

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I»**  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

**Санкт-Петербургский техникум железнодорожного транспорта –  
структурное подразделение федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I»**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

**ОП.10 ОСНОВЫ ЛОКОМОТИВНОЙ ТЯГИ**

специальность 23.02.06

Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог

Преподаватель  
Сафонов В.Г.

2022 г

# Практическая работа № 1

## Пересчет электротяговых характеристик двигателей

**Цель** : пересчитать электротяговые характеристики тягового электродвигателя (ТЭД) при изменении параметров, построить старые и новые характеристики.

**Порядок выполнения:** напишите фамилию, группу, вариант, номер, название и цель практической работы и далее выполняйте:

### 1. Исходные и новые данные:

Составьте таблицу

	Исходные данные (по ПТР)	Новые данные
Тип ТПС		
Рис. ПТР с характеристиками ТЭД		
Характеристики для пересчета	1-я	2-я:
Сцепной вес локомотива, т		
Передаточное отношение		
Напряжение контактной сети $U_{\text{э}}, \text{В}$		
Диаметр колеса $D_k, \text{мм}$		

Выпишите исходные данные (смотри варианты задания, тяговые характеристики локомотива в ПТР). Выпишите новые данные по заданию (см варианты задания). Определите, какой параметр меняется.

### 2. Пересчет электротяговых характеристик ТЭД:

Составьте таблицу

Ток Id, А	ПП						П-ОП(см. задание)			
	Fкд, кгс	Fкд, кгс	V, км/ч				Fкд, кгс	Fкд, кгс	V, км/ч	
			СП	СП	П	П			П	П
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(10 строк)										

2.1 Откройте электротяговые характеристики ТЭД локомотива по заданию (указана в табл. Задания). Используя табличные данные ПТР, занесите 10 значений тока в колонку 1 (обязательно первое и последнее значение тока, остальные 8 значений равномерно выбирая из таблицы ПТР. Два значения Id подряд выкинуть нельзя).

2.2 Занесите, соответствующие току значения силы тяги (в колонки 2, 8) и скорости (в колонки 4, 6 и 10) для полного и ослабленного поля соответственно. При переносе значений в таблицу, заполняйте только те колонки, которые соответствуют заданию.

### 3. Перерасчет электротяговых характеристик тягового двигателя.

**Расчет следует вести с точностью указанной в п 1.1.2 ПТР**

3.1 Рассчитайте коэффициент пересчета и пересчитайте значения используя одно из правил

- При изменении напряжения на электровозе изменяется напряжение на тяговом двигателе, что определяется коэффициентом изменения напряжения – Устарое/Уновое. При изменении напряжения пересчитывается только скоростная характеристика, а тяговая остается без изменений. При увеличении напряжения скорость возрастает на рассчитанный коэффициент. Внесите пересчитанные значения в колонки 5, 7 и 11.
- При изменении диаметра колеса изменяется как скоростная характеристика, так и тяговая на коэффициент равный отношению диаметров колес – Dстарый/Dновый. При расчете следует учитывать, что при уменьшении диаметра скорость падает, а сила тяги возрастает. Рассчитайте коэффициент и напишите расчет для одной строки таблицы. Внесите пересчитанные значения в колонки 3, 5, 7, 9 и 11.

### 4. Графическая часть.

На миллиметровой бумаге постройте характеристики (как старые, так и новые – разными цветами). Масштаб необходимо выбрать так, чтобы характеристики укладывались на  $\frac{3}{4}$  высоты (ширины) лист формата А4. На листе укажите: масштаб, оси координат, обозначение осей, размерность, условные обозначения (цвета).

### 5. Выводы по работе

Сделайте вывод о характере изменения характеристик, используя для доказательств формулы, под влиянием изменившихся внешних факторов, а также о причинах их изменению и последствиях к которым такие изменения могут привести.

## Варианты заданий на выполнение практической работы

№ вар.	Тип ТПС	Характеристика ТЭД (рис ПТР)	Новый параметр	Характеристики для пересчета
1	2	3	4	5
1	ВЛ8	(4.104)	Uэ=2500	СП-ПП, П-ПП
2	ВЛ10	(4.105)	Dk=1150	П-ПП, П-ОП1
3	ВЛ10У	(4.105)	Uэ=3500	СП-ПП, П-ПП
4	ВЛ11- 2секции	(4.106)	Dk=1150	П-ПП, П-ОП2
5	ВЛ11 – 3секции	(4.106)	Uэ=2500	СП-ПП, П-ПП
6	ВЛ22М с т\д НБ411	(4.108)	Dk=1250	П-ПП, П-ОП2
7	ВЛ23	(4.109)	Uэ=3500	СП-ПП, П-ПП
8	ВЛ82 пост.ток	(4.114)	Dk=1150	П-ПП, П-ОП1
9	ВЛ82М пост.ток	(4.114)	Uэ=2500	СП-ПП, П-ПП
10	ВЛ8	(4.104)	Dk=1250	П-ПП, П-ОП2
11	ВЛ10	(4.105)	Uэ=3500	СП-ПП, П-ПП
12	ВЛ10У	(4.105)	Dk= 1150	П-ПП, П-ОП3
13	ВЛ11- 2секции	(4.106)	Uэ=2500	СП-ПП, П-ПП
14	ВЛ11 – 3секции	(4.106)	Dk=1150	П-ПП, П-ОП1
15	ВЛ22М с т\д ДПЭ400	(4.107)	Uэ=3500	С-ПП, П-ПП
16	ВЛ23	(4.109)	Dk=1150	П-ПП, П-ОП2
17	ВЛ82 пост.ток	(4.114)	Uэ=2500	СП-ПП, П-ПП
18	ВЛ82М пост.ток	(4.114)	Dk=1150	П-ПП, П-ОП3
19	ВЛ8	(4.104)	Uэ=3500	СП-ПП, П-ПП
20	ВЛ10	(4.105)	Dk=1150	П-ПП, П-ОП1
21	ВЛ10У	(4.105)	Uэ=2500	СП-ПП, П-ПП
22	ВЛ11- 3секции	(4.106)	Dk=1150	П-ПП, П-ОП2
23	ВЛ11 – 2 секции	(4.106)	Uэ=3500	СП-ПП, П-ПП
24	ВЛ22М с т\д НБ411	(4.108)	Dk=1150	П-ПП, П-ОП2
25	ВЛ23	(4.109)	Uэ=2500	СП-ПП, П-ПП
26	ВЛ82 пост.ток	(4.114)	Dk=1150	П-ПП, П-ОП1
27	ВЛ82М пост.ток	(4.114)	Uэ=3500	СП-ПП, П-ПП
28	ВЛ22М с т\д НБ411	(4.108)	Dk=1150	П-ПП, П-ОП2
29	ВЛ23	(4.109)	Uэ=2500	СП-ПП, П-ПП
30	ВЛ10У	(4.105)	Dk=1150	П-ПП, П-ОП2

# Практическая работа № 2

## *Построение тяговых характеристик локомотива*

**Цель** : построить тяговые характеристики локомотива, нанести ограничения по сцеплению, конструкционной скорости, току, произвести анализ полученных характеристик.

**Порядок выполнения:** напишите фамилию, группу, вариант, номер, название и цель практической работы и далее выполняйте:

### 1. Построение тяговых характеристик локомотива.

1.1 Исходными данными для построения тяговой характеристики локомотива – являются расчеты произведенные в Практической работе №1. Заполните сведения о локомотиве и таблицу:

**Серия локомотива** \_\_\_\_\_

Ток Ид, А	III				II-ОП(см. задание ПР№1)		
	F <sub>кд</sub> , кгс	F <sub>кпп</sub> , кгс	V <sub>пп</sub> , км/ч		F <sub>кд</sub> , кгс	F <sub>коп</sub> , кгс	V <sub>оп</sub> , км/ч
			СП	П			П
1	2	3	4	5	6	7	8
-----							

1.2 В колонки (1,2,4,5,6,8) данной таблицы перенесите соответствующие новые значения из ПР№1: - колонка 1 – из колонки 1 ПР№1; - колонка 2 –из колонки 3;- колонка 4 – из колонки 5; - колонка 5 –из колонки 7; - колонка 6 –из колонки 9; - колонка 8 –из колонки 11.

1.3 Произведите пересчет значения силы тяги одного двигателя (колонка 2, 6), в силу тяги развиваемую локомотивом (колонки 3 и 7) умножив на количество тяговых двигателей у локомотива:

$$F_{кпп} = F_{кд} * x, \text{ где } x - \text{число ТЭД локомотива}$$

1.4 На миллиметровой бумаге постройте тяговые характеристики локомотива для полного поля **F<sub>кпп</sub>(V<sub>сп-пп</sub>)**, **F<sub>кпп</sub>(V<sub>п-пп</sub>)**, а также для ослабленного поля **F<sub>коп</sub>(V<sub>п-оп</sub>)**. Масштаб необходимо выбрать так, чтобы характеристики укладывались на 4/5 листа формата А4 для **F<sub>к</sub>**. На листе укажите: масштаб, оси координат, обозначение осей, размерность величин.

