

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**

**Курский ж.д. техникум – филиал ПГУПС**

**РАСЧЁТ ДВИЖЕНИЯ Поезда по участку  
с элементами эксплуатационной работы  
ЛОКОМОТИВНОГО ДЕПО**



Выполнил дипломник : Жиров Дмитрий Алексеевич  
Руководитель: Пильник Сергей Александрович

# Цель дипломного проекта

Дипломный проект имеет целью закрепление и расширение полученных теоретических знаний по специальности. В дипломном проекте изложены основные методы для расчета движения поезда по участку с элементами эксплуатационной работы депо.

Исходные данные:

- заданный профиль пути ,состоящий из 23 элементов;
- грузовой электровоз постоянного тока ВЛ10<sup>У</sup>;
- длина участков обращения : БА=39,9 км, АВ=38км;
- объем перевозок : 6,83 млн.т.км.бр.



# Структура дипломного проекта

- Раздел 1. Расчет движения поездов
- Раздел 2. Элементы организации эксплуатационной работы локомотивного депо
- Раздел 3. Обеспечение безопасности движения поездов и вопросы охраны труда локомотивных бригад
- Раздел 4. Индивидуальное задание



# Подготовка профиля пути для выполнения тяговых расчетов

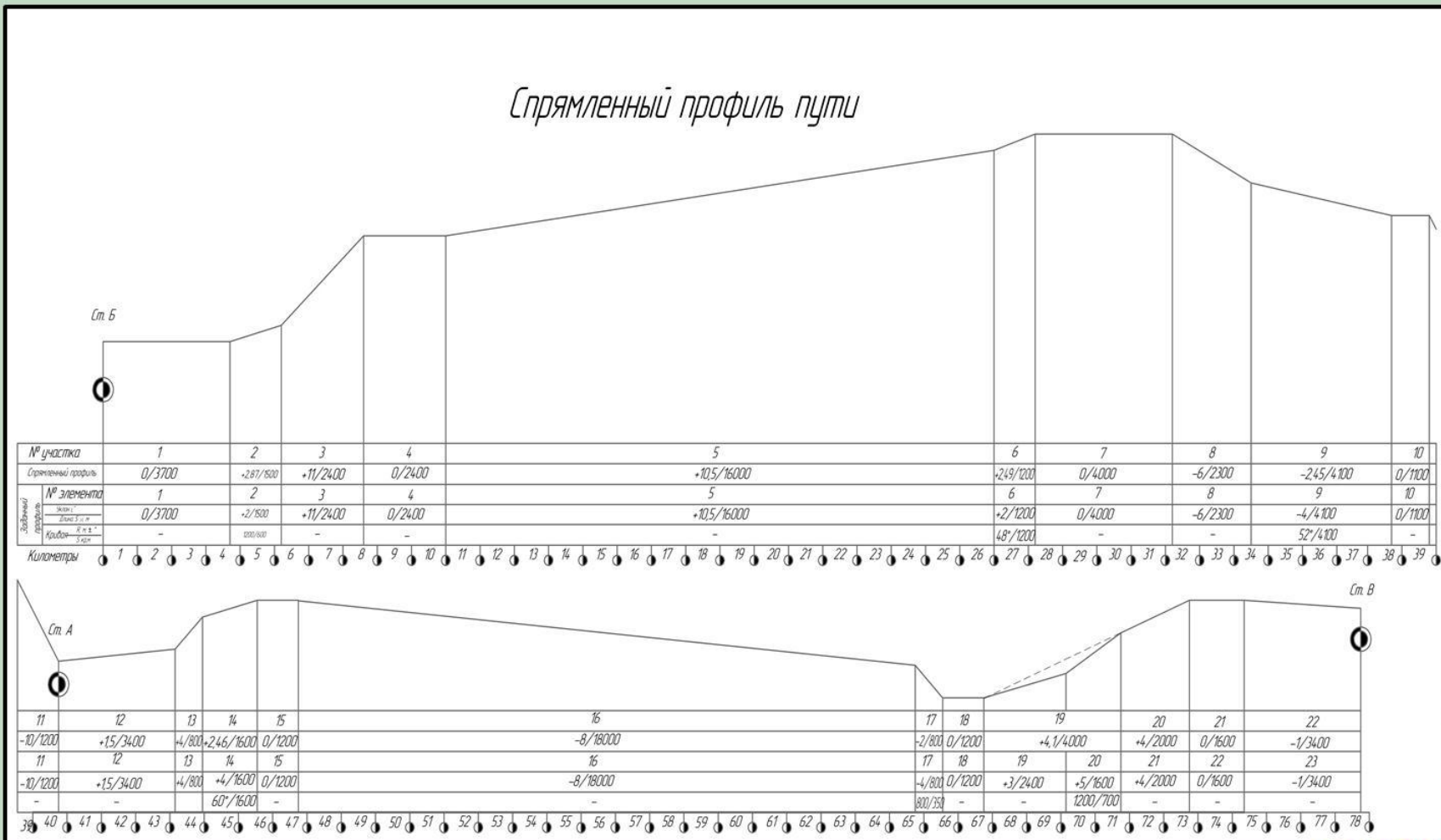
Таблица 1 – Спрямоленный профиль пути

№ элемента	Длина элементов S, м	Кривизна элементов $i_c$ , ‰	Кривые R, м, S <sub>кр</sub> , м или $\alpha$	Длина спрямоленного участка S, м	Кривизна спрямоленного участка $i_c$ , ‰	Фиктивный подъем от кривых $i_c$ , ‰	Суммарная кривизна от спрямоленного участка $i_c = i_c + i_c$ , ‰	№ спрямоленных участков
1	3700	0,0						1
2	1500	+2,0	1200 600			+0,87	+2,87	2
3	2400	+11,0						3
4	2400	0,0						4
5	16000	+10,5						5
6	1200	+2,0	48			+0,49	+2,49	6
7	4000	0,0						7
8	2300	-6,0						8
9	4100	-4,0	52			+1,55	-2,45	9
10	1100	0,0						10
11	1200	-10,0						11
12	3400	+1,5						12
13	800	+4,0						13
14	1600	+2,0	60			+0,46	+2,46	14
15	1200	0,0						15
16	18000	-8,0						16
17	800	-4,0	800 350			+2,00	-2,00	17
18	1200	0,0						18
19	2400	+3,0		4000	+3,8	+0,30	+4,10	19
20	1600	+5,0	1200 700					20
21	2000	+4,0						21
22	1600	0,0						22
23	3400	-1,0						22



