

**МПС РОССИИ  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

---

**9/2/3**

**Одобрено кафедрой  
«Управление  
эксплуатационной работой»**

**Утверждено  
деканом факультета  
«Управление процессами  
перевозок»**

**УПРАВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ  
РАБОТОЙ И КАЧЕСТВОМ ПЕРЕВОЗОК**

**ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ РАБОТОЙ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЧАСТКОВ  
И НАПРАВЛЕНИЙ**

**Задание и методические указания к курсовому проекту №2  
«ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТЫ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЧАСТКОВ»**

**для студентов V курса**

**специальности**

**240100. ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК И УПРАВЛЕНИЕ  
НА ТРАНСПОРТЕ (ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ) (Д)**



**Москва – 2002**

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Разработка курсового проекта позволит студентам приобрести практические навыки самостоятельного решения вопросов по организации эксплуатационной работы железнодорожных участков и направлений. Для его успешного выполнения студент должен внимательно изучить соответствующие разделы учебника [1] и учебные пособия [2; 3].

Проект выполняется в последовательности, соответствующей заданию. Разъяснения, необходимые для выполнения каждого пункта задания, даны со ссылкой на учебник, учебные пособия, или приводятся в настоящих методических указаниях.

Задание на курсовой проект и методические указания разработаны в соответствии с учебной программой по дисциплине «Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок», раздел «Технология и управление работой железнодорожных участков и направлений».

Курсовой проект должен состоять из пояснительной записки объемом 35–40 с., одного листа (типовой бланк) — графика движения поездов и чертежей.

После каждого раздела даны контрольные вопросы с целью самопроверки степени усвоения материалов раздела и подготовки к защите курсового проекта. Письменных ответов на вопросы не требуется.

При составлении пояснительной записки рекомендуется максимально использовать табличную форму изложения материала, избегая повторения текста учебника или учебных пособий.

При оформлении курсового проекта необходимо соблюдать следующее:

1. Пояснительную записку пишут на одной стороне листа, оставляя слева поля 30 мм, сверху и снизу по 20 мм.

2. Все страницы, начиная с титульного, последовательно нумеруют. Номер страницы ставят в правом верхнем углу листа.

3. Строго соблюдают структуру пояснительной записки: нумерацию таблиц, рисунков, формул выполняют по гла-

Р е ц е н з е н т — канд. техн. наук, доц. Г.М. БИЛЕНКО

вам. Например, 2.1, 3.4, и т.д., где первая цифра — номер главы, а вторая — порядковый номер таблицы, рисунка, формулы в этой главе. Обязательны ссылки на литературу с указанием номеров страниц и формул.

Исходные данные для выполнения курсового проекта выбирают по трем последним цифрам учебного шифра студента, которым (начиная с последней) присваивают соответствующие разряды 1, 2 и 3. Например, в шифре 469 в первом разряде расположена цифра 9, во втором — 6 и в третьем — 4.

Курсовой проект, выполненный по варианту, не соответствующему учебному шифру студента, к защите не допускается.

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

Введение.

1. Характеристика полигона железной дороги.

1.1. Определение грузеных вагонопотоков.

1.2. Определение порожних вагонопотоков.

1.3. Расчет состава поезда.

2. Организация вагонопотоков.

2.1. Организация отправительских маршрутов.

2.2. Расчет оптимального плана формирования одногруппных поездов.

2.3. Определение показателей плана формирования.

3. Организация местной работы на железнодорожных участках.

3.1. Определение погрузки и выгрузки на опорных станциях.

3.2. Организация работы сборных поездов.

3.3. Расчет показателей местной работы.

4. Разработка графика движения поездов и расчет пропускной способности участков.

4.1. Определение количества и категории грузовых поездов.

4.2. Основные исходные данные для составления графика движения поездов.

4.3. Определение наличной пропускной способности перегонов.

4.4. Построение графика движения поездов.

4.5. Расчет качественных показателей графика движения поездов.

Список литературы.

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Рассматриваемый полигон дороги состоит из трех участков: двух двухпутных и однопутного. Взаимное расположение этих участков показано на рис. 1.1.

2. *A, Д* — участковые станции с оборотным депо; на ст. *С* — производится смена локомотивных бригад; ст. *N* — сортировочная с основным депо. Линия *У-К* — двухпутная с автоблокировкой; линия *N-E* — однопутная с диспетчерской централизацией. Стрелки на всех станциях оборудованы электрической централизацией.

3. Род тяги для грузовых и пассажирских поездов на участках: электрическая (ВЛ-80, ЧС-4), если цифра первого разряда — нечетное число; для остальных — тепловозная тяга (2ТЭ10).

4. Границы рассматриваемого полигона — ст. *A, Д, С* (включительно). Длину участков выбирают по цифре первого разряда, а количество промежуточных станций с 4 путями ( $n_{см4}$ ) — по цифре второго разряда из табл. 1.

5. График движения поездов составляют на двух участках: двухпутном *A-N* и однопутном *N-Д*.

На каждом участке — девять промежуточных станций. На однопутном участке на станциях по три, а на некоторых четыре (эти станции устанавливаются студентом по данным табл. 1) станционных пути (включая главный). На промежуточных станциях двухпутных участков — по одному обгонному пути для каждого направления.

6. Время хода грузовых поездов по перегонам однопутного участка определяется для нечетных поездов по цифре

Таблица 1

## Длина участков, км

Характеристика полигона	Цифра учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Длина участков										
<i>A-N</i>	180	190	185	190	195	185	180	170	175	180
<i>N-C</i>	175	180	170	195	185	195	190	185	190	180
<i>N-D</i>	130	138	132	135	150	140	145	150	145	140
<i>D-E</i>	140	145	150	142	133	130	132	130	132	134
<i>У-А</i>	200	210	190	250	240	205	215	220	200	190
<i>С-К</i>	190	200	210	220	230	190	180	195	230	220
<i>n<sub>ст4</sub></i>	1	2	0	1	0	2	0	1	2	2

первого разряда, для четных — по цифре второго разряда из табл. 2.

7. На двухпутных участках время хода грузовых поездов на каждом перегоне принимают согласно шифру по табл. 2 и увеличивают на 2 мин. Нумерация промежуточных станций начинается от ст. *N*.

8. Время хода пассажирских и скорых поездов равно 0,7 от времени хода грузовых поездов с округлением до целых

Таблица 2

## Время хода грузовых поездов по перегонам однопутного участка, мин

Номер перегонов	Цифра учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	14	12	12	12	10	14	14	12	13	13
2	15	15	14	14	12	15	15	13	15	16
3	13	17	16	15	15	16	19	18	16	14
4	19	16	15	20	20	16	15	18	14	16
5	16	19	18	15	17	15	18	15	15	20
6	14	16	14	16	12	19	15	17	19	15
7	17	14	15	18	17	16	20	11	16	16
8	15	16	17	16	15	17	16	16	17	15
9	16	15	14	15	16	15	14	14	14	16
10	11	14	10	12	14	11	10	12	11	12

минут. Время разгона грузовых поездов: 2 мин — при электровазях и 3 мин — при тепловозах; время замедления одинаково и равно 1 мин. Для пассажирских поездов: время на разгон — 1 мин, время на замедление — 1 мин.

Длину каждого перегона устанавливают пропорционально времени хода нечетных грузовых поездов.

9. Массу вагона брутто ( $q_{бр}$ , т) определяют по табл. 3 по цифре первого разряда шифра, тару вагона — по цифре второго разряда шифра ( $q_m$ , т), а длину вагона — по цифре третьего разряда шифра ( $l_в$ , м).

10. Исходный груженный вагонопоток выбирают из табл. 4-13 по цифре первого разряда учебного шифра и приводят в пояснительной записке.

Таблица 3

## Характеристика грузовых вагонов

Показатель	Цифра учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q_{бр}$	76,5	77,0	74,0	79,0	78,0	79,0	76,0	75,5	74,5	73,0
$q_m$	22,0	22,1	22,1	22,6	21,5	22,0	22,0	22,3	21,6	22,5
$l_в$	14,6	14,0	14,4	14,1	14,7	14,2	14,3	14,0	14,5	14,0

Таблица 4

## (Цифра первого разряда 0)

Из	На	У	А	А-N	К	С	С-N	Е	Д	Д-N	Н	Всего
У	—	100	37	1700	150	17	265	145	26	90		
А	24	—	—	42	65	—	47	38	—	36		
А-N	37	5	—	11	6	—	16	6	—	—		
К	1700	40	11	—	17	20	50	50	11	49		
С	—	—	17	40	—	11	20	30	—	—		
С-N	26	—	—	32	6	—	11	6	—	—		
Е	200	65	6	216	63	12	—	46	21	25		
Д	33	8	6	—	—	6	34	—	16	56		
Д-N	16	28	—	—	—	—	32	16	—	—		
Н	21	8	16	242	59	10	75	9	11	—		
Всего												

Таблица 5

## (Цифра первого разряда 1)

Из На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	—	112	38	1850	170	16	240	45	29	35	
А	125	—	—	144	60	12	38	42	—	7	
А-Н	38	6	—	12	7	—	17	7	—	—	
К	1700	83	12	—	18	28	160	50	12	52	
С	—	—	35	100	—	12	—	—	—	—	
С-Н	25	—	—	33	7	—	13	7	—	—	
Е	140	123	7	260	12	12	—	20	23	128	
Д	36	12	6	30	40	7	35	—	18	61	
Д-Н	17	11	—	—	—	—	34	17	—	19	
Н	28	12	—	44	45	—	78	32	12	—	
Всего											

Таблица 6

## (Цифра первого разряда 2)

Из На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	—	113	40	2060	140	17	380	50	13	36	
А	26	—	—	65	40	13	30	43	—	38	
А-Н	40	7	—	13	8	—	18	7	—	—	
К	1790	12	13	—	27	29	70	60	12	54	
С	—	—	19	50	—	13	60	30	18	—	
С-Н	28	—	—	35	8	—	14	8	—	—	
Е	185	25	6	350	44	13	—	68	23	48	
Д	38	13	7	—	52	8	36	—	17	9	
Д-Н	18	12	—	—	—	—	35	18	—	29	
Н	129	60	18	149	65	—	65	30	13	—	
Всего											

Таблица 7

## (Цифра первого разряда 3)

Из На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	—	92	42	2200	160	19	250	49	32	48	
А	128	—	—	52	40	12	50	42	—	10	
А-Н	42	8	—	12	18	—	18	8	—	—	
К	1850	13	13	—	25	30	200	30	12	56	
С	15	40	17	—	—	13	55	50	—	15	
С-Н	8	—	—	37	8	—	12	8	—	18	
Е	150	45	7	380	85	12	—	16	25	56	
Д	50	15	7	—	70	8	49	—	18	15	
Д-Н	19	33	—	—	—	—	37	18	—	—	
Н	31	14	18	50	60	—	90	30	11	—	
Всего											

Таблица 8

## (Цифра первого разряда 4)

Из На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	—	40	34	2010	280	33	285	41	10	180	
А	30	—	19	90	35	—	40	50	—	87	
А-Н	44	7	—	13	8	—	19	7	—	—	
К	1960	12	13	—	82	28	290	40	30	57	
С	—	30	17	—	—	14	30	35	—	5	
С-Н	28	—	—	36	9	—	13	8	—	—	
Е	350	58	8	450	43	13	—	19	22	28	
Д	52	48	7	70	35	8	52	—	17	10	
Д-Н	38	14	—	—	—	—	36	19	—	—	
Н	32	70	—	85	29	—	40	30	13	—	
Всего											

Таблица 9

## (Цифра первого разряда 5)

Из На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	—	31	36	2440	150	34	305	32	14	42	
А	32	—	—	156	40	—	38	37	—	40	
А-Н	46	8	—	14	8	—	20	8	—	—	
К	1900	66	14	—	68	33	430	50	14	68	
С	75	65	19	—	—	13	35	60	—	20	
С-Н	8	20	—	39	8	—	14	8	—	—	
Е	300	82	7	307	90	14	—	20	26	19	
Д	56	45	8	40	35	7	53	—	20	13	
Д-Н	20	13	—	—	—	—	39	20	—	22	
Н	34	20	20	57	15	—	108	45	33	—	
Всего											