### 2. Ограничение по скорости.

2.1 Определите для вашего локомотива допустимую конструкционную скорость по таблице 15 ПТР.

$$V_{констр} = \dots\dots\dots (\text{км/ч})$$

2.2 Нанесите на характеристики (см. п 1.4) ограничение по скорости в виде вертикальной линии во всем диапазоне сил тяги.

### 3. Расчет ограничения по сцеплению.

3.1 Составьте таблицу:

V, км/ч	0	3	5	10	20	30	40	50	....	V <sub>констр</sub>
Ф <sub>к</sub>										
F <sub>ксп</sub> , кгс										

3.2 Рассчитайте значение коэффициента сцепления (до третьего знака после запятой 0,000) для указанных скоростей. Формулу для расчета возьмите из ПТР п.2.1.2.

$$\phi_k = \dots\dots\dots$$

3.3 Рассчитайте значение силы тяги локомотива, допустимую по условиям сцепления, для каждой скорости по формуле **F<sub>ксп</sub> = 1000 \* m<sub>л</sub> \* φ<sub>к</sub>**, где

**m<sub>л</sub>** – масса локомотива в т. (т. 5 ПТР);

**φ<sub>к</sub>** – расчетный коэффициент сцепления п 3.2 методических указаний.

На миллиметровой бумаге (см. п.1.4.) постройте характеристику **F<sub>ксп</sub>(V)**, и обозначьте ее.

### 4. Расчет ограничения по току (коммутации).

4.1 По электротяговым характеристикам тягового двигателя в ПТР найдите значение **I<sub>дч</sub>** для тягового двигателя заданного локомотива (номер рисунка в ПТР см. в ПР№1 – колонка 2 задания).

Рассчитайте предварительный диапазон для ограничивающего тока:

$$\text{от } I_{дч \text{ мин}} = 1,4 * I_{дч} (\text{А})$$

$$\text{до } I_{дч \text{ макс}} = 1,6 * I_{дч} (\text{А})$$

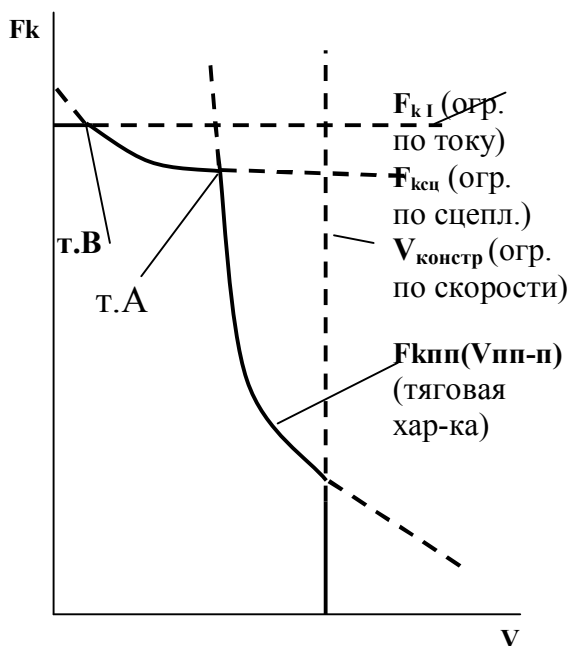
4.2 Выберите значение тока в таблице №1, которое входит в рассчитанный диапазон:

$$I_{догр} = \dots\dots (\text{А})$$

Выпишите значение **F<sub>кпп</sub>** для выбранного значения тока на параллельном соединении ТД. Данное значение силы тяги и будет соответствовать току, определяющему искомое ограничение.

$$F_{к1} = \dots\dots\dots (\text{кгс})$$

4.3 Нанесите ограничение ( $F_{kI}$ ) на график (см. п. 1.4) в виде горизонтальной линии с таким значением силы тяги для всех скоростей. Подпишите ограничение.



ограничение по ..... От скорости ... (B) км/ч. до ... (A) км/ч действует ограничение по ..... В тА при скорости ..... км/ч происходит выход контроллера машиниста на автоматическую характеристику ..... и дальнейшее движение с ее использованием до скорости ..... км/ч, являющееся ограничением по .....

Приведите параметры точек А и В

**Вывод в табличном виде**

Режим движения	Начальная скорость, км/ч	Конечная скорость, км/ч	Сила тяги, кгс	Точка на графике	Ограничивающая характеристика
<b>Трогание</b>	0	0	**		
Разгон (0-тВ)	0	тВ*	В тВ**	тВ	От 0 км/ч до тВ***
Разгон (тВ-тА)	тВ*	тА*	В тА**	тА	От тВ до тА***
Движение на автоматической характеристике	тА*	Огр по V*	При Огр по V**		Сокращенное Название хар-ки***

\* - подставить соответствующие скорости по построенному графику

\*\* - подставить силы тяги по построенному графику

\*\*\* - написать названия ограничений или характеристик на которых лежит описываемый участок

## 5. Графическая часть.

На полученном графике (см. п.1.4.) **обведите линию** (т.е. сумму из частей имеющих), которая показывает максимально возможные силы тяги (т.е. которые нельзя превышать) для каждого значения скорости при трогании ( $V=0$ ), разгоне (от  $V=0$  до  $V$  выхода на автоматическую характеристику П-ПП), и дальнейшем движении по автоматической характеристике П-ПП.

Укажите на графике точку выхода на П-ПП после разгона и напишите ее параметры (т.А).

При наличии точки пересечения ограничения по току с ограничением по сцеплению – нанесите ее и укажите параметры (т.В).

## 6. Ввод по работе.

Какие ограничения, и в каких диапазонах влияют на работу локомотива при трогании, разгоне и дальнейшем движении на П-ПП по полученным данным.

**Вывод в текстовом виде:** “Максимальная сила тяги при трогании может составить ..... кгс с ограничением по ..... При разгоне от 0 км/ч до тВ км/ч действует ограничение по ..... В тА при скорости ..... км/ч происходит выход контроллера машиниста на автоматическую характеристику ..... и дальнейшее движение с ее использованием до скорости ..... км/ч, являющееся ограничением по .....

# Практическая работа № 3

## Расчет и построение удельных сил поезда в режиме выбега

**Цель:** рассчитать и построить удельную ускоряющую силу поезда в режиме выбега.

**Порядок выполнения:** напишите фамилию, группу, вариант, номер, название и цель практической работы и далее выполняйте:

### 1. Исходные данные.

- серия локомотива - \_\_\_\_\_ (ПР №1)
- учетная масса локомотива  $P =$  \_\_\_\_\_ т (табл. 5 ПТР при максимальной массе)
- Масса состава  $Q =$  \_\_\_\_\_ т (см задание на ПР №3)
- тип пути \_\_\_\_\_ (см задание на ПР №3)
- тип буксовых узлов \_\_\_\_\_ (см задание на ПР №3)
- параметры вагонов: (см задание на ПР №3)

4-х осные			6 – ти осные			8 – и осные		
Масса, т	%*	$q_o$ , т**	Масса, т	%*	$q_o$ , т	Масса, т	%*	$q_o$ , т

\* - процент массы группы вагонов в массе состава

\*\* - нагрузка на каждую ось вагона

### 2. Расчетная часть

2.1 Выпишите расчетные формулы:

- основное удельное сопротивление движению локомотива в режиме выбега ( $w_x =$  .....);

- основное удельное сопротивление движению 4-х осных вагонов ( $w_{o4} =$  .....);

- основное удельное сопротивление движению 6-ти осных вагонов ( $w_{o6} =$  .....);

- основное удельное сопротивление движению 8-и осных вагонов ( $w_{o8} =$  .....);

Формулы выбираются из п. 1.2 ПТР в соответствии с исходными данными. Расчет ведется с точностью указанной в п. 1.1.2 ПТР

2.2 Составьте таблицу

$V$ , км/ч	$w_x$ , кгс/т	$w_{o4}$ , кгс/т	$w_{o6}$ , кгс/т	$w_{o8}$ , кгс/т	$w_o$ , кгс/т	$f_y$ , кгс/т
1	2	3	4	5	6	7
0						
10						
20						
.....						
Констр. $V$						

2.2 Рассчитайте основное удельное сопротивление движению локомотива в режиме выбега и занесите расчеты в колонку 2

2.3 Рассчитайте осн. уд. сопр. движению 4-х осных вагонов и занесите расчеты в колонку 3

2.4 Рассчитайте осн. уд. сопр. движению 6-и осных вагонов и занесите расчеты в колонку 4

2.5 Рассчитайте осн. уд. сопр. движению 8-х осных вагонов и занесите расчеты в колонку 5

2.6 Рассчитайте основное удельное сопротивление движению **вагонов**, как средневзвешенную величину, и занесите расчеты в колонку 6

$$w_o = a * w_{o4} + b * w_{o6} + c * w_{o8}$$

где  $a, b, c$  – коэффициент содержания каждой группы вагонов в составе по массе (% / 100)

2.7 Рассчитайте удельную ускоряющую силу поезда в режиме выбега как средневзвешенную величину и занесите расчеты в колонку 7

$$f_y = -w = d * w_o + e * w_x$$

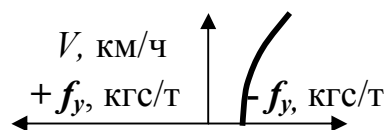
$d$  – коэфф., показывающий отношение массы вагонов к массе поезда  $d = Q / (P+Q)$

$e$  – коэфф., показывающий отношение массы локомотива к массе поезда  $e = P / (P+Q)$

### 3 Графическая часть

Постройте зависимость  $f_y(V)$ . Построение характеристики ведется в 3-ем масштабе для грузовых поездов из табл. 14 ПТР.

