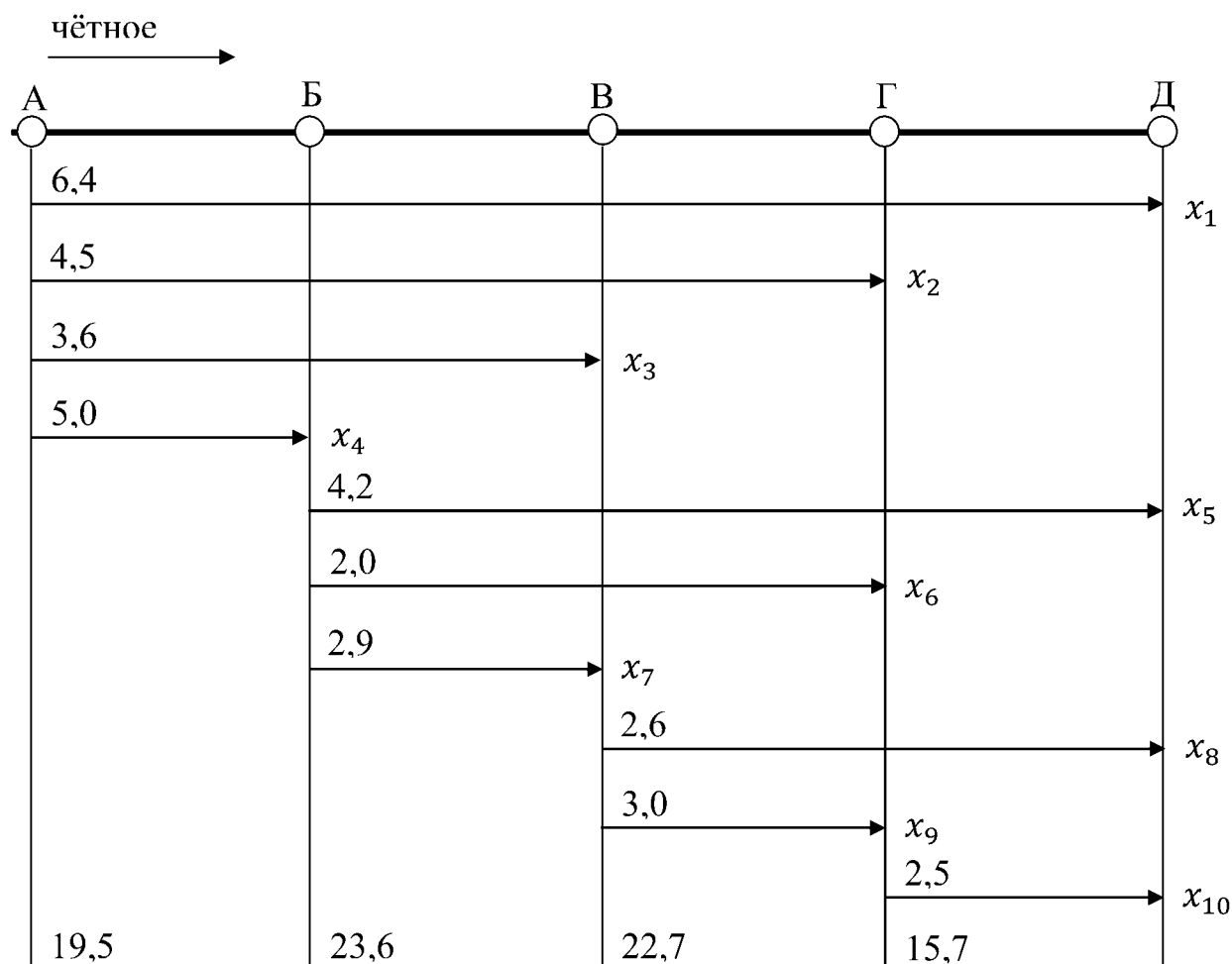


Рисунок 1.1 Диаграмма густоты пассажиропотока

Таблица 1.2

Густота пассажиропотоков по участкам, тыс.чел.

<i>A - Б</i>	<i>Б - В</i>	<i>В - Г</i>	<i>Г - Д</i>
19.5	23.6	22.7	15.7

1.2. Расчет плана формирования пассажирских поездов

Известно несколько способов расчета плана формирования пассажирских поездов:

- по условиям освоения пассажиропотока;
- при случайном характере пассажиропотоков;
- по условию минимизации пробега свободных мест.

При этом в расчеты могут быть заложены дополнительные условия и ограничения: по загрузке станции, по пропускной способности железнодорожных линий, с учетом пересадок пассажиров или обеспечения заданного уровня беспересадочных сообщений и др.

В курсовой работе расчет плана формирования производится по наиболее распространенной методике - по условиям освоения пассажиропотока с использованием симплекс-метода.

Для расчета, помимо данных о густоте движения пассажиров, требуется информация о населенности поездов различных назначений, а также сведения об удельных затратах, приходящихся на один поезд каждого назначения. Последние необходимы для экономической оценки вариантов плана формирования поездов.

Населенность поезда рассчитывается по формуле:

$$H_{nc} = \sum_{i=1}^m n_{\text{в}i} a_{\text{в}i}, \quad (1.1)$$

где: m - число категорий вагонов;

$n_{\text{в}i}$ - количество вагонов i -й категории в составе пассажирского поезда;

$a_{\text{в}i}$ - число мест в вагоне i -й категории.

Исходными данными для расчетов формулы 1.1 принимаются данные из таблицы 2.

Например, при наличии в составе пассажирского поезда 2 вагонов СВ, 7 купейных, 8 плацкартных и 2 общих вагонов населенность поезда:

$$H_{nc} = 2 \times 16 + 6 \times 36 + 8 \times 51 + 3 \times 81 = 899 \text{ чел.} \cong 0,90 \text{ тыс. чел.}$$

В курсовой работе расчет населенности пассажирских поездов следует производить с точностью до «второго знака после запятой».

Рассмотрим пример расчета плана формирования пассажирских поездов для исходных данных, приведенных в табл.1.1.

Таблица 1.1 Исходные данные к расчёту плана формирования пассажирских поездов

№ п/п	Сообщения	Пассажиропоток, тыс. чел. (табл. 1)	Расчётная вместимость поезда, тыс. чел. (формула 1.1)	Оценка поезда (табл. 3)	Условное обозначение
1	А-Д	6,4	0,80	6,0	x_1
2	А-Г	4,5	0,93	5,0	x_2
3	А-В	3,6	1,00	4,3	x_3
4	А-Б	5,0	1,30	3,1	x_4
5	Б-Д	4,2	1,20	4,9	x_5
6	Б-Г	2,0	1,10	4,0	x_6
7	Б-В	2,9	1,00	3,2	x_7
8	В-Д	2,6	1,30	4,2	x_8
9	В-Г	3,0	1,20	2,8	x_9
10	Г-Д	2,5	1,30	2,5	x_{10}

Для освоения рассчитанной густоты пассажиропотока (см. табл.1.2) необходимо выполнение следующих ограничений:

$$\left. \begin{aligned} 0,8x_1 + 0,9x_2 + 1,0x_3 + 1,3x_4 &\geq 19,5 \\ 0,8x_1 + 0,9x_2 + 1,0x_3 + 1,2x_5 + 1,1x_6 + 1,0x_7 &\geq 23,6 \\ 0,8x_1 + 0,9x_2 + 1,2x_5 + 1,1x_6 + 1,3x_8 + 1,2x_9 &\geq 22,7 \\ 0,8x_1 + 1,2x_5 + 1,3x_8 + 1,3x_{10} &\geq 15,7 \end{aligned} \right\}. \quad (1.2)$$

Существует значительное число вариантов плана формирования, при которых обеспечивается освоение расчетных пассажиропотоков. Например, 30 поездов (23,6/0,8) сообщения *А-Д* обеспечивают освоение расчетного пассажиропотока, однако при этом имеет место пробег свободных мест на участке *А-Б* в количестве 5 единиц (поездов без пассажиров), а на участке *Г-Д* - 10 единиц.