# Чертеж спрямленного профиля пути

Спрямленный профиль пути



# Расчёт веса состава поезда и установление весовых норм на участке

1. Определил массу состава  $m_c$ , т, и округлил в соответствии с правилами ПТР

$$m_c = \frac{502000 - (2,98 + 10,5) \cdot 200 \cdot 9,81}{(1,51 + 10,5) \cdot 9,81} = 4036.$$

2. Определил количество вагонов в составе поезда  $n_i$ .

$$n_i = 18 + 18 + 10 = 46.$$

3. Определил длину поезда  $L_{II}$ , м.

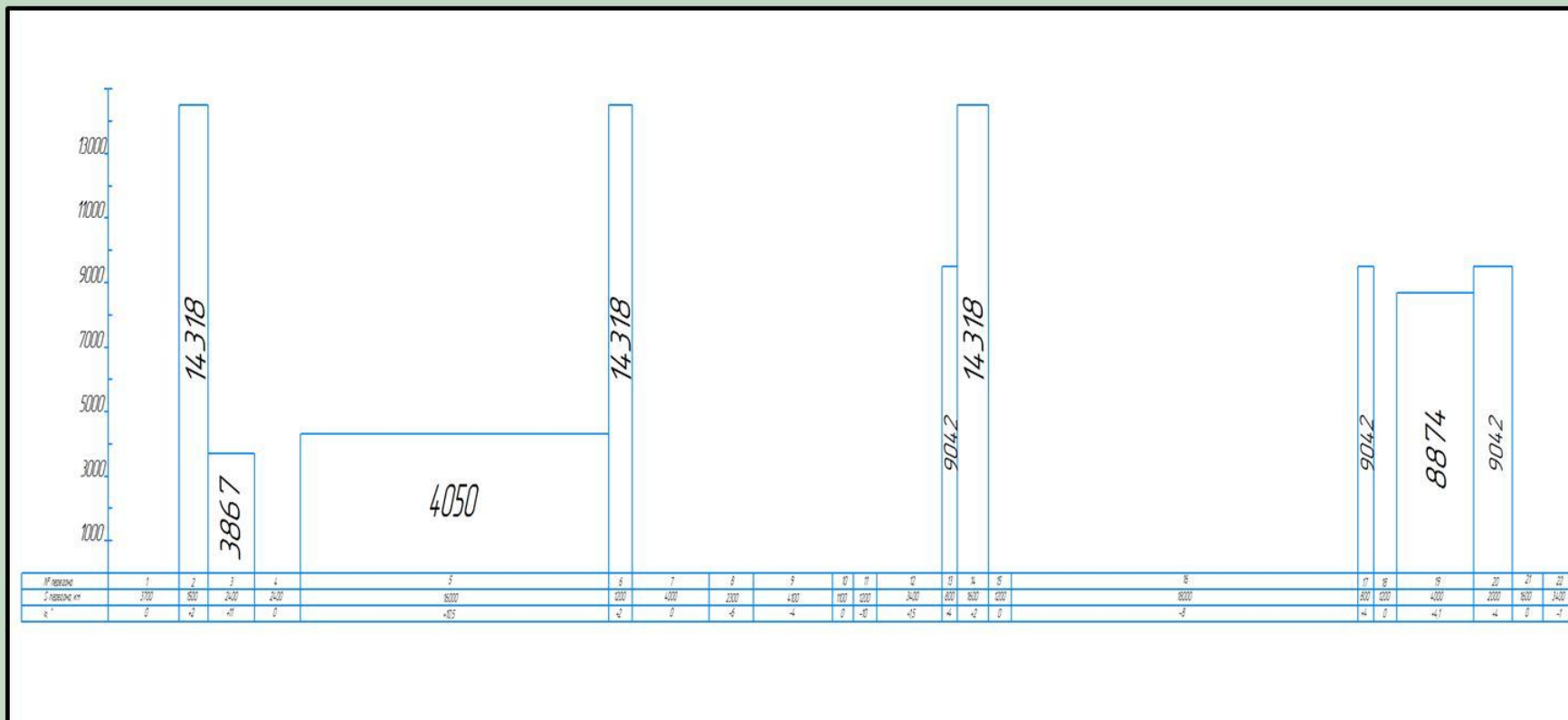
$$L_n = 12,7 \cdot 18 + 15,2 \cdot 18 + 18,7 \cdot 10 + 32,8 = 753,4.$$

Таблица 2 – Полученные результаты

Масса состава $m_c$ , т	4050,0
Число \ вагонов в составе грузового поезда $n$	46,0
Общая длина поезда $L_{II}$ , м	753,4