Построению ведется с учетом, что ускоряющая сила поезда определяется выражением  $f_y = -w_o$ . Оси для построения выбираются:



### 4 Выводы по работе

Опишите изменение удельной ускоряющей силы в режиме выбега при изменении скорости, а также какая группа вагонов оказывает наибольшее влияние на удельное сопротивление движению и почему.

## Варианты заданий

### 1. Тип пути:

- для четных вариантов – **звеньевой**;
- для нечетных вариантов – **бесстыковой**.

### 2. Все вагоны с роликовыми подшипниками.

### 3. Параметры групп вагонов состава

№ вар.	Масса состава, т	4-х осные вагоны		6-ти осные вагоны		8-и осные вагоны	
		Масса, т	% массы от состава	Масса, т	% массы от состава	Масса, т	% массы от состава
1	3000	76	20	42	60	140	20
2	3200	80	30	24	50	76	20
3	3400	84	40	50	20	32	40
4	3800	20	40	120	30	60	30
5	4000	32	60	48	20	170	20
6	3000	80	20	130	60	60	20
7	3200	24	30	52	60	180	10
8	3400	34	40	24	30	200	30
9	3800	76	50	44	30	140	20
10	4000	20	60	58	30	60	10
11	3000	84	20	52	50	70	30
12	3200	30	30	78	60	160	10
13	3400	76	40	100	40	74	20
14	3800	80	50	24	20	48	30
15	4000	84	60	58	20	180	20
16	3000	20	20	58	40	200	40
17	3200	76	30	30	40	78	30
18	3400	80	40	130	50	150	10
19	3800	32	50	100	30	58	20
20	4000	30	60	24	10	160	30
21	3000	76	20	54	70	170	10
22	3200	80	30	120	30	60	40
23	3400	36	40	30	50	180	10
24	3800	20	50	130	30	200	20
25	4000	76	60	54	10	140	30
26	3000	80	20	24	60	150	20
27	3200	84	30	110	60	32	10
28	3400	20	40	120	30	160	30
29	3800	80	50	30	40	170	10
30	4000	84	60	130	20	40	20

# Практическая работа № 4

## Расчет и построение удельных сил поезда в режиме тяги

**Цель:** рассчитать, построить и проанализировать удельные силы поезда в режиме тяги.

**Порядок выполнения:** напишите фамилию, группу, вариант, номер, название и цель практической работы и далее выполняйте:

### 1. Исходные данные.

- серия локомотива \_\_\_\_\_.(ПР №1)
- сцепной вес локомотива  $P =$  \_\_\_\_\_.(ПР №1)

Другие исходные данные для выполнения работы указаны в практических работах №2,3

### 2. Расчетная часть

2.1 Выпишите расчетные формулы:

- основное удельное сопротивление движению локомотива в режиме тяги ( $w'_o$ );

Формулы выбираются из п.1.2 ПТР в соответствии с исходными данными. Расчет ведется с точностью указанной в п.1.1.2 ПТР

2.2 Составьте таблицу

$V$ , км/ч	$F_k$ , кгс	$f_k$ , кгс/т	$w'_o$ , кгс/т	$w''_o$ , кгс/т	$f_y$ , кгс/т
1	2	3	4	5	6
0					
10					
20					
.....					
$V_{т.А}$					
.....					
$V_{Констр.}$					

2.3 Выпишите в колонку 1 значения скорости, по которым Вы производили расчеты в ПР №3

2.4 Выпишите в колонку 2 по графику ПР №2, такие значения силы тяги локомотива, при указанных в колонке 1 скоростях, которые локомотив может развить при условии разгона с выходом на П-ПП движением на П-ПП до ограничения по скорости (это линия, которую требовалось описать в выводах ПР№2, а также требовалось обвести ее на графике ПР№2).

2.5 Отдельной строкой необходимо выписать значения скорости и силы тяги для точки выхода на автоматическую характеристику П-ПП после разгона (т.А см. ПР№2), а также точки пересечения ограничений тока и сцепления, влияющие на разгон (т.В если есть см. ПР№2).

2.6 Рассчитайте основное удельное значение силы тяги локомотива для каждого значения скорости и занесите расчеты в колонку 3, по формуле:

$$f_k = F_k / P$$

2.7 Рассчитайте основное удельное сопротивление движению локомотива в режиме тяги для каждой скорости и запишите значения в колонку 4.

2.8 Выпишите в колонку 5 значения основного удельного сопротивления движению вагонов из ПР№3 (колонка 6,  $w''_o$ ). Недостающие значения посчитайте по формулам или пропорцией.

2.9 Рассчитайте удельную ускоряющую силу поезда в режиме тяги как средневзвешенную величину и занесите расчеты в колонку 6

$$f_y = f_k - w_o = e * (f_k - w'_o) - d * w''_o$$

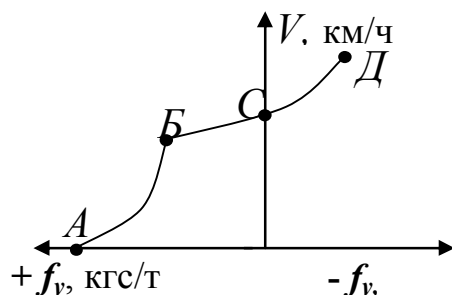
где:  $e, d$  – коэффициенты содержания массы (см. ПР №3)

### 3 Графическая часть

Постройте зависимость  $f_y = f(V)$ . Построение ведется по правилам, описанным в ПР №3

### 4 Выводы по работе

Опишите изменение удельной ускоряющей силы в режиме тяги при изменении скорости. Сравните, какие силы ( $F_k$  или  $W$ ) оказывают наибольшее влияние на движение поезда в режиме тяги на каждом отдельном участке графика (АБ, ВС, СД), а также как будет изменяться скорость поезда на этих участках и в точках, ограничивающих эти участки (А, Б, С, Д) в виде таблицы:





Участок	Соотношение между $F_k$ и $W$ (<, >, =)	Характеристика изменения величин						Режим управления (характеристика схемы) *****
		$V, \text{ км/ч}$		$f_y, \text{ кгс/т}$		$a, \text{ м/с}^2$		
		(↑↓)**	Интенсивность изменения*****	↑↓**	Характер***	↑↓**	Характер***	
г. А	$F_k \dots W^*$	$V=0$						
АБ	$F_k \dots W^*$							
БС	$F_k \dots W^*$							
г. С	$F_k \dots W^*$	$V=\dots$		$f_y=\dots$		$a=\dots$		
СД	$F_k \dots W^*$							

\* вместо точек поставьте знак сравнения

\*\* при увеличении численного значения - ↑, при уменьшении - ↓

\*\*\* напишите словами, какой характер носит изменение – ускоряющий/замедляющий

\*\*\*\* напишите интенсивность изменения скорости – резко/плавно/неизменна

\*\*\*\*\* напишите Режим управления подвижным составом – разгон/увеличение (уменьшение) скорости при движении по автоматической характеристике на (укажите соединение-поле)

# Практическая работа № 5

## *Спрявление профиля пути*

Цель: спрямить участок пути в профиле и плане.

Порядок выполнения: напишите фамилию, группу, вариант, номер, название и цель практической работы и далее выполняйте:

### 1. Порядок выполнения работы.

**Все расчеты, выполняемые в работе, приводятся полностью, без сокращений**

Исходные данные для выполнения работы указаны в таблице, в конце практической работы.

Спрявление профиля производится в три этапа

1. Объединение элементов профиля и проверка каждого нового объединенного элемента на возможность объединения.