Таблица 10

## (Цифра первого разряда 6)

Из На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	—	58	23	1840	120	18	240	30	12	80	
А	25	—	—	138	50	10	25	48	—	64	
А-Н	33	4	—	10	5	—	14	6	—	—	
К	1350	28	10	—	22	24	210	15	10	44	
С	—	50	14	—	—	10	20	25	—	50	
С-Н	20	—	—	23	4	—	10	6	—	—	
Е	175	23	4	300	112	8	—	130	19	23	
Д	30	28	5	70	80	4	50	—	14	8	
Д-Н	14	22	—	—	—	—	28	13	—	—	
Н	18	78	17	87	78	—	64	59	25	—	
Всего											

Таблица 11

(Цифра первого разряда 7)

Из	На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	—	40	32	1700	135	23	250	35	24	56		
А	21	—	—	134	90	—	34	39	—	44		
А-Н	32	5	—	9	4	—	14	5	—	—		
К	1350	110	9	—	30	23	135	70	9	41		
С	—	43	14	—	—	9	30	20	—	—		
С-Н	5	—	—	27	5	—	9	4	—	13		
Е	165	80	4	300	50	9	—	14	20	20		
Д	28	39	5	36	35	5	26	—	14	9		
Д-Н	14	29	—	—	—	—	27	14	—	—		
Н	17	20	14	84	67	—	62	45	9	—		
Всего												

Таблица 12

(Цифра первого разряда 8)

Из	На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	—	56	30	1700	125	13	286	25	8	60		
А	60	—	—	133	45	—	23	38	13	38		
А-Н	30	4	—	8	5	—	13	4	—	—		
К	900	87	8	—	43	22	175	40	8	88		
С	80	80	13	—	—	8	48	30	—	—		
С-Н	17	—	—	26	4	—	8	5	—	—		
Е	150	18	5	186	58	8	—	13	18	19		
Д	60	36	4	30	25	6	25	—	13	8		
Д-Н	23	9	—	—	—	—	26	13	—	—		
Н	16	48	13	85	18	8	56	39	8	—		
Всего												

Таблица 13

(Цифра первого разряда 9)

Из	На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	—	68	28	1750	123	22	290	20	8	23		
А	57	—	—	89	65	—	42	38	12	5		
А-Н	28	4	—	8	4	—	12	4	—	—		
К	1050	88	8	—	16	20	225	30	8	138		
С	—	—	12	—	—	8	25	20	—	—		
С-Н	4	12	—	24	4	—	8	4	—	—		
Е	160	18	4	170	45	8	—	86	16	77		
Д	22	6	4	30	25	4	43	—	12	8		
Д-Н	12	8	—	—	—	—	24	42	—	13		
Н	15	5	12	129	58	—	52	38	9	—		
Всего												

11. Значение массы грузовых поездов (брутто)  $Q_{бр}$  (т) и полезной длины станционных путей  $l_{см}$  (м) принимают по цифре первого разряда шифра из табл. 14.

Таблица 14

Масса поезда и длина станционных путей

Характеристика	Цифра учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_{бр}$	4100	4100	4600	4400	4700	4500	4100	4000	3800	3700
$l_{см}$	850	850	1050	1050	1050	1050	1050	850	850	850

12. Целесообразность выделения отправительских маршрутов проверяют в корреспонденциях (между станциями погрузки и выгрузки), равных 90 вагонам и более. Если выделение целесообразно, то из таких корреспонденций в отправительские маршруты включают 50% погрузки.

13. Дополнительные затраты времени на организацию отправительского маршрута на подъездном пути станции погрузки (в расчете на один вагон) определяются при условии: интервал между подачами — 2 ч; в подаче — 10 вагонов; количество вагонов в маршруте равно расчетной величине состава; экономия времени на маневровой работе на станции примыкания подъездного пути — 1,5 ч. На станции выгрузки маршрута дополнительные затраты принять равными 3 ч.

14. Для расчета оптимального плана формирования одногруппных грузовых поездов принять следующие исходные данные:

Значение параметра накопления  $C$  — из табл. 15 по цифре первого разряда шифра.

Величину приведенной экономии от проследования вагона без переработки на технической станции — из табл. 16 по цифре второго разряда шифра.

15. Выбор участка прокладки сборных поездов производится: если цифра первого разряда нечетная — на однопутном участке  $Н-Д$ , для остальных — на двухпутном участке  $А-Н$ .

Таблица 15

Значение параметра накопления  $C$ 

Станция	Цифра учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>У</i>	9,5	9,4	9,8	9,3	9,2	9,2	9,5	9,3	9,1	9,5
<i>А</i>	9,0	11,0	10,8	9,5	10,0	11,4	10,2	9,8	10,0	10,5
<i>Н</i>	10,5	10,0	9,5	11,0	10,7	9,5	10,4	10,6	10,8	10,2
<i>С</i>	8,9	9,0	10,0	10,5	11,0	10,0	10,9	10,0	10,3	10,5
<i>Д</i>	9,6	9,5	10,3	11,4	10,0	10,3	9,8	11,1	10,9	9,6

Таблица 16

Величина приведенной экономии  $T_{ЭК}$ , ч

Станция	Цифра учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>А</i>	5,8	6,1	6,2	5,8	5,8	6,2	6,1	5,9	6,1	6,3
<i>Н</i>	4,8	4,6	4,7	4,8	4,9	4,7	4,6	4,5	4,9	4,8
<i>С</i>	6,1	6,3	6,5	6,5	6,2	6,7	6,2	6,5	6,9	6,8
<i>Д</i>	6,0	5,9	6,2	6,3	6,3	6,0	5,9	6,3	6,2	6,4

На этом участке общая погрузка и выгрузка по промежуточным станциям распределяется (в процентах) согласно данным табл. 17.

Таблица 17

## Распределение погрузки и выгрузки по опорным станциям участка

Промежуточная станция	Погрузка		Прибытие выгрузки	
	в четном направлении	в нечетном направлении	с четными поездами	с нечетными поездами
2	20	15	25	35
4	30	20	25	15
6	15	35	25	30
8	35	30	25	20
Всего	100	100	100	100

Время работы сборного поезда на промежуточной станции принять 30 мин. Минимальное время нахождения вагона на промежуточной станции принять в первом варианте 6 ч, а во втором варианте — 8 ч.

16. Средняя длина блок-участков между проходными светофорами на двухпутных линиях — 2200 м, а на однопутных — 1900 м. Длина блок-участков: первого перед входным светофором и первого после выходного светофора на двухпутных линиях — 1400 м, а на однопутных — 1200 м.

17. Минимальное время (технологическая норма) нахождения на станциях оборота локомотивов: электровозов — 60 мин, тепловозов — 80 мин, а на путях станции основного депо — 20 мин для электровозов и тепловозов.

Минимальное время (технологическая норма) нахождения на участковой станции транзитных грузовых поездов — 30 мин; на ст. *Н* — 40 мин.

18. График движения поездов составляется на участках *А-Н*, *Н-Д*. Увязка оборота локомотивов выполняется на ст. *А* и *Д*. Средняя продолжительность стоянки транзитного грузового поезда (транзит без переработки) определяется при составлении графика на станциях *А*, *Н*, *Д*.

19. Простой вагонов, приходящийся на одну грузовую операцию, на участковых и сортировочных станциях определяется по цифре второго разряда из табл. 18.

20. На двухпутном участке 10 пар пассажирских поездов, из них 1-5 следуют до ст. *Д*, а поезда 6-10 отправляются со ст. *Н* на ст. *С*.

Таблица 18

## Средний простой вагонов под одной грузовой операцией, ч

Станция	Цифра учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>А</i>	16,0	16,5	17,0	18,0	18,1	15,5	18,5	18,5	17,0	17,5
<i>С</i>	18,0	17,5	19,0	19,5	16,3	17,8	16,8	18,0	17,8	17,6
<i>Д</i>	17,5	16,0	19,5	17,0	18,4	17,0	18,0	15,0	14,5	16,5
<i>Н</i>	19,0	19,5	18,0	18,5	17,0	16,5	15,5	16,7	15,8	15,0

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

## Введение

Определить основные задачи железнодорожного транспорта по ускорению научно-технического прогресса для дальнейшего совершенствования управления перевозочным процессом с целью полного и своевременного удовлетворения экономики страны и населения в перевозках. Особо отметить специфику организации движения поездов в условиях новой динамической модели перевозочного процесса.

### 1. Характеристика полигона железной дороги

Осветить основные вопросы эксплуатационной работы, которые решаются на дороге и ее подразделениях. Согласно заданию (по своему шифру) дать техническую характеристику полигона. Прежде всего привести схему всего направления и указать границы рассматриваемого полигона (рис. 1.1).

На участках указать промежуточные станции, проставить их номера, дать характеристику путевого развития, приводя согласно заданию схемы промежуточных станций, расположенных на однопутном и двухпутных участках (указанные схемы могут быть приняты из [4]).

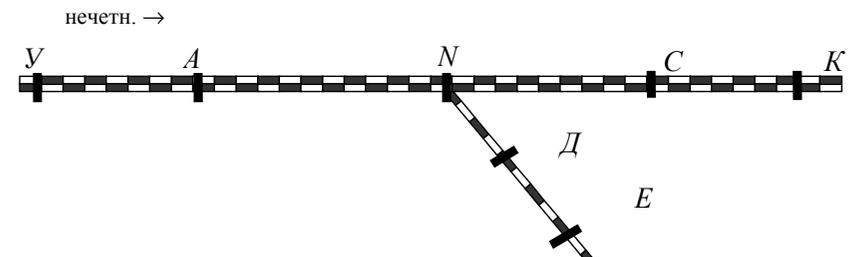


Рис. 1.1 Схема железнодорожного направления

Со ст. *А* время отправления нечетных пассажирских поездов принимается по цифре первого разряда шифра из табл. 19. Прибытие четных поездов на ст. *Н* из *С* принимается по цифре второго разряда шифра из табл. 19.

На однопутном участке 5 пар пассажирских поездов, которые следуют из *Д* на ст. *А*. Со станции *Д* время отправления четных поездов принимается по цифре третьего разряда шифра из табл. 19.

Таблица 19

### Время отправления и прибытия пассажирских поездов

Номер поезда	Категория поезда	Цифра учебного шифра									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Скорый без остановок	6	5	4	7	8	10	9	11	4	3
2	Скорый без остановок	Через 15 мин за первым									
3	Пассажирский с остановками на ст. 2,4,6,8	8	7	6	9	10	7	11	8	7	5
4	Пассажирский с остановками на ст. 2,4,6	16	15	14	17	18	15	19	16	15	13
5	Пассажирский с остановками на всех станциях	12	11	10	14	14	11	15	0	11	9
6	Скорый без остановок	14	9	13	11	13	6	20	3	18	15
7	Скорый без остановок	Через 10 мин за поездом №6									
8	Скорый с остановкой на ст. 6	0	14	5	15	16	13	17	14	5	18
9	Скорый без остановок	Через 15 мин за поездом №8									
10	Пассажирский с остановками на всех станциях	22	20	21	23	0	21	2	22	0	23

21. Время стоянки пассажирских поездов на участковых и сортировочных станциях — 10 мин, на промежуточных станциях — 2 мин.



бумаге или миллиметровке обычного формата. Построение диаграммы грузеных вагонопотоков на рис.1.2 выполнено по данным табл. 1.1.

Как видно из табл. 1.1, с *У* на полигон (через ст. *А*) поступает за сутки 2910 грузеных вагонов (последний столбец строки «из *У*»). Из этого числа 10 вагонов отцепляются под выгрузку собственно по ст. *А* (клетка из *У* на *А*). В свою очередь, ст. *А* грузит 85 вагонов в сутки в нечетном направлении и 30 вагонов — в четном. Всего на ст. *А* следует под выгрузку 85 вагонов (пересечение последней строки и колонки *А*). Как было установлено выше, 10 вагонов поступает с *У*. Следовательно, остальные вагоны (75) поступают под выгрузку на ст. *А* с четного направления. Таким образом, на диаграмме по ст. *А* показана выгрузка в размере 75 вагонов, поступивших с четного направления (-75), и 10 вагонов, поступивших с нечетного направления (-10). Со знаком «плюс» показана погрузка станции: +85 — в нечетном направлении и +30 — в четном.