Наиболее универсальным критерием для выбора оптимального варианта плана формирования пассажирских поездов является суммарный уровень затрат на перевозки. В этом случае целевая функция будет иметь вид:

$$F = 6,0x_1 + 5,0x_2 + 4,3x_3 + 3,1x_4 + 4,9x_5 + \\ + 4,0x_6 + 3,3x_7 + 4,2x_8 + 2,8x_9 + 2,5x_{10} \rightarrow \min. \quad (1.3)$$

Сформулированная задача может быть решена любым из известных методов линейного программирования.

Дальнейшее решение задачи по расчету плана формирования пассажирских поездов можно выполнить с помощью стандартного пакета Microsoft Excel 2010.

Студенту следует внести исходные данные для расчета плана формирования в таблицу для расчета оптимального плана формирования пассажирских поездов самостоятельно

Порядок расчета плана формирования пассажирских поездов на направлении с использованием пакета «Поиска решений» в MS Excel приведен в **приложении 1** - Порядок расчета ОПП.

При решении задачи симплекс-методом установлен следующий порядок действий:

1. Выбрать свободные неизвестные, положив их равными нулю и найти соответствующее базисное решение. Если оно окажется недопустимым (отрицательные значения неизвестных), следует найти другой набор свободных неизвестных.

Исходя из сущности задачи ясно, что освоение пассажиропотока возможно при обращении поездов только между соседними станциями, поэтому этот вариант может рассматриваться как базисное решение, которому соответствует следующий набор неизвестных: x_4, x_7, x_9, x_{10} .

2. Базисные неизвестные и минимизируемую функцию цели необходимо записать в виде разности, в которой уменьшаемое - свободный член. Для условий задачи:

$$\left. \begin{aligned} x_4 &= \frac{19,5}{1,3} - \left(\frac{0,8x_1}{1,3} + \frac{0,9x_2}{1,3} + \frac{1,0x_3}{1,3} \right) \\ x_7 &= \frac{23,6}{1,0} - \left(\frac{0,8x_1}{1,0} + \frac{0,9x_2}{1,0} + \frac{1,0x_3}{1,0} + \frac{1,2x_5}{1,0} + \frac{1,1x_6}{1,0} \right) \\ x_9 &= \frac{22,7}{1,2} - \left(\frac{0,8x_1}{1,2} + \frac{0,9x_2}{1,2} + \frac{1,2x_5}{1,2} + \frac{1,1x_6}{1,2} + \frac{1,3x_8}{1,2} \right) \\ x_{10} &= \frac{15,7}{1,3} - \left(\frac{0,8x_1}{1,3} + \frac{1,2x_5}{1,3} + \frac{1,3x_8}{1,3} \right) \end{aligned} \right\}. \quad (1.4)$$

После арифметических преобразований:

$$\left. \begin{aligned} x_4 &= 15,00 - (0,62x_1 + 0,69x_2 + 0,77x_3) \\ x_7 &= 23,60 - (0,80x_1 + 0,90x_2 + 1,00x_3 + 1,20x_5 + 1,10x_6) \\ x_9 &= 18,92 - (0,67x_1 + 0,75x_2 + 1,00x_5 + 0,92x_6 + 1,08x_8) \\ x_{10} &= 12,08 - (0,62x_1 + 0,92x_5 + 1,00x_8) \end{aligned} \right\}. \quad (1.5)$$

Целевая функция:

$$\begin{aligned} F &= 6,00x_1 + 5,00x_2 + 4,30x_3 + 3,10[15,00 - (0,62x_1 + 0,69x_2 + 0,77x_3)] + \\ &+ 4,90x_5 + 4,00x_6 + 3,20[23,60 - (0,80x_1 + 0,90x_2 + 1,00x_3 + 1,20x_5 + 1,10x_6)] + \\ &+ 4,20x_8 + 2,80[18,92 - (0,67x_1 + 0,75x_2 + 1,00x_5 + 0,92x_6 + 1,08x_8)] + \\ &+ 2,50[12,08 - (0,62x_1 + 0,92x_5 + 1,00x_8)] \rightarrow \min \end{aligned}$$

После арифметических преобразований:

$$F = 205,20 - (1,91x_1 + 2,12x_2 + 1,29x_3 + 4,04x_5 + 2,10x_6 + 1,32x_8) \rightarrow \min. \quad (1.6)$$

Следовательно, если осваивать пассажиропоток поездами, обращающимися между соседними станциями, их число будет строго соответствовать густоте пассажиропотока по каждому участку, а суммарные затраты на выполнение перевозок могут быть оценены в 205,2 стоимостную единицу. Однако этот вариант может быть улучшен.

Дальнейшие решения целесообразно выполнять в симплекс-таблицах (табл.1.3-1.6).

При этом, в базисном решении свободные неизвестные следует расположить по вертикали таблицы (их количество совместно с целевой функцией соответствует числу строк таблицы), а остальные неизвестные - по горизонтали таблицы ($x_1, x_2, x_3, x_5, x_6, x_8$).

3. Внести коэффициенты при неизвестных в уравнениях и целевой функции в верхние ячейки клеток табл.1.3 (исходный план).

4. Выбрать генеральный элемент. Для этого:

- найти в верхней строке симплекс-таблицы максимальный положительный элемент (4,04). Если в верхней строке симплекс-таблицы нет положительных элементов, то записанное в данной симплекс-таблице базисное решение будет оптимальным, т.е. уменьшить значение целевой функции при переходе от одного допустимого базисного решения к другому не представляется возможным;

- составить отношение свободных членов (первый столбец табл.1.3) к положительным коэффициентам выбранного столбца. В задаче: $23,60/1,20=19,67$; $18,92/1,00=18,92$; $12,08/0,92=13,13$;

- выбрать среди найденных отношений наименьшее (13,13). Если наименьшее отношение достигается при нескольких значениях, то можно выбрать любое. Элемент выбранного столбца, которому соответствует наименьшее отношение, - генеральный элемент (в табл.1.3 клетка выделена жирной линией).

5. Найти значение, обратное генеральному элементу, внести его в правый угол клетки, содержащей генеральный элемент ($1/0,92=1,09$).

6. Все коэффициенты из верхних отделений строки, где расположен генеральный элемент, умножить на значение, обратное генеральному элементу, и поместить полученные произведения в соответствующие правые углы клеток той же строки ($12,08 \times 1,09=13,13$; $0,62 \times 1,09=0,67$ и т.д.).

7. Умножить на значение, обратное генеральному элементу, со знаком «-» все коэффициенты (кроме генерального элемента) из левых углов клеток столбца, где расположен генеральный элемент, и поместить полученные произведения в соответствующие правые углы клеток этого же столбца ($4,04 \times 1,09= -4,39$; $1,20 \times 1,09= -1,30$ и т.д.).

8. Выделить числа, находящиеся в левых углах клеток строки, где расположен генеральный элемент, и в правых углах клеток столбца, в котором содержится генеральный элемент.

9. Заполнить оставшиеся правые углы клеток числами, полученными перемножением соответствующих выделенных чисел ($-4,39 \times 12,08= -53,03$; $-4,39 \times 0,62= -2,72$;..... $-1,30 \times 12,08= -15,70$ и т.д.).

10. Перейти к новому набору свободных неизвестных. Для этого:

- ✓ из правых углов клеток строки и столбца, на пересечении которых находится генеральный элемент, перенести все числа в левые углы соответствующей строки и столбца последующей таблицы (первая итерация - табл.1.4);

- ✓ в левые углы остальных клеток последующей таблицы записать числа, равные алгебраической сумме чисел из левого и правого углов соответствующей клетки предыдущей таблицы ($-53,03+205,20=152,17$; $-2,72+1,91= -0,81$;..... $-15,70+23,60=7,90$ и т.д.);

- ✓ поменять местами переменные на пересечении строки и столбца, где расположен генеральный элемент (x_5 и x_{10}).

