



РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТРАНСПОРТА (МИИТ)

Одобрено кафедрой
«УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫМИ ПРОЦЕССАМИ»

Протокол № ____ от « ____ » _____ 2023 г.

Автор(ы):

Практическая работа

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

УПРАВЛЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТОЙ

Уровень ВО: Специалитет

Форма обучения: Заочная

Курс: 4

Специальность/Направление: 23.05.04 Эксплуатация железных дорог (ЭЖс)

Профиль/специализация: Магистральный транспорт (ДМ), Грузовая и коммерческая работа (ДГ), Пассажирский комплекс ж.д. транспорта (ДП)

Москва
2023

Общие положения

Разработка курсового проекта позволит студентам приобрести практические навыки самостоятельного решения вопросов по организации эксплуатационной работы железнодорожных участков и направлений.

Проект выполняется в определенной последовательности, соответствующей заданию. Пояснения, необходимые для выполнения каждого пункта задания, даны со ссылкой на учебную литературу или приводятся в настоящих методических указаниях.

Задание на курсовой проект и методические указания разработаны в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Управление эксплуатационной работой».

Курсовой проект должен состоять из пояснительной записки объемом 15-20 страниц с необходимыми рисунками и одного листа (типовой бланк) – графика движения поездов.

После каждого раздела даны контрольные вопросы с целью самоконтроля степени усвоения соответствующего материала и подготовки к защите курсового проекта.

При оформлении курсового проекта необходимо соблюдать следующие правила:

1. Пояснительную записку пишут на одной стороне листа, оставляя слева поля 30мм, сверху и снизу по 20 мм, справа – 10мм.

2. Все листы последовательно нумеруют. Номер страницы ставят в правом верхнем углу листа.

3. Строго соблюдают структуру пояснительной записки: нумерацию таблиц, рисунков, формул выполняют по главам. Например, 1.1, 3.4, и т.д., где первая цифра – номер главы, а вторая – порядковый номер таблицы, рисунка, формулы в этой главе.

Исходные данные для выполнения курсового проекта выбираются по трем последним цифрам учебного шифра студента, которым (начиная с последней) присваиваются 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.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

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

2. *А, Д* – участковые станции с оборотным депо; на станции *С* производится смена локомотивных бригад; станция *Н*– сортировочная с основным депо. Линия *У-К* – двухпутная с автоблокировкой; линия *Н-Е* – однопутная с диспетчерской централизацией. Стрелки на всех станциях оборудованы электрической централизацией.

3. Род тяги для грузовых и пассажирских поездов на участках: электрическая, если цифра первого разряда – нечётное число; для остальных – тепловозная тяга.

4. Длину участков выбирают из табл. 1.

Таблица 1 Длина участков, км

Длина участков	Цифра первого разряда учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>А-Н</i>	180	190	185	190	195	185	180	170	175	180
<i>Н-Д</i>	130	138	132	135	150	140	145	150	145	140

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

На каждом участке находится по девять промежуточных станций. Путевое развитие технических и промежуточных станций задаётся учебным полигоном на лабораторной работе на тему: «Работа поездного диспетчера с использованием АРМ ДНЦ».

6. На двухпутных участках время хода грузовых поездов на каждом перегоне определяется для нечётных поездов по цифре первого разряда, для чётных – по цифре второго разряда из табл. 2.

Нумерация промежуточных станций начинается от ст. *Н*.

Таблица 2 Время хода грузовых поездов по перегонам двухпутного участка *A-N*, мин.

Номер перегонов	Цифра учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	18	16	16	16	14	18	18	16	17	17
2	19	19	18	18	16	19	19	17	19	20
3	17	21	20	19	19	20	23	22	20	18
4	23	20	19	24	24	20	19	22	18	20
5	20	23	22	19	21	19	22	19	19	24
6	18	20	18	20	16	23	19	21	23	19
7	21	18	19	22	21	20	24	15	20	20
8	19	20	21	20	19	21	20	20	21	19
9	20	19	18	19	20	19	18	18	18	20
10	15	18	14	16	18	15	14	16	15	16
Всего, мин.	190	194	185	193	188	194	196	186	190	193

7. Время хода грузовых поездов по перегонам однопутного участка определяется аналогично по табл. 3.

Нумерация промежуточных станций начинается от ст. *Д*.

Таблица 3 Время хода грузовых поездов по перегонам однопутного участка *N-Д*, 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
Всего, мин.	150	154	145	153	148	154	156	146	150	153

8. Время хода пассажирских и скорых поездов определяем аналогично по табл. 4 и 5. Время разгона грузовых поездов: 3 мин. при электровозах и 4 мин. при тепловозах; время замедления одинаково и равно 2 мин. Для пассажирских поездов: время на разгон – 1 мин, время на замедление – 1 мин.

Таблица 4 Время хода пассажирских поездов по перегонам двухпутного участка $A-N$, мин.

Номер перегонов	Цифра учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	13	12	12	12	10	13	13	12	12	12
2	14	14	13	13	12	14	14	12	14	14
3	12	15	14	14	14	14	17	16	14	13
4	17	14	14	17	17	14	14	16	13	14
5	14	17	16	14	15	14	16	14	14	17
6	13	14	13	14	12	17	14	15	16	14
7	15	13	14	16	15	14	17	11	14	14
8	14	14	15	14	14	15	14	14	15	14
9	14	14	13	14	14	14	13	13	13	14
10	11	13	10	12	13	11	10	12	11	12
Всего, мин.	137	140	134	140	136	140	142	135	136	138

Таблица 5 Время хода пассажирских поездов по перегонам однопутного участка $N-D$, мин.

Номер перегонов	Цифра учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	10	9	9	9	7	10	10	9	9	9
2	11	11	10	10	9	11	11	9	11	11
3	9	12	11	11	11	11	13	13	11	10
4	13	11	11	14	14	11	11	13	10	11
5	11	13	13	11	11	11	13	11	11	14
6	10	11	10	11	9	13	11	12	13	11
7	12	10	11	13	12	11	14	8	11	11
8	11	11	12	11	11	12	11	11	12	11
9	11	11	10	11	11	11	10	10	10	11
10	8	10	7	9	10	8	7	9	8	9
Всего, мин.	106	109	104	110	105	109	111	105	106	108

9. Массу вагона брутто ($q_{\text{бр}}$, т), тару вагона (q_m , т) и длину вагона (l_g , м) определяют по табл. 6.

Таблица 6 Характеристика грузовых вагонов

Показатель	Цифра первого разряда 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
$l_{ваг}$	14,6	14,0	14,4	14,1	14,7	14,2	14,3	14,0	14,5	14,0

10. Исходный гружёный вагонопоток выбирают из табл. 7 – 16 в зависимости от цифры первого разряда учебного шифра и приводят в пояснительной записке (в последней колонке – погрузка, последней строке – выгрузка).

Таблица 7 (цифра первого разряда 0)

Из\ На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	-	100	37	700	150	17	65	45	26	90	1230
А	24	-	-	42	65	-	47	38	-	36	252
А-Н	37	5	-	11	6	-	16	6	-	-	81
К	700	40	11	-	17	20	50	50	11	49	948
С	-	-	17	40	-	11	20	30	-	-	118
С-Н	26	-	-	32	6	-	11	6	-	-	81
Е	35	65	6	16	63	12	-	46	21	25	289
Д	33	8	6	-	-	6	34	-	16	56	159
Д-Н	16	28	-	-	-	-	32	16	-	-	92
Н	21	8	16	242	59	10	75	9	11	-	451
Всего	892	254	93	1083	366	76	350	246	85	256	3701

Таблица 8 (цифра первого разряда 1)

Из\ На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	-	112	38	850	170	16	40	45	29	35	1335
А	125	-	-	144	60	12	38	42	-	7	428
А-Н	38	6	-	12	7	-	17	7	-	-	87
К	700	83	12	-	18	28	60	50	12	52	1015
С	-	-	35	100	-	12	-	-	-	-	147
С-Н	25	-	-	33	7	-	13	7	-	-	85
Е	40	123	7	60	12	12	-	20	23	128	425
Д	36	12	6	30	40	7	35	-	18	61	245
Д-Н	17	11	-	-	-	-	34	17	-	19	98
Н	28	12	-	44	45	-	78	32	12	-	251
Всего	1009	359	98	1273	359	87	315	220	94	302	4116

Таблица 9 (цифра первого разряда 2)

Из\ На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	-	113	40	860	140	17	80	50	13	36	1349
А	26	-	-	65	40	13	30	43	-	38	255
А-Н	40	7	-	13	8	-	18	7	-	-	93
К	790	12	13	-	27	29	70	60	12	54	1067
С	-	-	19	50	-	13	60	30	18	-	190
С-Н	28	-	-	35	8	-	14	8	-	-	93
Е	185	25	6	50	44	13	-	68	23	48	462
Д	38	13	7	-	52	8	36	-	17	9	180
Д-Н	18	12	-	-	-	-	35	18	-	29	112
Н	129	60	18	149	65	-	65	30	13	-	529
Всего	1254	242	103	1222	384	93	408	314	96	214	4330

Таблица 10 (цифра первого разряда 3)

Из\ На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	-	92	42	900	160	19	50	49	32	48	1392
А	128	-	-	52	40	12	50	42	-	10	334
А-Н	42	8	-	12	18	-	18	8	-	-	106
К	850	13	13	-	25	30	60	30	12	56	1089
С	15	40	17	-	-	13	55	50	-	15	205
С-Н	8	-	-	37	8	-	12	8	-	18	91
Е	150	45	7	80	85	12	-	16	25	56	476
Д	50	15	7	-	70	8	49	-	18	15	232
Д-Н	19	33	-	-	-	-	37	18	-	-	107
Н	31	14	18	50	60	-	90	30	11	-	304
Всего	1293	260	104	1131	466	94	421	251	98	218	4336

Таблица 11 (цифра первого разряда 4)

Из\ На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	-	40	34	1010	280	33	85	41	10	180	1713
А	30	-	19	90	35	-	40	50	-	87	351
А-Н	44	7	-	13	8	-	19	7	-	-	98
К	960	12	13	-	82	28	90	40	30	57	1312
С	-	30	17	-	-	14	30	35	-	5	131
С-Н	28	-	-	36	9	-	13	8	-	-	94
Е	50	58	8	150	43	13	-	19	22	28	391
Д	52	48	7	70	35	8	52	-	17	10	299
Д-Н	38	14	-	-	-	-	36	19	-	-	107
Н	32	70	-	85	29	-	40	30	13	-	299
Всего	1234	279	98	1454	521	96	405	249	92	367	4795

Таблица 12 (цифра первого разряда 5)

Из\ На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	-	31	36	1440	150	34	105	32	14	42	1884
А	32	-	-	156	40	-	38	37	-	40	343
А-Н	46	8	-	14	8	-	20	8	-	-	104
К	900	66	14	-	68	33	130	50	14	68	1343
С	75	65	19	-	-	13	35	60	-	20	287
С-Н	8	20	-	39	8	-	14	8	-	-	97
Е	60	82	7	107	90	14	-	20	26	19	425
Д	56	45	8	40	35	7	53	-	20	13	277
Д-Н	20	13	-	-	-	-	39	20	-	22	114
Н	34	20	20	57	15	-	108	45	33	-	332
Всего	1231	350	104	1853	414	101	542	280	107	224	5206