Со ст. *А* на участок *А-Н* «выходит»  $2910-10+85=2985$  вагонов. На этот участок под выгрузку с нечетного направления поступает 35 вагонов (в том числе из *У* на *А-Н* – 35 вагонов и из *А* на *А-Н* – 0 вагонов). Всего же на участок *А-Н* следует под выгрузку 70 вагонов (пересечение последней строки и колонки *А-Н*). Следовательно, с четного направления на участок *А-Н* под выгрузку поступает тоже  $70-35=35$  вагонов. Собственно на участке *А-Н* грузится 75 вагонов (пересечение последней колонки и строки *А-Н*), в том числе 40 — в четном направлении (из *А-Н* на *А* — 5 вагонов и из *А-Н* на *У* – 35 вагонов). Значит в нечетном направлении погрузка вагонов на участке *А-Н* составляет  $75-40 = 35$  вагонов. Таким образом, на диаграмме по участку *А-Н* показана выгрузка в размере 35 вагонов, поступивших с четного направления (-35), и 35 вагонов, поступивших с нечетного направления (-35). Со знаком «плюс» показана погрузка участка: +35 — в нечетном направлении и +40 — в четном.

Окончательно имеем: на участок *А-Н* с нечетного направления поступает 2985 вагонов и «выходит» (также в нечет-

ном направлении) —  $2985-35+35=2985$  вагонов. Этот вагонопоток является входящим для сортировочной станции *Н*.

Аналогичным образом производится определение вагонопотоков и для двух остальных направлений: *К-Н* и *Е-Н*.

По сортировочной станции *Н* происходит разветвление вагонопотока нечетного направления. Его часть со ст. *У*, *А* и участка *А-Н* следует на ст. *Е* и *Д* и на участок *Н-Д*; другая часть вагонов непосредственно выгружается на станции *Н* (-45 вагонов), а остальной вагонопоток следует дальше по основному ходу на станции *К*, *С* и участок *Н-С*.

Кроме того, сама станция *Н* грузит 205 вагонов, из которых 35 следуют в четном направлении (на участок *Н-А* и далее), 60 — в нечетном направлении (на участок *Н-С* и далее) и 110 — в нечетном направлении (на участок *Н-Д* и далее).

Таким образом, выходящий в каждом направлении со станции *Н* вагонопоток является суммой трех слагаемых: собственной погрузки станции *Н* и двух струй вагонопотоков, следующих в рассматриваемом направлении с двух других подходов.

Построение диаграммы продолжается до станций сдачи вагонопотоков на соседние полигоны (как в нечетном, так и в четном направлениях).

Приведенную выше последовательность разработки диаграммы в пояснительной записке не помещать.

Для того чтобы не допустить ошибок и не пропустить цифры таблицы, рекомендуется при разработке диаграммы на каждом этапе учтенные цифры в табл. 1.1 зачеркивать мягким карандашом разными знаками. Например, выполненный этап в данной работе зачеркнуть крестом, другие этапы – нулем, «птичкой» и т.д. После построения диаграммы эти знаки необходимо убрать.

## 1.2. Определение регулировки порожних вагонов

Определение регулировки порожних вагонов на станциях и участках выполняется на основе «косой» таблицы ваго-

но потоков (табл. 1.1) путем составления таблицы баланса грузеных и порожних вагонов — табл. 1.2.

В табл. 1.2 в графу «Наименование пунктов» записывают все пункты из табл.1.1; в столбец «Погрузка» – итоговый столбец табл. 1.1; в столбец «Выгрузка» — итоговую нижнюю строку из табл. 1.1.

В четвертом и пятом столбцах указывают избыток или недостаток порожних вагонов на станциях и участках. Он определяется как разность между погрузкой и выгрузкой (недостаток) или выгрузкой и погрузкой (избыток).

Построение диаграммы порожних вагонопотоков (рис. 1.3) начинается с пункта (пунктов), имеющего наибольший избыток порожних вагонов (в рассматриваемом примере — это ст. *K* и *E*). С этих станций порожние вагонопотоки следуют в направлении пункта (пунктов), имеющего наибольший недостаток вагонов (в примере — ст. *У*).

В процессе перемещения вагонопоток пополняется или уменьшается на попутных станциях и участках в зависимости от избытка или недостатка на них порожних вагонов. Так со ст. *K* на ст. *C* поступает 305 порожних вагонов. На

Таблица 1.2

Баланс грузеных и порожних вагонов

Наименование пунктов	Погрузка	Выгрузка	Баланс порожних вагонов	
			избыток (+)	недостаток (-)
<i>У</i>	2910	2450		460
<i>A</i>	115	85		30
<i>A-N</i>	75	70		5
<i>K</i>	2735	3040	305	
<i>C</i>	25	55	30	
<i>C-N</i>	55	65	10	
<i>E</i>	530	805	275	
<i>Д</i>	125	65		60
<i>Д-N</i>	70	65		5
<i>N</i>	205	145		60
Всего	6845	6845	620	620

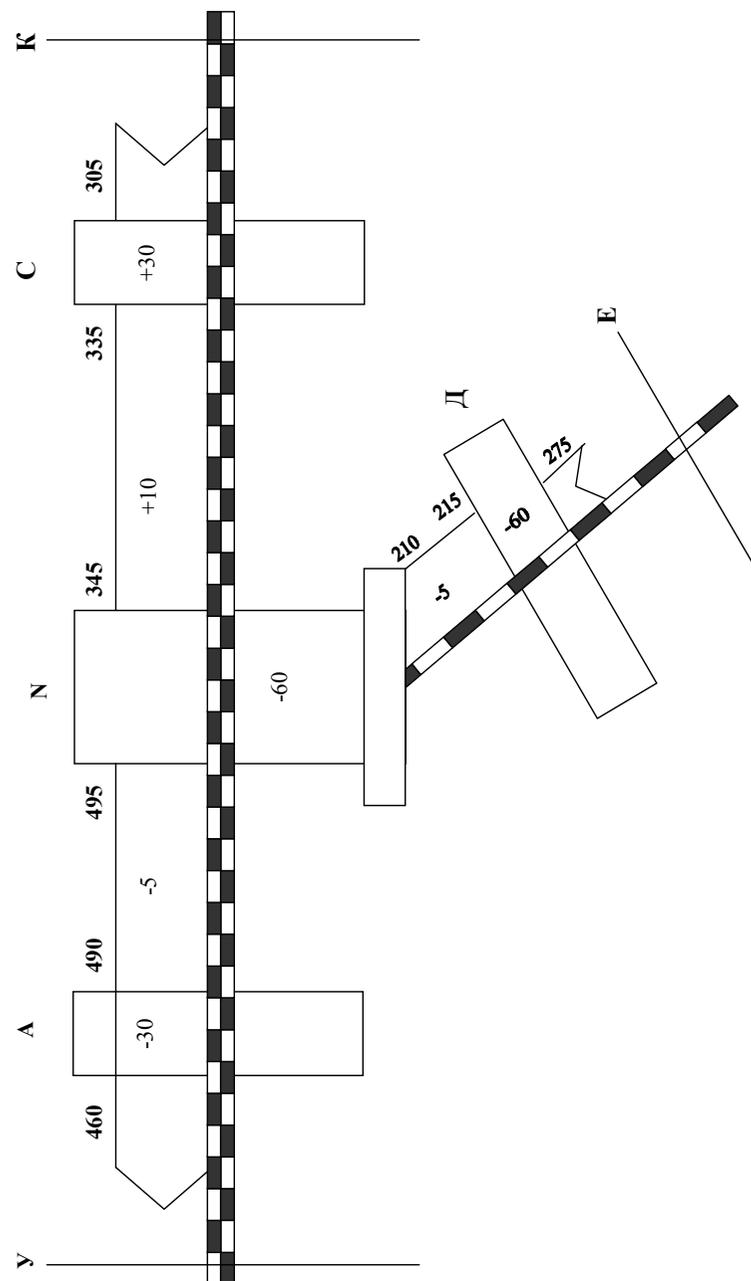


Рис. 1.3. Диаграмма порожних вагонопотоков

ст. *C* также наблюдается избыток порожних вагонов в количестве 30 единиц. Поэтому на участок *N-C* порожний вагоноток поступает уже в количестве  $305+30=335$  вагонов.

На участке *N-C* из-под выгрузки высвобождаются 10 вагонов, которые включаются в общий порожний вагоноток, следующий в направлении ст. *У*. Таким образом, на ст. *N* порожний вагоноток поступает уже в количестве  $335+10=345$  единиц.

На сортировочную станцию *N* со стороны ст. *Е* порожний вагоноток поступает в количестве 210 единиц.

Поскольку на ст. *N* имеется недостаток порожних вагонов в количестве 60 единиц, на участок *A-N* поступает  $345+210-60=495$  вагонов и т.д.

Основной принцип построения диаграммы порожних вагоноточков состоит в недопущении их встречного направления следования.

Построение диаграммы продолжается до станции (станций) сдачи порожних вагоноточков на соседний полигон (полигоны). Контрольная проверка правильности расчетов состоит в сопоставлении цифр, полученных в результате построения диаграммы с итоговым недостатком порожних вагонов на соседних полигонах.

### 1.3. Расчет состава поезда

При расчете количества вагонов в составе груженого и порожнего поездов используются исходные данные табл. 3 и табл. 14 задания (вес вагона брутто, тара вагона, заданный вес грузового поезда, средняя длина вагона и длина станционных путей). Рассчитанное число вагонов исходя из веса грузового поезда проверяется по длине станционных путей, и для последующих расчетов принимается меньшая величина

Так, исходя из заданного веса грузового поезда, число вагонов в нем определяется по формуле (с округлением до целого меньшего значения):

$$m = \frac{Q_{бр} - q_{л}}{q_{бр(m)}}, \quad (1.1)$$

где  $Q_{бр}$  — масса поезда брутто, т;

$q_{л}$  — масса поездного локомотива, т;

$q_{бр(m)}$  — масса вагона (брутто или его тары).

Величины  $Q_{бр}$  и  $q_{бр(m)}$  устанавливаются в соответствии с заданием. Массу локомотивов можно принимать: ВЛ-80 — 184 т; 2ТЭ10 — 258,6 т.

Исходя из заданной полезной длины приемо-отправочных путей число вагонов в составе поезда определяется из выражения (с округлением до целого меньшего значения):

$$m = \frac{L_{но} - l_{лок} - 10}{l_{в}}, \quad (1.2)$$

где  $L_{но}$  — полезная длина приемо-отправочных путей, м;

$l_{лок}$  — длина поездного локомотива, м;

$l_{в}$  — средняя длина вагона, м.

Величины  $L_{но}$  и  $l_{в}$  устанавливаются в соответствии с заданием. Длину локомотивов можно принимать: ВЛ-80 — 32,84 м; 2ТЭ10 — 33,94 м.

Число вагонов в составе грузового поезда рассчитывается отдельно для груженого и порожнего составов.

### Контрольные вопросы к разделу

1. Какая существует связь диаграмм груженых и порожних вагоноточков с графиком движения поездов?
2. Как по диаграмме груженых вагоноточков определить направление движения порожних вагонов?
3. Как из «косой» таблицы груженых вагоноточков определить объемы погрузки и выгрузки?
4. Как по диаграммам груженых и порожних вагоноточков определить резервный пробег локомотивов?

## 2. Организация вагонопотоков

Прежде чем разрабатывать этот раздел, необходимо внимательно ознакомиться с соответствующим материалом, изложенном в учебнике [1, раздел IV «Управление вагонопотоками на сети железных дорог»] и учебном пособии [2] и, на основе этого, кратко изложить в записке суть вопроса и его значение для организации движения поездов, а также аргументированно обосновать последовательность выполнения дальнейших расчетов по организации вагонопотоков.

### 2.1. Организация отправительских маршрутов

Кратко изложить роль и значение отправительских маршрутов для интенсификации перевозочного процесса. Эффективность организации отправительских маршрутов в общем случае определяется сопоставлением дополнительных затрат на станциях погрузки и выгрузки с получаемой экономией от проследования маршрутами попутных технических станций без переработки (табл. 16 задания), т.е.

$$t_{nm} + t_{vm} \leq \sum_{i=1}^{n_{cm}} T_{экi}, \quad (2.1)$$

где  $t_{nm}$  — дополнительные затраты времени на организацию отправительского маршрута на станции погрузки, ч;

$t_{vm}$  — дополнительные затраты времени на выгрузку маршрута, ч;

$n_{cm}$  — число технических станций на пути следования маршрута;

$T_{экi}$  — экономия времени на проследование маршрутом  $i$ -й технической станции без переработки, ч.