11. Если в верхней строке новой таблицы все коэффициенты при свободных неизвестных отрицательны, то полученный результат является оптимальным, план не подлежит улучшению, а целевая функция принимает

свое наименьшее значение. В противном случае решение задачи следует продолжить для чего необходимо вновь перейти к п.4.

При решении задачи оптимальный план формирования пассажирских поездов был получен после второй итерации (табл.1.6). Он предусматривает следующие назначения:

- $A-I(x_2)$ - 8 поездов;
- $A-B(x_3)$ - 1 поезд;
- $A-B(x_4)$ - 9 поездов;
- $B-D(x_5)$ - 13 поездов.

Таблица 1.3

Базисное решение							
	$-x_1$	$-x_2$	$-x_3$	$-x_5$	$-x_6$	$-x_8$	
F	205,2	1,91	2,12	1,29	4,04	2,10	1,32
	-53,03	-2,72	0	0	-4,39	0	-4,39
x_4	15,00	0,62	0,69	0,77	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
x_7	23,60	0,80	0,90	1,00	1,20	1,10	0
	-15,70	-0,81	0	0	-1,30	0	-1,30
x_9	18,92	0,67	0,75	0	1,00	0,92	1,08
	-13,18	-0,68	0	0	-1,09	0	-1,09
x_{10}	12,08	0,62	0	0	0,92	0	1,00
	13,13	0,67	0	0	1,09	0	1,09

Таблица 1.4

Первая итерация							
	$-x_1$	$-x_2$	$-x_3$	$-x_{10}$	$-x_6$	$-x_8$	
F	152,17	-0,81	2,12	1,29	-4,39	2,10	3,07
	-16,47	0,03	-2,87	0	3,13	2,64	0,03
x_4	15,00	0,62	0,69	0,77	0	0	0
	-5,28	0,01	-0,92	0	1,00	-0,85	0,01
x_7	7,90	0,80	0,90	1,00	-1,30	1,10	-1,30
	-6,89	0,01	1,20	0	1,30	-1,10	0,01
x_9	5,74	-0,01	0,75	0	-1,09	0,92	-0,01
	7,65	-0,01	1,33	0	-1,45	1,23	-0,01
x_5	13,13	0,67	0	0	1,09	0	1,09
	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 1.5

Вторая итерация

		$-x_1$	$-x_9$	$-x_3$	$-x_{10}$	$-x_6$	$-x_8$
F	135,70	-0,78	-2,87	1,29	-1,26	-0,54	-3,04
	-1,30	-1,04	1,55	-1,29	0	0	1,66
x_4	9,72	0,63	-0,92	0,77	1,00	-0,85	0,01
	-0,78	-0,63	0,92	-0,77	0	0	0,99
x_7	1,01	0,81	-1,25	1,00	0	0	-1,29
	1,01	0,81	-1,27	1,00	0	0	-1,29
x_2	7,65	-0,01	1,33	0	-1,45	1,23	-0,01
	0	0	0	0	0	0	0
x_5	13,13	0,67	0	0	1,09	0	1,09
	0	0	0	0	0	0	0

При этом целевая функция уменьшится на 70,8 и составит 134,4 стоимостных единицы.

Таблица 1.6

Оптимальный план формирования пассажирских поездов

		$-x_1$	$-x_9$	$-x_7$	$-x_{10}$	$-x_6$	$-x_8$
F	134,40	-1,82	-1,32	-1,29	-1,26	-0,54	-1,38
x_4	8,94	0	0	-0,77	1,00	0,85	1,00
x_3	1,01	0,81	-1,20	1,00	0	0	-1,29
x_2	7,65	-0,01	1,33	0	1,45	1,23	-0,01
x_5	13,13	0,67	0	0	1,09	0	1,09

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.

На заключительной стадии следует проверить выполнение неравенств (1.2). Если они соблюдаются, то задача решена верно.

Анализ полученных результатов показывает отсутствие прямых поездов назначением А-Д. Следовательно, пассажиры, следующие из А до Д будут вынуждены делать пересадку на одной из попутных станций: В, В или Г. Пассажиры других маршрутов перемещаются в беспересадочном сообщении.

1.3. Определение необходимого числа составов поездов и парка пассажирских вагонов

После расчета оптимального плана формирования пассажирских поездов необходимо перейти к определению необходимого их числа для каждого назначения и в целом для рассматриваемого полигона.

Нахождение необходимого числа составов может производиться графическим или аналитическим путем.

В первом случае производится построение графика следования пассажирских поездов (отдельно каждого назначения) и их оборота на головной и конечной станциях. При этом, период, на который строится график, принимается не менее длительности оборота одного состава. Затем по графику подсчитывается необходимое число составов «в обороте».

В курсовом проекте следует отдать предпочтение аналитическому методу. В этом случае необходимое число составов пассажирских поездов каждого назначения может быть рассчитано по формуле (с округлением до целого большего):

$$N_{nci} = \frac{T_{оби}}{I_{pi}}, \quad (1.7)$$

где N_{nci} - необходимое число составов пассажирских поездов i -го назначения;

$T_{оби}$ - продолжительность оборота пассажирского поезда i -го назначения;

I_{pi} - расчетный интервал отправления пассажирских поездов i -го назначения с головной станции, равный:

$$I_{pi} = \frac{24}{N_{ni}}, \quad (1.8)$$

где N_{ni} - число пассажирских поездов i -го назначения, рассчитанное в соответствии с оптимальным планом их формирования.

Продолжительность оборота состава пассажирского поезда:

$$T_{оби} = t_{zi} + t_{оби} + t_{xi}^q + t_{xi}^n + \sum t_{cni} + (n_{cni} + 2)(t_p + t_z), \quad (1.9)$$

где $t_{zi}, t_{оби}$ - минимальное время нахождения пассажирского состава соответственно на головной станции и на станции его оборота, ч;

t_{xi}^q, t_{xi}^n - время хода пассажирского поезда i -го назначения соответственно в четном и нечетном направлениях, ч;

$\sum t_{cni}$ - суммарное время стоянок пассажирского поезда i -го назначения на попутных станциях за один оборот (при следовании его в четном и нечетном направлениях), ч;

n_{cni} - количество попутных станций, на которых пассажирский поезд i -го назначения имеет остановки за полное время его оборота;

t_p, t_3 - время на разгон и замедление пассажирского поезда, ч.

Так, например, если принять время хода пассажирских поездов по участкам: $B-B - 4$ ч, $B-Г - 4,5$ ч, $A-B$: в четном направлении – $3,4$ ч, а в нечетном – $3,6$ ч; время на разгон и замедление – по 1 мин (в сумме – $0,03$ ч); продолжительность стоянки пассажирского поезда на попутной станции 12 мин ($0,2$ ч); время нахождения состава «по обороту» на станции $A - 6$ ч и на станции $Г - 4$ ч, то суммарное время оборота состава пассажирского поезда, следующего назначением $A-Г$:

$$T_{об}^{AG} = 6 + 4 + (3,4 + 4 + 4,5) + (3,6 + 4 + 4,5) + 4 \times 0,2 + (4 + 2) \times 0,03 = 34,98 \text{ ч.}$$

Расчетный интервал следования поездов данного назначения:

$$I_p^{AG} = \frac{24}{8} = 3 \text{ ч.}$$

Тогда потребное число составов пассажирских поездов, следующих назначением $A-Г$:

$$N_{nc}^{AG} = \frac{34,98}{3} = 11,66 = 12 \text{ составов.}$$

В дальнейшем, зная композицию каждого состава и их количество определяется потребность в парке пассажирских вагонов: купейных, плацкартных и др.:

$$M_i = \sum_{i=1}^p N_{nci} n_{vi}, \quad (1.10)$$

где p - число назначений пассажирских поездов в оптимальном плане их формирования;

N_{nci} - рассчитанное число пассажирских составов i -го назначения «в обороте»;

n_{vi} - количество вагонов данного типа в составах поездов i -го назначения.