Таблица 13 (цифра первого разряда 6)

Из\ На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	-	58	23	840	120	18	40	30	12	80	1221
А	25	-	-	138	50	10	25	48	-	64	360
А-Н	33	4	-	10	5	-	14	6	-	-	72
К	350	28	10	-	22	24	110	15	10	44	613
С	-	50	14	-	-	10	20	25	-	50	169
С-Н	20	-	-	23	4	-	10	6	-	-	63
Е	75	23	4	70	112	8	-	130	19	23	464
Д	30	28	5	70	80	4	50	-	14	8	289
Д-Н	14	22	-	-	-	-	28	13	-	-	77
Н	18	78	17	87	78	-	64	59	25	-	426
Всего	565	291	73	1238	471	74	361	332	80	269	3754

Таблица 14 (цифра первого разряда 7)

Из\ На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	-	40	32	700	135	23	50	35	24	56	1095
А	21	-	-	134	90	-	34	39	-	44	362
А-Н	32	5	-	9	4	-	14	5	-	-	69
К	350	110	9	-	30	23	35	70	9	41	677
С	-	43	14	-	-	9	30	20	-	-	116
С-Н	5	-	-	27	5	-	9	4	-	13	63
Е	65	80	4	100	50	9	-	14	20	20	362
Д	28	39	5	36	35	5	26	-	14	9	197
Д-Н	14	29	-	-	-	-	27	14	-	-	84
Н	17	20	14	84	67	-	62	45	9	-	318
Всего	532	366	78	1090	416	69	287	246	76	183	3343

Таблица 15 (цифра первого разряда 8)

Из\ На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	-	56	30	700	125	13	86	25	8	60	1103
А	60	-	-	133	45	-	23	38	13	38	350
А-Н	30	4	-	8	5	-	13	4	-	-	64
К	600	87	8	-	43	22	75	40	8	88	971
С	80	80	13	-	-	8	48	30	-	-	259
С-Н	17	-	-	26	4	-	8	5	-	-	60
Е	50	18	5	86	58	8	-	13	18	19	275
Д	60	36	4	30	25	6	25	-	13	8	207
Д-Н	23	9	-	-	-	-	26	13	-	-	71
Н	16	48	13	85	18	8	56	39	8	-	291
Всего	936	338	73	1068	323	65	360	207	68	213	3651

Таблица 16 (цифра первого разряда 9)

Из\ На	У	А	А-Н	К	С	С-Н	Е	Д	Д-Н	Н	Всего
У	-	68	28	750	123	22	90	20	8	23	1132
А	57	-	-	89	65	-	42	38	12	5	308
А-Н	28	4	-	8	4	-	12	4	-	-	60
К	550	88	8	-	16	20	25	30	8	138	883
С	-	-	12	-	-	8	25	20	-	-	65
С-Н	4	12	-	24	4	-	8	4	-	-	56
Е	60	18	4	70	45	8	-	86	16	77	384
Д	22	6	4	30	25	4	43	-	12	8	154
Д-Н	12	8	-	-	-	-	24	42	-	13	99
Н	15	5	12	129	58	-	52	38	9	-	318
Всего	748	209	68	1100	340	62	321	282	65	264	3459

11. Значение массы грузовых поездов (брутто) $Q_{бр}$ (т) и полезной длины станционных путей $l_{полез}$ (м) принимают из табл.17.

Таблица 17 Масса поезда и длина станционных путей

Характеристика	Цифра первого разряда учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q_{бр}$	5100	5100	5600	5400	5700	5500	5100	5000	5800	8700
$l_{полез}$	850	850	1050	1050	1050	1050	1050	850	850	850

12. Выбор схемы прокладки сборных поездов производится на однопутном участке $Н-Д$. На этом участке общая погрузка и выгрузка по промежуточным станциям распределяется (в процентах) согласно данным табл. 18.

Таблица 18 Распределение погрузки и выгрузки по опорным станциям участка *N-Д*

Промежуточ ная станция	Прибытие выгрузки		Погрузка	
	с нечётными поездами	с чётными поездами	в нечётном направлении	в чётном направлении
2	35	25	15	20
4	15	25	20	30
6	30	25	35	15
8	20	25	30	35
Всего	100	100	100	100

Время работы сборного поезда на промежуточной станции принять равным 30 мин. Минимальное время нахождения вагона на последней промежуточной станции принять 8 часов.

13. 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.

14. Время отправления нечётных пассажирских и пригородных поездов со станции *A* принимается по цифре первого разряда учебного шифра из табл. 19.

Таблица 19 Времена отправления нечётных пассажирских и пригородных поездов со станции *A*

№ п/п	Категория и маршрут поезда	Цифра учебного шифра									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Скорый без остановок (по маршруту А – Д)	1	2	3	4	5	6	3	4	5	6
2	Скорый без остановок (по маршруту А – Д)	Через 8 мин за первым									
3	Пригородный (по маршруту А – Д)	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7
4	Пригородный (по маршруту А – N)	8	9	8	9	8	9	8	9	8	9
5	Скорый без остановок (по маршруту А – N)	12	11	10	14	14	11	15	10	11	10
6	Скорый без остановок (по маршруту А – Д)	14	15	13	15	17	18	20	13	17	15
7	Скорый без остановок (по маршруту А – Д)	Через 10 мин за поездом №6									
8	Пригородный (по маршруту А – N)	19	18	20	19	18	20	19	18	20	19
9	Пригородный (по маршруту А – Д)	21	20	22	21	20	22	21	20	22	21

Время отправления чётных пассажирских и пригородных поездов со станции *Д* принимается по цифре второго разряда учебного шифра из табл. 20.

Таблица 20 Времена отправления чётных пассажирских и пригородных поездов со станции *Д*

№ п/п	Категория и маршрут поезда	Цифра учебного шифра									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Скорый без остановок (по маршруту Д – А)	5	4	3	2	1	0	4	3	2	1
2	Скорый без остановок (по маршруту Д – А)	Через 8 мин за первым									
3	Пригородный (по маршруту Д – А)	6	7	6	7	6	7	6	7	6	7
4	Скорый без остановок (по маршруту Д – А)	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
5	Скорый без остановок (по маршруту Д – А)	Через 10 мин за поездом №6									
6	Пригородный (по маршруту Д – А)	21	20	22	21	20	22	21	20	22	21

Время отправления чётных пассажирских и пригородных поездов со станции *Н* принимается по цифре третьего разряда учебного шифра из табл. 21.

Таблица 21 Времена отправления чётных пассажирских и пригородных поездов со станции *Н*

№ п/п	Категория и маршрут поезда	Цифра учебного шифра									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Пригородный (по маршруту Н – А)	7	6	7	6	7	6	7	6	7	6
2	Скорый без остановок (по маршруту Н – А)	12	11	10	14	14	11	15	10	11	10
3	Пригородный (по маршруту Н – А)	19	20	19	20	18	19	20	18	20	19

15. Все скорые и пассажирские поезда имеют стоянку для высадки и посадки пассажиров по станции *Н* – 5 мин. Пригородные поезда имеют стоянку для посадки и высадки пассажиров на всех станциях – 1 мин.

16. Минимальное время (технологическая норма) нахождения транзитных грузовых поездов на сортировочной станции *Н* – 60 мин.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛИГОНА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

1.1 Определение гружёных вагонопотоков

1.2. Определение порожних вагонопотоков

1.3 Расчёт состава поезда

2. ОРГАНИЗАЦИЯ МЕСТНОЙ РАБОТЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЧАСТКАХ

2.1 Определение погрузки и выгрузки на опорных станциях

2.2 Организация работы сборных поездов

3. РАЗРАБОТКА ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ И РАСЧЁТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЧАСТКОВ

3.1 Определение количества и категории грузовых поездов

3.2 Основные исходные данные для составления графика движения поездов (ГДП)

3.3 Определение наличной пропускной способности перегонов

3.4 Построение графика движения поездов

3.5 Расчёт качественных показателей графика движения поездов

Перед содержанием должны быть исходные данные в полном объёме.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

ВВЕДЕНИЕ

Следует указать основные задачи совершенствования управления перевозочным процессом на современном этапе [1]. Особо отметить специфику эксплуатационной работы в условиях структурной реформы отрасли.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛИГОНА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Осветить основные вопросы эксплуатационной работы железнодорожных участков и направлений. Согласно заданию (по своему шифру) дать техническую характеристику полигона. Прежде всего, следует привести схему всего направления и указать границы рассматриваемого полигона (рис. 1.1).

На участках указать промежуточные станции, проставить их номера. В записке указать длину участков и общую протяжённость полигона; по исходным данным определить: наличие главных путей, род тяги, вес грузовых поездов и длину станционных путей (табл. 17 задания), характеристику входящих в состав полигона участковых (A и D) и сортировочной (N) станций.

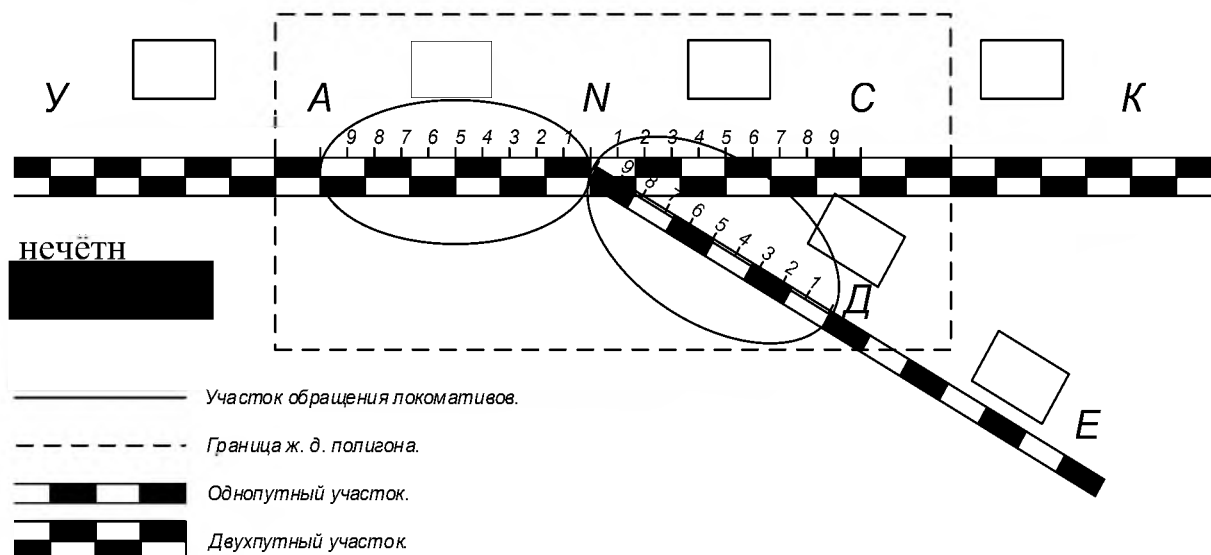


Рисунок 1.1 Схема железнодорожного

После каждого наименования раздела и подраздела необходимо указать цель последующих расчётов. Так, например, после «1.2 Расчёт среднего состава поезда» следует отметить, что расчёт среднего состава поезда необходим для определения количества груженых и порожних поездов по заданному вагонопотоку.