# Тонно-километровой диаграмма



# Расчёт диаграммы ускоряющих и замедляющих сил

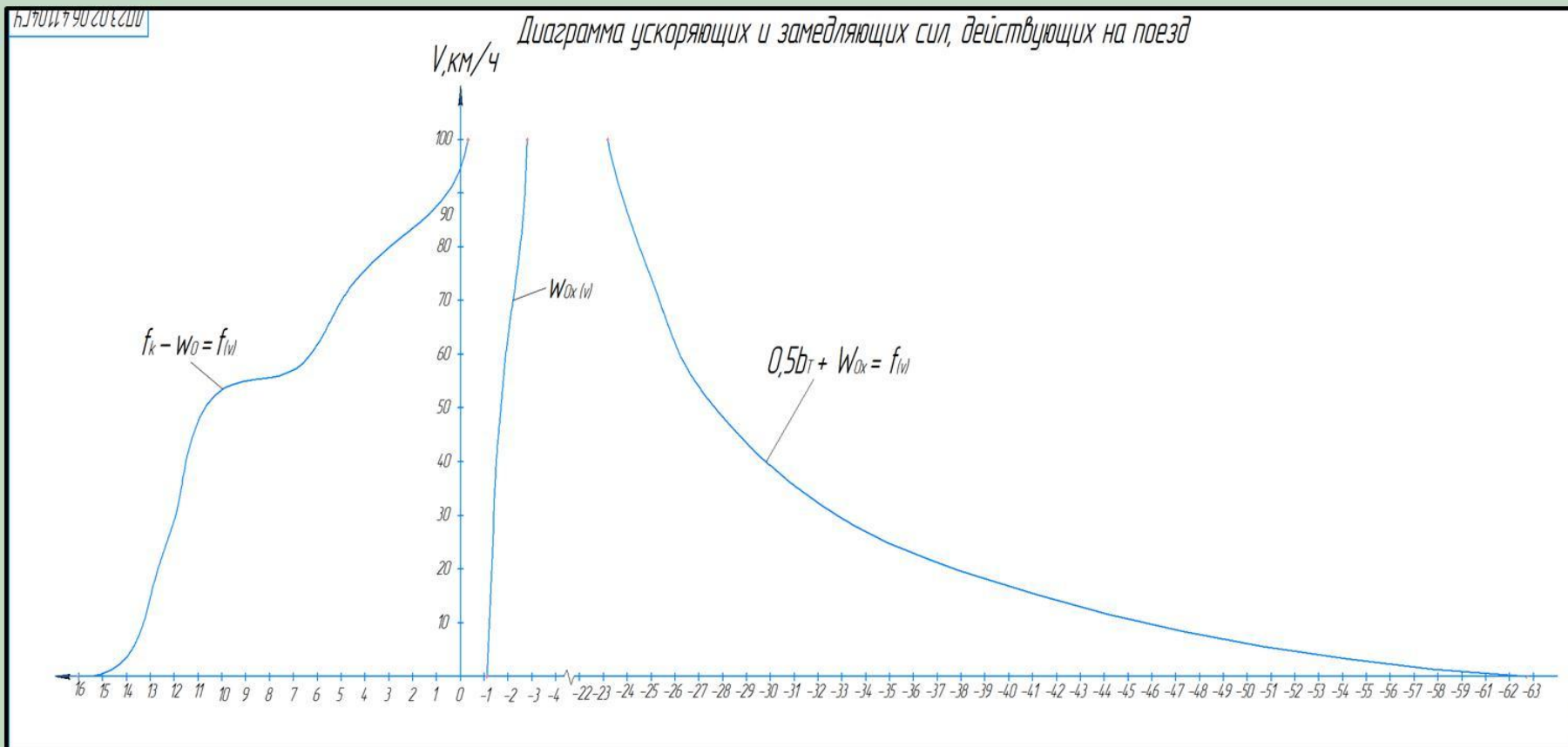
Таблица 3 – Расчет ускоряющих и замедляющих сил действующих на поезд

Скорость $v$ , км/ч	Удельное сопротивление движению поезда $w_o$ , Н/кН	Сила тяги $F_K$ , кН	Удельная сила тяги $f_K$ , Н/кН	Удельная ускоряющая сила $f_y$ , Н/кН	Удельно замедляющие силы при торможении $f_{zc}$ , Н/кН	Основное удельное сопротивление движению состава $w_{ox}$ , Н/кН
0	1,07	680	17,12	16,05	61,85	1,1
10	1,19	570	14,35	13,16	45,70	1,2
20	1,23	542	13,64	12,41	37,78	1,3
30	1,31	527	13,26	11,95	32,94	1,4
40	1,51	511	12,86	11,35	29,90	1,5
50	1,70	496	12,48	10,78	27,80	1,7
60	1,93	401	10,09	6,16	26,29	1,9
70	2,20	269	6,77	4,57	25,15	2,2
80	2,50	200	5,03	2,53	24,35	2,5
90	2,69	150	3,77	0,68	23,60	2,7
100	3,10	112	2,80	-0,30	23,10	2,8





# Построение диаграммы ускоряющих и замедляющих сил



# Решение тормозных задач

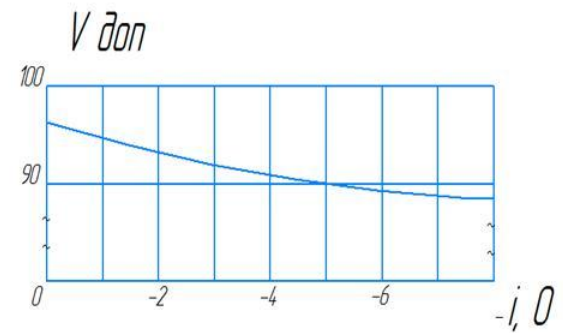
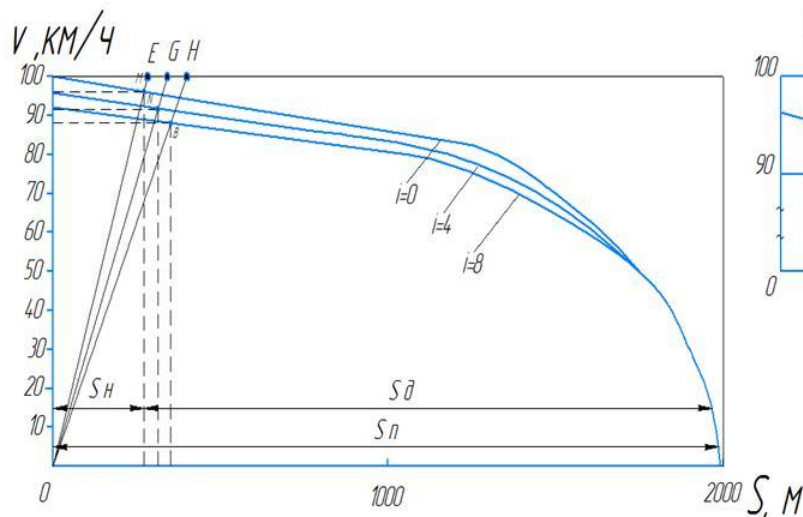
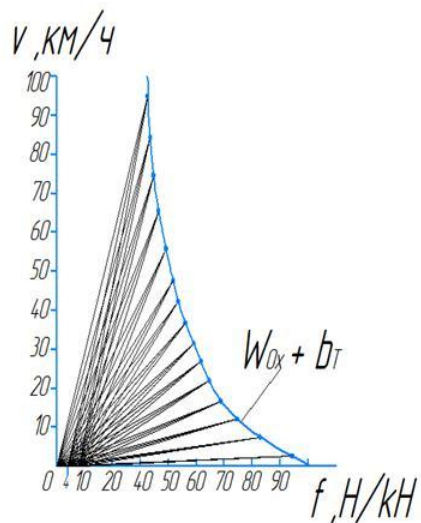
Таблица 7 – Результаты расчетов для различных интервалов скоростей