Дополнительные затраты времени на организацию отправительского маршрута на станции погрузки определяют по формуле

$$t_{nm} = t_n \left( \frac{m}{m_{под}} - 1 \right) - t_{mp}, \quad (2.2)$$

где  $t_n$  — интервал между подачами, ч;

$m_{под}, m$  — количество вагонов соответственно в одной подаче и в маршруте;

$t_{mp}$  — экономия времени на маневровой работе на станции при-  
мыкания, ч.

Величины  $t_n, t_{mp}, t_{vm}$  и  $m_{под}$  принимают в соответствии с исходными данными задания. Количество вагонов в маршруте равно их расчетному числу в составе поезда (грузевого).

При расчетах выражение в скобках следует округлить до целого значения.

Пункты погрузки и выгрузки отправительских маршрутов, дальность пробега и получаемую экономию определяют по корреспонденциям в четном и нечетном направлениях (с использованием табл. 1 и табл. 16 исходных данных), для чего составляют табл. 2.1, в которую вносят все назначения, имеющие 90 и более вагонов (колонки 1 и 2).

Таблица 2.1

Характеристика отправительских маршрутов  
(цифры условные)

Наименование вагонопотока	Общий вагонопоток	Технические станции на рейсе		Затраты на маршрут	Выделено в маршруты	Расстояние, проходящее маршрутом	Общий пробег маршрутов
		наименование	экономию				
1	2	3	4	5	6	7	8
из У на К	2600	А,Н,С	16,5	9,5	1300	650	845000
из У на Е	200	А,Н,Д	17,0	9,5	100	700	70000
из К на У	2200	А,Н,С	16,5	9,5	1100	650	715000
из К на Е	400	С,Н,Д	17,5	9,5	200	680	136000
из Е на У	100	А,Н,Д	17,0	9,5	50	700	35000
из Е на К	300	С,Н,Д	17,5	9,5	150	680	102000
из Н на Е	90	Д	7,0	9,5	—	—	—
Итого					2900		1903000

В третьей колонке табл. 2.1 указывают технические станции, которые маршруты проходят без переформирования (эти станции устанавливаются из схемы полигона), а в четвертой — проставляют величину суммарной экономии от проследования станций маршрутами без переработки. Указанная экономия определяется суммированием соответствующих значений по каждой станции из табл. 16 исходных данных.

Наконец, в пятой колонке отмечают дополнительные затраты времени на организацию маршрута, рассчитанные по левой части формулы (2.1)

Из табл. 2.1 видно, что затраты на организацию отправительского маршрута в корреспонденции *N-E* больше экономии, поэтому маршрут не назначается. В остальных случаях эффективность маршрутизации очевидна, поэтому в шестой колонке проставляют вагонопотоки, охватываемые маршрутизацией (50% от общих вагонопотоков), а в итоговой строке подсчитывают их сумму (в табл. 2.1 —  $\sum m_{ом} = 2900$  ваг.).

В седьмую колонку заносят расстояния, проходимые маршрутами. Эти расстояния устанавливают из схемы полигона и сведений о длинах отдельных участков, которые приведены в табл.1 исходных данных.

В последней (восьмой) колонке подсчитывают вагонокилометры пробега всех маршрутов, определяемые попарным перемножением данных шестой и седьмой колонок, а в итоговой строке проставляют их сумму (в табл. 2.1 —  $\sum Lm_{ом} = 1903000$  ваг-км).

По результатам выполненных расчетов определить:

- процент отправительской маршрутизации:

$$M = \frac{\sum m_{ом}}{\sum m_n} 100\%, \quad (2.3)$$

где  $\sum m_n$  — суммарная погрузка (итог табл. 1.1);

- среднюю дальность пробега маршрутов

$$L_{cp}^m = \frac{\sum Lm_{ом}}{\sum m_{ом}}. \quad (2.4)$$

## 2.2. Расчет оптимального плана формирования одногруппных поездов

Оптимальный план формирования поездов в курсовом проекте рассчитывают только в нечетном направлении из вагонов, не включенных в отправительские маршруты. Для оставшегося вагонопотока составляют табл. 2.2. В табл. 2.2 назначения, отмеченные чертой, не заполнять, а для остальных указать вагонопоток из табл. 1.1, исключив из него отправительские маршруты.

Таблица 2.2

**Вагонопоток для расчета плана формирования поездов в нечетном направлении**

	<i>A</i> ( <i>A-N</i> )	<i>N</i> ( <i>N-C</i> ) ( <i>N-D</i> )	<i>C</i>	<i>K</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
У	35	65	0	1300	0	100
А	—	5	0	50	10	20
$N + \begin{pmatrix} A-N \\ D-N \\ D,E \end{pmatrix}$	—	—	30	210	—	—
$N + \begin{pmatrix} A-N \\ C-N \\ C,K \end{pmatrix}$	—	—	—	—	20	315
<i>C + (N-C)</i> <i>D + (N-D)</i>	—	—	—	30	—	—
	—	—	—	—	—	70

Следует учитывать погрузку и выгрузку вагонов на участках. Вагоны, следующие под выгрузку на участок, включаются в вагонопоток назначением на техническую станцию, которая формирует сборный поезд на впередилежащий участок в данном направлении.

Например, в нечетном направлении ст.  $A$  формирует сборный поезд на участок  $A-N$ , поэтому вагоны, следующие под выгрузку на участок  $A-N$  из  $U$  включаются в струю вагонопотока назначением на ст.  $A$ . Аналогично в струю вагонопотока из  $U$  на  $N$  включаются вагоны, следующие под выгрузку на ст.  $N$  и на участки  $N-C$  и  $N-D$ .

Погруженные вагоны на участке включаются в струю вагонопотока впередилежащей по направлению его следования технической станции. Например, вагоны, погруженные на участках  $A-N$  и  $N-D$  в нечетном направлении на  $C$  и  $K$ , учитываются в струе вагонопотока из  $N$ . Кроме того, в него включается угловой вагонопоток из  $D$  и  $E$  назначением на  $C$  и  $K$ . Аналогично учитывается и угловой вагонопоток из  $C-N$ ,  $C$  и  $K$  назначением на  $D$  и  $E$ . В данном случае принято, что угловой поток поступает в переработку на ст.  $N$ , поскольку план формирования в четном направлении не рассчитывается.

При расчете оптимального плана формирования поездов используют нормативы, отражающие технологию работы станций и учитывающие время нахождения вагонов в отдельных подсистемах. Нормативы устанавливаются в зависимости от типа, технического оснащения и схемы путевого развития станции, объемов переработки вагонов на горках и уровней их загрузки, числа маневровых локомотивов, занятых расформированием и формированием поездов, длины и массы перерабатываемых составов, технического оснащения примыкающих линий, вида тяги и системы эксплуатации локомотивов. Нормативы являются переменными величинами.

В общем виде выделение вагонопотока  $N$  в отдельное назначение одногруппных поездов возможно лишь при соблюдении следующего *необходимого условия* (НУ):

$$N \sum_{i=1}^{i=k} (t_{эк} + r_в + r_л)_i = N \sum_{i=1}^{i=k} T_{эки} \geq cm, \quad (2.5)$$

где  $N$  — среднесуточный размер струи вагонопотока, принимаемый на расчетный период;

$t_{эк}$  — норма экономии времени, приходящаяся на один вагон потока  $N$ , при проследовании попутной технической станции в транзитном поезде без переработки, ч;

$r_в$  — эквивалент переработки вагонов (приведенная к стоимости 1 вагоно-ч экономия от сокращения переработки одного вагона), ч;

$r_л$  — эквивалент экономии локомотиво- и бригадо-часов (приведенная к стоимости 1 вагоно-ч экономия от сокращения проста локомотива и времени работы бригады при ликвидации на станции перецепки локомотива от одного поезда к другому в связи с выделением в отдельное назначение вагонопотока  $N$ ), ч;

$T_{эки}$  — общая приведенная экономия времени, приходящаяся на один вагон потока  $N$ , при проследовании попутной технической станции в транзитном поезде без переработки,  $T_{эки} = t_{эк} + r_в + r_л$ , ч;

$c$  — параметр накопления, ч;

$m$  — средневзвешенная расчетная величина перерабатываемых составов, определяемая по плановой массе поездов в графике движения;

$k$  — число попутных технических (сортировочных и участковых) станций для рассматриваемой струи вагонопотока.

Кроме необходимого условия (2.5), величины  $t_{эк}$ ,  $r_в$ ,  $r_л$  требуются также для установления достаточного и общего достаточного условий выделения вагонопотока в отдельное назначение одногруппных сквозных поездов. При наличии ближнего назначения выделение более дальнего вагонопотока  $N_D$  в самостоятельное назначение одногруппных поездов допускается лишь при соблюдении *достаточного условия*

$$N_D \sum_{уст} T_{эк} \geq cm, \quad (2.6)$$

где  $\sum_{уст} T_{эк}$  — сумма приведенной экономии времени при проследовании вагона без переработки через попутные технические станции, расположенные между станциями назначения ближнего  $N$  и дальнего  $N_D$  вагонопотоков на уступе (включая станцию назначения ближнего  $N$  вагонопотока).

Если для какой-либо струи вагонопотока затраты на накопление перекрываются сбережениями приведенных вагоно-часов по одной из попутных технических станций с наименьшей расчетной экономией  $\min T_{эк}$ , то эта струя всегда выделяется в отдельное назначение, так как она удовлетворяет *общему достаточному* условию (ОДУ)

$$N \times \min T_{эк} \geq cm. \quad (2.7)$$

В исходных данных на курсовой проект уже содержатся результирующие нормативы параметра накопления по техническим станциям (табл. 15), а также общая приведенная экономия времени, приходящаяся на один вагон, при проследовании им попутной технической станции в транзитном поезде без переработки (табл. 16). Используя их, а также данные о расчетной величине состава грузового поезда (в вагонах) необходимо составить табл. 2.3.

Таблица 2.3

**Расчетные параметры плана формирования поездов (цифры условные)**

Параметр	Технические станции				
	У	А	Н	С	Д
$T_{эк} = t_{эк} + r_в + r_д$	—	6,0	4,0	6,5	7,0
$c$	9,0	9,6	10,5	11,2	10,0
$m$	50	50	50	50	50
$cm^*$	450	480	525	560	500

\* — значение  $cm$  округляют до целого числа

Оптимальный план формирования поездов рассчитывают методом совмещенных аналитических сопоставлений [1, с. 299–302; 2, с. 63–70].

Расчет плана формирования одногруппных грузовых поездов методом совмещенных аналитических сопоставлений выполняют графоаналитическим способом. В верхней части расчетного графика (рис. 2.1) приводятся исходные данные, в числе которых: схема направления; возле каждой технической станции проставляются среднесуточные затраты вагоно-часов на накопление вагонов одного назначения ( $cm$ ) и приведенная экономия от проследования станции одним транзитным вагоном без переработки ( $T_{эк}$ ). Под схемой направления отображается ступенчатая диаграмма вагонопотоков.

Центральная часть является расчетной, а в нижней — показывается оптимальный план формирования одногруппных грузовых поездов для рассматриваемого направления.

Сущность метода заключается в последовательном отборе наиболее выгодных назначений поездов следующим порядком.

Проверяют, соответствуют ли вагонопотоки между начальными и конечными станциями рассматриваемого направления общему достаточному условию; удовлетворяющие этому условию струи переносят в оптимальный план формирования (нижнюю часть графика) и исключают из дальнейшего рассмотрения.