1.4. Расчет показателей пассажирских перевозок в дальнем и местном сообщениях

Для оценки объема выполненной работы и качества использования подвижного состава применяется система количественных и качественных показателей по дальнему и местному пассажирскому движению.

К количественным показателям относятся:

1). Количество отправленных пассажиров:

$$A_{om} = 2 \sum_{i=1}^s A_i, \quad (1.11)$$

где s - число струй пассажиропотоков (в курсовом проекте $s = 10$);
 A_i - величина i -й струи пассажиропотока.

2). Пассажирооборот (пасс-км):

$$\Pi = 2 \sum_{i=1}^{k_y} \Gamma_i L_i, \quad (1.12)$$

где k_y - количество участков на рассматриваемом полигоне (в курсовом проекте $k_y = 4$);

Γ_i - густота движения пассажиров на i -м участке полигона, чел.;

L_i - протяженность i -го участка, км.

3). Пробег поездов (поездо-км):

$$\sum NL = 2 \sum_{i=1}^p N_{nci} L_{nci}, \quad (1.13)$$

где L_{nci} - расстояние пробега пассажирского поезда i -го назначения (расстояние между головной и станцией оборота пассажирского поезда i -го назначения), км.

4). Пробег вагонов (вагоно-км):

$$\sum ML = 2 \sum_{i=1}^p N_{nci} m_{nci} L_{nci}, \quad (1.14)$$

где m_{nci} - число вагонов в составах пассажирских поездов i -го назначения.

5). Средняя дальность поездки пассажиров (км):

$$l_{cp} = \frac{\Pi}{A_{om}}. \quad (1.15)$$

6). Средний состав пассажирского поезда в вагонах:

$$m_c = \frac{\sum_{i=1}^p m_{nci}}{p} \quad (1.16)$$

Качественные показатели пассажирских перевозок определяются по формулам:

1). Среднее время оборота составов (ч):

$$T_{об} = \frac{\sum_{i=1}^p N_{nci} T_{оби}}{\sum_{i=1}^p N_{nci}}. \quad (1.17)$$

Здесь $T_{оби}$ рассчитывается по формуле (1.9) для каждого назначения пассажирских поездов в оптимальном плане их формирования.

2). Среднесуточный пробег состава пассажирского поезда (км):

$$L_{cp}^{nc} = \frac{\sum_{i=1}^p L_{nci} N_{nci} \frac{48}{T_{оби}}}{\sum_{i=1}^p N_{nci}}. \quad (1.18)$$

3). Средняя населенность (пассаж.) состава:

$$a_c = \frac{\Pi}{\sum NL}; \quad (1.19)$$

вагона:

$$a_6 = \frac{\Pi}{\sum ML}. \quad (1.20)$$

4). Коэффициент использования вместимости составов:

$$\alpha_{вм} = \frac{a_c}{H_{nc}^{cp}}, \quad (1.21)$$

где H_{nc}^{cp} - средневзвешенное число посадочных мест в составах пассажирских поездов, рассчитываемое по формуле:

$$H_{nc}^{cp} = \frac{\sum_{i=1}^p N_{nci} H_{nci}}{\sum_{i=1}^p N_{nci}}, \quad (1.22)$$

где H_{nci} - число посадочных мест в пассажирском поезде i -го назначения, определяемое по формуле (1.1).

5). Ходовая скорость движения пассажирских поездов (км/ч):

$$V_x = \frac{2 \sum_{i=1}^p L_{nci} N_{nci}}{\sum_{i=1}^p N_{nci} (t_{xi}^u + t_{xi}^h)}. \quad (1.23)$$

6). Техническая скорость движения пассажирских поездов (км/ч):

$$V_m = \frac{2 \sum_{i=1}^p L_{nci} N_{nci}}{\sum_{i=1}^p N_{nci} [t_{xi}^u + t_{xi}^h + (n_{cmi} + 2)(t_p + t_3)]}. \quad (1.24)$$

7) Участковая скорость движения пассажирских поездов (км/ч):

$$V_y = \frac{2 \sum_{i=1}^p L_{nci} N_{nci}}{\sum_{i=1}^p N_{nci} [t_{xi}^u + t_{xi}^h + \sum t_{cm} + (n_{cmi} + 2)(t_p + t_3)]}. \quad (1.25)$$

В формулах (1.23)÷(1.25) обозначения слагаемых в знаменателе идентичны приведенным к формуле (1.1).

Таблица 1.4 Показатели пассажирских перевозок в дальнем и местном сообщении

№ п/п	Показатель/ обозначение	Единицы измерения	Значение
количественные			
1	Количество отправленных пассажиров, $A_{от}$	пассажир	
2	Пассажирооборот, Π	пассажиро-км	
3	Пробег поездов, $\sum NL$	поездо-км	
4	Пробег вагонов, $\sum ML$	вагоно-км	
5	Средняя дальность поездки, l_{cp}	км	
6	Средний состав пассажирского поезда, m_c / m_{co}	ваг/ось	___/___
качественные			
7	Среднее время оборота состава, $T_{об}$	час	
8	Среднесуточный пробег состава пассажирского поезда, L_{cp}^{nc}	км	
9	Средняя населённость пассажирского состава и вагона, a_c / a_e	пассажиров/сост ав пассажиров/ваго н	___/___
10	Коэффициент использования вместимости вагона, $\alpha_{вм}$	—	
11	Ходовая скорость движения пассажирских поездов, V_x	км/ч	
12	Техническая скорость движения пассажирских поездов, V_{tex}	км/ч	
13	Участковая скорость движения пассажирских поездов, $V_{уч}$	км/ч	

2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК В ПРИГОРОДНОМ СООБЩЕНИИ

2.1. Определение количества и расположения зонных станций

Особенность пригородных перевозок состоит в том, что при расчетах с достаточной степенью точности можно принять идентичными пассажиропотоки четного и нечетного направлений.

Определяют корреспонденции пригородных пассажиропотоков последовательной обработкой отчетных данных о продаже разовых и абонементных билетов в пригородном сообщении на участке. При существующей системе учета перевозок пассажиров в пригородном сообщении первоисточниками учета являются: отчет о продаже пассажирских билетов местного и пригородного сообщений (форма ФО-1); отчет о продаже абонементных билетов (форма ФО-1-АБ).

На основании разработанных корреспонденций пассажиропотоков строят диаграмму, отражающую густоту перевозок пассажиров на каждом перегоне пригородного участка.

В курсовой работе густота пассажиропотоков по перегонам пригородного участка принимается из исходных данных задания (см. табл. 8) .

Оптимальное число зон на пригородном участке может быть рассчитано по формуле (с округлением до целого большего):

$$z = \sqrt{\frac{2AL_{nz}\left(\frac{1}{V_y} - \frac{1}{2V_x}\right)}{T_n a_n}}, \quad (2.1)$$

где A - пассажиропоток, отправляемый с головной станции (в курсовой работе – со станции A , что соответствует густоте пассажиропотока на перегоне $A-a$), чел.;

L_{nz} - длина пригородного участка, км;

V_y, V_x - соответственно участковая и ходовая скорости движения пригородных поездов, км/ч;

T_n - период движения пригородных поездов (в курсовой работе принять $T_n = 20$ ч);

a_n - расчетная вместимость пригородного поезда, равная произведению числа сидячих мест в вагоне на количество вагонов в его составе, чел. (в курсовой работе принимается на основе исходных данных таблицы 9).

Ходовая скорость движения пригородных поездов ориентировочно может быть определена из выражения:

$$V_x = \frac{2L_{n3}}{\sum_{i=1}^{k_n} t_{ni}^u + \sum_{i=1}^{k_n} t_{ni}^h}, \quad (2.2)$$

где k_n - количество перегонов на пригородном участке ($k_n = 16$);

t_{ni}^u, t_{ni}^h - время хода пригородного поезда по i -му перегону соответственно в четном и нечетном направлении, ч.