Скорость $v$ , км/ч	Средняя скорость $v_{ср}$ , км/ч	Основное удельное сопротивление состава $W_0^0$ , Н/кН	Основное удельное сопротивление движению локомотива $W_л$ , Н/кН	Основное удельное сопротивление движению состава $W_{сост}$ , Н/кН	Расчетный коэффициент трения чугунных тормозных колодок $\phi_{ср}$	Удельную тормозную силу $b_T$ , Н/кН	Тормозной путь $\Delta S_{Д}$ , м
100-90	95,0	2,77	6,60	2,7	0,09	41,40	231,6
90-80	85,0	2,48	5,86	2,7	0,09	42,75	201,0
80-70	75,0	2,21	5,19	2,4	0,09	44,55	168,2
70-60	65,0	1,97	4,59	2,1	0,10	47,25	137,4
60-50	55,0	1,76	4,06	1,8	0,11	50,40	108,4
50-45	47,5	1,62	3,71	1,7	0,11	53,10	42,5
45-40	42,5	1,53	3,50	1,6	0,12	55,35	38,0
40-35	37,5	1,46	3,30	1,5	0,13	58,50	31,0
35-30	32,5	1,39	3,13	1,4	0,13	61,20	26,0
30-25	27,5	1,32	2,97	1,3	0,14	65,25	21,0
25-20	22,5	1,27	2,82	1,3	0,15	70,20	16,0
20-15	17,5	1,22	2,70	1,2	0,16	76,05	11,0



# Графический способ определения тормозного пути поезда

*Графический способ определения тормозного пути поезда*



# Построение кривой движения поезда методом Липеца

Графическое интегрирование уравнения движения поезда основано на геометрической связи между кривыми ускоряющих и замедляющих сил и скорости поезда как функции пути при соответствии масштабов этих величин.

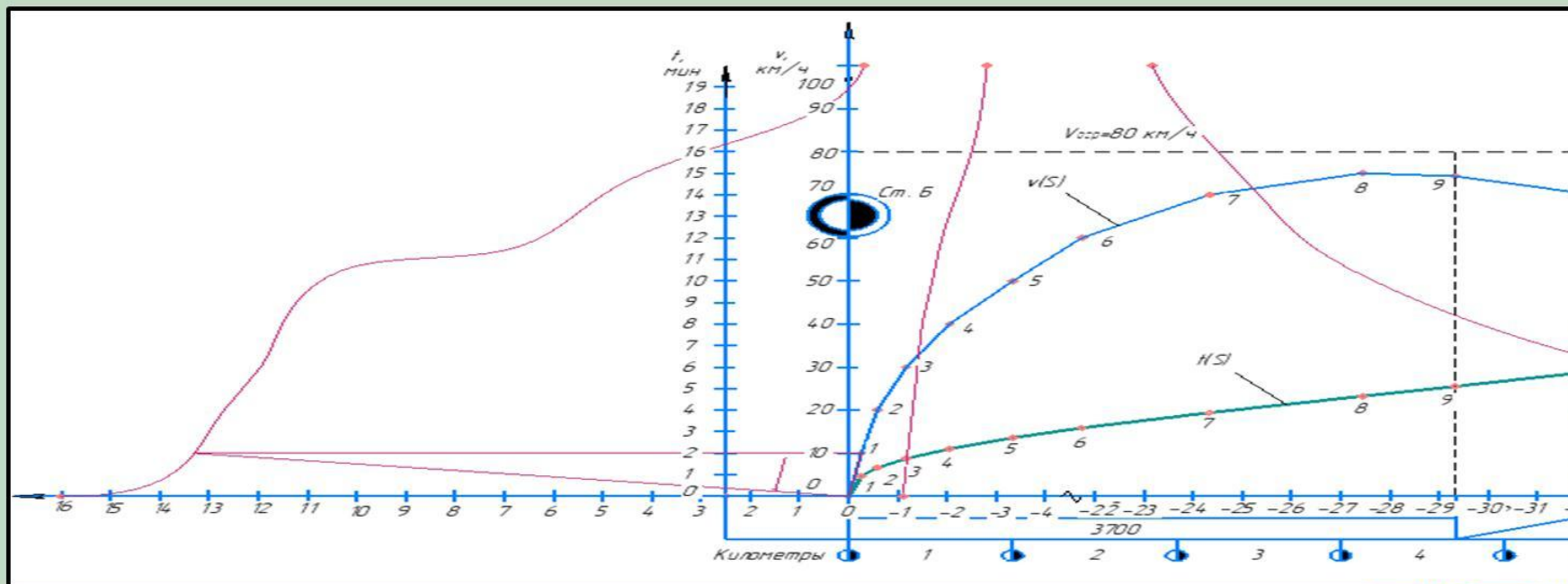
Масштабы:

Удельные силы  $1Н/кН = 12мм$

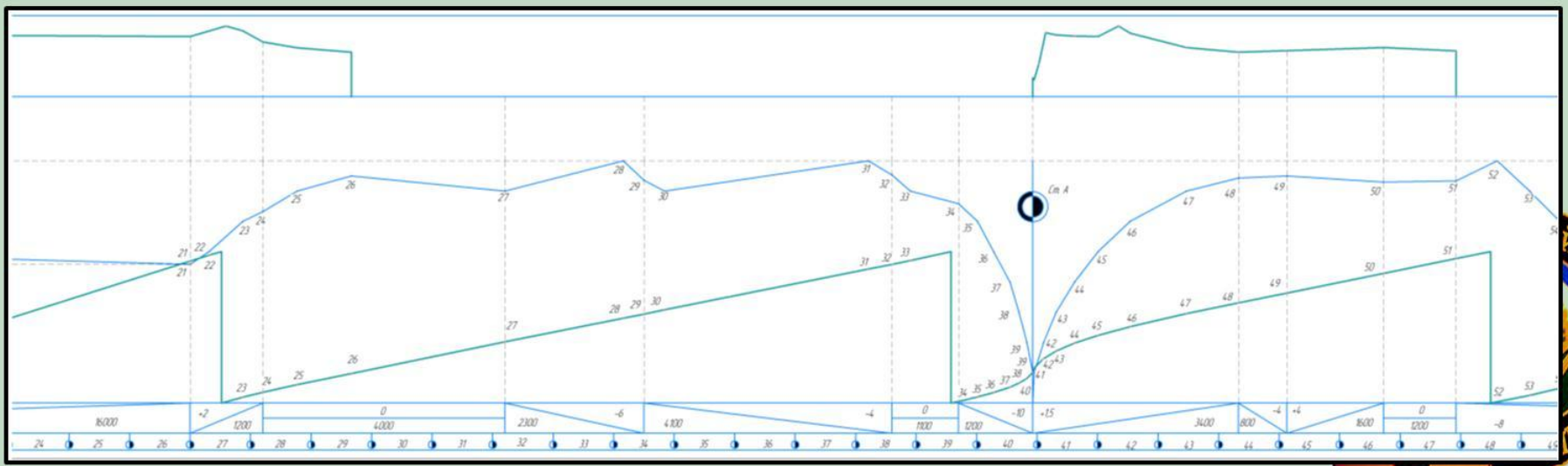
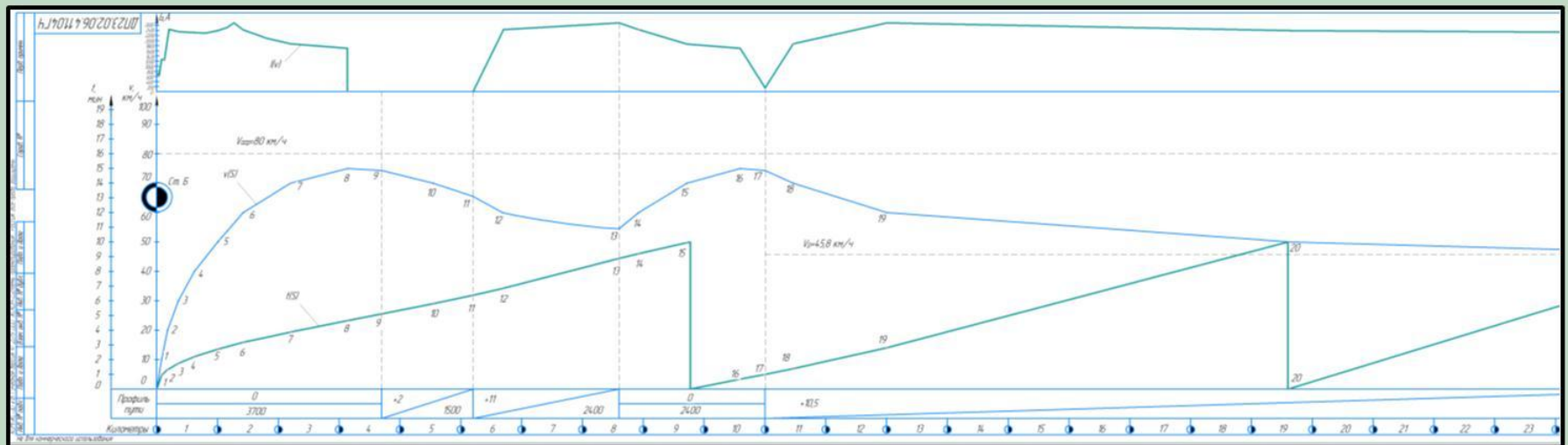
Скорость  $1км/ч = 2мм$