Из оставшихся струй вагонопотоков составляют все возможные назначения сквозных поездов. При этом струи одного направления объединяют с ранее зародившимися или с вагонопотоками, следующими далее станции назначения рассматриваемой струи. В правой части графика назначений подсчитываются: суммарная экономия от проследования вагонами каждой индивидуальной или объединенной струи попутных технических станций без переработки, затраты на их накопление на станциях формирования сквозных поездов и разница между отмеченной экономией и затратами ( $N \sum T_{эк} - cm$ ). В случае, если указанная разница имеет отри-

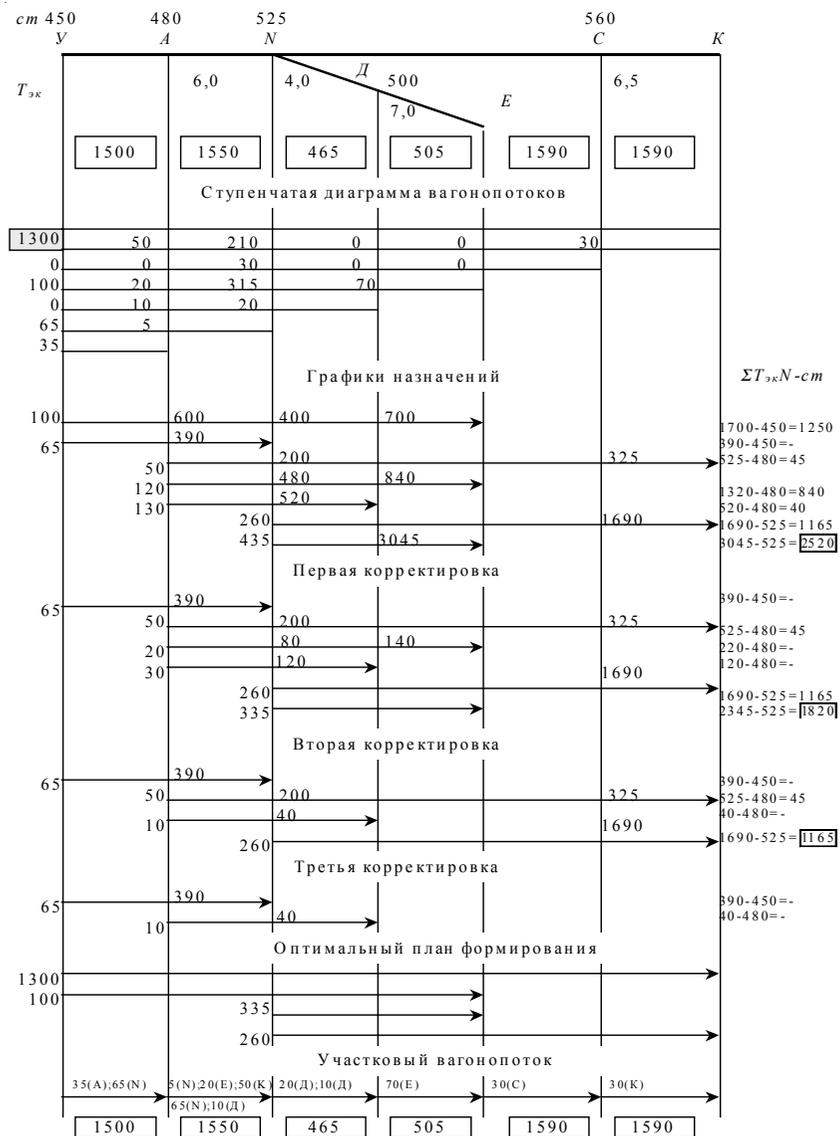


Рис.2.1 Расчет плана формирования одногруппных поездов

цательный знак, проставляется прочерк, который свидетельствует о том, что выделение данной струи (струй) в самостоятельное одногруппное назначение нецелесообразно.

Из рассчитанных экономий вагоно-часов выбирается максимальная и производится анализ назначения, которому она соответствует. Если назначение является одноструйным, то оно однозначно переносится в оптимальный план формирования, а его вагонопоток исключается из дальнейшего рассмотрения. В противном случае (если назначение многоструйное) выполняется проверка целесообразности выделения ранее зародившихся струй или струй, следующих на станции, находящиеся далее станции погашения многоструйного назначения, в самостоятельное одногруппное (и одновременно одноструйное) назначение. При этом рассчитывают дополнительная экономия от проследования вагонами каждой рассматриваемой струи еще одной или нескольких попутных технических станций без переработки, и определяют затраты, связанные с их накоплением.

Если дополнительная экономия по каждой индивидуальной струе не покрывает затрат на накопление вагонов при их выделении в самостоятельные назначения, то в оптимальный план формирования переносится первоначальное многоструйное назначение. В противном случае — в оптимальный план формирования переносится то одноструйное назначение, которое дает наибольшую положительную разницу ( $N\Sigma T_{жк} - ct$ ).

На следующем этапе производится корректировка первоначально установленных назначений сквозных поездов, при которой выделенная в оптимальный план формирования струя (струй) исключается из других возможных сквозных назначений. В процессе этой корректировки вагонопотоки многоструйного назначения, зародившиеся или погашаемые на смежных технических станциях (формирования или расформирования составов многоструйного назначения), переносятся в участковые назначения.

Далее для нового набора сквозных назначений расчеты повторяются. Они прекращаются тогда, когда в правой

части графика назначений будут присутствовать одни прочерки ( $N\Sigma T_{\text{жк}} - ct) < 0$ . В этом случае все оставшиеся струи переносятся в участковые назначения.

Проверка правильности определения оптимального плана формирования одnogруппных поездов производится суммированием вагонопотоков, перемещающихся по каждому участку, в ступенчатой диаграмме вагонопотоков и в схеме оптимального плана формирования, а также попарным сравнением указанных сумм, которые безусловно должны быть равны.

Рассмотрим порядок определения оптимального плана формирования одnogруппных поездов для исходных данных, приведенных в табл.2.3.

Прежде чем составлять график назначений сквозных поездов, необходимо проверить, удовлетворит ли вагонопоток между конечными станциями У и К, У и Е общему достаточному условию (2.7):

- ✓ для У-К:  $1300 \times 4 > 450$  — удовлетворяет ОДУ;
- ✓ для У-Е:  $100 \times 4 > 450$  — не удовлетворяет ОДУ.

Следовательно, одноструйное назначение У-К включается в оптимальный план формирования и в графике назначений не приводятся, в то время как У-Е – наоборот остается в графике назначений, и на данном этапе эффективность его включения в оптимальный план формирования не доказана. Рекомендуется цифру 1300 в ступенчатом графике зачеркнуть карандашом, как не участвующую в дальнейших расчетах.

Далее составляем график назначений сквозных поездов, проходящих без переработки не менее одной технической станции и проверяем их по необходимому условию (2.5).

Из расчета (рис. 2.1) видно, что шесть назначений удовлетворяют НУ, из них наибольшую экономию дает N-E (оно называется исходным). Это назначение является многоструйным, поскольку в него включены три назначения У-Е, А-Е, N-E, и оно короче более дальних назначений У-Е и А-Е. Из этих дальних назначений выбираем одно с наибольшей экономией (в примере У-Е) и делаем проверку: можно

ли его выделить из исходного в самостоятельное? Если да, то в исходном назначении вагонопоток уменьшится на 100 вагонов и суммарная экономия уменьшится на 700 ваг-ч, которую дает У-Е по ст. Д. Следовательно, если самостоятельным будет назначение У-Е, а исходным – N-E, то общая экономия от выделения вагонопотока У-Е в самостоятельное назначение и уменьшения исходного назначения составит:

$$1250 + (2520 - 700) = 3070.$$

Это больше, чем в исходном назначении, поэтому целесообразно выделить У-Е в самостоятельное назначение (далее назначение выделяют в самостоятельное всегда, когда общая экономия больше, чем в исходном назначении).

Таким образом, назначение У-Е включается в оптимальный план формирования поездов.

Далее выполняем первую корректировку. Опять создаем сквозные назначения и по каждому из них определяем экономию. В процессе расчетов установлено, что наибольшую экономию дает двухструйное назначение N-E, которое состоит из вагонов собственно струи N-E и более дальнего назначения А-Е. Из рис. 2.1 видно, что выделение струи А-Е в самостоятельное назначение не эффективно, поэтому в оптимальный план формирования переносим назначение N-E, а передачу вагонопотока А-Е на участке А-Н осуществляем в участковых поездах.

Выполняем вторую корректировку, после которой видно, что на графике сквозных назначений осталось четыре, из которых только два дают экономию вагоно-часов. Наибольшая экономия присутствует у двухструйного назначения N-K. В случае выделения из него одноструйного назначения А-К экономия составит:

$$45 + (1165 - 325) = 885.$$

Таким образом, по сравнению с исходным назначением экономия уменьшается, что говорит о нецелесообразности

выделения  $A-K$  в самостоятельное назначение. Поэтому в оптимальный план формирования переносим назначение  $N-K$ , а вагонопоток  $A-K$  на участке  $A-N$  будет перемещаться в участковых поездах.

После третьей корректировки устанавливаем, что ни одно из двух оставшихся сквозных назначений не удовлетворяет НУ. Поэтому их вагонопоток отмечается в соответствующих назначениях участковых поездов.

Ниже общих вагонопотоков, обведенных рамкой, наносятся назначения отправительских маршрутов нечетного направления, а также угловые потоки  $E-K$  и  $K-E$  и сборные поезда на участках  $A-N$ ,  $N-D$ ,  $N-C$  с указанием числа вагонов.

### 2.3. Определение показателей плана формирования

В заключение рассчитывают следующие показатели плана формирования поездов:

□ количество формируемых назначений всего и по каждой станции, с учетом сборных поездов на участках  $A-N$ ,  $N-C$ ,  $N-D$ ;

□ средний простой под накоплением:

- по каждому назначению:

$$t_{\text{нак}} = \frac{cm}{N}; \quad (2.8)$$

- в среднем по каждой станции:

$$t_{\text{нак}}^{\text{ср}} = \frac{cmK_n}{\sum N}, \quad (2.9)$$

где  $N$  — вагонопоток данного назначения;

$K_n$  — число назначений поездов, формируемых на данной станции;

$\sum N$  — общий вагонопоток в  $K_n$  назначениях;

□ коэффициент транзитности по ст.  $N$ , равный отношению транзитного вагонопотока, проходящего станцию без переработки, к общему транзитному вагонопотоку, следующему через эту станцию (определяется с учетом отправительских маршрутов):

$$K_{\text{мп}} = \frac{\sum N_{\text{мп}/\delta}}{\sum N_{\text{мп}/\delta} + \sum N_{\text{мп}/\epsilon}}, \quad (2.10)$$

где  $\sum N_{\text{мп}/\delta}$  — число вагонов, следующих через ст.  $N$  без переработки, с учетом отправительских маршрутов;

$\sum N_{\text{мп}/\epsilon}$  — число транзитных вагонов, проходящих ст.  $N$  с переработкой.

Знаменатель формулы (2.10) определяют по диаграмме грузеных вагонопотоков — суммируют общее отправление грузеных вагонов из  $N$  в направлении на  $C$  и на  $D$ , и из этой суммы вычитают число погруженных вагонов на ст.  $N$  назначением на  $C$ ,  $K$ ,  $D$ ,  $E$  и на участки  $N-C$ ,  $N-D$ .

### Контрольные вопросы по разделу

1. Что такое отправительский маршрут?
2. Основные элементы плана формирования и последовательность их расчета.
3. Основные параметры, оценивающие эффективность отправительского маршрута.
4. Как изменяются затраты на организацию отправительского маршрута, если уменьшить (увеличить) количество вагонов в подаче?
5. Как определяется и что характеризует параметр  $T_{\text{жк}}$ ?
6. Что характеризует параметр  $c$  и каково его максимальное значение?
7. Как выражается общее достаточное условие?
8. Как выражается необходимое условие?
9. Как определяются затраты на накопление?
10. Как влияет мощность назначения на средний простой вагона под накоплением?

### 3. Организация местной работы на железнодорожных участках

#### 3.1. Определение погрузки и выгрузки на опорных станциях

Таблица вагонопотоков (табл. 1.1) и диаграмма грузе-ных вагонопотоков (рис. 1.2) содержат общую информацию о погрузке и выгрузке вагонов на железнодорожных участках (в отдельных случаях в таблице и на диаграмме могут отражаться крупные грузовые станции). В то же время, для разработки технологии развоза местного груза, требуется детальная информация о погрузке и выгрузке вагонов на каждой промежуточной станции участка. Такая информация может задаваться в форме таблицы местных вагонопотоков (табл. 3.1), детализирующей погрузочно-выгрузочную работу по каждой станции участка.