Сумма значений $\sum_{i=1}^{k_n} t_{ni}^u$ и $\sum_{i=1}^{k_n} t_{ni}^h$ составляет общее «чистое» время хода пригородного поезда по участку $A-B$ соответственно в четном и нечетном направлениях.

Величина участковой скорости является функцией количества остановок поездов на отдельных пунктах пригородного участка. Поскольку их число зависит от типа применяемого графика и заранее неизвестно для ориентировочных расчетов по определению числа зон можно предположить, что пригородные поезда имеют остановки на всех отдельных пунктах. В этом случае участковая скорость движения пригородных поездов может быть рассчитана по формуле:

$$V_y = \frac{2L_{n3}}{\sum_{i=1}^{k_n} t_{ni}^u + \sum_{i=1}^{k_n} t_{ni}^h + 2(n_{on} + 1)(t_p + t_z + t_{cm})}, \quad (2.3)$$

где n_{on} - общее количество остановочных пунктов на участке пригородной зоны ($n_{on} = 15$);

t_p, t_z, t_{cm} - соответственно время на разгон, замедление и стоянку пригородного поезда на остановочном пункте, ч.

Например, если $A = 40000$ чел., $L_{n3} = 150$ км, $a_n = 1080$, время хода пригородного поезда в четном направлении – 150 мин (2,5 ч), а в нечетном – 180 мин (3,0 ч), то:

□ ходовая скорость:

$$V_x = \frac{2 \times 150}{2,5 + 3,0} = 54,55 \text{ км/ч};$$

□ участковая скорость:

$$V_y = \frac{2 \times 150}{2,5 + 3,0 + 2(15 + 1)0,05} = 42,25 \text{ км/ч};$$

□ ЧИСЛО ЗОН:

$$z = \sqrt{\frac{2 \times 40000 \times 150 \times \left(\frac{1}{42,25} - \frac{1}{2 \times 54,55} \right)}{20 \times 1080}} = 2,84 \cong 3 \text{ зоны.}$$

Число зонных станций оборота пригородных поездов, исключая последнюю станцию участка (в курсовой работе – станция *Б*):

$$n_z = z - 1. \quad (2.4)$$

В общем случае место расположения зонных станций (станций оборота пригородного подвижного состава) зависит от величины падения или возрастания густоты пассажиропотока. Поэтому для нахождения отдельных пунктов, которым следует придать статус зонных станций, целесообразно построить диаграмму густоты пассажиропотоков по каждому перегону, указав на ней размеры падения или возрастания числа перевозимых пассажиров. Те остановочные пункты, где такое падение или возрастание будут максимальными, и следует переустроить в зонные станции, имеющие соответствующее путевое развитие и техническое оснащение.

На рис. 2.1 приведена диаграмма густоты пассажиропотоков, из которой следует, что в качестве зонных станций целесообразно иметь остановочные пункты *и* (спад пассажиропотока составляет 12 тыс.чел.) и *г* (спад пассажиропотока – 7.5 тыс.чел.). Таким образом, пригородный участок *А-Б* «разбивается» на три зоны: *А-г*, *г-и*, *и-Б*.

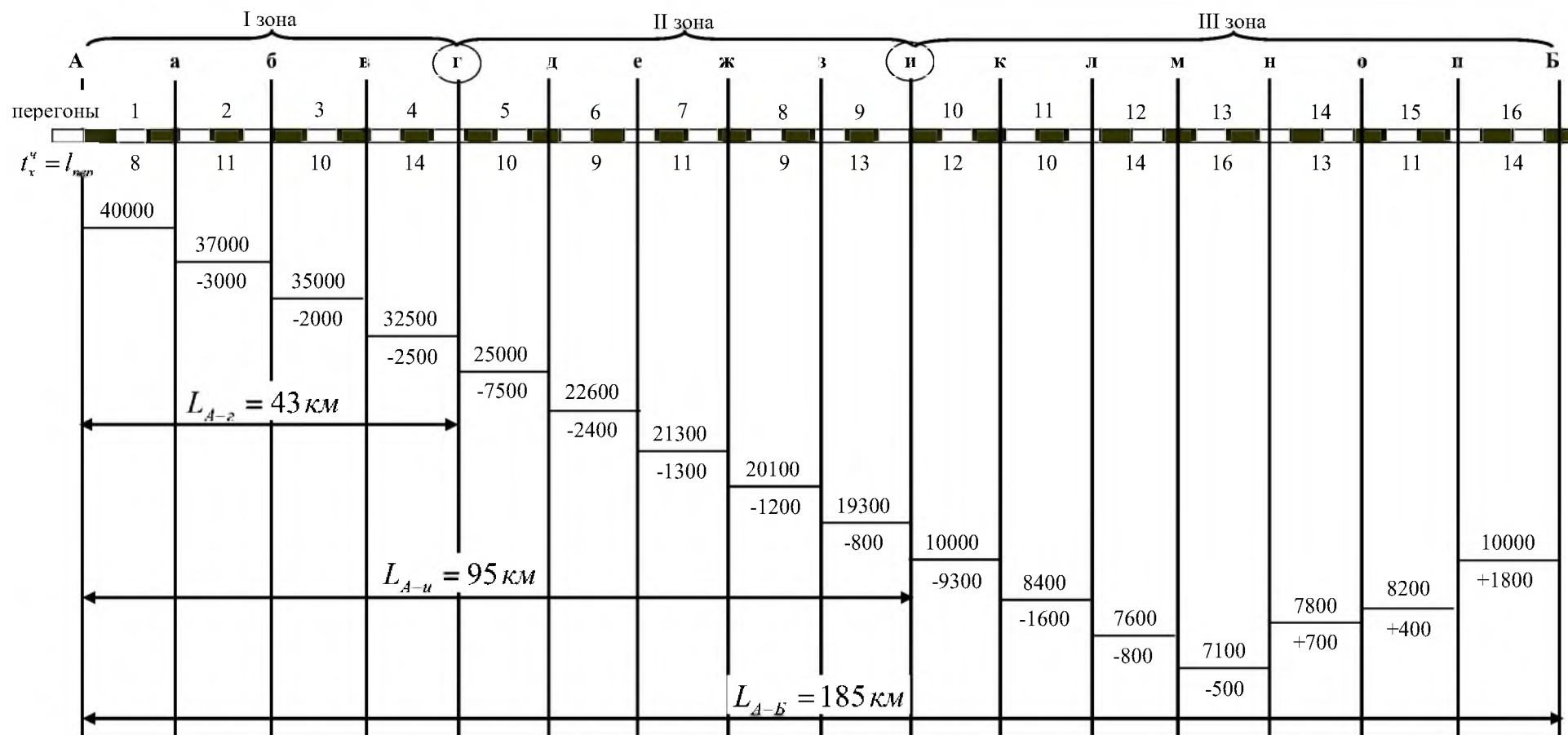


Рисунок 2.1 Диаграмма густоты пассажиропотока на пригородном участке А-Б

2.2. Расчет размеров движения пригородных поездов

Для обеспечения освоения пригородного пассажиропотока необходимо установление потребного числа поездов. Размеры движения пригородных поездов зависят от пассажиропотока и вместимости подвижного состава. При расчете размеров движения пригородных поездов учитываются особенности пригородных перевозок, их массовость, неравномерность распределения по зонам, временам года, дням недели и часам суток.

При увеличении размеров движения пригородных поездов снижается пропускная способность участка, требуется больший парк подвижного состава, большее число поездных бригад, увеличиваются расходы на ремонт и содержание вагонов. Чрезмерное уменьшение размеров движения может привести к ухудшению обслуживания пассажиров, так как при этом увеличивается время ожидания ими поездов, а сами поезда будут следовать переполненными.

