

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

Специальность 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»
Специализация «Электроснабжение железных дорог»

Факультет Автоматизация и интеллектуальные технологии
Кафедра Электроснабжение железных дорог
Группа ЭС-104

ОТЧЕТ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Фамилия, имя, отчество обучающегося

по дисциплине Электрические железные дороги

на тему _____

Обучающийся

подпись, дата

И.О. Фамилия

Преподаватель

(комментарии к
защите)

подпись, дата

Доц. Ю.П. Васильев
учёное звание, И.О. Фамилия

Санкт-Петербург 2023

Оценивание практических работ обучающегося
очной формы обучения (4 семестр/2 курс) по дисциплине “Введение в
специальность”

Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания	Результаты оценивания
Правильность выполнения	Соответствует методическому указанию	4	
	Не соответствует методическому указанию	0	
Правильность ответов на вопросы	Получены правильные ответы на вопросы	4	
	Получены частично правильные ответы	2	
	Получены не правильные	0	
Срок выполнения работы	Работа выполнена и защищена в срок, установленным графиком выполнения	2	
	Работа выполнена и защищена не в срок, установленным графиком выполнения	0	
Итого максимальное количество баллов за лабораторную работу		10	

Преподаватель

Ю.П. Васильев.

7. Расчет потерь напряжения и мощности тяговой сети, стоимости электрической энергии.

Расчет производится для поезда, движущегося с заданной скоростью и при заданном использовании грузоподъемности вагонов, т.е. принимается равномерное движение поезда со скоростью V и постоянном токе электровоза $I_{\text{э}}$, который находится для заданного значения V .

7.1. Сопротивление тяговой сети постоянного тока, Ом/км,

$$r_0 = r_{\text{эн}} + r_{\text{эп}}, \quad (7.1)$$

$$r_0 = 0,02 + 0,095 = 0,115 \text{ Ом/км}.$$

Где $r_{\text{эн}}$ – эквивалентное сопротивление проводов контактной подвески;

$r_{\text{эп}}$ – эквивалентное сопротивление рельсов;

$$r_{\text{эн}} = \frac{\rho_{\text{м}} * 10^9}{S_{\text{м}} + \frac{S_{\text{а}}}{1,7} + \frac{S_{\text{пбсм}}}{3}}$$

(7.2)

$$r_{\text{эн}} = \frac{18,6 * 10^{-9} * 10^9}{95 + 200 + \frac{0}{1,7} + \frac{0}{3}} = 0,095 \text{ Ом/км}.$$

$$r_{\text{эп}} = \frac{2}{N_{\text{р}} * m_{\text{р}}} \quad (7.3)$$

$$r_{\text{эп}} = \frac{2}{2 * 50} = 0,02 \text{ Ом/км}.$$

Здесь $\rho_{\text{м}}$ - удельное сопротивление меди, равное $18,6 * 10^{-9}$ ом-м;

$S_{\text{м}}$ - сечение медных проводов подвески, мм²;

$S_{\text{а}}$ - сечение алюминиевых проводов подвески, мм²;

$S_{\text{пбсм}}$ - сечение сталеалюминиевых проводов подвески, мм² ;

$N_{\text{р}}$ - число ниток рельсов, для однопутного участка

$$N_{\text{р}} = 2 ;$$

$m_{\text{р}}$ - масса рельса длиной 1 м, кг.

7.2. Мгновенные потери напряжения до поезда ΔU , зависят от потребляемого тока, положения электровоза и схемы питания тяговой сети

При схеме двустороннего питания

$$\Delta U_{\text{н}} = I_{\text{н,ср}} * r_0 * x \quad (7.6)$$

Здесь $I_{\text{н,ср}} = I_{\text{э}}$ – средний ток поезда;

x – расстояние от поезда до тяговой подстанции А (рис.5);

$L=S$ – длина рассматриваемого участка.

Необходимо вычислить ΔU_n и напряжение на поезде U_n для значений $x = 0, \frac{L}{4}, \frac{L}{3}, \frac{L}{2}, \frac{2}{3}L, \frac{3}{4}L, L$, представить в табл.5 и построить графики изменения их при заданном напряжении на тяговой подстанции для заданной схемы питания(рис.5).

Таблица 5

Мгновенные значения потерь напряжения до поезда, напряжений на поезде и потерь мощности тяговой сети.

