



Кафедра «Логистика и транспортные технологии»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (дипломный проект)

• **на тему:** «Техническое решение, позволяющее автоматически в режиме реального времени сигнализировать о наличии асимметрии тягового тока в рельсовых цепях»
Студент: Шеина А.И.

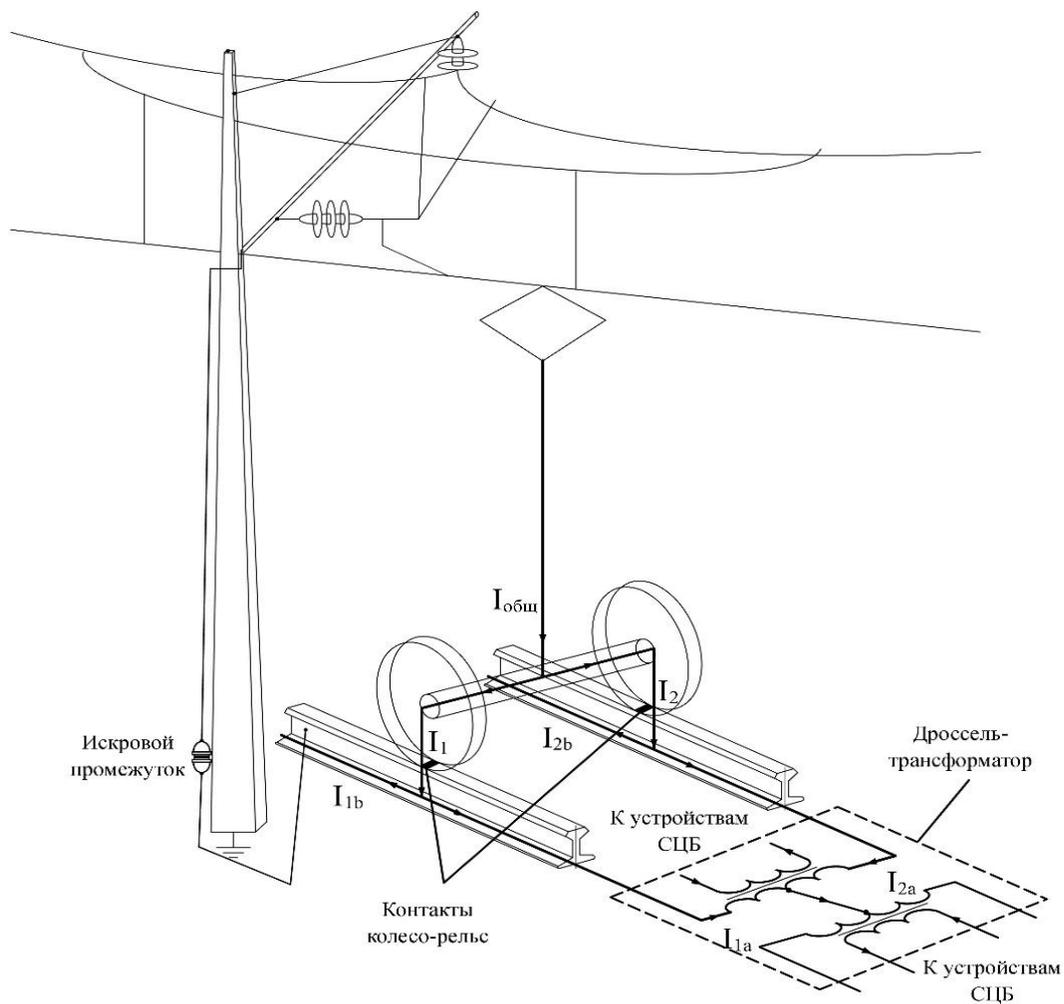
Научный руководитель: к.т.н., Криволапов В.Г.



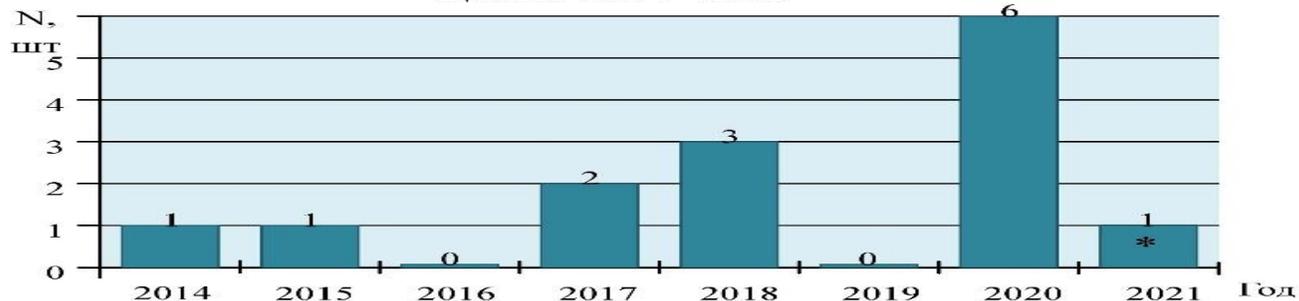
Объектом исследования в выпускной квалификационной работе является электрическая система передачи/протекания обратного тягового тока от электроподвижного состава к тяговой подстанции на участке Кувандык – Кондуровка (ШЧ -14) Орская дистанция сигнализации, централизации и блокировки Южно-Уральской железной дороги