Число пригородных поездов существенно зависит от типа графика, по которому организованы перевозки /2,3/. В интенсивные часы пригородных перевозок должны максимально использоваться наличная пропускная способность пригородного участка и расчетная вместимость подвижного состава. Поэтому в эти периоды целесообразно применение зонного параллельного графика движения пригородных поездов, при котором поезда имеют остановки на всех остановочных пунктах и зонных станциях участка.

В периоды спада пассажиропотока возможно применение классического зонного непараллельного графика, обеспечивающего наибольшую скорость продвижения поездов на участке, при котором каждый поезд имеет остановки лишь на промежуточных пунктах своей зоны и на соответствующей зонной станции. В эти периоды возможно также применение и зонного непараллельного графика с остановками поездов на зонных станциях маршрута следования поезда и остановочных пунктах соответствующей зоны или зонного непараллельного графика с остановками поездов на зонных станциях, остановочных пунктах своей зоны и некоторых остановочных пунктах других зон с большой посадкой и высадкой пассажиров.

Число пригородных поездов определяется из условия проезда в вагоне количества пассажиров равного числу сидячих мест. Допускается проезд 50% пассажиров, занимающих места для стояния (от числа сидячих мест), если продолжительность их поездки не превышает 25÷30 мин. и 75% - при продолжительности поездки в пределах 10÷15 мин. Исходя из этого положения потребное число пар пригородных поездов для каждой j -й зоны определяется из условия:

$$N_{npj} = \max \left\{ \frac{A_i}{a_n k_{cmi}} \right\}, \quad (2.5)$$

где A_i - густота движения пассажиров на i -м перегоне;

a_n - число сидячих мест в составе пригородного поезда

(для примера принимаем $a_n = 10 \times 108 = 1080$ мест);

k_{cmi} - коэффициент, учитывающий пассажиров, проезжающих «стоя»; для перегонов, удаленных от головной (зонной) станции на расстояние, соответствующее времени поездки пассажиров в пределах $10 \div 15$ мин - $k_{cmi} = 1,75$, $15 \div 30$ мин - $k_{cmi} = 1,5$, более 30 мин - $k_{cmi} = 1$.

Так, например, если продолжительность следования пригородного поезда по перегонам первой зоны участка $A-B$ (см. рис.3) составляет соответственно: $A-a - 10$ мин, $a-b - 12$ мин, $b-v - 8$ мин, $v-z - 11$ мин, то число пар пригородных поездов будет равно:

➤ для перегона $A-a$:

$$N_{np}^{Aa} = \frac{40000}{1080 \times 1,75} = 21,16 \cong 22 \text{ пары поездов;}$$

➤ для перегона $a-b$:

$$N_{np}^{ab} = \frac{37000}{1080 \times 1,5} = 22,84 \cong 23 \text{ пары поездов;}$$

➤ для перегона $b-v$:

$$N_{np}^{bv} = \frac{35000}{1080 \times 1,5} = 21,60 \cong 22 \text{ пары поездов;}$$

➤ для перегона $v-z$:

$$N_{np}^{vz} = \frac{32500}{1080 \times 1} = 30 \text{ пар поездов.}$$

Таким образом на участке $A-z$ необходимо проложить 30 пар пригородных поездов, из которых часть проследует до станции B , другая часть – до зонной станции u , а оставшиеся поезда будут иметь оборот по зонной станции z .

Рассчитав аналогичным образом потребное число пригородных поездов для второй и третьей зоны окончательно определяют маршруты и количество поездов, следующих по всему участку. Например, если для второй зоны был получен результат 22 пары поездов, а для третьей - 9 пар поездов, то окончательно принимается следующий вариант организации их следования по пригородному участку:

- ❖ назначение $A-B - 9$ пар поездов;
- ❖ назначение $A-u - 13$ пар поездов;
- ❖ назначение $A-z - 8$ пар поездов.

2.3. Расчет показателей пассажирских перевозок в пригородном сообщении

Как и для дальнего и местного пассажирского движения, для пригородных перевозок рассчитываются следующие основные количественные и качественные показатели:

1). Количество перевезенных пассажиров:

$$A_{om} = 2 \sum_{i=1}^{n_{on}} A_i, \quad (2.6)$$

где n_{on} - число отдельных пунктов, на которых производится посадка пассажиров, следующих в одном направлении;

A_i - количество пассажиров, садящихся в пригородные поезда на i -м отдельном пункте и следующих в одном направлении.

Поскольку для расчета данного показателя требуется информация о корреспонденциях (в т.ч. и внутри участка) пассажиропотоков, которая отсутствует в исходных данных, то в пояснительной записке он не приводится.

2). Пассажирооборот рассчитывается по формуле, аналогичной формуле (1.12):

$$\Pi_n = 2 \sum_{i=1}^{k_n} \Gamma_{ni} l_{ni}, \quad (2.7)$$

где Γ_{ni} - густота перевозок пассажиров на i -м перегоне рассматриваемого участка, чел.;

l_{ni} - протяженность i -го перегона, км.

3). Пробег пригородных поездов (поездо-км):

$$\sum NL_{npuz} = 2 \sum_{i=1}^z N_{ni} L_{ni}, \quad (2.8)$$

где N_{ni} - количество пригородных поездов, обращающихся в i -й зоне;

L_{ni} - протяженность i -й зоны, км.

4). Пробег вагонов (вагоно-км):

$$\sum ML_{приг} = 2m_n \sum_{i=1}^z N_{ni} L_{ni}, \quad (2.9)$$

где m_n - число вагонов в составе пригородного поезда ($m_n = 10$ ваг.).

5). Вагоно-осе-км:

$$\sum ML_{приг} = 8m_n \sum_{i=1}^z N_{ni} L_{ni}. \quad (2.10)$$

6). Средняя населенность пригородного поезда (пасс.):

$$a_{nc} = \frac{\Pi_n}{\sum NL_{приг}}; \quad (2.11)$$

вагона:

$$a_{nv} = \frac{\Pi_n}{\sum ML_{приг}}. \quad (2.12)$$

7) Средняя дальность поездки пассажиров (км):

$$l_{cp}^n = \frac{\Pi_n}{A_{от}}. \quad (2.13)$$

(В курсовой работе не рассчитывается)

Таблица 2.2 Показатели пассажирских перевозок в пригородном сообщении

№ п/п	Показатель/ обозначение	Единицы измерения	Значение
количественные			
1	Количество отправленных пассажиров, $A_{от}$	пассажир	—
2	Пассажирооборот, Π	пассажиро-км	
3	Пробег пригородных поездов, $\sum NL_{приг}$	поездо-км	
4	Пробег вагонов, $\sum ML_{приг}$	вагоно-км	
5	Средняя дальность поездки, l_{cp}	км	—
качественные			
6	Средняя населённость пригородного поезда и вагона, a_{nc} / a_{nv}	пассажиров/состав пассажиров/вагон	/
7	Ходовая скорость движения		

	пассажирских поездов,	V_x	км/ч	
8	Участковая скорость движения	$V_{уч}$	км/ч	

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВОКЗАЛА ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ

Согласно ГОСТ 33942-2016. Межгосударственный стандарт. «Услуги на железнодорожном транспорте. Обслуживание пассажиров. Термины и определения» железнодорожный вокзал — это место, которое предназначено не только для обслуживания пассажиров железнодорожного транспорта, но и место, которое должно заинтересовать своими услугами других посетителей вокзального комплекса.

3.1 Расчетная вместимость вокзала

Согласно СП 417.1325800.2020 «Железнодорожные вокзальные комплексы. Правила проектирование» расчетная вместимость вокзала — это число людей, которое может быть одновременно размещено в помещениях здания вокзала, предназначенных для обслуживания пассажиров (за исключением обслуживающего персонала).