2. Определение эквивалентных подъемов для каждой кривой на элементах.

3 Расчет итогового профиля

### 2. Расчетная часть

2.1 Составьте таблицу (рисуеться целиком и сразу) для участка пути (в таблицу вносятся исходные данные и **результаты расчетов**, по мере их выполнения)

Исходный профиль	Местрочки	Вид элемента	№ исходного элемента								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
Исходный профиль	1	$S, \text{м}$									
	2	$i, \%$									
	3	Кривая	X								X
Расчетные значения	5	$S, \text{м}$			новые	элементы					
	6	$i'_c, \%$									
	7	$i''_c, \%$	X								X
Итоговый профиль	8	$S, \text{м}$									
	9	$i_c, \%$									

2.2 Для спрявления профиля – объедините несколько рядом лежащих элементов в один по следующим принципам:

- станционные элементы с прилегающим – **не объединяется**;
- подъемы объединяются с подъемами ( $i > 0$ );
- спуски объединяются со спусками ( $i < 0$ );
- площадки можно объединять с любыми элементами;
- руководящий подъем (самый большой по величине) **не объединяется** ни с одним элементом.

2.2.1 Отделите вертикальными линиями (вместо пунктирных) элементы профиля, которые в соответствии с правилами нельзя объединить с рядом лежащими.

2.2.2 Вместо пунктирных линий проведите целиковые по границам новых элементов, которые Вы будете объединять.

2.2.3 Рассчитайте и запишите длину ( $S$ ) новых элементов – строка 5.

2.3 Определите крутизну ( $i'_c$ ) каждого нового элемента по формуле 86 ПТР и занесите в строку 6

2.4 По ф.84 ПТР проверьте возможность объединения для каждого исходного элемента, входящего в новый. Если условия объединения не выполняются хотя бы для одного исходного элемента, то необходимо выполнить объединение элементов по другому с проверкой на возможность объединения. Если проверка проходит для всех элементов, то продолжайте расчеты далее.

2.5 Определите эквивалентный подъем ( $i''_c$ ) для кривых Вашего нового элемента используя ф. 87 или 88 ПТР учитывая длины новых участков и данных задания. Если на новом элементе лежат кривые параметры которых заданы с использованием разных данных, тогда сосчитайте с использованием нуж-

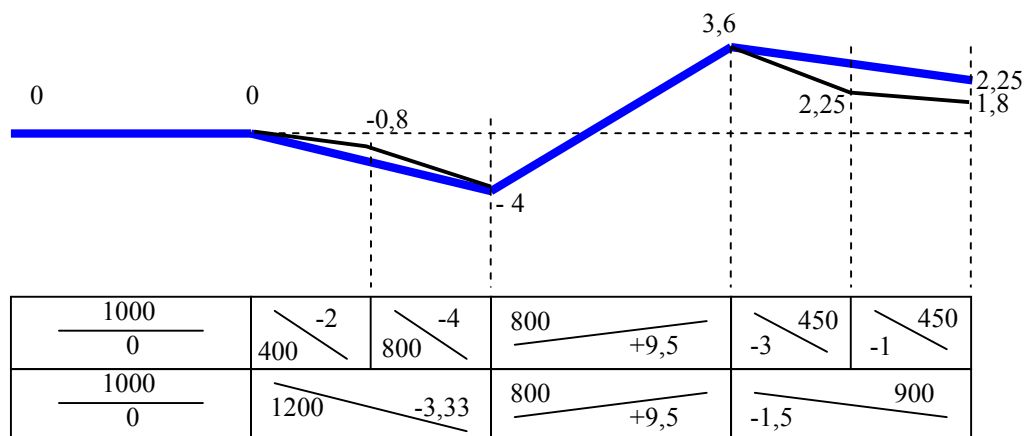
ных формул по отдельности, а затем сложите. Результат запишите в таблицу строка 7. При отсутствии кривых по условиям практической работы  $i''_c=0$ .

2.6 Рассчитайте итоговую крутизну ( $i_e$ ) новых элементов по ф. 91 ПТР и запишите длину итоговых элементов профиля в строку 8, а крутизну в строку 9

### 3. Выводы по работе

На миллиметровой бумаге постройте разными цветами линии исходного (строки 1 и 2) и итогового профилей (строки 8 и 9) в масштабе, принимая: 1 метр высоты ЖД пути = 5мм; 1 км пути = 20 мм.

На графике укажите **исходный** и **итоговый** профиль (таблица внизу в масштабе), а также значения высот относительно первого элемента в виде:



Расчет высот осуществляется по известным параметрам элемента профиля – длина (S) и крутизна (i)

## Варианты заданий

**Описание:** участок пути задан в виде отдельных 8-и элементов, следующих друг за другом. 1-й и 8-ой элемент являются станциями, осевая линия которых проходит посередине элемента. В каждом варианте имеется руководящий подъем – подъем с максимальной крутизной. Для каждого элемента указана длина и его крутизна (например 1100/+3), а также кривые, лежащие на этом элементе.

№ вар	Хар-ки эл-та	№ элемента							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	S,м/ i,‰ Кривая	1000/0	500/-1	500/-1,5 R1000/Скр500	1000/-1 R500/Скр800	3000/+8	1500/+3	1500/+2	1500/0
2	S,м/ i,‰ Кривая	1500/0	1000/0 25°	800/+1.5 35°	1200/+1	2500/+7	500/+1	1500/+2	1000/0
3	S,м/ i,‰ Кривая	2000/0	1500/-3 R400/Скр900	1800/-2.5	2800/+9	1200/+2	1000/+3	1200/+1 R600/Скр800	1500/0
4	S,м/ i,‰ Кривая	1000/0	1400/+2 10°	1600/0 15°	1500/+2 25°	3000/+8.5	1400/-3	1600/-2	2000/0
5	S,м/ i,‰ Кривая	1500/0	500/-1	1400/-3	600/-2	3000/+7.5	1400/-3 20°	1600/-1 10°	1000/0
6	S,м/ i,‰ Кривая	1200/0	800/+1	700/0 R800/Скр600	800/+1 R400/Скр700	2900/+7.5	1100/+3	1000/+4	1500/0
7	S,м/ i,‰ Кривая	1400/0	1600/+4	1400/+5	500/+3	3100/+10	900/-6 R500/Скр800	1100/-5 R1000/Скр900	1200/0
8	S,м/ i,‰ Кривая	1100/0	900/-5 15°	1200/-2 25°	800/-3 10°	3200/+9.5	800/+2	900/+4	1100/0
9	S,м/ i,‰ / Кривая	1000/0	1200/+6 R500/Скр900	800/+5 R800/Скр800	1000/0	2800/+9.5	1200/+4	800/+6	1200/0
10	S,м/ i,‰ Кривая	1000/0	700/+3 25°	800/+1 35°	500/+3	3200/+8	900/0	900/+1	1500/0
11	S,м/ i,‰ Кривая	1000/0	500/-1	500/-1,5	1000/-1	3000/+8	1500/+3 R800/Скр500	1500/+2 R500/Скр800	1500/0
12	S,м/ i,‰ Кривая	1500/0	1000/0 25°	800/+1.5	1200/+1	2500/+7	500/+1	1500/+2 35°	1000/0
13	S,м/ i,‰ Кривая	2000/0	1500/-1.5	1800/-3 R400/Скр900	2800/+9	1200/+2 R600/Скр800	1000/+3	1200/+1	1500/0
14	S,м/ i,‰ Кривая	1000/0	1400/+2 10°	1600/0	1500/+2	3000/+8.5	1400/-3 15°	1600/-2 25°	2000/0
15	S,м/ i,‰ Кривая	1500/0	500/-1	1400/-3	600/-2 R1000/Скр600	3000/+7.5	1400/-3	1600/-1 10°	1000/0
16	S,м/ i,‰ Кривая	1200/0	800/+1 R800/Скр700	700/0 R600/Скр600	800/+1	2900/+7.5	1100/+3	1000/+4	1500/0
17	S,м/ i,‰ Кривая	1400/0	1600/+4	1400/+5 R500/Скр800	500/+3	3100/+10	900/-6 20°	1100/-5	1200/0
18	S,м/ i,‰ Кривая	1100/0	900/-5 15°	1200/-2	800/-3 25°	3200/+9.5	800/+2 R800/Скр800	900/+4	1100/0
19	S,м/ i,‰ Кривая	1000/0	1200/+6 R600/Скр900	800/+5	1000/+2	2800/+9.5	1200/+4	800/+6 10°	1200/0
20	S,м/ i,‰ Кривая	1000/0	700/+1	800/+2 35°	500/+3	3200/+8	900/0 25°	900/+1	1500/0
21	S,м/ i,‰ Кривая	1000/0	500/-1 35°	500/-1,5	1000/-1	3000/+8	1500/+3	1500/+2 R500/Скр800	1500/0
22	S,м/ i,‰ Кривая	1500/0	1000/0 25°	800/+1.5	1200/+1 R900/Скр500	2500/+7	500/+1	1500/+2	1000/0
23	S,м/ i,‰ Кривая	2000/0	1500/-2.5 R400/Скр900	1800/-3	2800/+9	1200/+2	1000/+3 25°	1200/+1	1500/0
24	S,м/ i,‰ Кривая	1000/0	1400/+2 10°	1600/0 15°	1500/+2	3000/+8.5	1400/-3	1600/-2 R600/Скр800	2000/0
25	S,м/ i,‰ Кривая	1500/0	500/-1	1400/-3	600/-2 R900/Скр700	3000/+7.5	1400/-3	1600/-1 10°	1000/0
26	S,м/ i,‰ Кривая	1200/0	800/+1	700/0 R800/Скр600	800/+1	2900/+7.5	1100/+3 20°	1000/+4	1500/0
27	S,м/ i,‰ Кривая	1400/0	1600/+4 15°	1400/+5	500/+3	3100/+10	900/-6	1100/-5 R700/Скр900	1200/0
28	S,м/ i,‰ Кривая	1100/0	900/-5	1200/-2 25°	800/-3 10°	3200/+9.5	800/+2 R500/Скр800	900/+4	1100/0
29	S,м/ i,‰ Кривая	1000/0	1200/+6 R600/Скр900	800/+5	1000/0	2800/+9.5	1200/+4 25°	800/+6	1200/0
30	S,м/ i,‰ Кривая	1000/0	700/+1	800/+2 R800/Скр800	500/+3	3200/+8	900/0	900/+1 35°	1500/0