Вычисляемые величины	Значения величины при расстояниях, км						
	0	3,25	4,3	6,5	8,6	9,75	13
ΔU_n , В	0	935,3	997,6	748,2	997,6	935,3	0
U_n , В	3500	2564,7	2502,4	2751,8	2502,4	2564,7	3500
Δp , Вт	0	327737	436983	655474	436983	327737	0

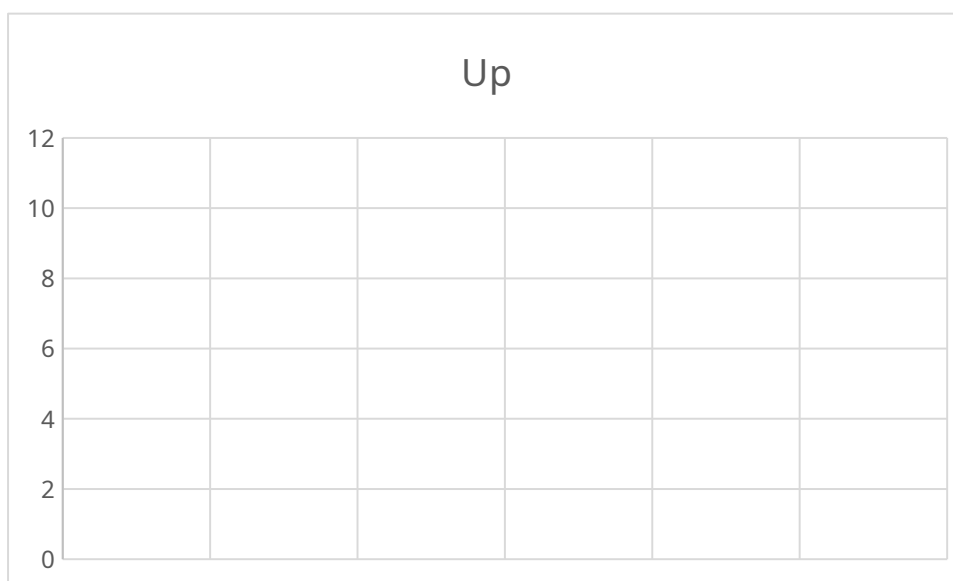


Рис. 1. Изменение потерь напряжения до поезда при односторонней схеме питания.

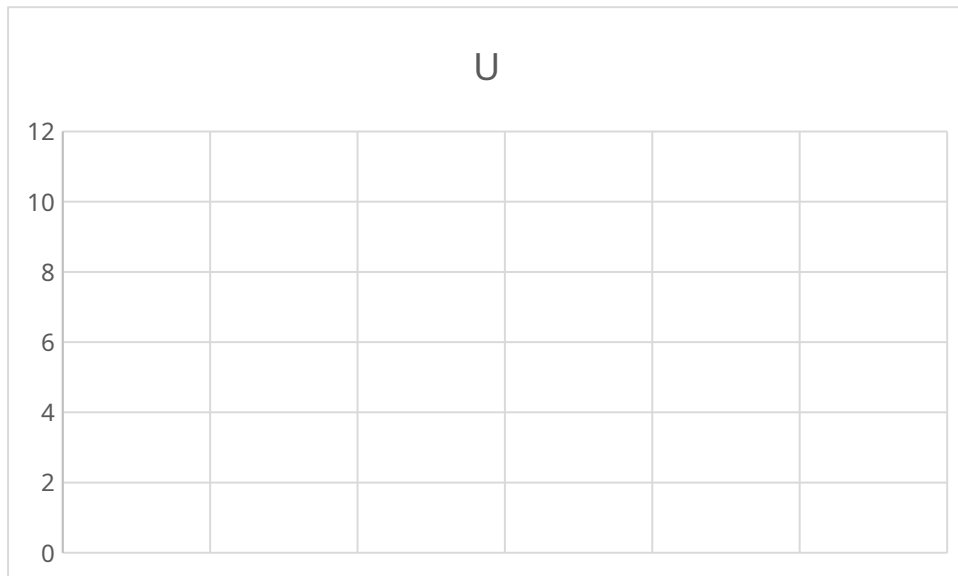


Рис. 2. Изменение напряжения на поезде при односторонней схеме питания.