Путь  $1км = 40мм$

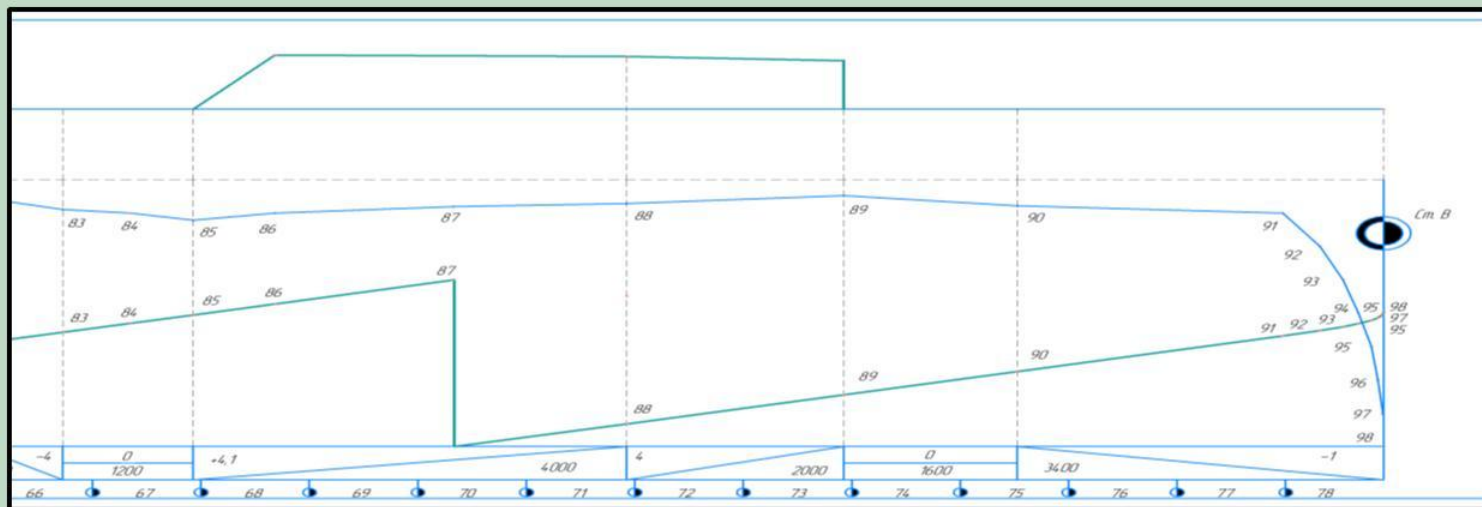
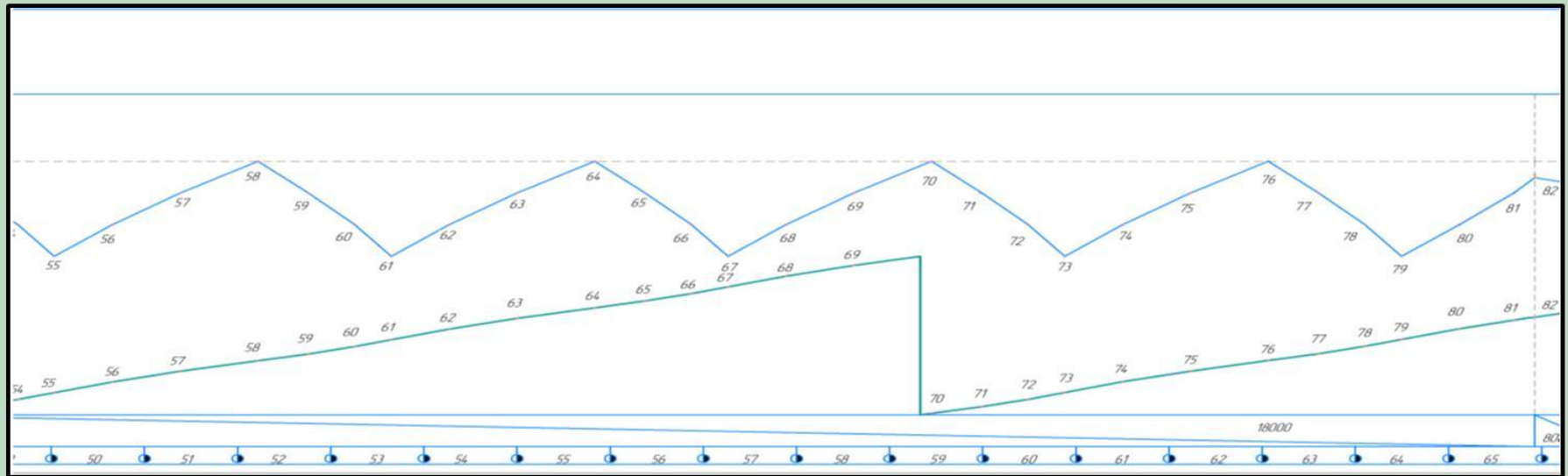
Время  $1мин = 10мм$



# Кривая скорости, тока и времени хода по заданному участку ВЛ10<sup>У</sup>



# Кривая скорости, тока и времени хода по заданному участку ВЛ10<sup>У</sup>



# Расчёт расхода электроэнергии электровозом

Номер элемента	Среднее значение тока, А
1	1812
3	2655
4	2655
5	2380
6	2490
7	1010
12	1812
13	1735
14	1820
20	1820
21	1735

Полный расход электроэнергии электровоза составил 4610 кВт/ч.