Цель проекта – уменьшение асимметрии цепи канализации обратного тягового тока

Схема канализации тягового тока через контакты «колесо-рельс»



Количество случаев отказа рельсовой цепи за 7 лет



Отказы рельсовой цепи по районам контактной сети

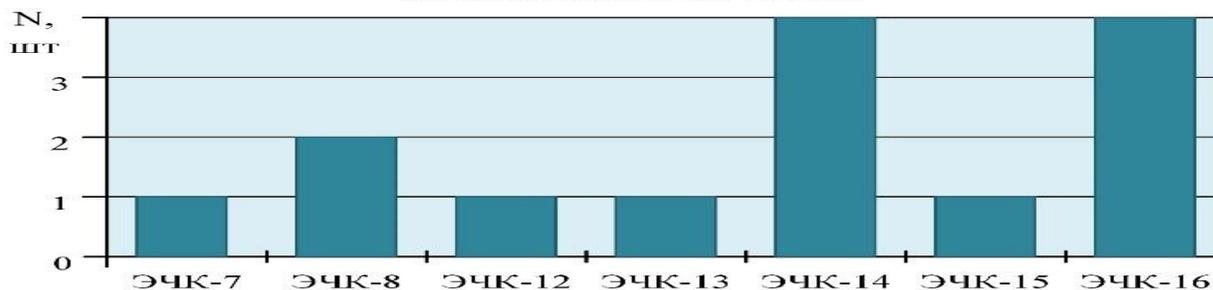
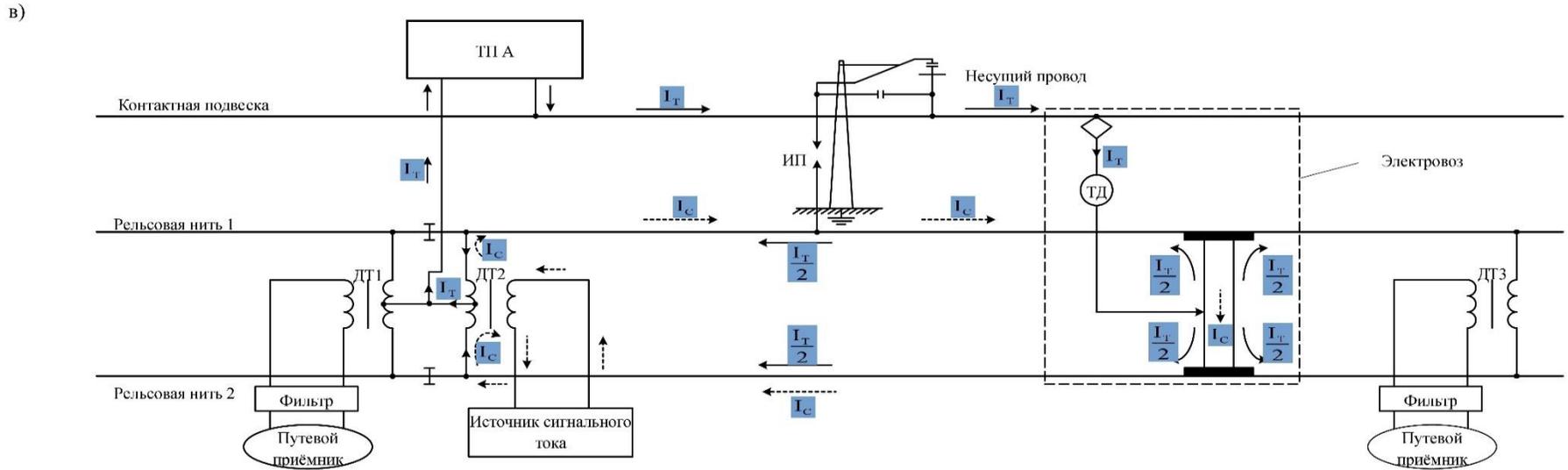
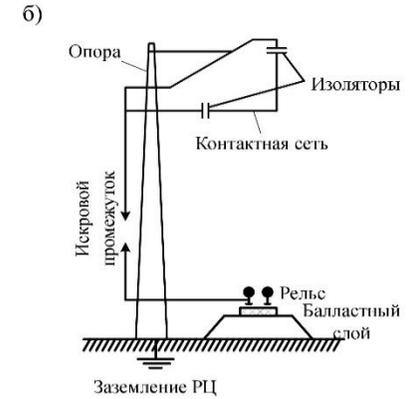
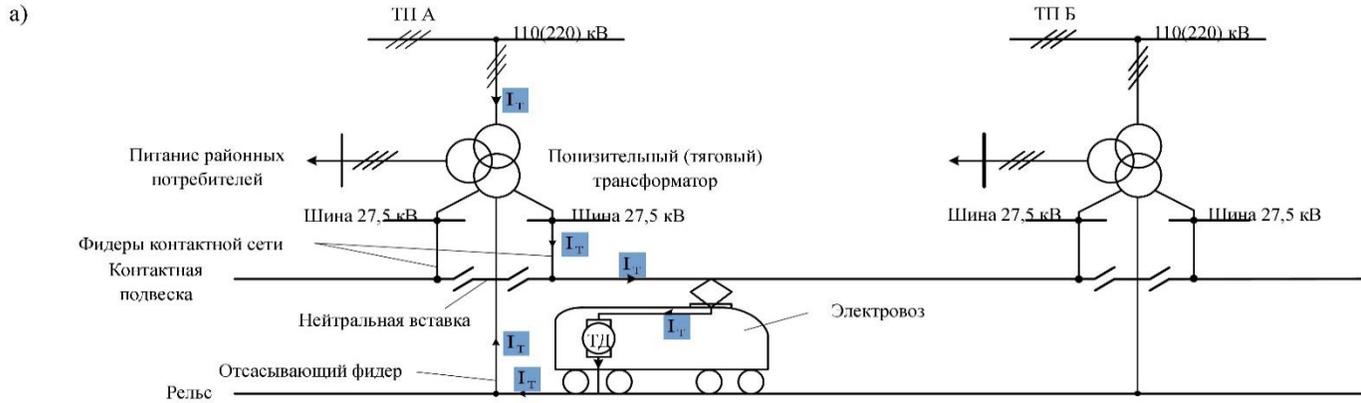