## Практическая работа № 6

### *Расчет и проверка массы состава и длины состава.*

Цель: произвести проверку массы состава на трогание с места, равномерное движение по руководящему подъему, проверить длину состава по длине приемо - отправочных путей станции.

Порядок выполнения: напишите фамилию, группу, вариант, номер, название и цель практической работы. При решении задач необходимо писать название задачи ее цель и только после этого производить расчеты. Решение каждой задачи завершается выводом о полученных результатах. Исходными данными для выполнения работы указаны в практических работах №2,3,4

#### **Задача 1 . Проверка состава при трогании с места.**

Цель: произвести проверку возможности начала движения локомотива с составом.

1.1 Проверка производится путем расчета максимальной массы состава, которую может сдвинуть локомотив по формуле 79 ПТР, а затем сравнения ее с заданной массой состава.

1.2 Сила тяги локомотива при трогании ( $F_{k\text{ тр}}$ ) принимается по ПР№2 исходя из максимально возможного значения силы тяги при скорости 0 км/ч.

1.3 Сопротивление состава при трогании  $w_{\text{тр}}$  рассчитывается в соответствии п. 1.2.5. ПТР для состава на подшипниках качения. Расчет необходимо произвести для каждой группы вагонов в отдельности, а затем сосчитать средневзвешенную величину в зависимости от процентного содержания каждой группы вагонов в составе по массе (см. ПР №3).

1.4 Производите расчет на трогание для станции, т.е  $i_p = 0$  .

1.5 Производите расчет на трогание для максимальному подъема спрямленного профиля из ПР №5

1.6 Если в результате расчета полученная масса больше массы состава заданного условию выполнения ПР№3, то локомотив сможет сдвинуть с места заданный состав.

**1.7 Сделайте вывод о выполнении цели задачи**

#### **Задача 2. Проверка массы состава при условии движения с равномерной скоростью на расчетном подъеме**

Цель: проверка возможности равномерного движения поезда на расчетном подъеме.

2.1 Проверка производится путем расчета максимальной массы состава, которую локомотив может перемещать с равномерной скоростью на расчетном подъеме по формуле 76 ПТР, а затем сравнении ее с массой заданного состава.

2.2 Расчетный подъем ( $i_p$ ) в ПР принимается равный максимальному подъему из данных спрямленного профиля пути в ПР №5.

2.3 Расчетная скорость определяется из характеристик ПР №2. Найдите пересечение кривой П-ПП с ограничением, действующим для данной кривой, и выпишите значения  $V$  и  $F_k$ .

2.4 Выпишите, для значения скорости из п.2.3 ПР, величины удельных сопротивлений движению для локомотива в режиме тяги ( $w_o$ ) и для вагонов( $w_o$ ) из ПР №4.

2.5 Определите массу состава по формуле 76 ПТР.

2.6 Если в результате расчета полученная масса больше массы заданного состава, то локомотив сможет двигаться с заданным составом по подъему с равномерной скоростью.

**2.7 Сделайте вывод о выполнении цели задачи**

#### **Задача 3. Определение подъема**

Цель: определение подъема, по которому поезд может двигаться с равномерной скоростью.

Задача решается по формуле 76 ПТР. В указанную формулу подставляются все известные значения кроме  $i_p$ , вместо результата расчета  $Q$  подставляется масса заданного состава. Полученное уравнение решается путем раскрытия скобок и соответствующих математических преобразований.

**Сделайте вывод о выполнении цели задачи**

#### **Задача 4 Определение длины поезда**

Цель: определение длины поезда и возможности остановки поезда на станции в пределах полезной длины приемо-отправочных путей.

4.1. Длина приемо - отправочных путей на станции – для четных вариантов 800 метров, для нечетных вариантов 1200 метров. Расчет длины поезда ведется в соответствии с п.1.4.5 ПТР (число вагонов соответствующей группы, рассчитывается по приведенным в ПТР формулам и округляется до целого)

**После расчетов сделайте вывод**

4.2 Рассчитайте длину поезда в условных вагонах, учитывая, что его длина  $l_{y.v.}=14,5$  метров.

4.3 Рассчитайте длину поезда в условных осях, учитывая, что в одном условном вагоне 4 оси.

## Практическая работа № 7

### *Расчет и построение удельных сил поезда в режиме торможения.*

**Цель:** рассчитать, построить и проанализировать удельные силы поезда в режиме торможения.

**Порядок выполнения:** напишите фамилию, группу, вариант, номер, название и цель практической работы и далее выполняйте:

#### 1. Исходные данные.

Исходными данными для выполнения работы указаны в практических работах № 2, 3, 4, 5

#### 2. Расчетная часть

**Тип колодок** \_\_\_\_\_ (в зависимости от четности варианта: четные - чугунные колодки, нечетные - композиционные колодки)

##### 2.1 Составьте таблицу 1

Скорость, км/ч	$\varphi_{кр}$	$-b_T$ , кгс/т	$f_y = -w_o$ , кгс/т	$f_y = -b_T - w_o$ , кгс/т
1	2	3	4	5
0				
10				
.....				
Констр. скорость				

2.1 Выпишите в колонку 1 т.1 значения скорости от 0 до конструкционной с шагом 10 км/ч

2.2 Рассчитайте коэффициент трения (до третьего знака после запятой 0,000) по ф.59-60 ПТР, в зависимости от типа колодок. Расчеты занесите в колонку 2 таблицы 1.

2.3 Рассчитайте силу расчетного нажатия тормозных колодок. Расчет сведите в таблицу 2

Тип вагона	$q_o$ , т (брутто)	$q_o$ , т (нетто)	Режим ВР (груженный, средний, порожний)	Число вагонов	Число осей в группе	Нажатие колодок на 1-ую ось	Общее нажатие на группу
1	2	3	4	5	6	7	8
4-х осный							
6-и осный							
8-и осный							
$\Sigma K_p =$							

Заполнение таблицы 2:

Колонка 1, 2: данные из ПРН№3

Колонка 3.  $q_{\text{нетто}} = q_{\text{брутто}} - 4$ , где 4 – средняя загрузка тары вагона на колесную пару

Колонка 4:

$q_{\text{нетто}}$	Режим работы ВР в зависимости от типа колодок	
	Чугунные колодки	Композиционные колодки
$q_{\text{нетто}} < 3 \text{ т}$	порожний режим	порожний режим
$3 \text{ т} < q_{\text{нетто}} < 6 \text{ т}$	средний режим	порожний режим
$q_{\text{нетто}} > 6 \text{ т}$	груженный режим	средний режим

Колонка 5: данные из ПРН№6 задача 4

Колонка 6: данные из колонки №5 \* число осей в вагоне в этой группе (4, 6 или 8)

Колонка 7: принимается для каждой группы в отдельности по т. III-3 “Правил ТО тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава” для **грузовых вагонов в зависимости от загруженности вагона и вида колодок**

Колонка 8: данные из колонки №6 \* данные из колонки №7

Сосчитайте  $\Sigma K_p$  из, сложив силы нажатия для всех вагонов.

2.4 Рассчитайте Расчетный тормозной коэффициент ( $v_p$ ) по формуле 64 ПТР.