1.1 Определение гружёных вагонопотоков

Груженые вагонопотоки определяются согласно учебному цифру по одной из таблиц 7 – 16 задания. Таблица для своего варианта приводится в пояснительной записке (в настоящем разделе как пример – табл. 1.1).

Таблица 1.1 Гружёные вагонопотоки

Из\ На	У	А	А-N	К	С	С-N	Е	Д	Д-N	Н	Всего
У	-	10	35	2600	-	15	200	-	10	40	2910
А	30	-	-	50	-	-	20	10	-	5	115
А-N	35	5	-	10	5	-	15	5	-	-	75
К	2200	10	10	-	20	25	400	-	10	60	2735
С	-	-	15	-	-	10	-	-	-	-	25
С-N	5	-	-	30	5	-	10	5	-	-	55
Е	100	30	5	300	15	10	-	20	20	30	530
Д	40	10	5	-	-	5	40	-	15	10	125
Д-N	15	10	-	-	-	-	30	15	-	-	70
Н	25	10	-	50	10	-	90	10	10	-	205
Всего	2450	85	70	3040	55	65	805	65	65	145	6845

На основании этой таблицы строят диаграмму гружёных

вагонопотоков (рис. 1.2). Построение диаграммы гружёных 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 груженных 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 нечётном направлении и 30 вагонов – в чётном. 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 чётного направления. Таким образом, на диаграмме по ст. *А* показана выгрузка в размере 75 вагонов, поступивших с чётного направления (-75), и 10 вагонов, поступивших с нечётного направления (-10). Со знаком «плюс» показана погрузка станции: +85 – в нечётном направлении и +30 – в чётном.

Со ст. *А* на участок *А-Н* «выходит» $2910 - 10 + 85 = 2985$ вагонов. На этот участок под выгрузку с нечётного направления поступает 35 вагонов (в т.ч. 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 чётного направления на участок *А-Н* под выгрузку поступает также $70 - 35 = 35$ вагонов. Собственно на участке *А-Н* грузится 75 вагонов (пересечение последней колонки и строки *А-Н*), в т.ч. 40 – в чётном направлении (из *А-Н* на *А* – 5 вагонов и из *А-Н* на *У* – 35 вагонов).

Значит, в нечётном 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 чётного направления (-35), и 35 вагонов, поступивших с нечётного направления (-35). Со знаком «плюс» показана погрузка участка: +35 – в нечётном направлении и +40 – в чётном.

Окончательно имеем: на участок *А-Н* с нечётного направления поступает 2985 вагонов и «выходит» (также в нечётном 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 нечётного 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 следует в четном направлении (на участок *Н-А* и далее), 60 – в нечётном направлении (на участок *Н-С* и далее) и 110 – в нечётном направлении (на участок *Н-Д* и далее).

Таким образом, выходящий в каждом направлении со станции *Н*

вагонопоток является суммой трёх слагаемых: собственной погрузки станции N и двух струй вагонопотоков, следующих в рассматриваемом направлении с двух других подходов.

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

Приведённую выше последовательность разработки диаграммы в пояснительной записке описывать не следует.

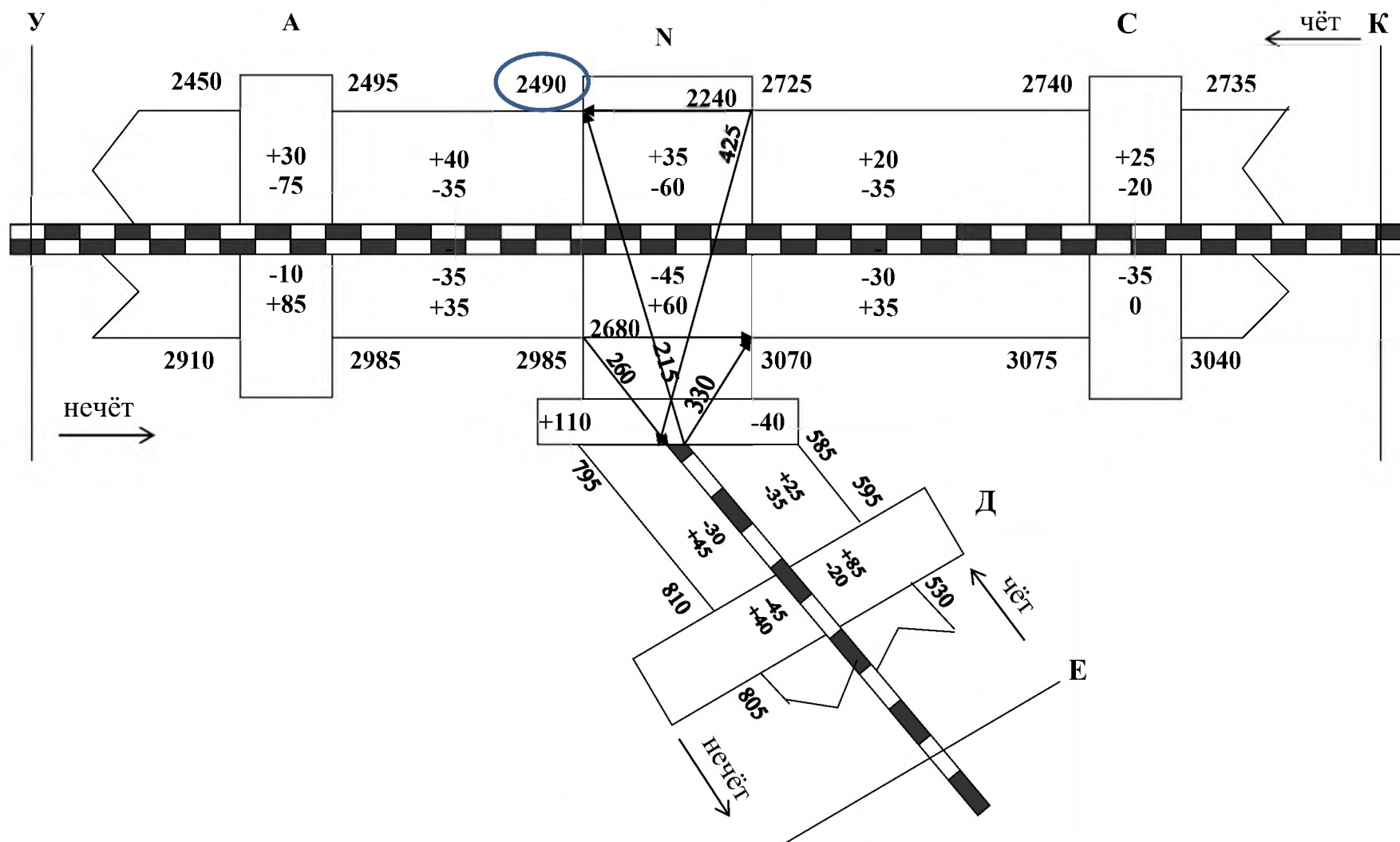


Рисунок 1.2 Диаграмма гружёных вагонопотоков

1.2 Определение порожних вагонопотоков

Определение регулировки порожних вагонов на станциях и участках выполняется на основе косой таблицы вагонопотоков (табл. 1.1) путём составления таблицы баланса порожних вагонов – табл. 1.2.

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

Таблица 1.2 Балансовая таблица

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

В четвёртом и пятом столбцах указывается избыток или недостаток порожних вагонов на станциях и участках. Он определяется как разность между выгрузкой и погрузкой (избыток или недостаток): если $V > П$ – избыток, если $V < П$ – недостаток.

Построение диаграммы порожних вагонопотоков (рис. 1.3) начинается с пункта, имеющего наибольший избыток порожних вагонов (в рассматриваемом примере – это ст. *К* и *Е*). С этих станций порожние вагонопотоки следуют в направлении пункта, 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. *К* на ст. *С* поступает 305 порожних вагонов. На ст. *С* также наблюдается избыток порожних вагонов в количестве 30 единиц. Поэтому на участок *Н-С* порожний вагонопоток поступает уже в количестве $305+30=335$ вагонов.

На участке *Н-С* из-под выгрузки высвобождается 10 вагонов, которые включается в общий порожний вагонопоток, следующий в направлении ст. *У*. Таким образом, на ст. *Н* порожний вагонопоток поступает уже в количестве $335+10=345$ единиц.

На сортировочную станцию N со стороны ст. E порожний вагонопоток 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 вагонопотоков состоит в недопущении их встречного направления следования.

Построение диаграммы продолжается до станции (станций) сдачи порожних вагонопотоков 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.