Таблица 1 – Распределение отказов по годам и месяцам

Год	2017	2018	2019	2020	2021
Число, месяц	15 марта	1 февраля	8 февраля	18 апреля	11 марта
				14 декабря	25 ноября
	21 декабря	18 декабря	28 ноября		
			11 декабря		
	12 декабря				
	16 декабря				

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЦЕПИ КАНАЛИЗАЦИИ ОБРАТНОГО ТЯГОВОГО ТОКА



№ п/п	Имя	Фамилия	Дата	Исп.	Масштаб	Масштаб
1	Иванов	Иванов	Иванов	Иванов	Иванов	Иванов
2	Петров	Петров	Петров	Петров	Петров	Петров
3	Сидоров	Сидоров	Сидоров	Сидоров	Сидоров	Сидоров
4	Смирнов	Смирнов	Смирнов	Смирнов	Смирнов	Смирнов
5	Климов	Климов	Климов	Климов	Климов	Климов
6	Попов	Попов	Попов	Попов	Попов	Попов
7	Соловьев	Соловьев	Соловьев	Соловьев	Соловьев	Соловьев
8	Степанов	Степанов	Степанов	Степанов	Степанов	Степанов
9	Савин	Савин	Савин	Савин	Савин	Савин
10	Савин	Савин	Савин	Савин	Савин	Савин

Учебное задание, выполненное
 студентом (группа) _____
 кафедрой «ЛТТ», 2022 г.

ЭТАПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Схема соединения блоков цепи канализации
обратного тягового тока

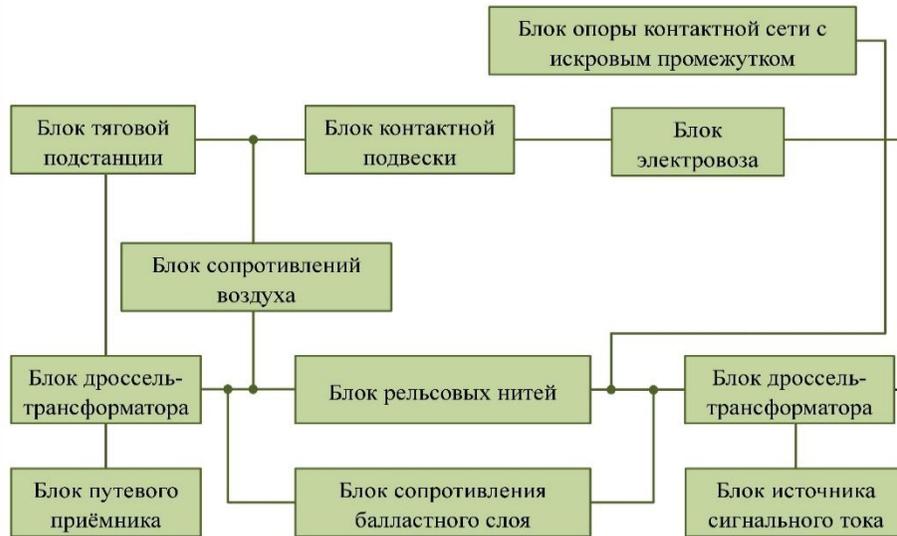
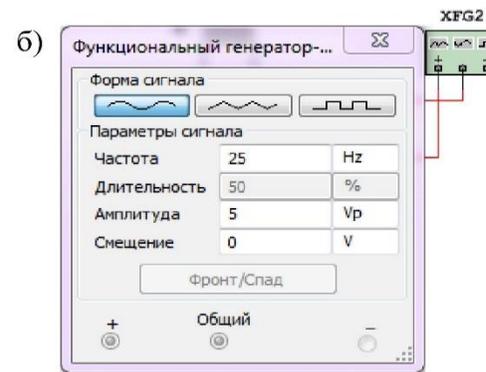
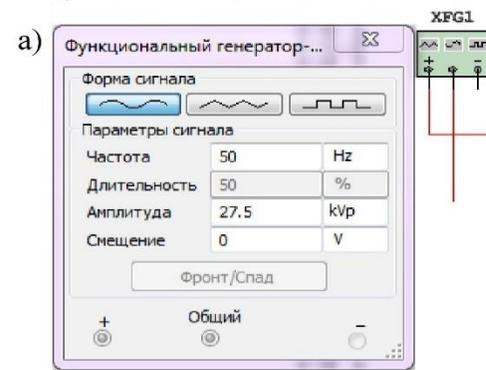