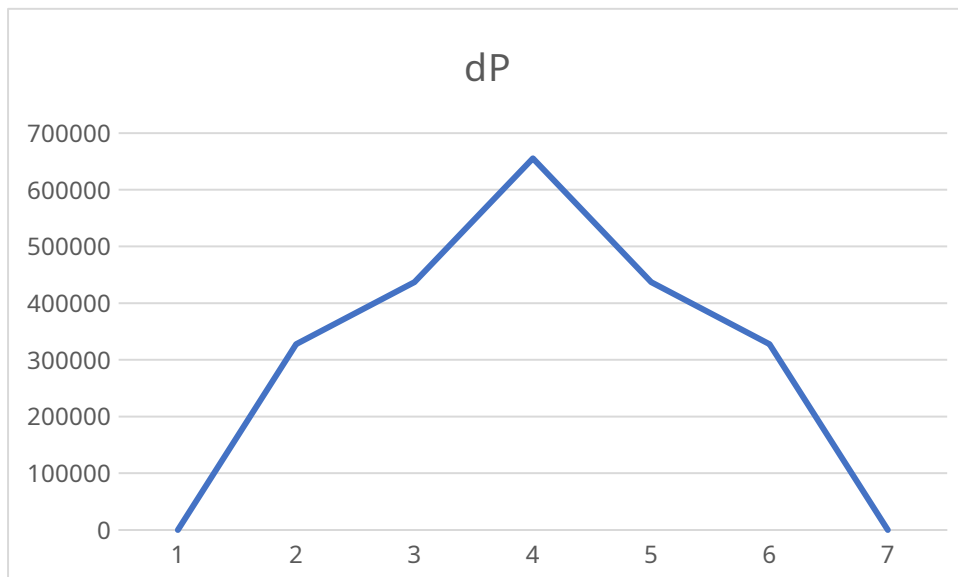


Рис. 3. Изменение потерь мощности в тяговой сети при односторонней схеме питания.

7.3. Средняя потеря напряжения до поезда $\Delta U_{n, cp}$ так же зависит от схемы питания и тока поезда.

Для одностороннего питания

$$\Delta U_{n, cp} = \frac{I_{n, cp} * r_0 * L}{4}$$

(7.9)

$$\Delta U_{n, cp} = \frac{845 * 0,153 * 12}{4} = 388 \text{ В} .$$

7.4. Мгновенные потери мощности в тяговой сети: для схемы двустороннего питания

$$\Delta p = I_{n, cp}^2 * r_0 * x \quad (7.12)$$

$$\Delta p = 845^2 * 0,153 * 12 = 1310949 \text{ Вт}$$

Следует внести эти значения в табл.5 и построить зависимость $\Delta p(x)$ для заданной схемы питания аналогично построению $\Delta U_n(x)$ и $U_n(x)$ при тех же значениях x .

7.5. Средние потери мощности: для односторонней схемы с одним узлом

$$\Delta P_{cp} = \frac{I_{n, cp}^2 * r_0 * L}{4}$$

$$(7.15)$$

$$\Delta P_{cp} = \frac{845^2 * 0,153 * 12}{4} = 327737 \text{ Вт}$$

7.6. Расход энергии на компенсацию потерь мощности за время движения по участку длиной S

$$\Delta W = \Delta \frac{P_{cp} * S}{V}$$

(7.16)

$$\Delta W = \frac{327737 * 12}{68} = 57836 \text{ Вт*ч}$$

7.7. Полный расход энергии на движение поезда с учётом потерь энергии в тяговой сети

$$W_{mn} = W_{\text{э}} + \Delta W$$

(7.17)

$$W_{mn} = 471388 + 57836 = 529,2 \text{ кВт*ч}$$

7.8. Стоимость электрической энергии, потреблённой поездом при движении по участку,

$$C_{\text{э}} = c_{\text{э}} * W_{mn}$$

(7.18)

$$C_{\text{э}} = 1,5 * 529,2 = 793,8 \text{ коп.}$$

$$C_{\text{э}} = 7,94 \text{ руб.}$$

Где $c_{\text{э}}$ – цена 1 кВт/ч, коп.

При расчёте величин в этом разделе следует быть особенно внимательным к использованию единиц измерения, приводя их каждый раз к системе СИ.