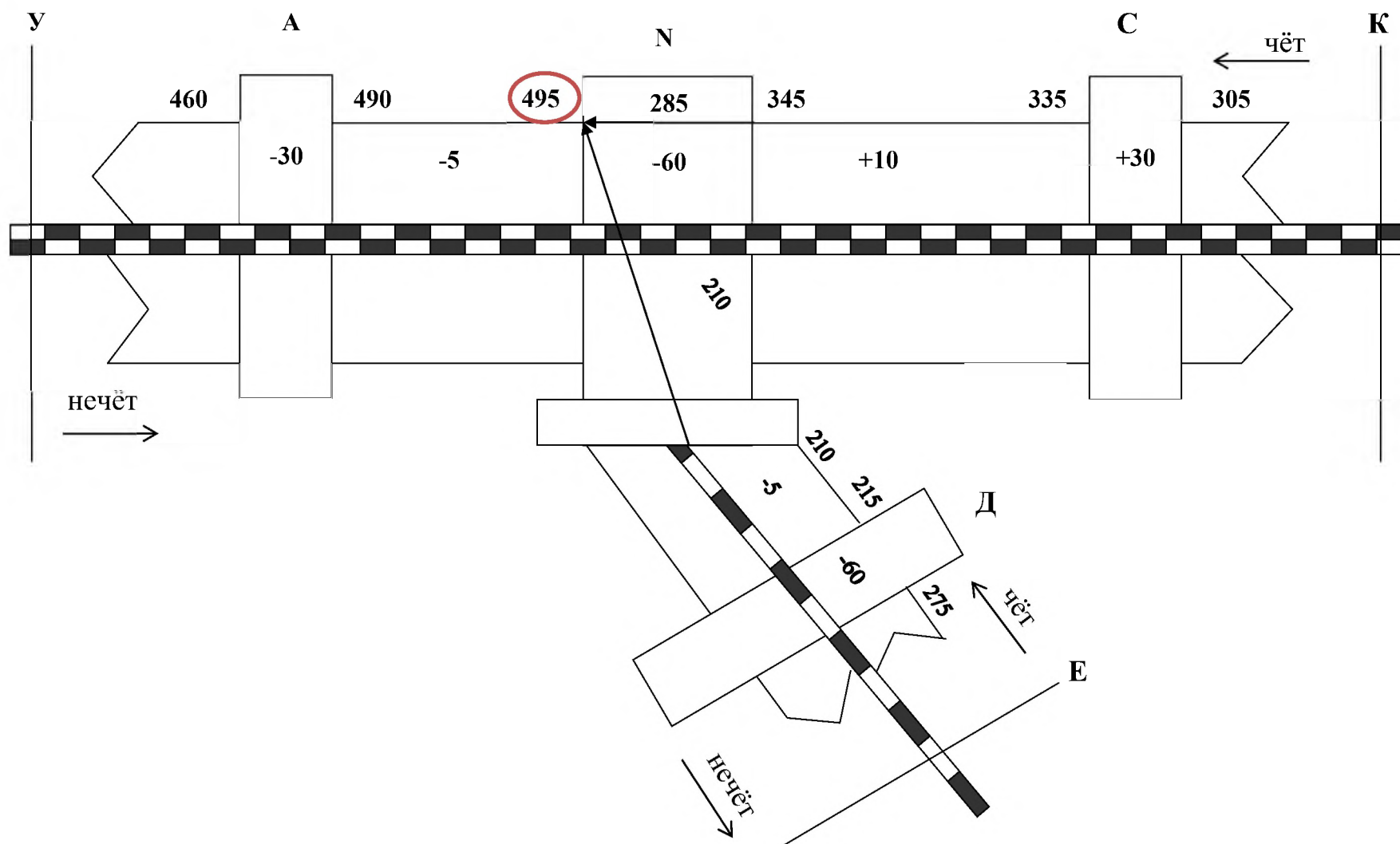


Рисунок 1.3 Диаграмма порожних вагонопотоков

1.3 Расчёт состава поезда

При расчёте количества вагонов в составе груженого и порожнего поездов используются исходные данные табл. 6 и табл. 17 задания о весе вагона брутто, tare вагона, заданном весе грузового поезда, средней длине вагона и длине станционных путей. Рассчитанное, исходя из веса грузового поезда, число вагонов проверяется по длине станционных путей, и для последующих расчётов принимается меньшая величина.

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

$$m_c^{gp} = \frac{Q_{gp} - q_l}{q_{gp}}, \quad (1.1)$$

где: Q_{gp} – масса поезда брутто, т (табл. 17 задания);

q_l – масса поездного локомотива (п. 3 задания: электровоз – 184 т; тепловоз – 276 т.);

q_{gp} – масса вагона брутто, т (табл. 6 задания).

Произведём расчёт состава порожнего поезда:

$$m_c^{пор} = \frac{Q_{gp} - q_l}{q_m}, \quad (1.2)$$

где q_m – тара вагона, т (табл. 6 задания).

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

$$m = \frac{l_{\text{полез}} - l_{\text{лок}} - 10}{l_{\text{ваг}}}, \quad (1.3)$$

где: $l_{\text{полез}}$ – полезная длина приёмо-отправочных путей, м (табл. 17 задания);

$l_{\text{лок}}$ – длина поездного локомотива (п. 3 задания: электровоз – 32,84 м; тепловоз – 36,3 м);

$l_{\text{ваг}}$ – средняя длина вагона, м (табл. 6 задания);

10 – расстояние, рассчитанное на неточность установки состава в пределах полезной длины, м.

Поскольку длина порожнего состава намного превышает полезную длину приёмо-отправочных путей, то принимаем

$$m_{\text{пор}} = m, \quad (1.4)$$

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

Контрольные вопросы к разделу

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

2. ОРГАНИЗАЦИЯ МЕСТНОЙ РАБОТЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЧАСТКАХ

2.1 Определение погрузки и выгрузки на опорных станциях

Таблица вагонопотоков (табл. 1.1) и диаграмма гружёных 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. 2.1), 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 задания) по табл. 1.1 (или диаграмме – рис. 1.2) определяют прибытие под выгрузку с нечётного и чётного направлений и общее количество погруженных вагонов в чётном и нечётном направлениях. Затем согласно заданию в пояснительной записке составляют табл. 2.1, где указывают погрузку и выгрузку по каждой опорной станции 2, 4, 6, 8 (табл. 18 задания) в процентах и вагонах.

Таблица 2.1 Распределение погрузки и выгрузки по опорным станциям участка *N-Д*

Промеж точные станции	Выгрузка				Погрузка			
	с нечётного направления		с чётного направления		в нечётном направлении		в чётном направлении	
	%	ваг.	%	ваг.	%	ваг.	%	ваг.
2	35	10	25	9	15	7	20	5
4	15	5	25	9	20	9	30	8
6	30	9	25	9	35	16	15	4
8	20	6	25	8	30	13	35	8
Всего	100	30	100	35	100	45	100	25

Проверяем по табл. 1.2, $V=30+35=65$ ваг., $P=45+25=70$ ваг.

Так, например, из диаграммы гружёных вагонопотоков (рис. 1.2) видно, что на однопутном участке *N-Д* выгрузка вагонов на промежуточных станциях, поступивших с нечётного направления – 30 вагонов, а с чётного – 35, а погрузка, соответственно: в нечётном направлении составляет 45 вагонов, в чётном – 25 вагонов. Согласно заданному процентному распределению погрузки-выгрузки в табл. 2.1 приведены объёмы грузовой работы на опорных промежуточных станциях участка в абсолютных величинах.

На основании табл. 2.1 составляют диаграмму местных вагонопотоков между опорными станциями (рис. 2.1). На диаграмме показываются технические и промежуточные станции. В нижней части диаграммы отображается вагонопоток, следующий в нечётном направлении, а в верхней – в чётном. Первоначально на диаграмму наносят вагонопотоки, следующие под выгрузку, а затем – выходящие с участка после погрузки. На каждой станции указывается количество выгруженных вагонов (со знаком «минус») и количество погруженных вагонов (со знаком «плюс»). В нижней части диаграммы (под каждой станцией) проставляется избыток вагонов (со знаком «плюс» или «И») или их недостаток (со знаком «минус» или «Н»). 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 (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 нечётного и чётного направлений (в примере $30+35+5=70$) и выходящих вагонопотоков (в примере $25+45=70$).

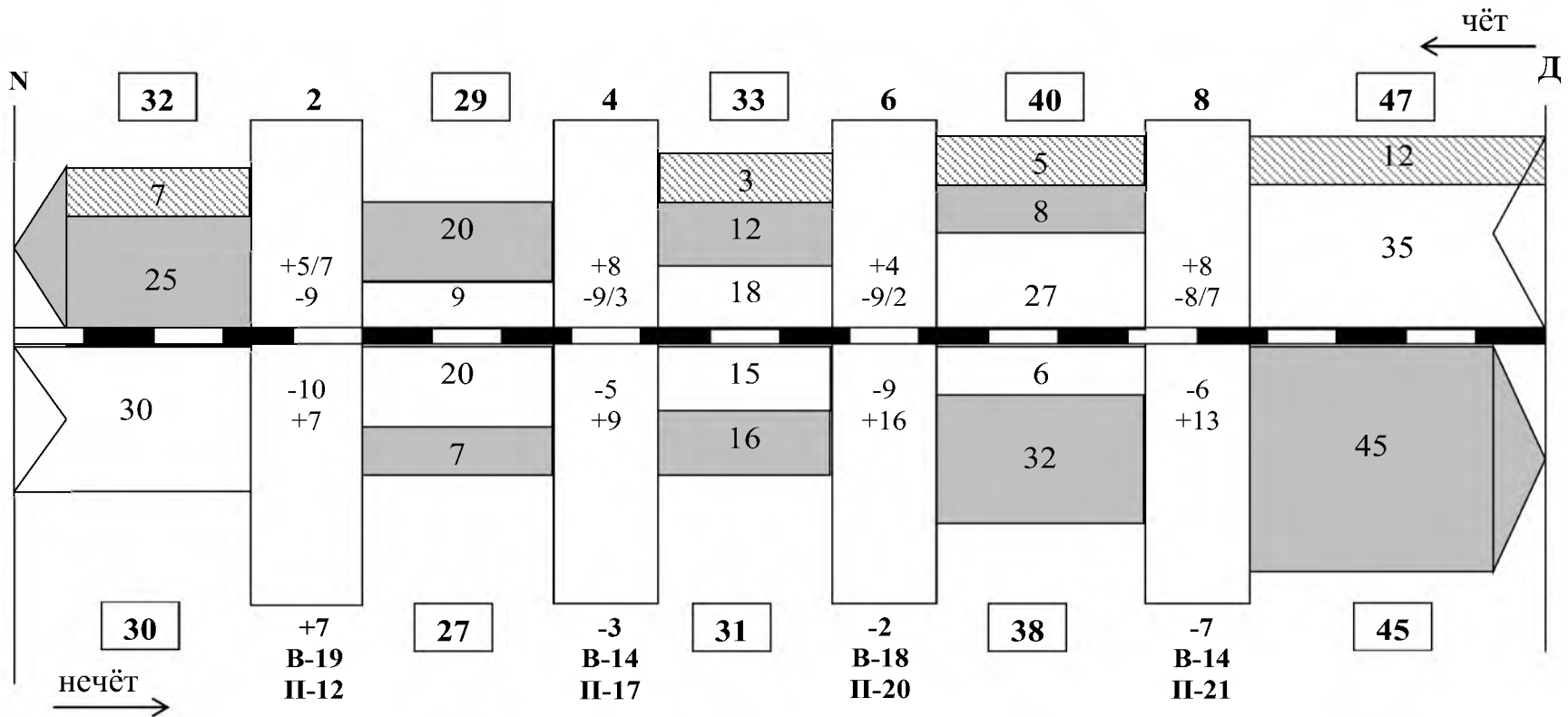


Рисунок 2.1 Диаграмма местных вагонопотоков

2.2 Организация работы сборных поездов

Согласно диаграмме (рис. 2.1) выполняют расчёт количества сборных поездов по перегону с наибольшим вагонопотоком (по весу) с учётом исходных данных задания в нечётном и чётном направлениях.

В общем случае количество пар поездов:

$$N_{сб} = \frac{n_{\max}^{ч(н)}}{m}, \quad (2.1)$$

где: $n_{\max}^{ч(н)}$ – максимальный вагонопоток на перегонах рассматриваемого участка, перемещаемый в нечётном (чётном) направлении: 45 и 40 ваг. (рис. 2.1);

m – расчётное число вагонов в составе поезда (формула 1.1).

Рассчитываем отдельно для чётного и нечётного направления. Результат расчётов по формуле (2.1) следует округлять до целого значения (математически).

Из диаграммы (рис. 2.1) видно, что и в нечётном и в чётном направлениях максимальный вагонопоток перемещается на перегонах между технической станцией Д и промежуточной станцией 8 (соответственно 45 и 40 вагонов). При числе вагонов в составе, равном 50, на рассматриваемом участке следует назначить одну пару сборных поездов.

Время работы сборных поездов (нечётного и чётного направлений) на каждой промежуточной станции принимают равным 30 мин.

Время обслуживания промежуточных станций сборными поездами должно предусматривать возможность прибытия местных вагонов до 8-00 под грузовые операции и отправление после 20-00 из-под грузовых операций для каждой станции.

Контрольные вопросы по разделу

1. Что такое местная работа региона, 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 простоя 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?