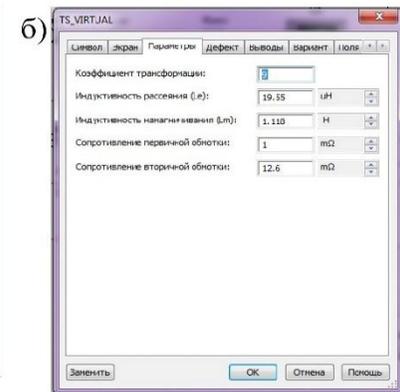
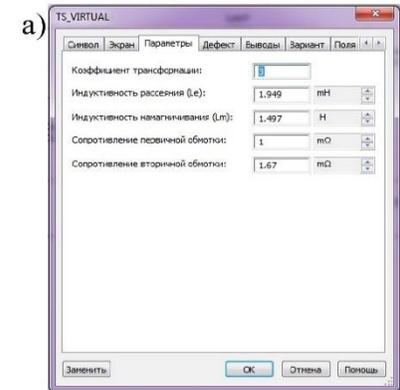
Таблица 1 – Исходные данные участка по участку
Сырт – Платовка для создания
имитационной модели

Наименование параметра	Марка оборудования
1. Марка контактной подвески	ПБСМ-95+МФ-100
2. Марка рельса	Р65
3. Длина блок-участка рельсовой цепи	1,5 км
4. Марка дроссель-трансформатора	ДТ-1-150
5. Марка изолирующего трансформатора	ПРТ-А-1

Блоки функциональных
генераторов:
а) тяговая подстанция;
б) источник сигнального тока

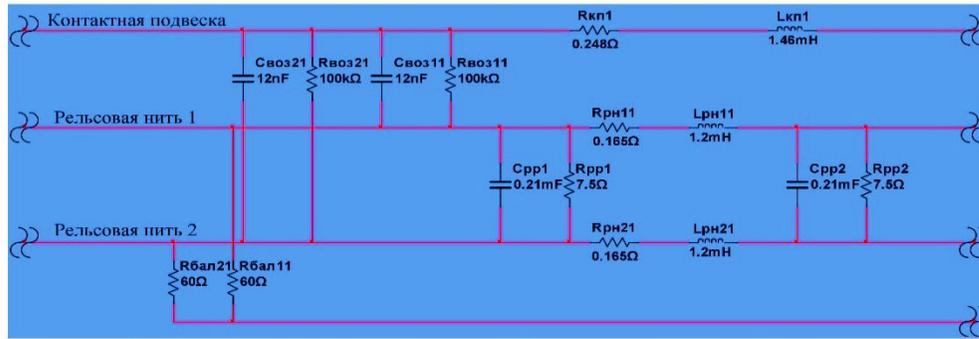


Характеристики
трансформаторов:
а) ДТ-1-150; б) ПРТ-А

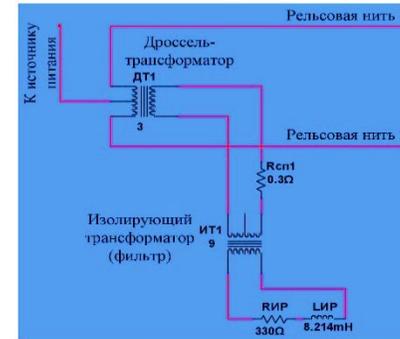


ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЦЕПИ КАНАЛИЗАЦИИ ТЯГОВОГО ТОКА НА УЧАСТКЕ КУВАНДЫК – КОНДУРОВКА ЮУЖД

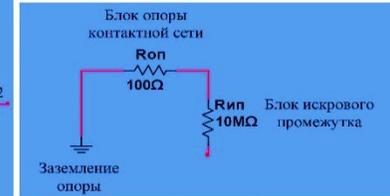
Блок рельсовые нити и контактная подвеска