# Определение времени хода поезда и количество пар поездов

1. Расчитал время хода  $T_{AB(AB)}$ , мин, поездов по тяговым плечам

$$T_{AB}^{Чет} = \frac{39,9}{45,8} = 0,87 = 52,$$

$$T_{BA}^{Нечет} = \frac{39,9}{45,8} = 0,87 = 52,$$

$$T_{BA}^{Чет} = \frac{38}{45,8} = 0,83 = 50,$$

$$T_{AB}^{Нечет} = \frac{38}{45,8} = 0,83 = 50.$$

2. Определил число пар поездов  $N$

$$N = \frac{6,83 \cdot 1,1 \cdot 10^6}{4250 \cdot 2 \cdot 77,9} = 11.$$





# Составление ведомости оборота ЛОКОМОТИВА

Таблица 9 - Ведомость оборота локомотивов

Оборотное депо Б					Время хода от Б до А	Основное депо А				Время хода от А до Б	Оборотное депо В					Время хода от В до А	Основное депо А				Время хода от А до Б		
Прибытие четн. поездов		Увязка локом.	Отправление нечет. поездов			Время простоя в депо Б	Прибытия нечет. поезда	Отправ. нечет. поезда	Простой локомотив в депо А		Прибытие нечетн. поездов		Увязка локом.	Отправл. четн. поездов			Время простоя в депо В	Время хода от В до А	Прибытия чет. поезда	Отправ. чет. поезда		Простой локомотив в депо А	Время хода от А до Б
№ поезда	Время приб.		№ поезда	время отпр.							№ поезда	Время приб.		№ поезда	Время отпр.								
		→	3111	0:00	1:20	0:52	0:52	1:12	0:20	0:50	3111	2:02	→	3112	3:22	1:20	0:50	4:12	4:32	0:20	0:52		
3112	5:24	→	3113	6:44	1:20	0:52	7:36	7:56	0:20	0:50	3113	8:46	→	3114	10:06	1:20	0:50	10:56	11:16	0:20	0:52		
3114	12:08	→	3115	13:28	1:20	0:52	14:20	14:40	0:20	0:50	3115	15:30	→	3116	16:50	1:20	0:50	17:40	18:00	0:20	0:52		
3116	18:52	→	3117	20:12	1:20	0:52	21:04	21:24	0:20	0:50	3117	22:14	→	3118	23:34	1:20	0:50	0:24	0:44	0:20	0:52		
3118	1:36	→	3119	2:56	1:20	0:52	3:48	4:08	0:20	0:50	3119	4:58	→	3120	6:18	1:20	0:50	7:08	7:28	0:20	0:52		
3120	8:20	→	3121	9:40	1:20	0:52	10:32	10:52	0:20	0:50	3121	11:42	→	3122	13:02	1:20	0:50	13:52	14:12	0:20	0:52		
3122	15:04	→	3123	16:24	1:20	0:52	17:16	17:36	0:20	0:50	3123	18:26	→	3124	19:46	1:20	0:50	20:36	20:56	0:20	0:52		
3124	21:48	→	3125	23:08	1:20	0:52	00:00	0:20	0:20	0:50	3125	1:10	→	3126	2:30	1:20	0:50	3:20	3:40	0:20	0:52		
3126	4:32	→	3127	5:52	1:20	0:52	6:44	7:04	0:20	0:50	3127	7:54	→	3128	9:14	1:20	0:50	10:04	10:24	0:20	0:52		
3128	11:16	→	3129	12:36	1:20	0:52	13:28	13:48	0:20	0:50	3129	14:38	→	3130	15:58	1:20	0:50	16:48	17:08	0:20	0:52		
3130	18:00	→	3131	19:20	1:20	0:52	20:12	20:32	0:20	0:50	3131	21:22	→	3132	22:42	1:20	0:50	23:32	23:52	0:20	0:52		
3132	00:44	→																					

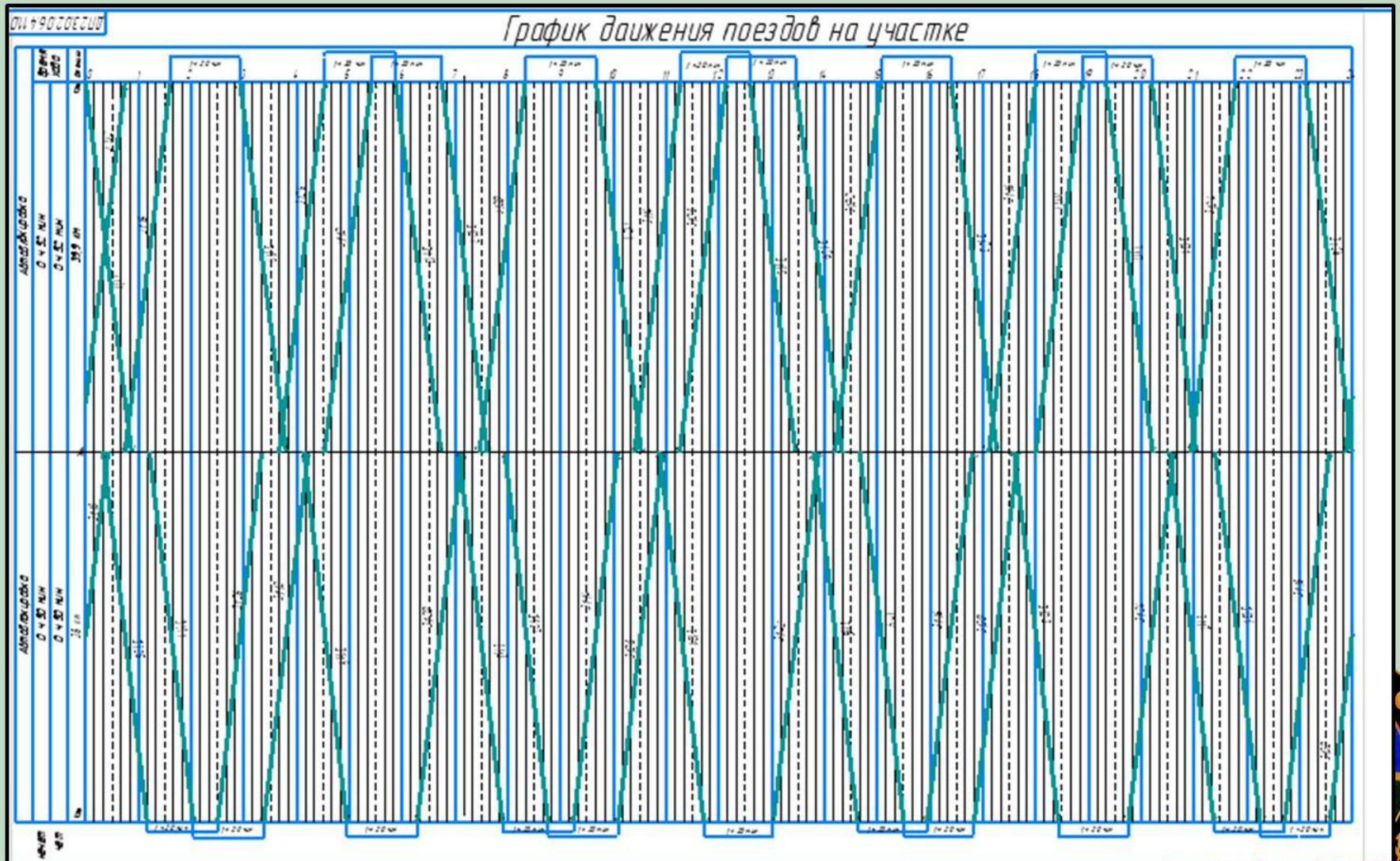
# График оборота локомотивов на участке

График оборота локомотивов на участке

Часы Сутки	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Б 3111	АА 3111	В	Б 3112	АА 3112	Б	Б 3113	АА 3113	В	Б 3114	АА 3114	Б	Б 3115	АА 3115	В	Б 3116	АА 3116	В	Б 3117	АА 3117	В	Б 3118	АА 3118	В	
2	АА 3118	Б	Б 3119	АА 3119	В	Б 3120	АА 3120	В	Б 3121	АА 3121	В	Б 3122	АА 3122	В	Б 3123	АА 3123	В	Б 3124	АА 3124	В	Б 3125	АА 3125	В		
3	А 3126	В 3126	Б 3126	АА 3126	В	Б 3127	АА 3127	В	Б 3128	АА 3128	В	Б 3129	АА 3129	В	Б 3130	АА 3130	В	Б 3131	АА 3131	В	Б 3132	АА 3132	В		
4	Б 3132																								