3. РАЗРАБОТКА ГРАФИКА ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ И РАСЧЁТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЧАСТКОВ

Кратко показать роль графика движения поездов в организации эксплуатационной работы в современных условиях, особо отметив роль технологии управления движением грузовых поездов по расписанию [1], [2], [3], [7], [11].

3.1 Определение количества и категории грузовых поездов

На основе диаграмм гружёных и порожних вагонопотоков, а также рассчитанного числа вагонов в груженных и порожних составах, необходимо определить общее количество грузовых поездов на всех трёх участках полигона. Далее из общего количества груженных поездов для нечётного и чётного направлений выделяются сквозные, участковые, сборные поезда.

В общем случае количество поездов рассчитывается путём деления груженого вагонопотока на число вагонов в составе груженого поезда m_c^{gp} и порожнего вагонопотока на число вагонов в составе порожнего поезда m_c^{nop} .

По результатам расчёта следует составить табл. 3.1.

Общее количество поездов определяем для всех двух участков $A-N$ и $N-D$ в нечётном и чётном направлениях по формуле

$$N = \frac{n_{gp}}{m_c^{gp}} + \frac{n_{nop}}{m_c^{nop}}, \quad (3.1)$$

где: n_{gp} – количество поступивших гружёных вагонов на участок (рис. 1.2);

n_{nop} – количество поступивших порожних вагонов на участок (рис. 1.3);

m_c^{gp} , m_c^{nop} – количество вагонов, соответственно, в составе гружёного и порожнего поезда (формулы 1.1, 1.4).

Пример:

– участок $A-N$:

$$N_{неч} = \frac{2985}{50} + \frac{0}{55} \approx 59,7 = 60 \text{ поездов};$$

$$N_{чет} = \frac{2490}{50} + \frac{495}{55} = 49,8 + 9 \approx 58,8 = 59 \text{ поездов}.$$

Аналогичным образом рассчитываем и два других участка. В табл. 3.1 в строке «Всего» указываем максимальное число поездов, разница это количество резервных локомотивов. Далее указываем количество сборных

поездов (формула 2.1) одинаковое для двух участков. Далее определяем количество резервных локомотивов, как разность между нечётными и чётными поездами (формула 3.1). Количество участковых поездов в курсовом проекте принимаем следующее: на участках $A-N$ – 5 пар, а на участке $N-D$ – 4 пары поездов. Количество сквозных поездов определяется разностью между общим количеством поездов и суммой поездов участковых, сборных, резервных локомотивов.

Таблица 3.1 Количество грузовых поездов на участках

Наименование поезда	$A-N$		$N-D$	
	нечётное направление	чётное направление	нечётное направление	чётное направление
Всего	60	60	17	17
в том числе				
сквозных	54	54	12	12
участковых	5	5	4	4
сборных	1	1	1	1

3.2 Основные исходные данные для составления графика движения поездов (ГДП)

Для участков $A-N$ и $N-D$ необходимо согласно заданию составить таблицы времени хода по перегонам грузовых и пассажирских поездов на двухпутном (табл. 3.2) и однопутном (табл. 3.3) участках (табл. 2, 3, 4, 5 задания); для грузовых поездов подсчитать общее время хода по участку в нечётном и чётном направлениях и определить ходовую скорость в каждом направлении.

Таблица 3.2 Время хода по двухпутному перегону грузовых и пассажирских поездов $A-N$

Номер перегона	Время хода грузовых поездов, мин.		Время хода пассажирских поездов, мин.	
	нечётное направление	чётное направление	нечётное направление	чётное направление
1				
.				
.				
10				
Всего	170	174	107	123

Таблица 3.3 Время хода по однопутному перегону грузовых и пассажирских поездов $N-D$

Номер перегона	Время хода грузовых поездов, мин.		Время хода пассажирских поездов, мин.	
	нечётное направление	чётное направление	нечётное направление	чётное направление
1				
.				
.				
10				
Всего	150	154	106	109

Далее определим ходовую скорость грузовых поездов для двухпутного ($A - N$) и однопутного ($N - D$) участков по формуле:

$$V_x = \frac{2 \cdot 60 \cdot L_{\text{уч}}}{\sum (T_x^{\text{чет}} + T_x^{\text{неч}})} \quad (3.2)$$

где: L – длина участка, км (табл. 1 задания);

$\sum T_x$ – сумма времени хода поездов по участку, мин. (табл. 3.2, 3.3);

Определить станционные интервалы: неодновременного прибытия ($\tau_{\text{нп}}$), попутного прибытия поездов ($I_{\text{пп}}$), попутного отправления поездов ($I_{\text{оп}}$), межпоездной интервал (I) на однопутном и двухпутном участках согласно [2], [10]. Особое внимание следует обратить на физический смысл станционных интервалов и на операции, которые в обязательном порядке должны быть выполнены за эти промежутки времени.

Для расчёта каждого интервала в курсовом проекте следует 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 расчётной принять среднюю ходовую скорость и заданную длину блок-участков. Межпоездной интервал определяется при трёхблочном разграничении поездов.

Интервал скрещения в курсовом проекте принимаем равным $\tau_{\text{ск}} = 1 \text{ мин.}$

Все интервалы определяются для наихудших условий (для грузовых поездов с порожними вагонами) с округлением до целого большего числа.

Интервал неодновременного прибытия $\tau_{\text{нп}}$ определяются только для однопутного участка $N-D$.

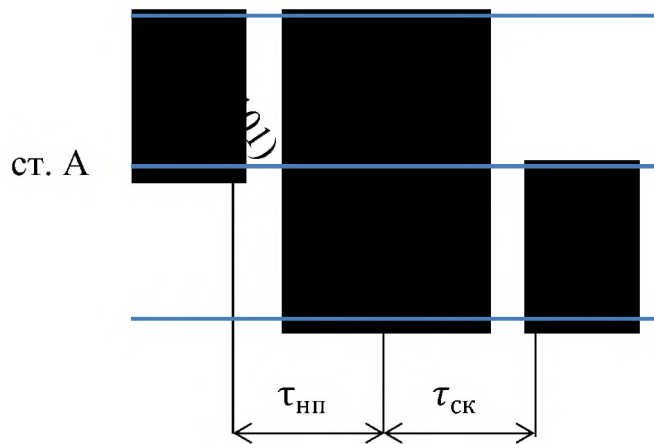


Рисунок 3.1 Интервалы неодновременного прибытия и скрещения с остановкой поезда и проследованием встречного поезда без остановки

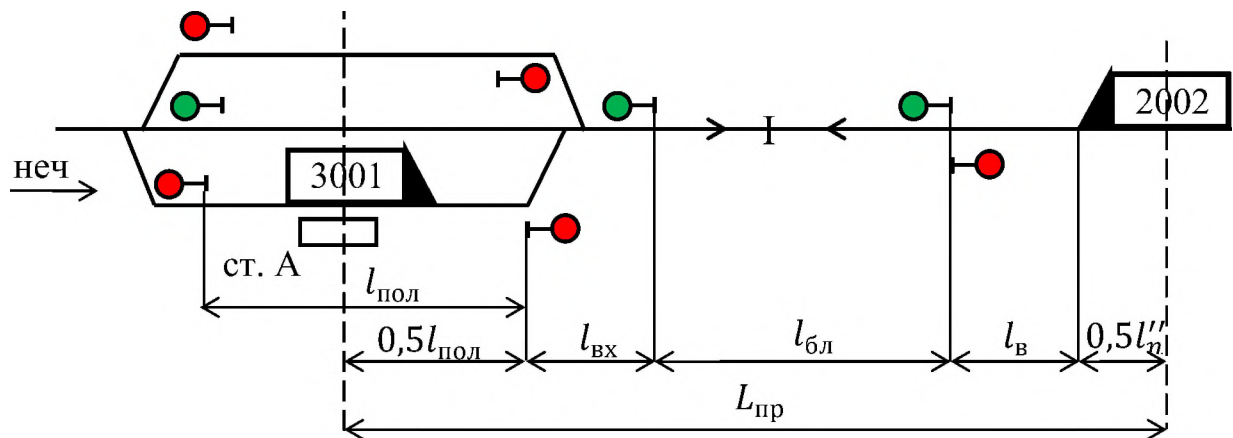


Рисунок 3.2 Схема расположения поездов при расчёте интервала неодновременного прибытия на однопутной линии

$$\tau_{nn} = 0,06 \times \frac{0,5l_n'' + l_{\text{бл}} + l_{\text{вх}} + 0,5l_{\text{пол}}}{v_x} + t_e, \quad (3.3)$$

где: τ_{nn} – интервал неодновременного прибытия, мин.;

0,06 – переводной коэффициент км/ч в м/мин;

l_n'' – длина встречного поезда (грузового), м;

Длину грузового поезда рассчитываем по формуле:

$$l_n^{zp} = m_c^{zp} \times l_{\text{ваг}}, \quad (3.4)$$

m_c^{zp} – длина грузового поезда (формула 1.1);

$l_{\text{ваг}}$ – длина грузового вагона (табл. 6 задания);

$l_{\text{бл}}$ – длина блок-участка, 1900 м (п. 13 задания);

$l_{\text{вх}}$ – расстояние от входного сигнала до предельного столбика, расположенного при входе на путь приёма, 1200 м (п. 13 задания);

$l_{\text{пол}}$ – полезная длина приёмо-отправочного пути, м (табл. 17 задания);

v_x – ходовая скорость, км/ч (формула 3.2);

t_e – время восприятия машинистом показания сигнала с момента его открытия, за которое встречный поезд проходит расстояние l_e , 0,05 мин.

Далее определяем интервалы попутного прибытия поездов I_{np} и попутного отправления поездов $I_{от}$ на двухпутном $A-N$ и однопутном $N-D$ участках.