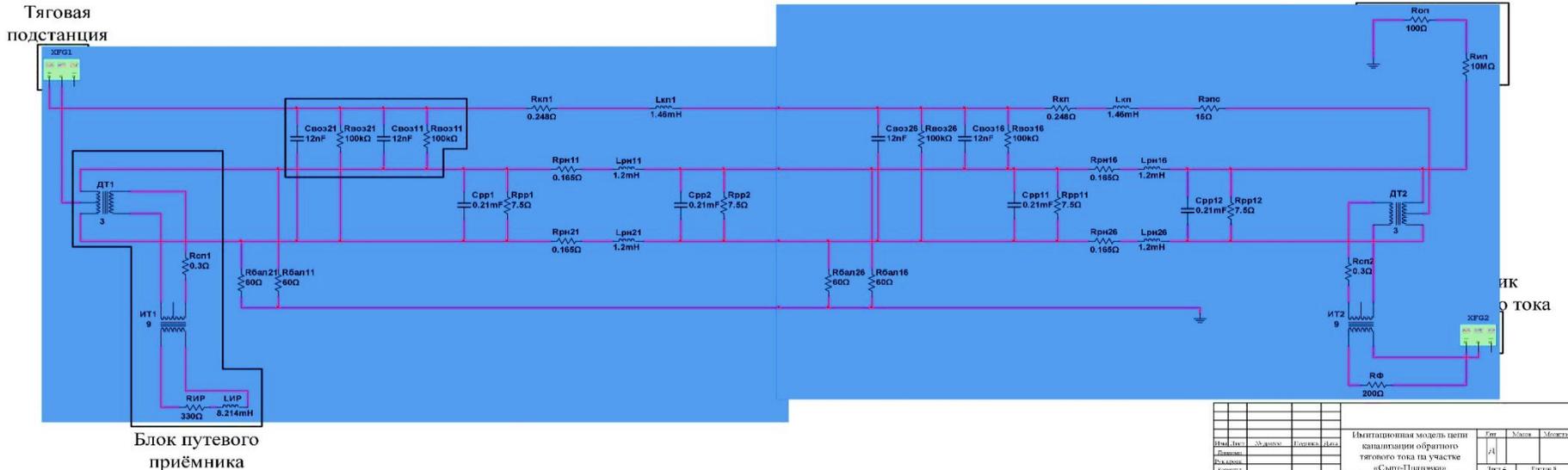
Блок путевого приёмника



Блок опоры контактной сети с искровым промежутком



Имитационная модель цепи канализации обратного тягового тока



Блок путевого приёмника

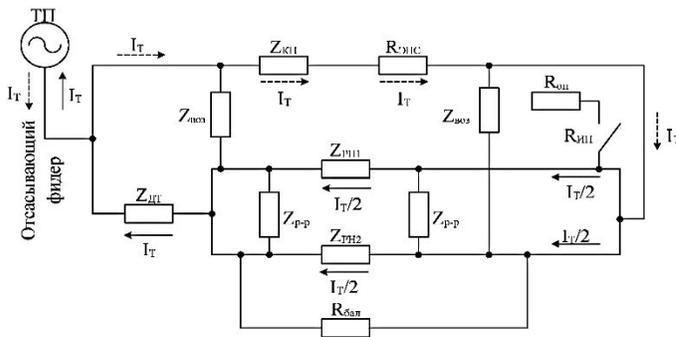
Имя	Тип	Значение	Единица	Дата	Имя	Масштаб	Масштаб
ИТ1	Трансформатор	9			ИТ2	9	
ИТ2	Трансформатор	9			ИТ3	9	
ИТ3	Трансформатор	9			ИТ4	9	
ИТ4	Трансформатор	9			ИТ5	9	
ИТ5	Трансформатор	9			ИТ6	9	
ИТ6	Трансформатор	9			ИТ7	9	
ИТ7	Трансформатор	9			ИТ8	9	
ИТ8	Трансформатор	9			ИТ9	9	
ИТ9	Трансформатор	9			ИТ10	9	
ИТ10	Трансформатор	9			ИТ11	9	
ИТ11	Трансформатор	9			ИТ12	9	
ИТ12	Трансформатор	9			ИТ13	9	
ИТ13	Трансформатор	9			ИТ14	9	
ИТ14	Трансформатор	9			ИТ15	9	
ИТ15	Трансформатор	9			ИТ16	9	
ИТ16	Трансформатор	9			ИТ17	9	
ИТ17	Трансформатор	9			ИТ18	9	
ИТ18	Трансформатор	9			ИТ19	9	
ИТ19	Трансформатор	9			ИТ20	9	
ИТ20	Трансформатор	9			ИТ21	9	
ИТ21	Трансформатор	9			ИТ22	9	
ИТ22	Трансформатор	9			ИТ23	9	
ИТ23	Трансформатор	9			ИТ24	9	
ИТ24	Трансформатор	9			ИТ25	9	
ИТ25	Трансформатор	9			ИТ26	9	
ИТ26	Трансформатор	9			ИТ27	9	
ИТ27	Трансформатор	9			ИТ28	9	
ИТ28	Трансформатор	9			ИТ29	9	
ИТ29	Трансформатор	9			ИТ30	9	
ИТ30	Трансформатор	9			ИТ31	9	
ИТ31	Трансформатор	9			ИТ32	9	
ИТ32	Трансформатор	9			ИТ33	9	
ИТ33	Трансформатор	9			ИТ34	9	
ИТ34	Трансформатор	9			ИТ35	9	
ИТ35	Трансформатор	9			ИТ36	9	
ИТ36	Трансформатор	9			ИТ37	9	
ИТ37	Трансформатор	9			ИТ38	9	
ИТ38	Трансформатор	9			ИТ39	9	
ИТ39	Трансформатор	9			ИТ40	9	
ИТ40	Трансформатор	9			ИТ41	9	
ИТ41	Трансформатор	9			ИТ42	9	
ИТ42	Трансформатор	9			ИТ43	9	
ИТ43	Трансформатор	9			ИТ44	9	
ИТ44	Трансформатор	9			ИТ45	9	
ИТ45	Трансформатор	9			ИТ46	9	
ИТ46	Трансформатор	9			ИТ47	9	
ИТ47	Трансформатор	9			ИТ48	9	
ИТ48	Трансформатор	9			ИТ49	9	
ИТ49	Трансформатор	9			ИТ50	9	
ИТ50	Трансформатор	9			ИТ51	9	
ИТ51	Трансформатор	9			ИТ52	9	
ИТ52	Трансформатор	9			ИТ53	9	
ИТ53	Трансформатор	9			ИТ54	9	
ИТ54	Трансформатор	9			ИТ55	9	
ИТ55	Трансформатор	9			ИТ56	9	
ИТ56	Трансформатор	9			ИТ57	9	
ИТ57	Трансформатор	9			ИТ58	9	
ИТ58	Трансформатор	9			ИТ59	9	
ИТ59	Трансформатор	9			ИТ60	9	
ИТ60	Трансформатор	9			ИТ61	9	
ИТ61	Трансформатор	9			ИТ62	9	
ИТ62	Трансформатор	9			ИТ63	9	
ИТ63	Трансформатор	9			ИТ64	9	
ИТ64	Трансформатор	9			ИТ65	9	
ИТ65	Трансформатор	9			ИТ66	9	
ИТ66	Трансформатор	9			ИТ67	9	
ИТ67	Трансформатор	9			ИТ68	9	
ИТ68	Трансформатор	9			ИТ69	9	
ИТ69	Трансформатор	9			ИТ70	9	
ИТ70	Трансформатор	9			ИТ71	9	
ИТ71	Трансформатор	9			ИТ72	9	
ИТ72	Трансформатор	9			ИТ73	9	
ИТ73	Трансформатор	9			ИТ74	9	
ИТ74	Трансформатор	9			ИТ75	9	
ИТ75	Трансформатор	9			ИТ76	9	
ИТ76	Трансформатор	9			ИТ77	9	
ИТ77	Трансформатор	9			ИТ78	9	
ИТ78	Трансформатор	9			ИТ79	9	
ИТ79	Трансформатор	9			ИТ80	9	
ИТ80	Трансформатор	9			ИТ81	9	
ИТ81	Трансформатор	9			ИТ82	9	
ИТ82	Трансформатор	9			ИТ83	9	
ИТ83	Трансформатор	9			ИТ84	9	
ИТ84	Трансформатор	9			ИТ85	9	
ИТ85	Трансформатор	9			ИТ86	9	
ИТ86	Трансформатор	9			ИТ87	9	
ИТ87	Трансформатор	9			ИТ88	9	
ИТ88	Трансформатор	9			ИТ89	9	
ИТ89	Трансформатор	9			ИТ90	9	
ИТ90	Трансформатор	9			ИТ91	9	
ИТ91	Трансформатор	9			ИТ92	9	
ИТ92	Трансформатор	9			ИТ93	9	
ИТ93	Трансформатор	9			ИТ94	9	
ИТ94	Трансформатор	9			ИТ95	9	
ИТ95	Трансформатор	9			ИТ96	9	
ИТ96	Трансформатор	9			ИТ97	9	
ИТ97	Трансформатор	9			ИТ98	9	
ИТ98	Трансформатор	9			ИТ99	9	
ИТ99	Трансформатор	9			ИТ100	9	