Предварительно в данном разделе курсового проекта указывается на каком участке разрабатывается технология развоза местного груза. Для заданного участка (п. 15 исходных данных) по табл. 1.1 (или диаграмме — рис. 1.2) определяют общее количество погруженных вагонов в четном и нечетном направлениях и прибытие под выгрузку с четного и нечетного направлений. Затем, согласно заданию в пояснительной записке составляют табл. 3.1, где указыва-

Таблица 3.1

**Распределение погрузки и выгрузки по опорным станциям участка**

Промежуточные станции	Погрузка				Выгрузка			
	в четном направлении		в нечетном направлении		с четного направления		с нечетного направления	
	%	ваг.	%	ваг.	%	ваг.	%	ваг.
2	20	5	15	7	25	9	35	10
4	30	8	20	9	25	9	15	5
6	15	4	35	16	25	9	30	9
8	35	8	30	13	25	8	20	6
Всего	100	25	100	45	100	35	100	30

ют погрузку и выгрузку по каждой опорной станции в процентах и вагонах.

Так, например, из диаграммы грузе-ных вагонопотоков (рис. 1.2) видно, что на однопутном участке *N-D* погрузка в четном направлении составляет 25 вагонов, а в нечетном — 45 вагонов; выгрузка на промежуточных станциях соответственно равна: вагонов, поступивших с четного направления — 35, с нечетного 30. Согласно заданному процентному распределению погрузки-выгрузки в табл. 3.1 приведены объемы грузовой работы на опорных промежуточных станциях участка в абсолютных величинах.

На основании табл. 3.1 составляют диаграмму местных вагонопотоков между опорными станциями (рис. 3.1). На диаграмме показываются технические и промежуточные станции. В нижней части диаграммы отображается вагонопоток, следующий в нечетном направлении, а в верхней — в четном. Первоначально на диаграмму наносят вагонопотоки, следующие под выгрузку, а затем — выходящие с участка после погрузки. На каждой станции указывают количество выгруженных вагонов (со знаком «минус») и количество погруженных вагонов (со знаком «плюс»). В нижней части диаграммы (под каждой станцией) проставляют избыток вагонов (со знаком «плюс») или их недостаток (со знаком «минус»). На завершающем этапе построения диаграммы происходит распределение порожнего вагонопотока между станциями его избытка и недостатка. Излишний порожний вагонопоток «выводится» с участка. При этом направление его следования должно совпадать с общим направлением следования порожних вагонов. Если же погрузка больше выгрузки, то порожние вагоны поступают на участок с участковой станции по направлению общего потока порожних вагонов (см. рис. 1.3 — «Диаграмма порожних вагонопотоков»).

Прицепка и отцепка порожних вагонов отображается по каждой станции в знаменателе. При распределении порожних вагонов следует стремиться к минимизации их пробега внутри участка.

Правильность построения диаграммы проверяется равенством чисел, получаемых сложением входящего на участок порожнего и груженого вагонопотоков с четного и нечетного направлений ( $30+35+5=70$ ) и выходящих вагонопотоков ( $25+45=70$ ).

### 3.2. Организация работы сборных поездов

Согласно диаграмме (рис. 3.1) выполняют расчет количества сборных поездов по перегону с наибольшим вагонопотоком (по весу) с учетом исходных данных задания и расчетных формул из [2], с. 162–163, 311–319, 522; 3, с. 246–250]. В общем случае

$$n_{сб} = \frac{N_{\max}^{ч(н)}}{m}, \quad (3.1)$$

где  $N_{\max}^{ч(н)}$  — максимальный вагонопоток на перегонах рассматриваемого участка, перемещаемый в четном (нечетном) направлении.

$m$  — расчетное число вагонов в составе поезда.

Результат расчетов по формуле (3.1) следует округлять до ближайшего целого значения в большую сторону.

Из диаграммы (рис. 3.1) видно, что и в четном и в нечетном направлениях максимальный вагонопоток перемещается на перегонах между технической станцией  $D$  и промежуточной станцией  $8$  (соответственно 40 и 45 вагонов). При числе вагонов в составе, равном 50, на рассматриваемом участке следует назначить одну пару сборных поездов.

Время работы сборных поездов (четного и нечетного направлений) на каждой промежуточной станции принимают 30 мин.

Далее рассматривают два варианта прокладки сборных поездов. На графике указывают время прибытия и отправления сборных поездов и количество отцепленных (–) и прицепленных (+) вагонов по каждой опорной станции. Согласно

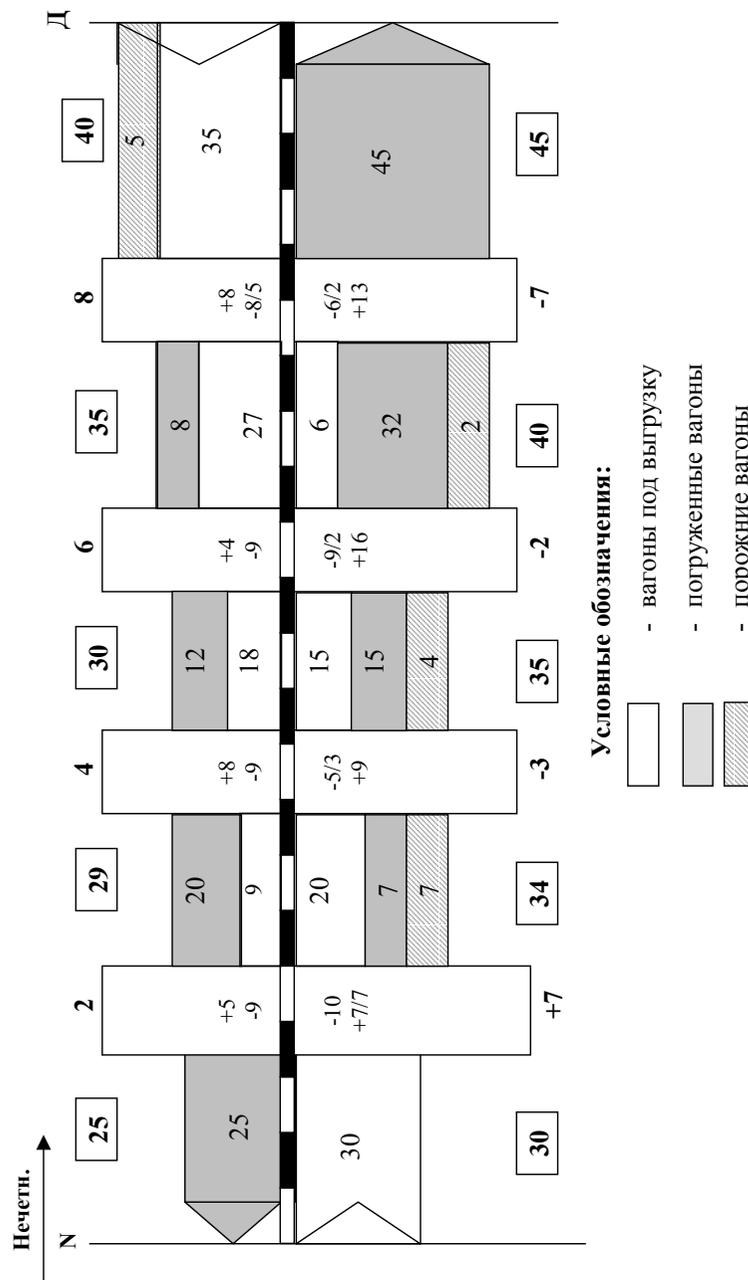


Рис. 3.1. Диаграмма местных вагонопотоков

исходным данным задания указанные варианты должны различаться минимальным временем простоя вагонов под грузовыми операциями (соответственно 6 и 8 часов). Если на участке работают две пары сборных поездов, то интервал между отправлением их с технических станций принять около 12 ч.

Для расчета простоя местного вагона и под одной грузовой операцией на заданном участке для каждого варианта прокладки сборных поездов составляют табл. 3.2 — для первого варианта и табл. 3.3 (здесь не приводится) — для второго.

Таблица 3.2

**Расчет простоя местных вагонов на участке (цифры условные)**

номер станции	Прибытие			Отправление			Простой местного вагона	Вагоно-часы
	№ поезда	время	количество вагонов	номер поезда	время	количество вагонов		
8	3401	10-00	8	3402	17-30	8	7-30	60
	3402	17-00	13	3401	10-30	10	17-30	175
	и т.д.			и т.д.				
Всего								

Для сокращения простоя вагонов при составлении табл. 3.2 и 3.3 рекомендуется вагоны из-под выгрузки, прибывшие с четным поездом, максимально использовать для погрузки вагонов, отправляемых с нечетным поездом, и наоборот.

По данным табл. 3.2 определяют простой местного вагона под одной грузовой операцией по первому варианту, а по табл.3.3 — по второму варианту:

$$t_{zp} = \frac{\sum B_{вч}}{m_n + m_g}, \quad (3.2)$$

где  $\sum B_{вч}$  — суммарные вагоно-часы нахождения местных вагонов на промежуточных станциях участка в рассматриваемом варианте (принимаются по итоговой строке табл. 3.2 или табл. 3.3);

$m_n, m_g$  — общее количество соответственно погруженных и выгруженных вагонов на промежуточных станциях участка.

Лучший вариант прокладки сборных поездов принимают по минимуму вагоно-часов простоя.

На втором участке, где разрабатывают график движения, время отправления сборных поездов с технических станций и продолжительность их работы на опорных станциях принимают такими же, как в лучшем варианте графика на заданном участке.

**3.3. Расчет показателей местной работы**

Для расчета показателей по рассматриваемому полигону в целом, рекомендуется составить табл. 3.4, где простой вагонов принимают: на участковых станциях по заданию (табл. 18), а на трех участках (А-Н, С-Н, Д-Н) одинаковым, полученным из расчета на заданном участке.

Погрузка и выгрузка (графы 2 и 3) по подразделениям (графа 1) принимаются из диаграммы грузеных вагонопотоков (рис. 1.2), либо табл. 1.2. Количество грузовых операций (графа 4) определяют простым суммированием размеров погрузки и выгрузки в вагонах. Вагоно-часы (графа 6) рассчитывают перемножением числа грузовых операций на про-

Таблица 3.4

**Расчет показателей местной работы на полигоне (цифры условные)**

Участковые станции и участки	Погрузка	Выгрузка	Количество грузовых операций	Простой под грузовой операцией, ч	Вагоно-часы	Участвовало вагонов	Простой местного вагона	Коэффициент двоящихся операций
1	2	3	4	5	6	7	8	9
А	115	85	200	12,0	2400	115	20,87	1,74
С	25	55	80	15,0	1200	55	21,82	1,45
Д	125	65	190	14,0	2660	125	21,28	1,52
Н	205	145	350	10,0	3500	205	17,07	1,71
Н-А	75	70	145	16,0	2320	75	30,93	1,93
Н-С	55	65	120	16,0	1920	65	29,54	1,85
Н-Д	70	65	135	16,0	2160	70	30,86	1,93
По полигону	670	550	1220	13,25	16160	710	22,76	1,72

стой под одной грузовой операцией. Поскольку в курсовом проекте подвижной состав принят взаимозаменяемым (все вагоны из-под выгрузки могут быть использованы под погрузку), то в графе «Участвовало вагонов» проставляется большая из двух величин: погрузка или выгрузка (графы 2 и 3). Простой местного вагона (графа 8) определяется делением вагоно-часов на количество вагонов, участвовавших в грузовых операциях. Коэффициент сдвоенных операций (графа 9) рассчитывается делением числа грузовых операций на количество вагонов, принимавших в них участие.

#### Контрольные вопросы по разделу

1. Что такое местная работа отделения, дороги?
2. Как по диаграмме местных вагонопотоков определить:
  - а) погрузку и выгрузку на участке;
  - б) количество сборных поездов;
3. Какая разница в определении простоя местного вагона и под одной грузовой операцией?
4. Как определить для конкретной станции, нужно ли подсылать порожние вагоны?
5. Как влияет количество пар сборных поездов на простой местного вагона?

#### 4. Разработка графика движения поездов и расчет пропускной способности участков

Кратко показать роль графика движения поездов в организации эксплуатационной работы [1], с. 321–322; 3, с. 4–6; 4, с. 261–263; 5, с. 195–200].