Для последующего расчета потребных площадей вокзала необходимо определить его расчетную вместимость, которая определяется суммой всех пассажиров (уезжающих, прибывающих, встречающих, посетителей), находящихся на вокзале. Которые могут находиться, там единовременно не нарушая санитарных норм и правил о нормировании площадей вокзала.

Вокзалы, обслуживающие пассажиров дальнего следования, в зависимости от расчетной вместимости N подразделяют на:

- малые – 25, 50, 100, 200 пассажиров;
- средние – более 200 до 700 пассажиров;
- большие – более 700 до 1500 пассажиров;
- крупные (особо большие) – более 1500.

Расчётный годовой пассажиропоток по отправлению определить на основе исходных данных таблиц 10 - 11 и привести в таблице 3.1.

Таблица 3.1 Количество отправленных пассажиров

Количество отправленных пассажиров в год	
В дальнем сообщении	В пригородном сообщении
399 759	835 321

На основе таблицы 3.1 произведем расчет единовременной вместимости вокзала. Согласно ГОСТ Р 58171–2018 НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. «Услуги на железнодорожном транспорте. Требования к обслуживанию пассажиров на вокзальных комплексах» вместимость вокзала рассчитывается по формуле (3.1):

$$N_{ВД}^{рас} = \frac{H}{100} * \frac{P_{ВД}^{рас} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3}{365} \quad (3.1)$$

где: $P_{ВД}^{рас}$ – количества отправленных пассажиров за год, пасс/год;

k_1 – коэффициент сезонной неравномерности, учитывающий изменение среднесуточных потоков пассажиров за три наиболее нагруженных месяца года по сравнению с суточным среднегодовым пассажиропотоком. Принимаем для дальнего следования – 1,2;

k_2 – коэффициент, учитывающий пассажиров прибытия, а также встречающих и провожающих. Принимаем для дальнего следования – 1,25;

k_3 – коэффициент суточной неравномерности, учитывающий изменение суточных потоков пассажиров по двум наиболее загруженным дням недели по

сравнению со среднесуточным потоком. Принимаем для дальнего следования 1,15;

N – норма расчетной вместимости вокзала в процентах от суточного среднегодового пассажиропотока (принимаем $N=32\%$ на основе табл. 3.2).

Таблица 3.2 Норма расчетной вместимости вокзала

№	Количество отправленных пассажиров за год, пасс/сут	N в % от количества отправленных пассажиров за год
1	До 500	39 – 36
2	500 – 1 000	36 – 32
3	1 000 – 2 000	32 – 29
4	2 000 – 3 000	29 – 26
5	3 000 – 5 000	26 – 24
6	5 000 – 7 000	24 – 22
7	7 000 – 10 000	22 – 20
8	10 000 – 15 000	20 – 18
9	15 000 – 25 000	18 – 16
10	25 000	16 – 15

ПРИМЕР:

Выполним расчет вместимости вокзала для дальних пассажиров:

$$N_{\text{ВД}}^{\text{рас}} = \frac{32}{100} * \frac{399759 \cdot 1,2 \cdot 1,25 \cdot 1,15}{365} = 604,6 = 605 \text{ пасс/сут}$$

2. Расчетная вместимость вокзала рассчитывается для пригородных пассажиров и дальних пассажиропотоков

$$N_{\text{ВД(приг)}}^{\text{расч}} = \frac{29}{100} * \frac{835321 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,4}{365} = 1022 \text{ пас/сут}$$

3. Общая расчетная вместимость вокзала для дальних и пригородных пассажиров составляет:

$$N_{\text{ВД}}^{\text{расч}} = N_{\text{ВД(приг)}}^{\text{расч}} + N_{\text{ВД(дальн)}}^{\text{расч}} = 605 + 1022 = 1627 \text{ пас/сут}$$

Расчетная вместимость вокзала определяется по формуле, округляется в большую сторону и принимается кратной 100. Принимаем 1700 пасс/сут.

3.2 Расчет потребных площадей элементов вокзального комплекса

Площади пассажирских помещений устанавливается исходя из норм площади на одного пассажира и расчетного количества пассажиров, одновременно находящихся на вокзале. И определяются по формуле:

$$S = \frac{PFN}{100}, \quad (3.2)$$

где: P – норма усредненного распределения пассажиров по основным помещениям пассажирского здания, (см. таблицу 12 исх.дан.);

F – единичная норма площади помещения, м² (см. таблицу 13 исх. дан.);

N – расчетная вместимость вокзала, пасс.

Выполним расчет площади основных вокзальных помещений (см. пример таблицы 3.5).

Таблица 3.5 Расчет площади основных вокзальных помещений в зависимости от распределения пассажиропотока и единичных норм площади помещений

Помещения	Расчетные показатели			Площадь вокзала
	P свыше 1500	F свыше 1500	N свыше 1200	
1	2	3	4	5
Вестибюль, операционный или кассовый зал	44	1,3	1700	972,4
Зал ожидания	40	1,7	1700	1156
Комната матери и ребенка	10	5,4 м ²	1700	918
Торговые предприятия общественного питания (кафе, буфет)	7,5	1,6 м ²	1700	204
Камера хранения ручной клади	4,5	0,4	1700	30,6
Прочие помещения кратковременного пребывания пассажиров (туалеты, парикмахерская)	5	3,4 м ²	1700	289

Радиоузел с дикторской	-	15	1700	15
Помещения начальника и дежурного по вокзалу	-	20	1700	20
Прочие помещения	-	100	1700	100
ИТОГО	-	-	-	3705

3.3 Расчет классности вокзального комплекса

Согласно ГОСТ Р 58171-2018. «НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. УСЛУГИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ» классность вокзала определяется в зависимости от масштабов выполняемой работы, характеризуемой показателями, выражаемыми в баллах (см. рис. 3.1).

Показатели, характеризующие работу железнодорожных вокзалов - подразделений региональных дирекций железнодорожных вокзалов и региональных дирекций железнодорожных вокзалов - структурных подразделений Дирекции железнодорожных вокзалов приведены в таблице 3.6.



Рисунок 3.1 Классификация классности вокзалов

Таблица 3.6 Показатели, характеризующие работу железнодорожных вокзалов

№	Показатель	Единица измерения показателя	Количество баллов за единицу измерения
---	------------	------------------------------	--

1	Отправление пассажиров в среднем в сутки (в годовом исчислении): а) в прямом и местном сообщении б) в пригородном сообщении	100 пассажиров	1,0
			0,05
2	Общая площадь вокзальных помещений (включая отдельно стоящие помещения, тоннели, конкорсы)	100 кв.м	0,2
3	Общая площадь пассажирских платформ, перронов	100 кв.м	0,06
4	Общая площадь привокзальных площадей	100 кв. м.	0,04
5	Средний доход со 100 кв. м. в сутки	1150 руб. в сутки	0,3
	Итого:		

На основе имеющихся исходных данных и полученных расчетов необходимо выполнить расчет классности вокзала (см. табл. 3.7).

Таблица 3.7 Показатели работы железнодорожного вокзального комплекса

№	Показатель	Единица измерения показателя	Количество баллов за единицу измерения	Физические единицы	Количество баллов
1	Отправление пассажиров в среднем в сутки(в годовом исчислении): а) в прямом и местном сообщении б) в пригородном сообщении	100 пассажиров 100 пассажиров	1,0 0,05	1095 2289	10,95 1,15
2	Общая площадь вокзальных помещений(включая отдельно стоящие помещения, тоннели, конкорсы)	100 кв.м	0,2	13799,2	27,6
3	Общая площадь пассажирских платформ,перронов	100 кв.м	0,06	12 711,5	7,6
4	Общая площадь привокзальных площадей	100 кв.м	0,04	11896	4,8
5	Средний доход со 100 кв.м. в сутки	1150 руб. в сутки	0,3	-	-
	Итого:				52,1

Расчет классности вокзального комплекса выполнялся без учета среднего дохода. Выполненные расчеты показали, что вокзальный комплекс является внеклассным.