Имитационная модель цепи канализации обратного тягового тока на участке «Самарь-Падучевка»
Исполнитель: Романов, Александр Александрович
Проверил: Романов, Александр Александрович
Дата: 2022.11.20
Лист 4 из 4
Файл: 3
СРНИС
кафедра ИТТ, 2022 г.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА АСИММЕТРИЮ ОБРАТНОГО ТЯГОВОГО ТОКА

Схемы замещения цепи канализации обратного тягового тока для трех режимов работы:

а) Нормальный (послеаварийный) режим



б) Аварийный (послеаварийный) режим

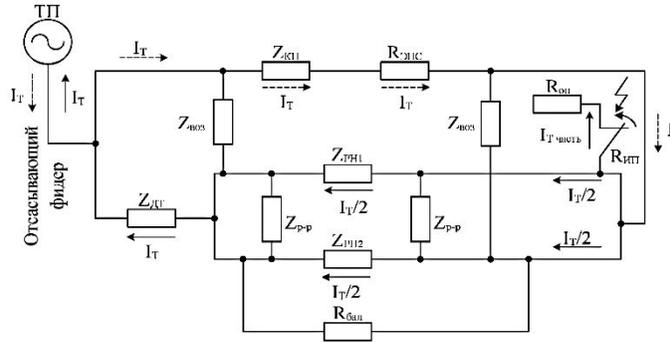
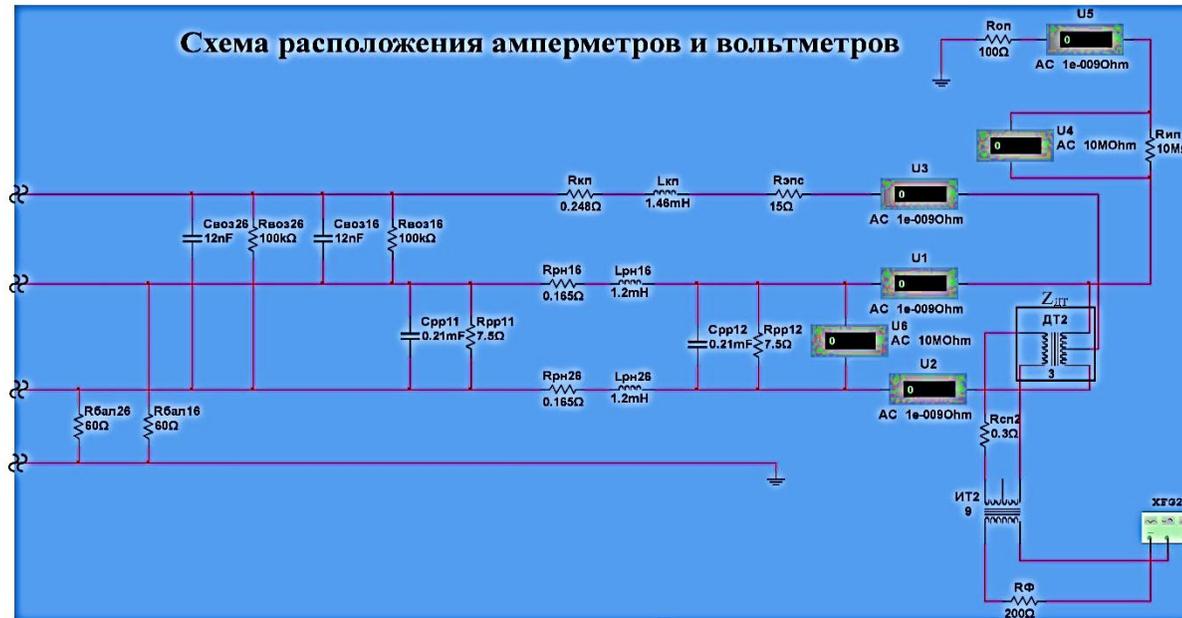