##### 4.1. Определение количества и категории грузовых поездов

На основе диаграмм груженых и порожних вагонопотоков, а также рассчитанного числа вагонов в груженых и порожних составах определить общее количество грузовых поездов на всех трех участках полигона.

Далее из общего количества груженых поездов на основании оптимального плана формирования для нечетного направления выделить сквозные, участковые, сборные поезда.

В четном направлении структуру поездопотока принять такой же, как и в нечетном.

По результатам расчета составить табл. 4.1.

В общем случае количество поездов рассчитывается путем деления груженого вагонопотока на число вагонов в составе груженого поезда  $m_{гр}$  (порожного вагонопотока на число вагонов в составе порожнего поезда  $m_{пор}$ ).

Таблица 4.1

Количество грузовых поездов на участках

Наименование поезда	A-N		N-D		N-C	
	Нечетное направление	Четное направление	Нечетное направление	Четное направление	Нечетное направление	Четное направление
Всего	60	60	17	17	62	62
В том числе:						
сквозных	56	54	15	14	60	59
участковых	3	3	1	1	1	1
сборных	1	1	1	1	1	1
резервных локомотивов	—	2	—	1	—	1

##### 4.2. Основные исходные данные для составления графика движения поездов

Для участков, на которых составляется график (A-N и N-D), этот параграф выполнить в следующей последовательности:

Определить элементы графика: согласно заданию составить таблицы времени хода по перегонам грузовых и пассажирских поездов на однопутном (в пояснительной записке будет табл. 4.2) и двухпутном (в пояснительной записке будет табл. 4.3) участках; подсчитать общее время хода по участку в четном и нечетном направлениях и определить ходовую скорость пары этих поездов, а на двухпутном участке — еще и в каждом направлении.

Далее определить среднюю ходовую скорость пары грузовых поездов на участке, где не строится график, его длину взять из задания, а время хода поездов — из табл.4.3.

Определить станционные интервалы: одновременного прибытия ( $\tau_{ин}$ ), попутного прибытия поездов ( $I_{пр}$ ), попутного отправления поездов ( $I_{от}$ ), межпоездной интервал ( $I$ ) на однопутном и двухпутном участках согласно [3], с. 14–29; 5, с. 268–272; 6, с. 206–220].

Для каждого интервала привести: схему скрещения поездов (грузового с грузовым) и обгона (грузового поезда пассажирским), а также схему взаимного расположения поездов при подходе к раздельному пункту и расчетную формулу. В качестве расчетной принять среднюю ходовую скорость и заданную длину блок-участков. Межпоездной интервал определяется при трехблочном разграничении поездов. Интервал скрещения принять равным 1 мин. Все интервалы после точного расчета округлить до целого большего числа.

### 4.3. Определение наличной пропускной способности перегонов

Дать понятие наличной пропускной способности перегонов [1], с. 333–336; 3, с. 30–34; 5, с. 274–280; 6, с. 312–324], и цель ее расчета в курсовом проекте.

Согласно действующей Инструкции МПС РФ [10] наличную пропускную способность перегонов определяют по следующим формулам:

а) на однопутных участках с диспетчерской централизацией (пар поездов):

$$N_{од} = \frac{(1440 - t_{техн})\alpha_{над}}{T_{пер} \left( 1 - \frac{\alpha(K-1)}{K} \right) + \frac{2I\alpha(K-1)}{K}}; \quad (4.1)$$

б) на двухпутных линиях с автоблокировкой по каждому главному пути (поездов):

$$N_{дв} = \frac{(1440 - t_{техн})\alpha_{над}}{I}, \quad (4.2)$$

где  $t_{техн}$  — технологическое «окно» для выполнения работ по текущему содержанию пути (на однопутных участках — 60 мин, на двухпутных — 120 мин);

$\alpha_{над}$  — коэффициент, учитывающий влияние отказов технических устройств на пропускную способность (на однопутных линиях при электрической тяге — 0,92, а при тепловозной — 0,89; на двухпутных линиях соответственно 0,92 и 0,90).

$I$  — расчетный межпоездной интервал в пакете при автоблокировке, мин;

$K$  — число поездов в пакете;

$T_{пер}$  — период графика на однопутном участке, мин.

Определение параметров  $T_{пер}$ ,  $K$ ,  $\alpha$  в пояснительной записке дать самостоятельно по аналогии с приведенным выше определением для  $t_{техн}$ ,  $\alpha_{над}$ . В расчетах принять  $\alpha = 1$ ,  $K = 2$  и обосновать это исходя из количества путей на промежуточных станциях; привести схему периода графика при расчетных значениях  $\alpha$  и  $K$ .

Меньшее значение  $T_{пер}$  выбрать из анализа четырех схем, которые разрабатываются для ограничивающего перегона.

*Ограничивающим* называется перегон, имеющий максимальный (из всех перегонов рассматриваемого участка) период графика или минимальную пропускную способность. В первом приближении ограничивающим является перегон, имеющий максимальное суммарное время хода пары поездов (в четном и нечетном направлениях). От порядка следования поездов через этот перегон зависит величина

периода графика, а следовательно, и пропускная способность не только самого ограничивающего перегона, но и всего железнодорожного участка. Оптимальный же вариант прокладки ниток графика на однопутном участке должен обеспечивать максимальную пропускную способность ограничивающего перегона.

При отсутствии технической стоянки на станциях, примыкающих к ограничивающему (или близким к нему по времени хода поездов) перегону, возможны следующие четыре схемы прокладки поездов и соответствующие им формулы расчета периода графика движения.

1. Поезда пропускают с ходу на ограничивающий перегон (рис. 4.1):

$$T_{пер} = t' + t'' + \tau_{нп}^A + \tau_{нп}^B + 2t_3 T_{пер}, \quad (4.3)$$

где  $t'$  и  $t''$  — время хода поезда по перегону соответственно в нечетном и четном направлениях (без учета времени на разгон и замедление), мин;

$\tau_{нп}^A, \tau_{нп}^B$  — интервалы неодновременного прибытия поездов соответственно на станциях  $A$  и  $B$ , мин;

$t_3$  — время на замедление поезда, мин.

2. Поезда пропускают с ходу с ограничивающего перегона (рис. 4.2):

$$T_{пер} = t' + t'' + \tau_c^A + \tau_c^B + 2t_p, \quad (4.4)$$

где  $t_p$  — время на разгон поезда, мин;

$\tau_c^A, \tau_c^B$  — интервалы скрещения соответственно на станциях  $A$  и  $B$ , мин.

3. Нечетные поезда пропускают с ходу через оба отдельных пункта, примыкающих к ограничивающему перегону (рис. 4.3):

$$T_{пер} = t' + t'' + \tau_{нп}^A + \tau_c^B + t_p + t_3. \quad (4.5)$$

4. Четные поезда пропускают с ходу через оба отдельных пункта, примыкающих к ограничивающему перегону (рис. 4.4):

$$T_{пер} = t' + t'' + \tau_c^A + \tau_{нп}^B + t_p + t_3. \quad (4.6)$$

Из перечисленных выбирают схему с наименьшим периодом графика.

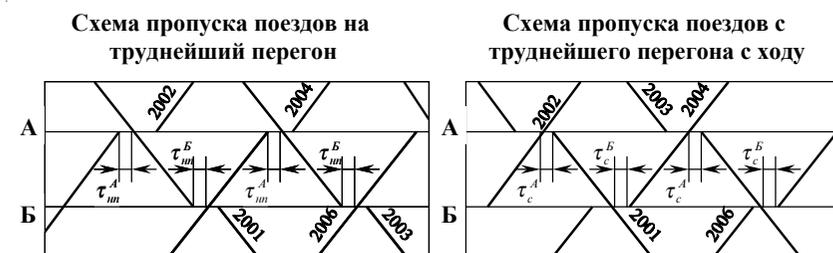


Рис. 4.1

Рис. 4.2

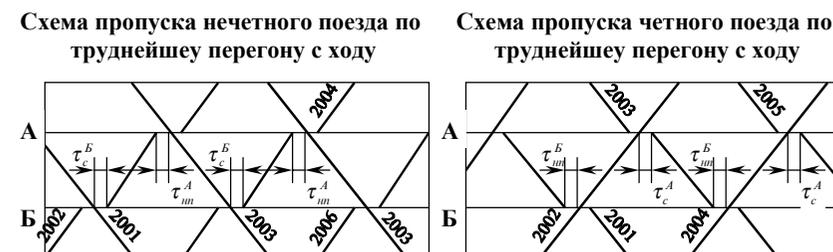


Рис. 4.3

Рис. 4.4

Так как интервалы скрещения и неодновременного прибытия, время разгона и замедления в общем случае не равны между собой, то должна быть выбрана та схема пропуска поездов через отдельные пункты, примыкающие к ограничивающему перегону, которая дает наименьшую сумму станционных интервалов, времени разгона и замедления поезда.

Наличная пропускная способность перегонов используется поездами разных категорий, что имеет место при непараллельном графике. Чтобы определить, можно ли пропустить все эти поезда, их через коэффициенты съема  $\varepsilon_{nc}$ ,  $\varepsilon_{cб}$  приводят к одной категории поездов, по которой рассчитывается наличная пропускная способность. Как правило, это грузовые транзитные поезда.

Приведенное количество поездов  $n_{np}$  определяют из выражения

$$n_{np} = n_{zp} + n_{nc}\varepsilon_{nc} + n_{cб}(\varepsilon_{cб} - 1), \quad (4.7)$$

где  $n_{zp}$  — количество пар грузовых поездов с учетом сборных  $n_{cб}$ ;  
 $n_{nc}$  — количество пар пассажирских поездов.

Коэффициенты съема для пассажирских поездов определяют по формулам:

а) на однопутных линиях с диспетчерской централизацией:

$$\varepsilon_{nc} = 1 + 0,6\alpha - \frac{20C_4^\phi}{n_{nc}} \geq 1; \quad (4.8)$$

б) на двухпутных линиях с автоблокировкой:

$$\varepsilon_{nc} = \frac{t_{zp}(1-\Delta)(0,8-0,005n_{nc})}{I} + 1,3, \quad (4.9)$$

где  $C_4^\phi$  — отношение количества промежуточных станций с четырьмя путями к общему количеству станций на участке;

$t_{zp}$  — время хода грузового поезда по максимальному перегону, мин;

$\Delta$  — отношение средней ходовой скорости грузового поезда на участке к средней ходовой скорости пассажирского.

Коэффициент съема сборных поездов определяют из выражений:

а) на однопутном участке с диспетчерской централизацией:

$$\varepsilon_{cб} = \frac{2I}{T_{пер}}(1,2 + 0,9C_{cб}) - 0,4n_{nc}(1-\Delta) - 0,5 \geq 1, \quad (4.10)$$

где  $C_{cб}$  — количество станций, обслуживаемых сборным поездом;

б) на двухпутных линиях с автоблокировкой:

$$\varepsilon_{cб} = (C_{cб} + 1)[1 - 0,02n_{nc}(2 - \Delta)] \geq 1. \quad (4.11)$$

Коэффициент заполнения пропускной способности

$$\gamma_N = \frac{n_{np}}{N}. \quad (4.12)$$

Резерв пропускной способности:

➤ в поездах или парах поездов:

$$n_{рез} = N - n_{np}; \quad (4.13)$$

➤ в процентах:

$$n'_{рез} = \left(1 - \frac{n_{np}}{N}\right) 100\%. \quad (4.14)$$

#### 4.4. Построение графика движения поездов

График движения поездов составляется на участках  $A-N$  и  $N-D$  на типовой сетке бланка, утвержденного МПС, или на листе ватмана со строгим соблюдением размеров типовой сетки (10 мин – 5 мм).

На бланке графика участки и перегоны располагают в последовательности, приведенной на рис. 4.5. Перегоны принять одинаковой длины.

Составление графика начинают с прокладки пассажирских поездов, затем сборных и после этого прокладывают грузовые поезда.

Прокладку на графике пассажирских поездов выполняют с соблюдением режима следования по участкам, установ-

ленного заданием. Согласно учебному шифру по табл.19 исходных данных составить расписание пассажирских поездов по ст. *A*, *D* и *N* и режим движения по участкам, которые приводят в табл. 4.2, 4.3 и 4.4.