2.5 Рассчитайте удельную тормозную силу поезда для служебного торможения для каждого значения скорости и занесите в колонку 3 таблицы 1.

$$b_T = 0,5 * 1000 * \varphi_{кр} * v_p$$

где 0,5 – коэффициент учитывающий, что торможение осуществляется служебным темпом

$\varphi_{кр}$  – расчетный коэффициент трения

$\nu_p$  – расчетный тормозной коэффициент

2.6 Перепишите в колонку 4 таблицы 1, значения удельной ускоряющей силы поезда в режиме выбега из ПР №3 колонка 7 таблицы.

2.7 Рассчитайте значение удельной ускоряющей силы поезда в режиме торможения путем складывания значений из колонок 3 и 4 ( $-b_T - w_o$ ) для каждого значения скорости. Результаты записываются в колонку 5 таблицы 1.

### 3 Графическая часть

Постройте зависимость  $f_y = f(V)$  в режиме торможения учитывая, что значение удельной силы в режиме торможение – отрицательное.

Построение характеристик ведется по правилам, определенным в ПР №3 с применением таких же масштабов.

### 4 Выводы по работе

1. Опишите изменение удельной ускоряющей силы в режиме торможения при изменении скорости.

2. Сравните полученный расчетный тормозной коэффициент с нормативным значением (единое наименьшее\*, минимально допустимое\*\*) для вашей категории поезда, и сделайте вывод об обеспеченности поезда тормозами. Если поезд не обеспечен тормозными средствами, то предложите решение, которое позволит данному поезду безопасно следовать.

-----

\*Нормативное значение единого наименьшего берется по таблице III.1 “Правил ТО тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава”

\*\*Нормативное значение минимально допустимого берется по таблице III.2 “Правил ТО тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава”

# Практическая работа № 8

## Решение тормозных задач.

**Цель:** определить тормозной путь поезда различными методами.

**Порядок выполнения:** напишите фамилию, группу, вариант, номер, название и цель практической работы и далее выполняйте:

Исходными данными для выполнения работы указаны в практических работах № 3, 6

### 1 Определение тормозного пути поезда аналитическим методом

1.1 Составьте таблицу начиная со скорости максимально разрешенной для Вашего типа поезда (80 км/ч для грузового и 100 км/ч для пассажирского, т.е. первый диапазон считается 80-75 для грузовых и 100-95 для пассажирских поездов, а последний диапазон всегда 0-5):

Диапазон скоростей, $V_2..V_1$ км/ч	$V_{cp}$ , км/ч	$f_y = -w_o$ , кгс/т	$\phi_{kp}$	$\Delta S$ , м
1	2	3	4	5
100-95	100			
95-85	90			
Пасс - 85-75 Груз 80-75	80			
.....				
15-5	10			
0-5	0			

1.2 Выпишите в колонку 3 значения ускоряющей силы поезда в режиме выбега из ПР №3 для средних значений скорости

1.3 Выпишите в колонку 4 значения расчетного коэффициента трения из ПР №7 для средних значений скорости

1.4 Выпишите формулу 67 ПТР для расчета тормозного пути в режиме служебного торможения

1.5 Впишите расчетный **спуск** в соответствии с таблицей по номеру варианта,  $i = \dots\dots\%$

№ вар	1,11,21	2,12,22	3,13,23	4,14,24	5,15,25	6,16,26	7,17,27	8,18,28	9,19,29	10,20,30
$i, \%$	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20

1.6 Впишите расчетный тормозной коэффициент из ПР №7  $v_p = \dots\dots\dots$  кгс/т

1.7 Впишите значение замедления поезда из ПТР п.1.3.6 для вашей категории  $\zeta = \dots\dots\dots$  (кгс/т)/(км/ч<sup>2</sup>)

1.8 Рассчитайте отрезок пути  $\Delta S$ , проходимый поездом для указанного в колонке 1 диапазона скоростей. Результаты расчетов запишите в колонку 5.

1.9 Рассчитайте действительный тормозной путь  $S_d$  путем суммирования всех значений в колонке 5.

1.10 Рассчитайте время подготовки тормозов к действия по одной из формул 68-72 ПТР, при учете **условных** (ПР№6) осей в поезде и движения с максимально разрешенной скоростью.

1.11 Рассчитайте подготовительный тормозной путь по формуле 66 ПТР.

1.12 Рассчитайте полный тормозной путь по формуле 65 ПТР.

### 2 Определение $S_d$ поезда аналитическим методом упрощенно

2.1 Произведите расчет по алгоритму описанному в п 2, за один прием с учетом торможения с максимальной скорости до остановки. Значения  $w_o, \phi_{kp}$  рассчитайте как среднее арифметическое в расчетном диапазоне скоростей

### 3 Определение тормозного пути поезда с помощью номограмм

3.1 Выпишите расчетный тормозной коэффициент  $v_p$  из ПР №7

3.2 Пересчитайте тормозной коэффициент с 1 тонны веса на 100 тонн веса поезда.

3.3 По тормозным номограммам (приложение 3 ПТР) определите тормозной путь поезда, принимая заданный профиль в соответствии с вариантом указанным в п.1.5, и скорость начала торможения, как максимально разрешенную для вашей категории поезда.

### 4 Вывод

Сравните величины  $S_T$ , рассчитанные в п.1.12 с п.2, а также в п.1.12 с п.3.3. Объясните разницу.



# Практическая работа № 9

## Построение кривой скорости

**Цель:** построить кривую скорости от пути.

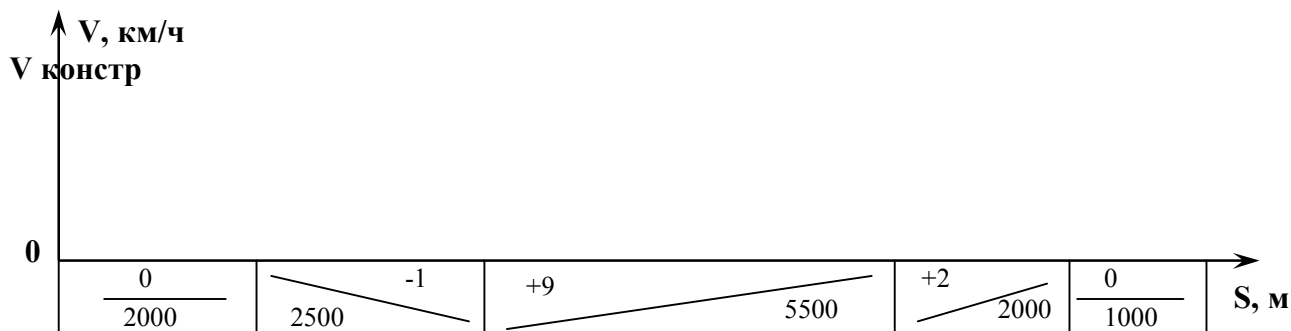
**Порядок выполнения:** напишите фамилию, группу, вариант, номер, название и цель практической работы и далее выполняйте:

### 1. Исходные данные.

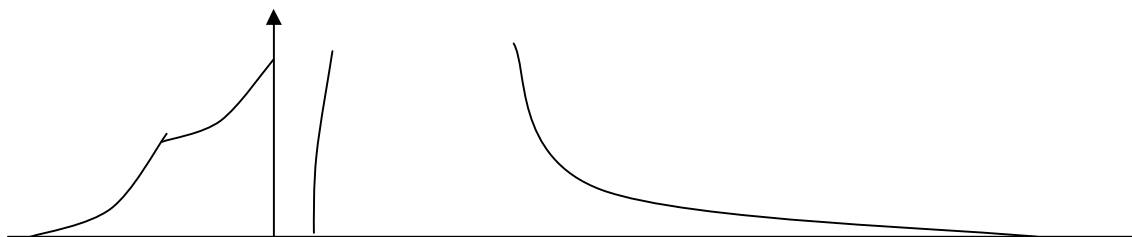
Исходными данными для выполнения работы являются графика удельных сил поезда в режиме тяги, выбега, торможения, а также спрямленный профиль пути.

### 2. Подготовительная графическая часть

2.1 Начертите спрямленный профиль пути (ПР №5) на миллиметровке в масштабе (3 масштаб для грузовых поездов т 14 ПТР), принятым Вами в практических работах № 3,4,7 при построении удельных сил. Например:



2.2 Достаньте графики удельных ускоряющих и замедляющих сил:



2.3 Нанесите на графике километровые и пикетные отметки

**На графиках не допускается урезание неиспользуемых диапазонов**

### 3. Построение кривой скорости

Построение кривой скорости осуществляется от лица машиниста, т.е. как будто Вы управляете поездом, а следовательно Вы выбираете в каком режиме двигаться далее - в режиме тяги, выбега или торможения. В начале движения выбирается режим тяги, а в последующем, в зависимости от профиля Вы самостоятельно их меняете. При необходимости двигаться в режиме тяги используйте удельную ускоряющую в режиме тяги, при необходимости двигаться в режиме выбега используйте удельную ускоряющую в режиме выбега. Переход с режима на режима осуществляется при достигнутой скорости.