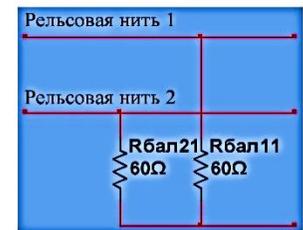
Таблица 1 – Обозначения
на схеме

Обозначение на схеме	Описание
$Z_{кон}$	Сопротивление контактной подвески
$R_{элс}$	Сопротивление электроподвижного состава
$Z_{рп1,2}$	Сопротивление рельсовых путей
$Z_{дт}$	Сопротивление дроссель-трансформаторов
$R_{вп}$	Сопротивление искрового промежутка
I_T	Тяговый ток
$R_{воз}$	Сопротивление воздуха
$R_{оп}$	Сопротивление опоры
$Z_{р-р}, R_{бал}$	Сопротивления изоляции (балласта) рельсовых путей

Схема расположения амперметров и вольтметров



Блок заземления
при $R_{бал} = 60 \text{ Ом} \cdot \text{км}$



АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА АСИММЕТРИЮ ОБРАТНОГО ТЯГОВОГО ТОКА

График зависимости напряжений от веса поезда при $R_{бал} = 60 \text{ Ом} \cdot \text{км}$

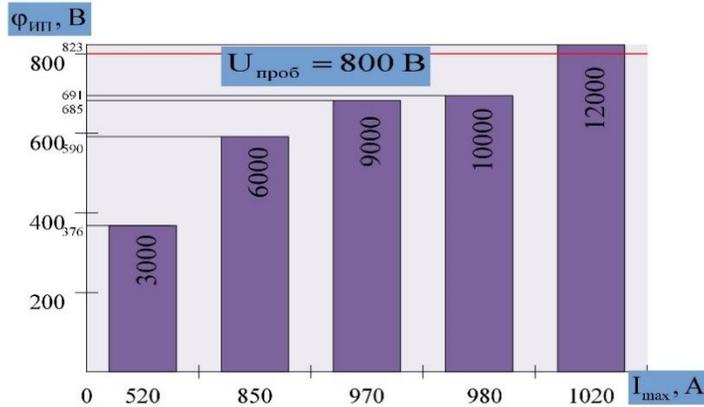


График зависимости напряжений от веса поезда при $R_{бал} = 60 \text{ Ом} \cdot \text{км}$