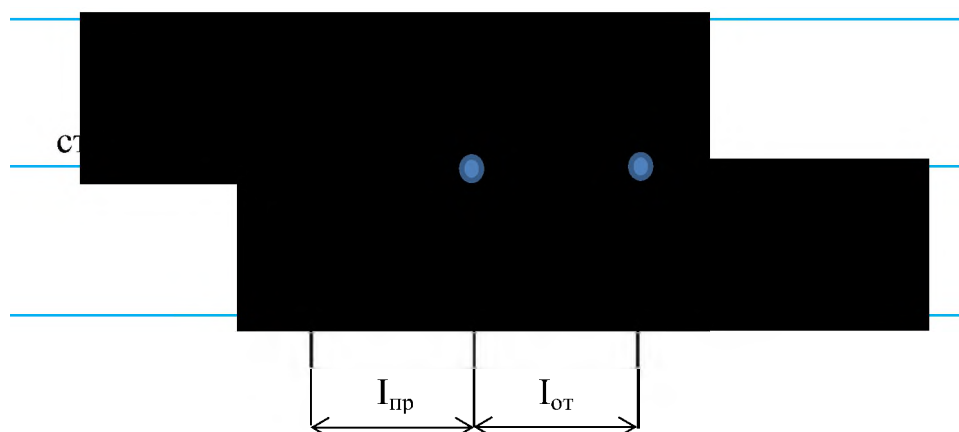


Рисунок 3.3 Интервал попутного прибытия отправления поездов с остановкой первого поезда (грузового или пассажирского) и проследовании без остановки второго поезда, и попутного отправления поездов при проследовании без остановки первого поезда и отправлении после остановки второго поезда

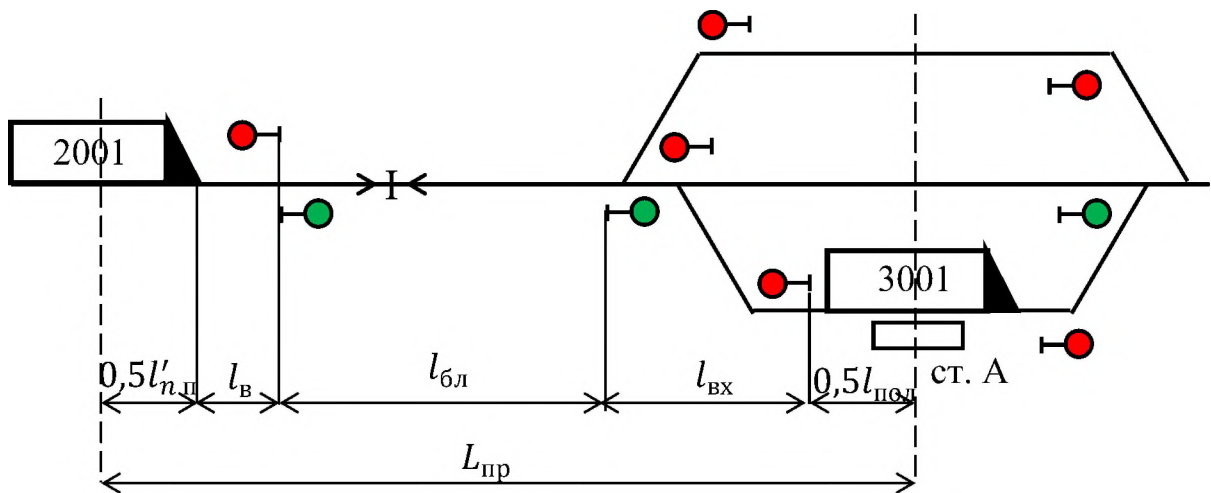


Рисунок 3.4 Схема расположения поездов при расчёте интервала попутного прибытия

$$I_{пр} = 0,06 \times \frac{0,5l'_{n.п} + l_{бл} + l_{вх} + 0,5l_{пол}}{v_x} + t_a, \quad (3.5)$$

где: $I_{пр}$ – интервал попутного прибытия, мин.;

$l'_{n.п}$ – длина прибывающего поезда (грузового), м (формула 3.4);

$l_{бл}$ – длина блок-участка, $A-N$ – 2200 м и $N-D$ – 1900 м (п. 13 задания);

$l_{вх}$ – расстояние от входного сигнала до предельного столбика, расположенного при входе на путь приёма, $A-N$ – 1400 м и $N-D$ – 1200 м (п. 13 задания).

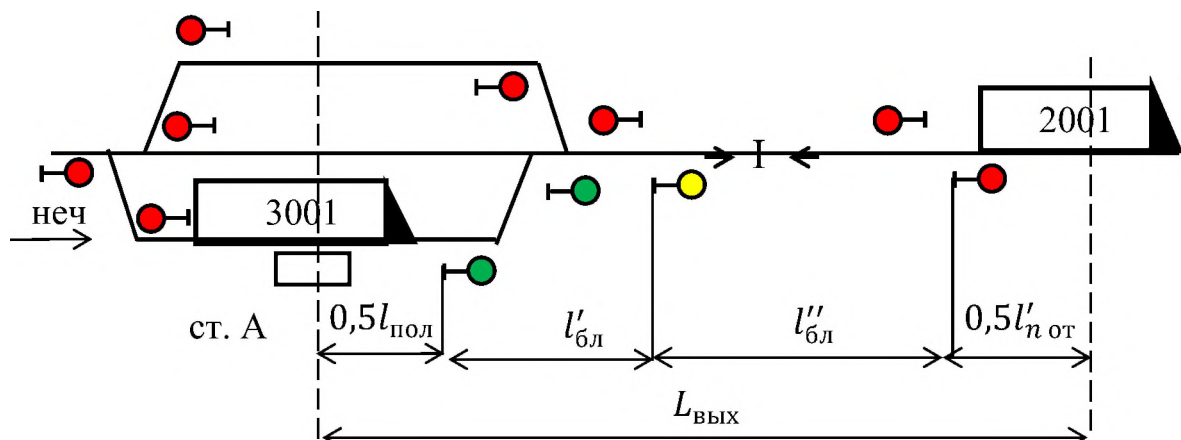


Рисунок 3.5 Схема расположения поездов при расчёте интервала попутного отправления

$$I_{om}^{nac} = 0,06 \times \frac{0,5l_{нол} + l_{бл}^i + l_{бл}^{ii} + 0,5l_{ном}}{v_x} + t_g, \quad (3.6)$$

где: I_{om}^{nac} – интервал попутного отправления пассажирского поезда за грузовым или пассажирским, мин.;

I_{om}^{cp} – интервал попутного отправления грузового поезда за грузовым или пассажирским, мин.;

$l_{бл}^i$ – длина первого блок-участка, $A-N$ – 2200 м и $N-D$ – 1900 м (п. 13 задания);

$l_{бл}^{ii}$ – длина второго блок-участка, $A-N$ – 2200 м и $N-D$ – 1900 м (п. 13 задания);

$l_{ном}$ – длина отправляемого поезда (грузового), м (формула 3.4).

Далее определяем межпоездной интервал I на двухпутном $A-N$ и однопутном $N-D$ участках.

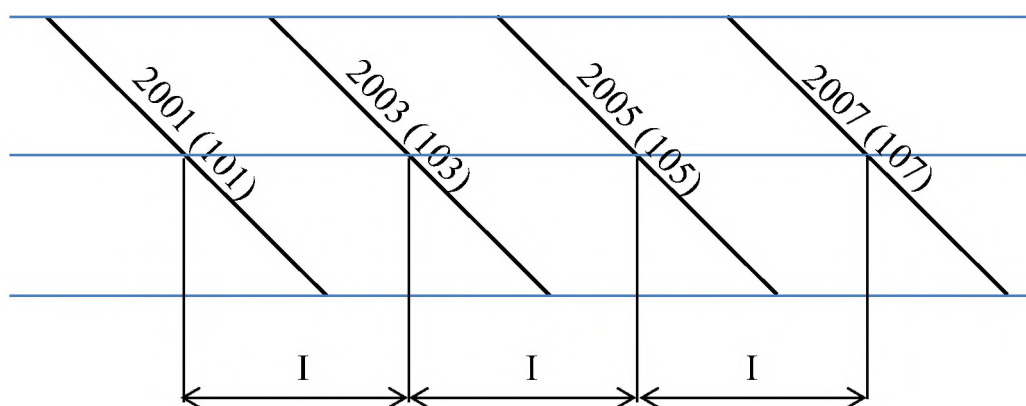
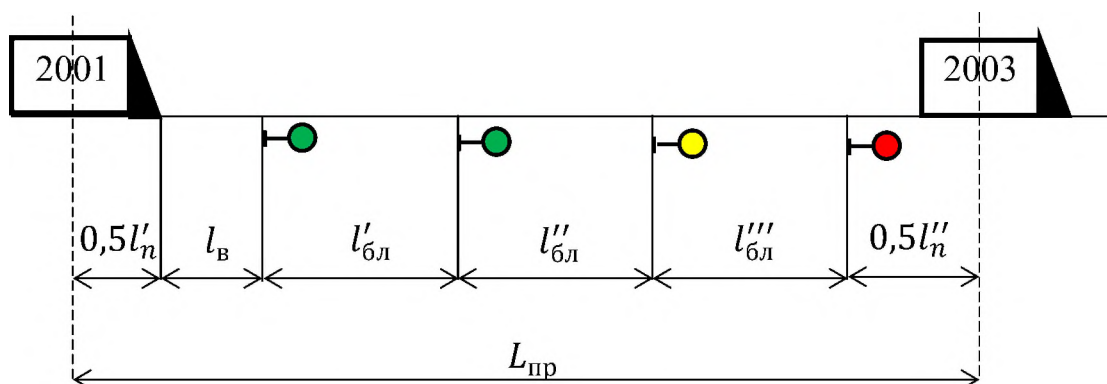


Рисунок 3.6 Межпоездной интервал



$$I = 0,06 \times \frac{l_n + l'_{\text{бл}} + l''_{\text{бл}} + l'''_{\text{бл}}}{v_x} + t_g, \quad (3.8)$$

где: I – межпоездной интервал, мин.;

$l'_{\text{бл}}$ – длина первого блок-участка, А-Н– 2200 м и Н-Д – 1900 м (п. 13 задания);

$l''_{\text{бл}}$ – длина второго блок-участка, А-Н– 2200 м и Н-Д – 1900 м (п. 13 задания);

$l'''_{\text{бл}}$ – длина третьего блок-участка, А-Н– 2200 м и Н-Д – 1900 м (п. 13 задания).

Таблица 3.4 Станционные и межпоездные интервалы движения поездов

Наименование интервала	Участок железной дороги	
	А-Н	Н-Д
Интервал скрещения, τ_c , мин	-	1
Интервал неодновременного прибытия, $\tau_{ин}$, мин	-	
Интервал попутного прибытия $I_{пр}$, мин		
Интервал попутного отправления $I_{от}$, мин		
Межпоездной интервал I , мин		

3.3 Определение наличной пропускной способности перегонов

Дать понятие наличной пропускной способности перегонов ([1], [2], [9]), и цель её расчёта в курсовом проекте.

Наличная пропускная способность линии – это максимальные размеры движения поездов, которые могут реализованы в зависимости от её технического оснащения.

Расчёт пропускной способности в курсовом проекте необходим для того, чтобы определить возможность данных участков реализовать пропуск рассчитанных поездов (табл. 3.1).

На двухпутных линиях с автоблокировкой по каждому главному пути пропускная способность (в поездах):

$$N_{\text{дв}} = \frac{(1440 - t_{\text{техн}}) \alpha_{\text{над}}}{I}, \quad (3.9)$$

где: $t_{техн}$ – технологическое «окно» для выполнения работ по текущему содержанию пути (на двухпутных – 120 мин);
 $\alpha_{над}$ – коэффициент надёжности инфраструктуры и подвижного состава (на двухпутных линиях при электрической тяге – 0,96, а при тепловозной – 0,95);
 I – расчётный межпоездной интервал в пакете при автоблокировке, мин. (формула 3.8).

Согласно действующим нормативным документам наличную пропускную способность перегонов на однопутных участках с диспетчерской централизацией (в парах поездов) определяют по формуле:

$$N_{од} = \frac{(1440 - t_{техн})\alpha_{над}}{T_{пер}}, \quad (3.10)$$

где: $t_{техн}$ – технологическое «окно» для выполнения работ по текущему содержанию пути (на однопутных участках 60 мин.);
 $\alpha_{над}$ – коэффициент надёжности инфраструктуры и подвижного состава (на однопутных линиях при электрической тяге – 0,93, а при тепловозной – 0,92);
 $T_{пер}$ – минимальный период графика на однопутном участке, мин.