Таблица 4.2

**Время отправления четных пассажирских поездов со станции *D***

Порядковый номер поезда	Номер поезда	Время, ч	Категория поезда и режим движения на участке
1			
2			
3			
4			
5			

Таблица 4.3

**Время отправления нечетных пассажирских поездов со станции *A***

Порядковый номер поезда	Номер поезда	Время, ч	Категория поезда и режим движения на участке	Станция назначения
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Если время отправления на участок *N-A* пассажирских поездов, прибывших из *C*, совпадает с временем отправления поезда, следующего из *D*, то первым отправляется поезд высшей категории, а за ним — второй через 10 мин. Если категории поездов одинаковые, первым отправляется поезд, прибывший из *D*.

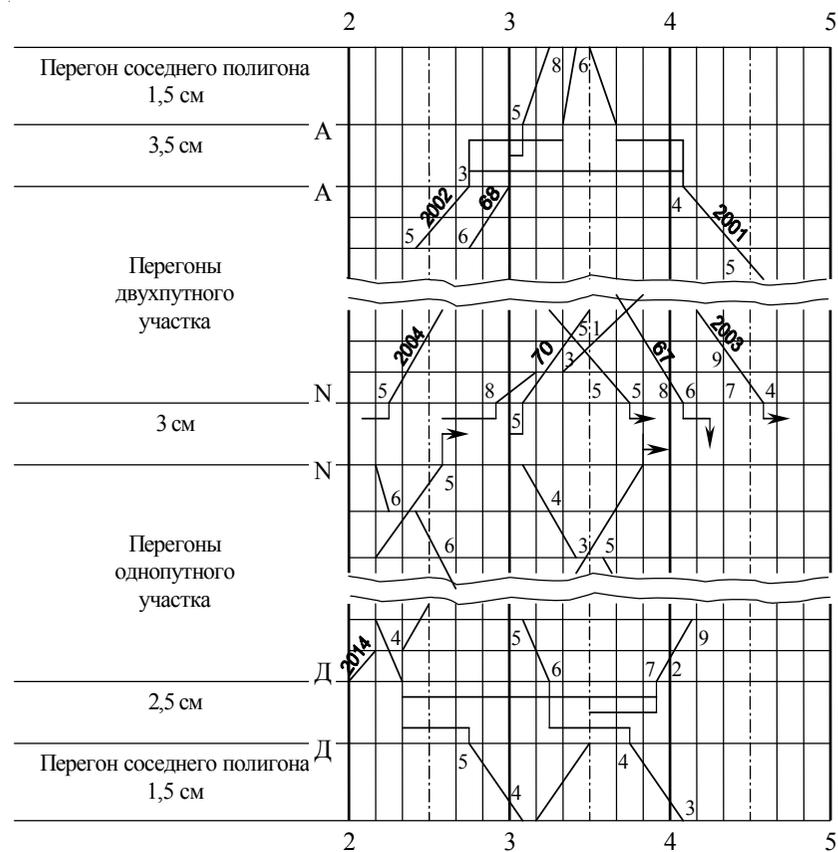


Рис. 4.1. График движения поездов на линии F-N-D

Прокладку грузовых поездов можно начинать с участковых станций со средним интервалом, равным:

$$I_{cp} = \frac{1440 - t_{мехн}}{n_{np}}, \quad (4.15)$$

где  $n_{np}$  — условное число «ниток» грузовых поездов, где пакет из двух поездов на однопутном участке считается за одну «нитку».

Таблица 4.4

Время прибытия четных поездов на станцию *N* со станции *C*

Порядковый номер поезда	Номер поезда	Время, ч	Категория поезда и режим движения на участке
6			
7			
8			
9			
10			

При построении графика между соседними «нитками» фактический интервал может быть от  $0,8I_{cp}$  до  $1,1I_{cp}$ .

На участковых станциях *A*, *D* графически показать простой транзитных грузовых поездов и время нахождения в оборотном депо локомотивов в сторону заданного участка.

Все поезда прокладывают и на перегоне соседнего отделения. Время хода по этому перегону принимают равным времени хода на третьем перегоне заданного участка. При организации скрещения и обгона поездов на станциях участка следует учитывать их путевое развитие. Цифры времени прибытия и отправления ставят в тупом углу, образованном линией хода поезда и осью станции, а при безостановочном пропуске — в тупом углу по отправлению. Номера четных и нечетных поездов проставляют соответственно на крайних и вторых перегонах участка от участковой и сортировочной станции.

На однопутном участке прокладывают по четыре пакета поездов в четном и нечетном направлениях (в каждом пакете два грузовых поезда).

В дневное время суток на графике предусматривают технологические «окна»: 2 ч по каждому пути на двухпутном участке и 1 ч на однопутном участке.

Поезда различных категорий нумеруют:

Скорые	1–150
Пассажирские дальнего сообщения	151–298
Пассажирские местного сообщения	601–698

Сквозные грузовые	2001–2998
Участковые	3001–3398
Сборные	3401–3498
Вывозные	3501–3598
Одиночные локомотивы	4301–4398

На ст. *N* графически показать стоянку транзитных поездов, причем время прибытия из *C* отметить на пути приема вертикальной чертой стрелкой вверх, а время отправления на пути отправления — вертикальной чертой стрелкой вниз. Так же отметить время прибытия и отправления пассажирских поездов.

## 4.5. Расчет качественных показателей графика движения поездов

Для каждого участка определить следующие показатели для грузового движения:

- участковую скорость [1, с. 356–357; [5, с. 297; 6, с. 267];
- коэффициент участковой скорости:

$$\beta_x = \frac{V_{yc}}{V_x}, \quad (4.16)$$

где  $V_{yc}$  — участковая скорость, км/ч;  
 $V_x$  — ходовая скорость, км/ч;

- среднее время стоянки транзитных грузовых поездов на станциях *A*, *D*, *K*;
- среднее время простоя локомотивов на станциях.
- рабочий парк локомотивов [[1], с. 381–383; [5], с. 525–528, формулы (8.59), (8.60)];

• время нахождения локомотивов на участках *A-N* и *N-D*.

На участках, где не составляются графики, участковая и техническая скорости определяются с учетом сборных поездов один раз для поездов обоих направлений.

Для расчета участковой и технической скорости составляются таблицы по типу табл. 4.5.

Таблица 4.5

## Расчет времени нахождения поездов на участках

Номер поезда	Время отправления с технической станции	Время прибытия на техническую станцию	Время в пути		
			всего	в движении	на промежуточных станциях
2002	0-20	4-44	4-24	4-18	0-06
2004	0-42	4-57	4-15	4-15	0-00
и т.д.					

Для определения средней продолжительности стоянки транзитного поезда на технической станции и среднего времени нахождения локомотива на станции оборотного депо составляются таблицы по типу табл. 4.6 и 4.7.

Таблица 4.6

## Расчет времени стоянки транзитных поездов на технической станции

Номер поезда	Время прибытия	Время отправления	Простой
2001	3-50	4-20	0-30
2003	4-12	4-47	0-35
и т.д.			

Таблица 4.7

Номер поезда	Время прибытия	Время отправления	Номер поезда	Простой
2340	16-27	17-45	2351	1-18
2342	16-42	18-22	2017	1-40
и т.д.				

Участковая скорость на двухпутном участке  $N-C$ , где не составляется график движения поездов, определяется по ходовой скорости данного участка и коэффициенту участковой скорости (к ходовой), полученной по графику на участке  $N-A$ .

По этой скорости через поездо-км определяются поездо-часы, необходимые для расчета участковой скорости на отделении.

На каждом участке рассчитывается среднее время оборота поездных локомотивов:

$$\Theta_L = \frac{2L_{уч}}{V_{уч}} + t_{об} + 2t_{см}, \quad (4.17)$$

где  $L_{уч}$  — длина участка, км;

$t_{об}$  — время нахождения локомотива на станции оборота (из составленного графика движения поездов);

$t_{см}$  — время нахождения локомотива на станционных путях на станции основного депо, ст.  $N$  (принять 20 минут).

При расчете  $\Theta_L$  на участке  $N-C$  вместо  $t_{об}$  учитывается  $2t_{мп}$ , где  $t_{мп}$  — средняя стоянка транзитного поезда на ст.  $C$ .

В заключение определяются:

❖ участковая скорость грузовых поездов в целом на полигоне (учитываются поездо-км и поездо-часы на всех трех участках);

❖ среднесуточный пробег и производительность локомотива для всего полигона.

Среднесуточный пробег локомотива:

$$S_L = \frac{2(L_{AN}n_{AN} + L_{NC}n_{NC} + L_{ND}n_{ND})}{M_L}, \quad (4.18)$$

где  $L_{AN}, L_{NC}, L_{ND}$  — длины участков  $A-N, N-C, N-D$ , км;

$n_{AN}, n_{NC}, n_{ND}$  — расчетное число пар грузовых поездов, обращающихся на участках  $A-N, N-C, N-D$  (с учетом сборных);

$M_L$  — рассчитанный потребный парк локомотивов.

Производительность локомотива

$$W_{л} = Q_{бр} S_{л} \Psi, \quad (4.19)$$

где  $Q_{бр}$  — масса состава (брутто), принимаемая в соответствии с исходными данными (масса поезда за вычетом веса поезда локомотива), т;

$\Psi$  — коэффициент производительности локомотива (можно принимать для электрической тяги — 0,857, для тепловозной — 0,913).

### Контрольные вопросы к разделу

1. Как определяют число груженых поездов?
2. Как определяют число порожних поездов?
3. Какой поезд называется сквозным, участковым, сборным, вывозным?
4. Какой тип графика Вы разработали?
5. Как влияет число пассажирских поездов на участковую скорость грузовых?
6. Какие факторы определяют целесообразность применения пакетного графика?
7. Как определить наличную пропускную способность участка, состоящего из 10 перегонов?
8. Что характеризует коэффициент съема?
9. Как влияет коэффициент пакетности на пропускную способность?
10. В каких поездах определяется пропускная способность?
11. Определение участковой, технической и ходовой скоростей.
12. Как влияет изменение величины коэффициента потребности локомотивов на пару поездов на среднесуточный пробег и на производительность локомотива на данном участке?

### Рекомендуемая литература

1. Грунтов П.С. и др. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте. — М.: Транспорт, 1994. — 544 с.
2. Абрамов А.А. Управление эксплуатационной работой. Часть 1. Организация вагонопотоков. Учебное пособие. — М.: 2001. — 144 с.
3. Абрамов А.А. Управление эксплуатационной работой. Часть 2. График движения поездов и пропускная способность. Учебное пособие. — М.: 2002. — 132 с.
4. Железнодорожные станции и узлы. / Под ред. В.М. Акулиничева. — М.: Транспорт, 1992. — 480 с.
5. Кочнев Ф.П. и др. Организация движения на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт. 1979. — 398 с.
6. Заглядимов Д.П. и др. Организация движения на железнодорожном транспорте. — М.: Транспорт, 1985. — 358 с.
7. Каретников А.Д., Воробьев Н.А. График движения поездов. М.: Транспорт, 1979. — 256 с.
8. Сотников И.Б. Эксплуатация железных дорог (в примерах и задачах). — М.: Транспорт, 1985. — 224 с.
9. Тихомиров И.Г. и др. Организация движения на железнодорожном транспорте. Минск: Высшая школа, 1979. — 486 с.
10. Инструктивные указания по организации вагонопотоков на железных дорогах. — М.: Транспорт, 1984. — 256 с.

Д-р техн. наук, проф. КОЗЛОВ В.Е.,  
канд. техн. наук, доц. АБРАМОВ А.А.

**УПРАВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТОЙ  
И КАЧЕСТВОМ ПЕРЕВОЗОК**

**ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ РАБОТОЙ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЧАСТКОВ  
И НАПРАВЛЕНИЙ**

Задание и методические указания к курсовому проекту № 2

**«ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТЫ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЧАСТКОВ»**

Компьютерная верстка *О.А. Денисова*

ЛР № 020307 от 28.11.91

---

Тип. зак.	Изд. зак. 231	Тираж 3 500 экз.
Подписано в печать	Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л. 3,75	Уч.-изд. л. 3,25	Формат 60×90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>

---

Издательский центр РГОТУПС,  
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Типография РГОТУПС, 107078, Москва, Басманный пер., 6