**Общее правило построения заключается в том, что для каждого достигнутого значения скорости:**

- 1) определяется характер дальнейшего изменения скорости (увеличение или уменьшение т.к. оно неизвестно)
- 2) выбирается диапазон построения линии скорости в зависимости от изменения (т.е. выше достигнутого значения или ниже)
- 3) постройте линию скорости в выбранном диапазоне.

#### 1) Определяем характер дальнейшего изменения скорости, для чего:

- прикладываем линейку к точке достигнутой скорости на графике удельных сил (тяги, выбега или торможения, в зависимости от **дальнейшего режима движения**) – например точка С на графике удельных сил в режиме тяги для точки Е на графике скорости;

- вторую точку приложения линейки откладываем по горизонтальной оси в зависимости от **дальнейшего профиля** (0 при площадке, смещение в “+” при подъеме и смещение в “-” при спуске) – в данном примере дальнейшее движение осуществляется по площадке

- прикладываем линейку см. линия А0 на графике (красная), а нормаль к ней (т.е. перпендикуляр) покажет дальнейшее изменение скорости (синяя стрелка из точки Е)

## 2) Выбираем диапазон построения линии скорости

При выборе диапазона придерживайтесь следующих правил:

- выбирайте диапазон не более 5-10 км/ч, чем горизонтальнее линия удельных сил тем диапазон меньше. Скорость выхода на автоматическую характеристику (т.А или т.В.) должна быть границей диапазона и не может оказаться в середине.

- начало диапазона построения – это точка достигнутой скорости

- конец диапазона построения - это точка скорости выше достигнутой, если нормаль показывает увеличение скорости, или точка скорости ниже достигнутой, если нормаль показывает дальнейшее уменьшение скорости

В этом примере выбираем диапазон вверх от скорости С до скорости А

## 3) Построение линию скорости в выбранном диапазоне

- определяем среднеарифметическую скорость в выбранном диапазоне С-А – это т.Ж

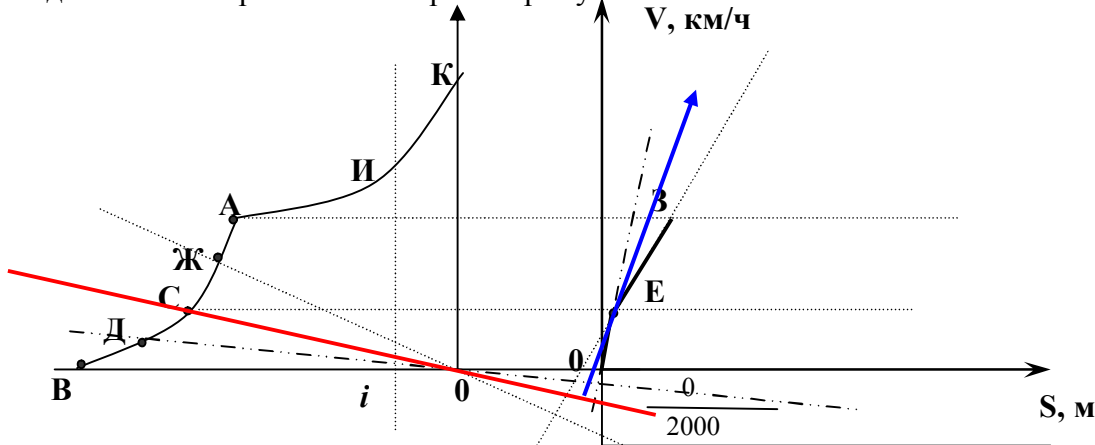
- прикладываем к т.Ж верхнюю часть линейки

- вторую точку приложения линейки откладываем по горизонтальной оси в зависимости от **дальнейшего профиля** (0 при площадке, смещение в “+” при подъеме и смещение в “-” при спуске) – в нашем случае дальнейшее движение осуществляется по площадке

- в нашем примере линейка лежит на линии - ОЖ

- опускаем перпендикуляр из т.Е на прямую ОЖ

- в диапазоне скоростей С-А строим прямую Е-З



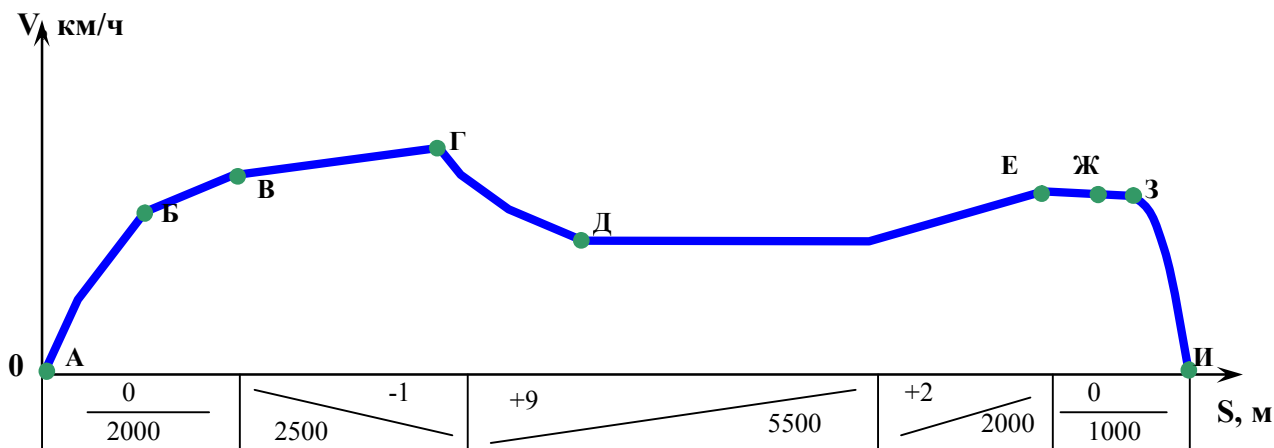
Таким образом строится вся кривая скорости. При появлении дополнительного сопротивления движению – спуски и подъемы, линия скорости не достраивается до скорости выбранного, а прерывается в начале нового профиля. При построении на профиле, имеющем подъемы или спуски линейка смещается на то количество ускоряющих (-) или замедляющих (+) сил, которое необходимо.

**Следует помнить**, что при перемещении поезда по участку пути имеющим разные элементы профиля скорость будет меняться по закону основного уравнения движения с учетом дополнительного сопротивления и режима движения. Перед выбором диапазона **обязательно проверяйте характер дальнейшего изменения скорости.**

**Следует помнить**, что при движении по подъему в режиме тяги и спуску в режиме выбега может наступить **установившийся режим движения (пример на графике – это т К для площадки)**, скорость которого должна быть концом диапазона, и далее при ее достижении на этом элементе профиля до его конца скорость меняться не будет

**Кривая скорости в режиме торможения** строится так же, как и в режиме тяги и выбега только скорости выбираются по графику удельных сил в режиме торможения. **При построении торможения невозможно точно выбрать точку начала торможения, поэтому – построение ведется из конечной точки торможения**, т.е. в обратном порядке до пересечения с кривой скорости в режиме выбега.

В результате построения получится кривая *примерно (очень примерно!!!!)* такого вида:



**Вывод.**

1. Нанесите на график ключевые точки и дайте их описание, *например:*

- режим тяги, начало разгона (А);
- окончание разгона, выход на П-ПП разгона (В);
- режим выбега (В);
- режим тяги (Г);
- установившейся режим на подъёме +9,  $V = \dots$  км/ч (Д);
- режим выбега (Е);
- начало торможения (Ж)
- [Ж-З] – пути подготовки тормозов к действию, определяется по условиям реальной тормозной кривой с учетом скорости начала торможения (приведите расчет пути подготовки тормозов к действию)
- [З-И] – действительный тормозной путь

2 Составьте таблицу с описанием влияния профиля пути на скорость движения

От точки	До точки	Режим	V (растет/ падает/ не изменяется)	Влияние дополнительного сопротивления на изменение скорости

# Практическая работа № 10

## Построение кривой времени

**Цель:** построить кривую времени от пути.

**Порядок выполнения:** напишите фамилию, группу, вариант, номер, название и цель практической работы и далее выполняйте:

### 1. Исходные данные.

Исходными данными для выполнения работы являются график скорости от пути ПРН<sup>№</sup>9.