Далее на основе рассчитанной классности вокзала необходимо привести минимально необходимый состав обязательных услуг, оказываемых пассажирам и посетителям на вокзальных комплексах согласно ГОСТ Р 58171–2018 НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. «Услуги на железнодорожном транспорте. Требования к обслуживанию пассажиров на вокзальных комплексах»

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Верховых Г.В. Железнодорожные пассажирские перевозки: Монография / Г.В. Верховых, А.А. Зайцев, А.Г. Котенко и др.; под ред. Г.В. Верховых. — СПб.: Северо-Западный региональный центр «РУСИЧ», «Паллада-медиа», 2012. — 520 с.
2. Железнодорожные станции и узлы/ Под ред. Апатцева В.И., Ефименко Ю.И.- М.: ФБГОУ УМЦ на ж.д. транспорте, 2014.- 855 .с
3. Организация пассажирских перевозок: уч.-метод.пос./А.А. Абрамов, А.Н. Кузнецова, А.В. Подорожкина, О.В. Миронова - М.: Московский государственный университет путей сообщения, 2013.-264 с.
4. Организация пассажирских перевозок: учебник / Под ред. А.Г. Котенко и Е.А. Макаровой. – М.; ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. – 136 с.
5. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте. В 2-х томах. Том 1. Технология работы станций [Электронный ресурс]: учебник. — Электрон. дан. — М.: УМЦ ЖДТ (Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте), 2009. — 264 с. — Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/document?id=372849>

Дополнительная литература

1. Актуализация программ и Генеральных схем развития сети железных дорог до 2030 года в современных экономических условиях, II том, пассажирские перевозки: М.: ОАО «Институт экономики и развития транспорта», 2011 - 118с.

2. Акулов М.П. Пассажирский комплекс железных дорог: монография / М.П. Акулов. — СПб.: Изд-во ООО «Типография «НП-Принт», 2014. — 464 с.
3. Баранова А.Ю. Организация предпринимательской деятельности в сфере транспорта: Учебное пособие / А.Ю. Баранова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 180 с.
4. Бычков В.П. Организация предпринимательской деятельности в сфере транспортных перевозок: Учебное пособие (ГРИФ) / В.П. Бычков. - М.: ИНФРА-М, 2015. - 208 с.
5. Власюк Т.А. Коррелированное влияние различных факторов на формирование и развитие пригородных зон железнодорожного транспорта / Т.А. Власюк // Транспорт: наука, техника, управление. - 2007. - № 1. - С. 40-42
6. Волкова Е.М. Автореферат «Формирование системы взаимодействия железнодорожной компании с субъектами рынка пригородных пассажирских перевозок»// С.-П. – 2013. – С. 10-15
7. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчеты): учебное пособие / Н. В. Правдин [и др.] ;под ред. Н. В. Правдина, С. П. Вакуленко ; рец. М. А. Аветикян. - 5-е изд., испр. и доп. - Электронная и печатная версии. - М.: Учебно-метод. центр по образованию на ж.-д. трансп., 2015. - 648 с.: - URL: <https://umczdt.ru/books/40/39305/>.
8. Каликина Т.Н. Организация пригородных перевозок: указания по курсовому и дипломному проектированию. -Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2005. -53с.
9. Каликина Т.Н. Организация пассажирских перевозок: конспект лекций / – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2007. -136с.
10. Концепция развития пригородных пассажирских перевозок железнодорожным транспортом, 2014 год. <http://government.ru/>
11. Котенко А.Г., Макарова Е.А. и др. «Организация пассажирских перевозок», 2017 г., 136 с.
12. Овчинникова, Е.А. Типология железнодорожных вокзалов [Текст]/ Е.А. Овчинникова// Мир транспорта, 2012. №4. - с.130-135. - URL: <https://bazanpa.ru/oao-rzhd-rasporiazhenie-n2806r-ot01122015-h3283389/attachment/>
13. Пассажирские перевозки на железнодорожном транспорте (примеры, задачи, модели, методы и решения): Учебное пособие. — М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. — 342 с.
14. Рекомендации Общественной палаты Российской Федерации по результатам общественных слушаний на тему: «Пригородные перевозки: повышение эффективности улучшение качества обслуживания пассажиров» 12 марта 2020 года. - URL: https://rlw.gov.ru/storage/document/document_file/202104/15/Рекомендации%20Общ.слушаний%2012.03.20.pdf
15. Типовой технологический процесс работы пассажирской станции. Утвержден распоряжением ОАО "РЖД" от 1 декабря 2015 г. N 2806р
16. Управление спросом на железнодорожные перевозки и проблемы рыночного равновесия: монография / Соколов Ю.И. и др. – М.: ФГБОУ

«Учебно-метод. центр по образованию на железнодорожном транспорте», - 2015. – 320 с.

17. Цветков В. А., Медков А. А. Развитие пригородных железнодорожных перевозок в России // ЭВР. 2009. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-prigorodnyh-zheleznodorozhnyh-perevozok-v-rossii3>.

18. Шнейдер М.А. Рынок пригородных железнодорожных перевозок: управление и экономика: Монография / М.А. Шнейдер, Е.А. Проскурякова. — СПб.: Изд-во ООО «Типография «НП-Принт», 2012. — 288 с.

19. Шнейдер М.А. Экономика управления пригородными пассажирскими железнодорожными перевозками: монография / М.А. Шнейдер. — СПб.: Изд-во ООО «Типография «НП-Принт», 2015. — 252 с.

20. Шоул Дж. Первокласный сервис как конкурентное преимущество; Перевод с англ. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Альпина Паблишерз, 2011. - 338с.

Официальные сайты

1. Официальный сайт ОАО «РЖД» / – URL: <http://www.rzd.ru/>
2. Официальный сайт АО «ФПК» / – URL: <https://fpc.ru/>
3. Официальный сайт АО «Центральная ППК» / – URL: <http://www.central-ppk.ru>.
4. Официальный сайт Дирекции железнодорожных вокзалов ДЖВ / – URL: <http://www.dzvr.ru/>
5. Интернет портал журнала РЖД-Партнер/ – URL: <http://www.rzd-partner.ru/>

Нормативные документы

1. ГОСТ 33942-2016. МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ «Услуги на железнодорожном транспорте. Обслуживание пассажиров. Термины и определения» / – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200142720>
2. ГОСТ Р 58171–2018 НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. «Услуги на железнодорожном транспорте. Требования к обслуживанию пассажиров на вокзальных комплексах». / – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200159795>
3. СП 59.13330.2016 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001» (утв. приказом Минстроя России от 14 ноября 2016 г. №798/пр). / – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456033921>
4. СП 35-101-2001 «Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для МГН. Общие положения»
5. СП 35-103-2001 «Общественные здания и сооружения, доступные маломобильным посетителям» / – URL: <http://www.consultant.ru/search>

6. СТО РЖД 03.001–2019 «Услуги на железнодорожном транспорте. Требования к обеспечению условий доступности для пассажиров из числа инвалидов и маломобильных пассажиров» Корпоративный порядок обеспечения условий доступности для маломобильных пассажиров и пассажиров из числа инвалидов объектов пассажирской инфраструктуры, пассажирских поездов и предоставляемых услуг по перевозке пассажиров железнодорожным транспортом (распоряжение ОАО «РЖД» от 26 августа 2020 года N 1827/р. / – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573046902>

7. Проект концепции эффективного использования и развития железнодорожных вокзалов Дирекции железнодорожных вокзалов – филиала ОАО «РЖД» на период до 2030 года. Распоряжение Правительства РФ от 17.06.2008 №877-р. / – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902143992>

8. Инструкция по определению станционных и межпоездных интервалов для диапазона скоростей от 201 до 350 км/ч. Утв. ОАО "РЖД" от 09.12.2008г.- 32с. / – URL: http://static.scbist.com/scb/uploaded/1056_norm_doc_191208.doc

9. Инструкция по разработке графика движения поездов в ОАО «РЖД». – М.: - 2015.