При определении величины периода графика необходимо учесть, что пропускная надёжность однопутного участка в целом определяется пропускной способностью ограничивающего перегона (табл. 3.3).

Ограничивающим называется перегон, имеющий максимальный (из всех перегонов рассматриваемого участка) период графика или минимальную пропускную способность. В курсовом проекте можно принять, что ограничивающим на однопутном участке является перегон, имеющий максимальное суммарное время хода пары поездов в нечётном и чётном направлениях (максимальный, или труднейший перегон). Например: перегон 4 – $t_x = t' + t'' = 16 + 20 = 36$ мин. От порядка проследования поездов через этот перегон зависит величина периода графика и пропускная способность ограничивающего перегона и всего железнодорожного участка. Оптимальный же вариант прокладки ниток графика на однопутном участке должен обеспечивать максимальную пропускную способность ограничивающего перегона. Поэтому наименьшее значение $T_{пер}$ необходимо выбрать из анализа четырёх схем, которые разрабатываются для ограничивающего перегона.

При отсутствии технической стоянки на станциях, примыкающих к ограничивающему перегону, возможны следующие четыре схемы прокладки поездов и соответствующие им формулы расчёта периода

графика движения.

1. Поезда пропускают с ходу на ограничивающий перегон (рис. 3.8):

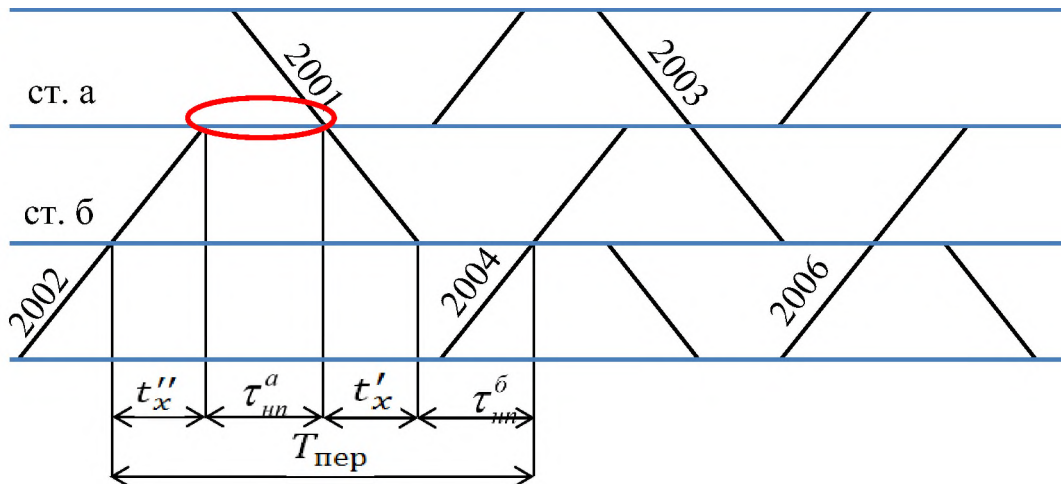


Рисунок 3.8 Схема пропуска поездов на ограничивающий перегон

$$T_{пер} = t' + t'' + \tau_{nn}^a + \tau_{nn}^b + 2t_з, \quad (3.11)$$

где: $T_{пер}$ – период графика движения поездов (время занятия перегона группой поездов), мин.;

t' , t'' – время хода нечётного и чётного поездов по ограничивающему перегону, мин. табл. 3.3);

$\tau_{nn}^{a,b}$ – интервал неодновременного прибытия поездов на станциях а и б, мин. (формула 3.4);

$t_з$ – время на замедление скорости хода поезда, (п. 8 задания).

2. Поезда пропускают с ходу с ограничивающего перегона (рис. 3.9):

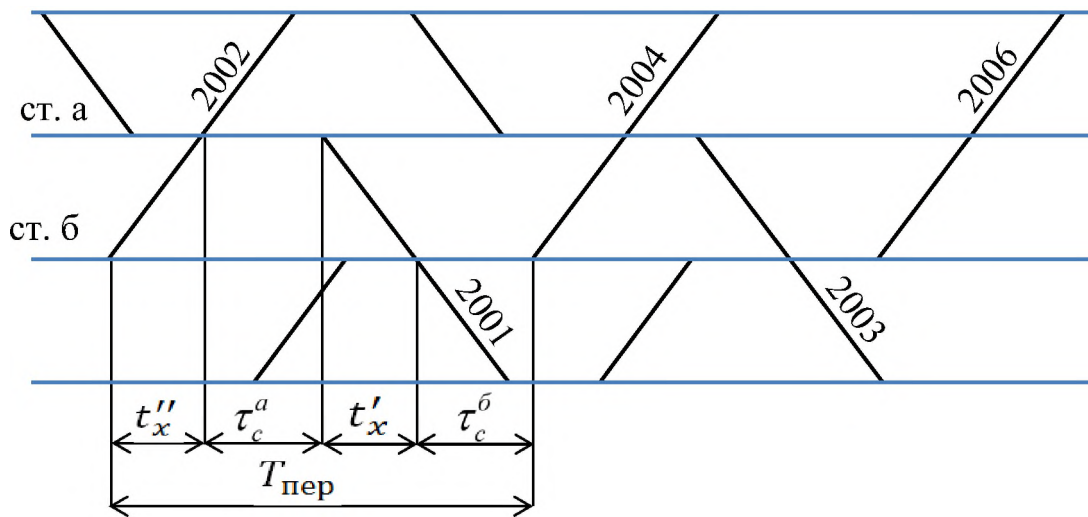


Рисунок 3.9 Схема пропуска поездов с ограничивающего перегона

$$T_{пер} = t' + t'' + \tau_c^a + \tau_c^b + 2t_p, \quad (3.12)$$

где: $\tau_c^{a,b}$ – интервал скрещения поездов на станциях а и б, 1 мин. (принимается в курсовом проекте);

t_p – время на разгон поезда (п. 8 задания).

3. Нечётные поезда пропускают с ходу через оба раздельных пункта, примыкающих к ограничивающему перегону (рис. 3.10):

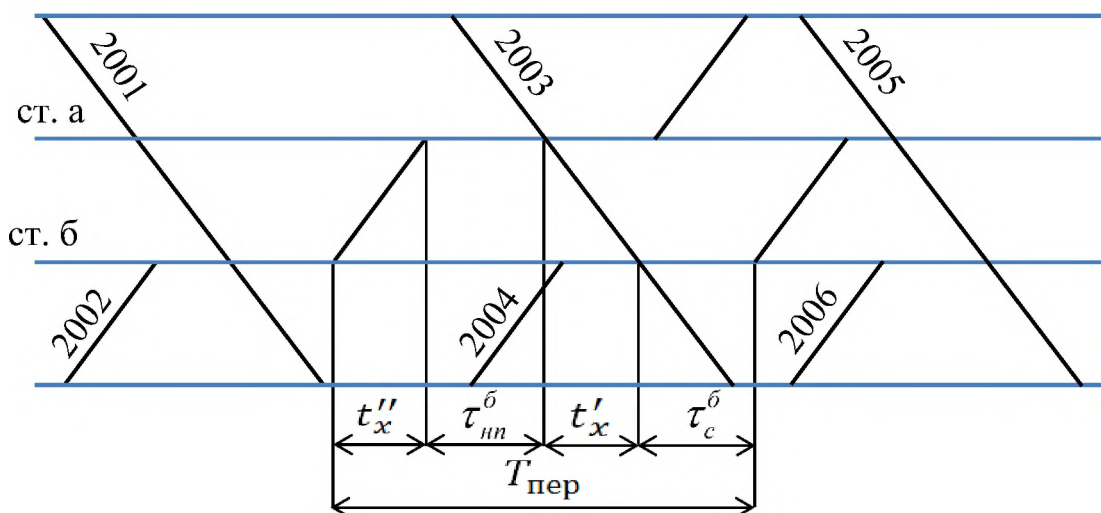


Рисунок 3.10 Схема пропуска нечётного поезда по ограничивающему перегону с ходу

$$T_{пер} = t' + t'' + \tau_{ин}^a + \tau_c^b + t_3 + t_p. \quad (3.13)$$

4. Чётные поезда пропускают с ходу через оба раздельных пункта, примыкающих к ограничивающему перегону (рис. 3.11):

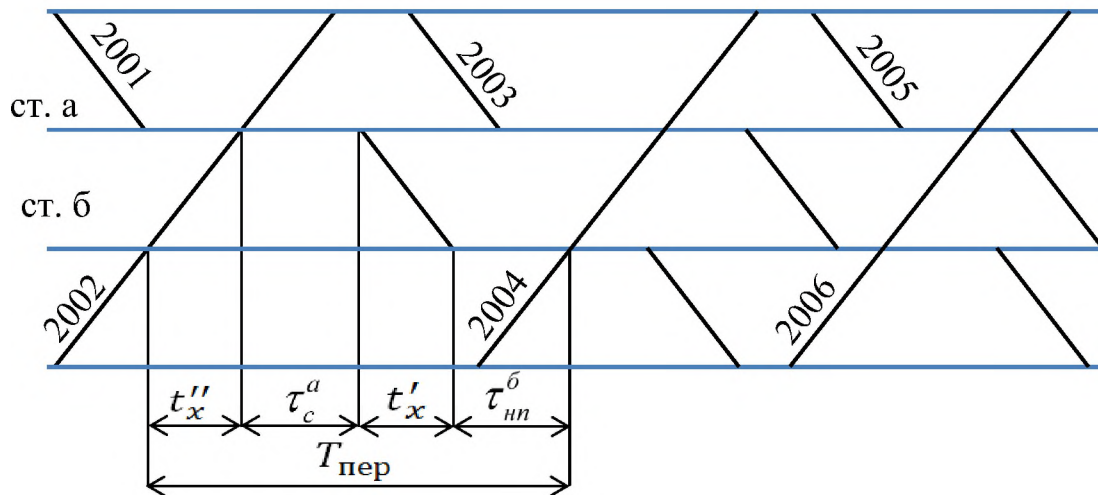


Рисунок 3.11 Схема пропуска чётного поезда по ограничивающему перегону с ходу

$$T_{пер} = t' + t'' + \tau_c^a + \tau_{nn}^b + t_p + t_z. \quad (3.14)$$

На основании расчётов выбирают схему с наименьшим периодом графика и собственно значение величины периода графика для определения пропускной способности однопутного участка (формула 3.1).

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 съёма $\varepsilon_{nc}, \varepsilon_{cb}$ приводят к одной категории поездов, по которой рассчитывается наличная пропускная способность. Как правило, это грузовые транзитные поезда.

Коэффициентом съёма называется число, показывающее сколько грузовых поездов (или какую часть грузового поезда) снимает с графика один пассажирский (а также ускоренный грузовой, сборный) поезд.