### 2. Построение кривой $t(S)$ с использованием учебника.

Описание построения приведено в учебнике “Основы тяги поездов” С.И. Осипов, С.С. Осипов

§ 8.6 Графические методы решения уравнения движения поезда

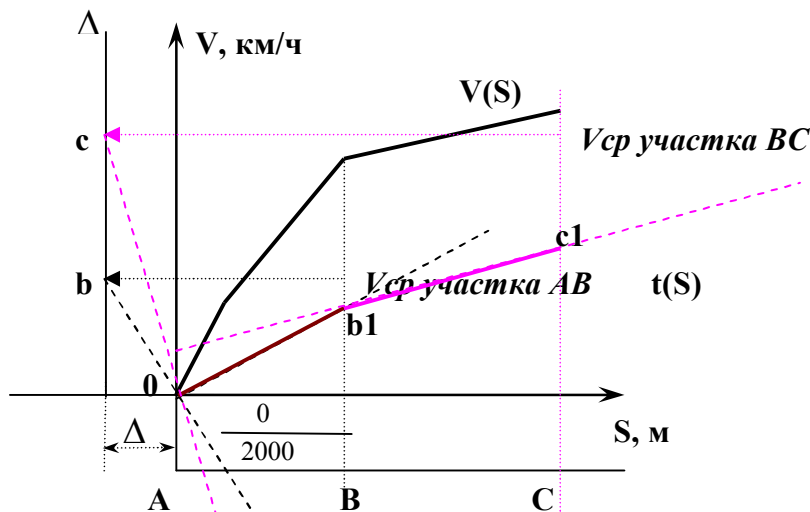
§ 8.7 Практические приемы построения кривых скорости и времени в функции пути

### 3. Построение кривой $t(S)$ .

Нанесите на график линию постоянной времени  $\Delta$  на расстоянии  $\Delta$  (см т.14 ПТР). Это вспомогательная линия, которая используется для построения.

Кривая  $t(S)$  строится небольшими участками, следующими друг за другом по **профилю пути**.

Посмотрите на график  $V(S)$  и отметьте на нем первый участок о начала движения при котором скорость имеет примерно одинаковое ускорение (изменение), на графике внизу это участок АВ. Найдите на этом участке среднюю скорость и снесите ее на линию  $\Delta$  ( $V_{\text{ср АВ}} = |V_A + V_B|/2$ ).



Поставьте линейку на линию  $b_0$  и в пределах пути АВ начертите перпендикуляр к линии  $b_0$  линия  **$Ob_1$** . Далее линия  $t(S)$  строится тем же образом. Определяем участок, на котором скорость изменяется примерно одинаково (т.е. ускорение одинаковое) – это ВС. Находим среднюю скорость на участке ВС и сносим ее на линию  $\Delta$  ( $V_{\text{ср ВС}} = |V_B + V_C|/2$ ).

Поставив линейку на линию  $c_0$  и в пределах пути ВС начертите перпендикуляр к линии  $b_0$  линия  **$Ob_1$** . Дальнейшее построение ведется таким же образом.

На участка с торможением кривая  $t(S)$  строится для каждого изменения скорости на 5-10 км/ч

Пройденное время определяется по высоте изменения кривой времени в соответствии с масштабами построения (т.14 ПТР).

### Вывод.

Вывод должен содержать следующие данные:

- Время затраченное на разгон от 0 до выхода на автоматическую характеристику;
- Время хода в режиме тяги;
- Время хода в режиме выбега;
- Время хода в режиме торможения (учитывая полный тормозной путь);
- Общее время хода;
- Расчет **технической и участковой** скоростей (при вычитании времени хода на разгон и торможение соответствующее расстояние, проходимое поездом за это время также вычитается) пути. Принимать время стоянки на станции А и Б по 5 минут

# Практическая работа № 11

## Построение кривой тока

**Цель:** построить кривую тока от пути.

**Порядок выполнения:** напишите фамилию, группу, вариант, номер, название и цель практической работы и далее выполняйте:

1. Построение кривой  $I(S)$  ведется с использованием токовых характеристик  $I(V)$  электроподвижного состава, представленных в ПТР (рис. 4.42-4.84).

Построение  $I(S)$  ведется на графике  $V(S)$ . При построении необходимо учитывать:

- **режим выбега и торможения** – отсутствие потребляемого тока
- **режим разгона** – от 0 км/ч до точки выхода на автоматическую характеристику П-ПП
- **движение на П-ПП** - от точки выхода на автоматическую характеристику П-ПП до  $V_{max}$ ;

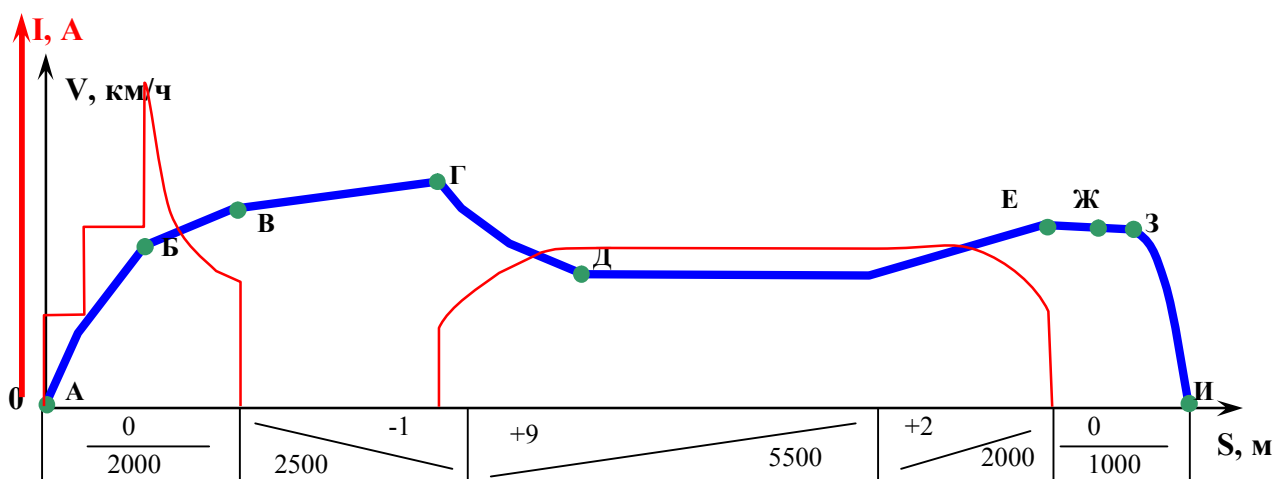
2. Найдите в ПТР токовую характеристику своего локомотива

3. Нанесите на графике  $V(S)$  ось тока  $I, A$  рядом с осью скорости.

4. Определите по графику ПТР максимальный ток и выбрав масштаб, расчертите шкалу на оси тока.

5. Используя токовую характеристику локомотива  $I(V)$  постройте кривую потребления тока  $I(S)$ .

### Пример



### Вывод:

Составьте таблицу с описанием влияния профиля пути на скорость движения

От точки	До точки	Режим тяги*	Изменение тока ( $\uparrow, \downarrow, \text{const}$ )	Причина изменения тока
.....				

\* набор от 0 до С-ПП; набор от С до СП-ПП; набор от СП до П-ПП; движение по автоматической характеристике.

## Практическая работа № 12 *Расчет расхода энергоресурсов*

Цель: рассчитать затраченные энергоресурсы.

Порядок выполнения: напишите фамилию, группу, вариант, номер, название и цель практической работы и далее выполняйте:

1. Используя график тока  $I(S)$  составьте таблицу (таблица большая)

Изменение тока I, А		Время изменения тока – t, мин	Средний ток в диапазоне, $I_{cp}$ , А	Потребленная энергия, А, Вт*час
Начало	Конец			
1	2	3	4	5
.....				
<b>Итого: <math>\Sigma</math> .....</b>				

1.1 Разбейте кривую тока на кусочки с равномерным изменением тока за период. Значения начальных и конечных значений тока на кусочке занесите в таблицу, соответственно в колонки 1 и 2.

1.2 Определите по графику  $t(S)$  время за которое ток изменяется на этом кусочке и занесите значение в колонку 3 таблицы.

1.3 Рассчитайте среднеарифметическое значение тока на кусочке  $((\text{колонка 1})+(\text{колонка 2}))/2$  и занесите значение в колонку 4

1.4 Рассчитайте потребленную энергию (при неизменном напряжении контактной сети = 3000В) на каждом кусочке по формуле:  $A=(I_{cp} * 3000 * t)/60$  и занесите результат в колонку 5

1.5 Определите суммарную потребленную энергию суммированием всех строк в колонке 5

1.6 Рассчитайте удельную энергию, затраченную при следовании по перегону:  $a=A/(Q+P)$ , (Вт\*час)/т

**2. Сделайте вывод : проанализируйте и напишите способы экономии энергии на участке в соответствии с Вашими данными**