# График движения поездов на участке



# Ведомость оборота локомотивных бригад

ТУДА от А до Б									Увязка локомотивных бригад	Оттуда от Б до А										
Бригада	№ поезда	Время отправления	Время в пути	Время прибытия в Б	Начало работы	Конец работы	Продолж. работы	Необход. отдых		Время возм. вых.	Бригада	№ поезда	Время отправления	Время в пути	Время прибытия в А	Начало работы	Конец работы	Продолж. работы	Врем. за оборот	Норма отд. дома
1	122	8:46	0:44	9:30	07:41	9:55	02:14	01:07	11:02		1	121	0:00	0:44	0:44	23:20	01:29	02:09	4:23	10:16
2	124	19:06	0:44	19:50	18:01	20:15	02:14	01:07	21:22		2	123	10:20	0:44	11:04	9:40	11:49	02:09	4:23	10:16
3	126	5:26	0:44	6:10	4:21	06:35	02:14	01:07	07:42		3	125	20:40	0:44	21:24	20:00	22:09	02:09	4:23	10:16
4	128	15:46	0:44	16:30	14:41	16:55	02:14	01:07	18:02		4	127	7:00	0:44	7:44	06:20	08:29	02:09	4:23	10:16
5	130	2:06	0:44	2:50	01:01	3:15	02:14	01:07	4:22		5	129	17:20	0:44	18:04	16:40	18:49	02:09	4:23	10:16
6	132	12:26	0:44	13:10	11:21	13:35	02:14	01:07	14:42		6	131	3:40	0:44	4:24	3:00	05:09	02:09	4:23	10:16
7	134	22:46	0:44	23:30	21:41	23:55	02:14	01:07	01:02		7	133	14:00	0:44	14:44	13:20	15:29	02:09	4:23	10:16
8	136	9:06	0:44	9:50	8:01	10:15	02:14	01:07	11:22		8	135	0:20	0:44	1:04	23:40	01:49	02:09	4:23	10:16
9	138	19:26	0:44	20:10	18:21	20:35	02:14	01:07	21:42		9	137	10:40	0:44	11:24	10:00	12:09	02:09	4:23	10:16

Увязка локомотивных бригад	ТУДА от А до В									Увязка локомотивных бригад	Оттуда от В до А										
	Бригада	№ поезда	Время отправления	Время в пути	Время прибытия в В	Начало работы	Конец работы	Продолж. работы	Необход. отдых		Время возм. вых.	Бригада	№ поезда	Время отправления	Время в пути	Время прибытия в А	Начало работы	Конец работы	Продолж. работы	Врем. за оборот	Норма отд. дома
	1	121	3:34	0:46	4:20	02:29	4:45	02:16	01:08	05:53		1	122	5:10	0:46	5:56	4:30	06:41	02:11	04:27	0:36
	2	123	13:54	0:46	14:40	12:49	15:05	02:16	01:08	16:13		2	124	15:30	0:46	16:16	14:50	17:01	02:11	04:27	0:36
	3	125	0:14	0:46	1:00	23:09	01:25	02:16	01:08	02:33		3	126	1:50	0:46	2:36	01:10	03:21	02:11	04:27	0:36
	4	127	10:34	0:46	11:20	9:29	11:45	02:16	01:08	12:53		4	128	12:10	0:46	12:56	13:30	13:41	02:11	04:27	0:36
	5	129	20:54	0:46	21:40	19:49	22:05	02:16	01:08	23:13		5	130	22:30	0:46	23:16	21:50	23:45	02:11	04:27	0:36
	6	131	7:14	0:46	8:00	6:09	08:25	02:16	01:08	09:25		6	132	8:50	0:46	9:36	08:10	10:21	02:11	04:27	0:36
	7	133	17:34	0:46	18:20	16:29	18:45	02:16	01:08	19:53		7	134	19:10	0:46	19:56	18:30	20:40	02:11	04:27	0:36
	8	135	3:54	0:46	4:40	02:49	5:05	02:16	01:08	6:13		8	136	5:30	0:46	6:16	4:50	07:01	02:11	04:27	0:36
	9	137	14:14	0:46	15:00	13:09	15:25	02:16	01:08	16:33		9	138	15:50	0:46	16:36	15:10	17:21	02:11	04:27	0:36



# Определение показателей использования ЛОКОМОТИВОВ

№	Количественные показатели				Качественные показатели					
	$\square MS_{\text{сут}}$ (лок-км)	$\square MS_{\text{мес}}$ (лок-км)	$\square MS_{\text{год}}$ (лок-км)	$A_T$ (т-км др.)	$T_{\text{лок}}$	$K_{\Pi}$	$M_3$	$S_{\text{лок}}$ (км)	$V_{\text{тех}}$ (км/ч)	$\Pi_{\text{лк}}$ (т-км др./лок)
1	1713,8	52099,5	625537	7283650	64 44 мин	0,28	3 лок	555	45,8	2427883



# Обеспечение безопасности движения поездов и вопросы охраны труда для локомотивных бригад



# Проектирование и создание пневмосхемы электропоезда ЭД4М



# Заключение

Выполнив пояснительную записку дипломного проекта, я повторил и закрепил практические приемы тяговых расчетов, которые применяются на производстве, т. е. в локомотивных депо для определения времени хода поезда, расхода электроэнергии электровозом, а так же скорость движения локомотива на участке.





Спасибо за внимание