Приведенное количество поездов (потребную пропускную способность) N_{np} в поездах (двухпутный участок $A-N$) и в парах поездов (однопутный участок $N-D$) определяют для двух участков из выражения:

$$N_{np} = N_{zp} + N_{nc}\varepsilon_{nc} + N_{cb}(\varepsilon_{cb} - 1), \quad (3.15)$$

где: N_{zp} – количество пар грузовых поездов с учётом сборных N_{cb} (табл. 3.1, формулы 3.1 и 2.1);

N_{nc} – количество пар пассажирских поездов (п. 17, табл. 20 задания, табл. 3.4 – 3.6).

Коэффициенты съёма для пассажирских поездов на однопутных линиях с диспетчерской централизацией и на двухпутных линиях с автоблокировкой без применения пакетной прокладки пассажирских поездов принимаем $\varepsilon_{nc} = 1, 2$.

Коэффициент съёма грузовых поездов сборными на однопутном участке с диспетчерской централизацией и на двухпутных участках составляет $\varepsilon_{сб} = 1, 5 - 2, 5$.

Коэффициент заполнения пропускной способности (для двух участков):

$$\gamma_N = \frac{N_{np}}{N}, \quad (3.16)$$

где N – пропускная способность (формулы 3.9, 3.10).

Коэффициент заполнения пропускной способности может быть более 1, когда потребная пропускная способность более наличной, тогда способ прокладки поездов следует выбрать частично-пакетный (пакетный, пачечный). В этом случае для данного участка резервы не рассчитываются.

Резерв пропускной способности (для двух участков):
– в поездах или парах поездов:

$$N_{рез} = N - N_{np}; \quad (3.17)$$

– в процентах:

$$N'_{рез} = \left(1 - \frac{N_{np}}{N}\right) 100\%. \quad (3.18)$$

3.4 Построение графика движения поездов

График движения поездов составляется на участках $A-N$ и $N-D$ на типовой сетке бланка, утвержденного руководством ОАО «РЖД», 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. 3.12. 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, установленного заданием. Согласно учебному шифру по табл. 19 – 21 исходных данных составить расписание пассажирских поездов по ст. *А*, *Д* и *Н* и режим движения по участкам, которые приводят в табл. 3.4, 3.5 и 3.6.

Таблица 3.4 Время отправления нечётных пассажирских и пригородных поездов со станции *А* на станции *Д* и *Н*

Порядковый номер поезда	Время, ч	Категория поезда и режим движения на участке	Станция назначения
1		скорый без остановок	<i>Д</i>
2		скорый без остановок	<i>Д</i>
3		пригородный	<i>Д</i>
4		скорый без остановок	<i>Н</i>
5		скорый без остановок	<i>Н</i>
6		скорый без остановок	<i>Д</i>
7		скорый без остановок	<i>Д</i>
8		пригородный	<i>Н</i>
9		пригородный	<i>Д</i>

Таблица 3.5 Время отправления чётных пассажирских и пригородных поездов со станции *Д* на станцию *А*

Порядковый номер поезда	Время, ч	Категория поезда и режим движения на участке
1		скорый без остановок
2		скорый без остановок
3		пригородный
6		скорый без остановок

7		скорый без остановок
9		пригородный

Таблица 3.6 Время отправления чётных пригородных поездов со станцию N на станцию A

Порядковый номер поезда	Время, ч	Категория поезда и режим движения на участке
4		пригородный
5		скорый без остановок
8		пригородный

Прокладку грузовых поездов можно начинать с участковых станций со средним интервалом (определяем отдельно для участков $A-N$ и $N-D$), равным:

$$I_{cp} = \frac{1440 - t_{мехн}}{N_{np}}, \quad (3.19)$$

где N_{np} – условное число «ниток» грузовых поездов, где пакет из двух поездов на однопутном участке считается за одну «нитку» (формула 3.16).

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

$$0,8I_{cp} \leq I_{факт} \leq 1,1I_{cp}. \quad (3.20)$$

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

Таблица 3.5. Порядок присвоения номеров поездам

Нумерация пассажирских и пригородных поездов	
Скорые круглогодичные	1 – 150
Скорые сезонного и разового обращения	151 – 298
Пассажирские круглогодичные	301 – 450
	601 – 698
Пассажирские сезонные, разового назначения и детские	451 – 598
Скоростные	701 – 750

Высокоскоростные	751 – 788
Скорые, обслуживаемые моторным подвижным составом (кроме скоростных и высокоскоростных)	801 – 898
Служебного (специального назначения)	901 – 920
Туристические (коммерческие)	921 – 940
Людские	941 – 960
Грузопассажирские	961 – 970
Почтово-багажные	971 – 998
Пригородные поезда	6001 – 6998
Нумерация грузовых поездов	
Сквозные	2001 – 2998
Участковые	3001 – 3398
Сборные	3401 – 3468

3.5 Расчёт качественных показателей графика движения поездов

Для каждого участка необходимо определить следующие показатели для грузового движения:

- техническую скорость;
- участковую скорость;
- коэффициент участковой скорости:

$$\beta_x = \frac{V_{уч}}{V_x}, \quad (3.21)$$

где: $V_{уч}$ – участковая скорость, км/ч;

V_x – ходовая скорость, км/ч (формула 3.3).

$$V_{уч} = \frac{\sum NL}{\sum Nt_n}, \quad (3.22)$$

где: $\sum NL$ – сумма поездо-километров (количество пар поездов – табл. 3.1, длина участка – табл. 1 задания);

$\sum Nt_n$ – сумма поездо-часов в пути (всего – табл. 3.8, 3.9, колонка 5).

$$V_{mex} = \frac{\sum NL}{\sum Nt_{ог}}, \quad (3.23)$$

где $\sum Nt_{ог}$ – сумма поездо-часов в движении (всего – табл. 3.8, 3.9, колонка

6).

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

Для расчёта участковой и технической скорости составляются табл. 3.8 – 3.9.

Таблица 3.8 Расчёт времени нахождения поездов на участке *N-Д*

№ п/п	Номер поезда	Время отправления	Время прибытия	Время в пути		
				всего	в движении	стоянки на промежуто чных станциях
1	2	3	4	5	6	7
нечётные						
1						
2						
ИТОГО						
чётные						
1						
2						
ИТОГО						
ВСЕГО						

Таблица 3.9 Расчёт времени нахождения поездов на участке *A-N*

№ п/п	Номер поезда	Время отправления	Время прибытия	Время в пути		
				всего	в движении	стоянки на промежуто чных станциях
1	2	3	4	5	6	7
нечётные						
1						

2						
ИТОГО						
чётные						
1						
2						
ИТОГО						
ВСЕГО						

Далее определяется участковая скорость грузовых поездов в целом на полигоне (учитываются поездо-километры и поездо-часы на двух участках).

Далее рассчитываем время стоянки транзитного поезда – сквозного, без учёта сборных и участковых поездов, (табл. 3.10).

$$t_{cp} = \frac{\sum Nt}{\sum N}, \quad (3.24)$$

где $\sum Nt$ – сумма поездо-часов простоя (итого – табл. 3.10, колонка 5).

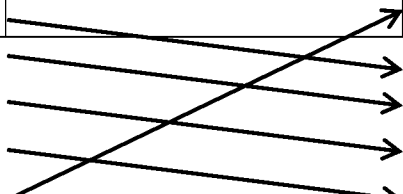
Таблица 3.10 Расчёт времени стоянки транзитного поезда на станции *N*

№ п/п	Номер поезда	Время прибытия	Время отправления	Простой, мин.
1	2	3	4	5
нечётные				
1				
2				
чётные				
1				
2				
ИТОГО:				

Далее необходимо сделать подвязку локомотивов (табл. 3.11 – 3.12).
Увязку выполняем указанным образом, а не расставлением поездов друг напротив друга.

Таблица 3.11 Расчёт времени нахождения локомотивов на станции *Д*

№ п/ п	Номер поезда	Время прибытия	Увязка локомотива	Номер поезда	Время отправления	Простой
1	2	3	4	5	6	7
	3101	0.40		3102	1.10	



	3103	1.10		3204	2.05	
	3105	2.13		3106	2.45	
	3107	3.52		3108	3.45	
	3111	5.20		3112	6.25	
ИТОГО:						

Далее в табл. 3.12 подвязку локомотивов осуществляем аналогичным образом.

Таблица 3.12 Расчёт времени нахождения локомотивов на станции А

№ п/ п	Номер поезда	Время прибыт ия	Увязка локомотива	Номер поезда	Время отправ ления	Прост ой
1	2	3	4	5	6	7
ИТОГО:						

Контрольные вопросы к разделу

1. Какой поезд называется сквозным, участковым, сборным, вывозным?
2. Какой тип графика Вы разработали?
3. Как влияет число пассажирских поездов на участковую скорость грузовых?
4. Какие факторы определяют целесообразность применения частично-пакетного графика?
5. Как определить наличную пропускную способность однопутного участка, состоящего из 10 перегонов?
6. Каков физический смысл коэффициента съёма?
7. Определение участковой, технической и ходовой скоростей.

Литература

1. Ковалев В.И., Осьминин А.Т. и др. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте. Учебник для студентов вузов ж.д. транспорта в 2-х томах/ Под ред. В.И. Ковалева и А.Т. Осьминина. – Т.2. – М.: УМЦ ЖДТ, 2011. – 440 с.
2. Бородин А.Ф., Биленко Г.М. и др. Технология управления работой железнодорожных участков и направлений: Учеб. пос./Под ред. А.Ф. Бородина и Г.М. Биленко – М.: РОАТ МИИТ, 2011. – 225 с.

3. Шаров В.А., Бородин А.Ф. Интегрированная технология управления движением грузовых поездов по расписанию// Железнодорожный транспорт. – 2011. - № 8. – с.11-22.

4. Инструктивные указания по организации вагонопотоков на железных дорогах ОАО «РЖД». – М.: ТЕХИНФОРМ, 2007. – 528 с.

5. Бородин А.Ф. Новые инструктивные указания по организации вагонопотоков// Железнодорожный транспорт. – 2007. – №10. – с.24–28.

6. Осьминин А.Т. Развитие теории и методов расчета плана формирования поездов// Железнодорожный транспорт. – 2010. - № 10. – с.31-39 и № 11. – с.33–36.

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. Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог. – М., 2011.

10. Инструкция по определению станционных и межпоездных интервалов. – М., 2011.

11. Инструкция по разработке графика движения поездов в ОАО «РЖД». Утв. распоряжением ОАО «РЖД» 27.12.2006 г., № 2568р. М.: ОАО РЖД.– 2006. – 95 с.

12. Инструкция по организации поездной работы при отправлении грузовых поездов по твердым ниткам графика. Утв. вице-президентом ОАО «РЖД» С.В. Козыревым 19.12.2006 г. М.: ОАО РЖД.– 2006. – 53 с.

13. Инструкция по оперативному планированию поездной и грузовой работы железных дорог. Утв. вице-президентом ОАО «РЖД» В.Г. Лемешко 22.11.2008 г. М.: ОАО РЖД.– 2008. – 86 с.

14. Системы автоматизации и информационные технологии управления перевозками на железных дорогах: Учебник для вузов ж.-д. транспорта/ В.А. Гапанович, А.А. Грачев и др.; Под ред. В.И. Ковалева, А.Т. Осьминина, Г.М. Грошева. – М.: Маршрут, 2006. – 544 с.