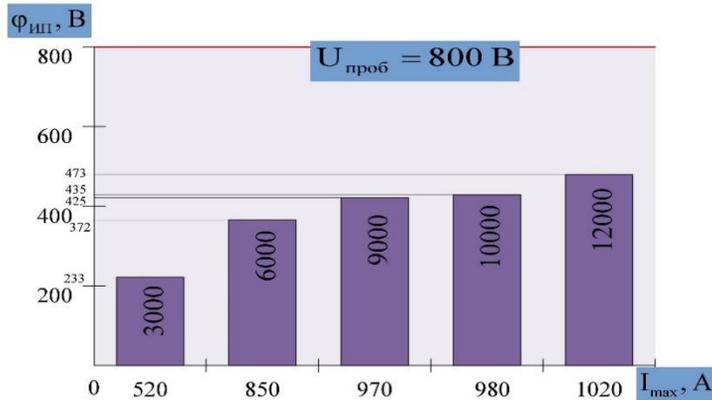


График зависимостей $\Phi_{ИП}(I_{max})$ при разных значениях $R_{бал}$

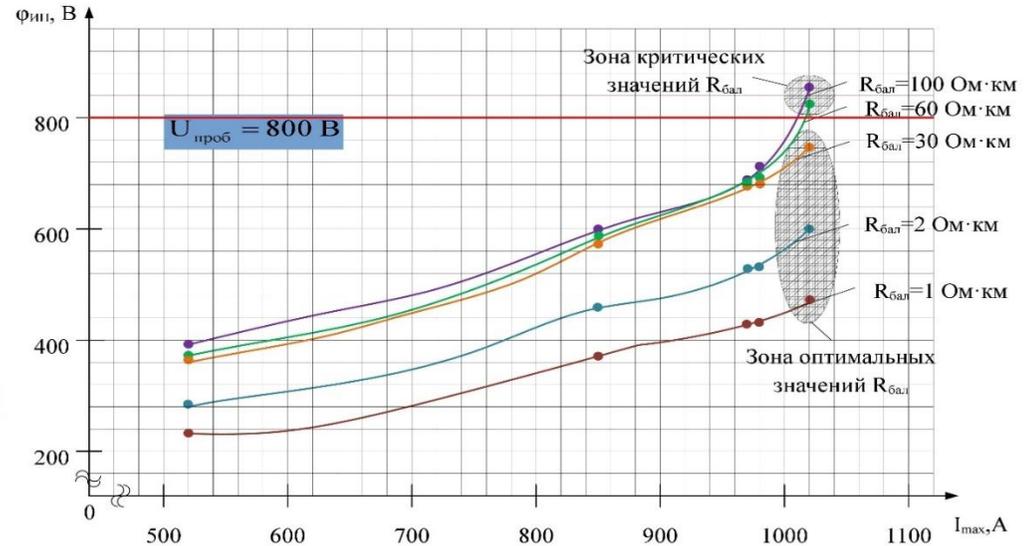
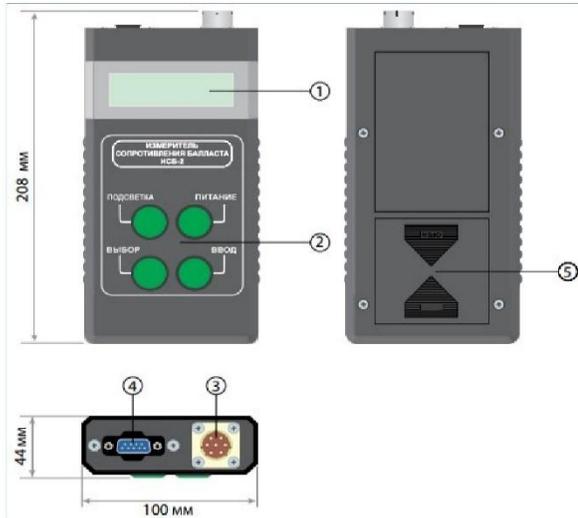


Таблица 1 – Пробивные напряжения искровых промежутков

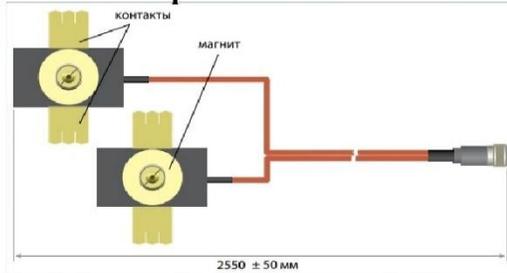
Наименование (марка) ИП	Пробивное напряжение, $U_{проб}$, В
ИП-62	800 – 1200
ИП-3	800 – 1200
ИПМ	1400 – 1600
ГРПЗ	1400 – 1700

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ БАЛЛАСТНОГО СЛОЯ

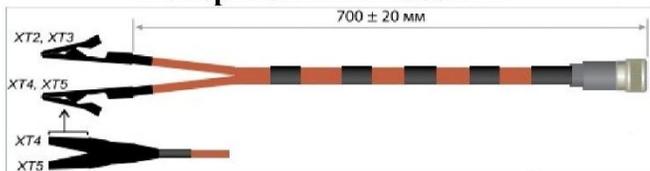
Внешний вид прибора ИСБ-2



Измерительный кабель 1



Измерительный кабель 2



Технологическая карта определения сопротивления балластного слоя

Описание, производимых работ	
1.	Измерение сопротивления изоляции рельсовой линии (балласта) проводится в рельсовых цепях длиной более 300 м.
2.	Работа выполняется бригадой, состоящей не менее чем из двух работников, один из которых должен следить за движением поездов.
3.	Члены бригады перед началом работ должны быть проинструктированы в установленном порядке.
4.	Работа производится без снятия напряжения электротехническим персоналом, имеющим группу по электробезопасности при работе в электроустановках до 1000 В не ниже III.
5.	Применяемые средства защиты: сигнальный жилет
6.	Подготовка прибора к измерениям: подключить к прибору измерительный кабель (содержащий контактные устройства с магнитными захватами), включить прибор нажатием кнопки ПИТАНИЕ и убедиться в том, что на индикаторе появилось сообщение о напряжении источника питания, величина которого должна быть не менее 4,5 В.
7.	Для повышения достоверности измерения сопротивления балласта рельсовой цепи рекомендуется определить минимальное расстояние от точки измерения до концов рельсовой цепи или от точки измерения до следующей точки L_{min} . Для этого подключить контактные устройства измерительного кабеля к рельсам на расстоянии не менее 200 м от изолирующих стыков, установив их на головки рельсов. Пользуясь кнопкой ВЫБОР, выбрать режим измерения L_{min} , нажать кнопку ВВОД и зафиксировать показание прибора.
8.	Подключить контактные устройства измерительного кабеля к рельсам на расстоянии не менее L_{min} от изолирующих стыков и далее, пользуясь кнопками ВЫБОР и ВВОД, выбрать режим измерения R_0 и произвести измерение. Сохранить результат измерения в энергонезависимой памяти. После выполнения нескольких измерений на одной рельсовой цепи с сохранением результатов в памяти прибора выбрать в меню прибора режим вычисления R_{0c} и произвести расчет.
9.	Просмотр результатов измерений (R_0) и результатов расчетов (R_{0c}) записанных в энергонезависимую память прибора, производится путем выбора соответствующих режимов просмотра в меню прибора («Просмотр R_0 », «Просмотр R_{0c} ») и просмотра данных на его индикаторе.
10.	О результатах проверки на станции записать в «Журнал технической проверки устройств СЦБ» (форма ШУ-64), а при обнаружении отступлений от утвержденных норм совместно с дорожным мастером сделать запись в «Журнале осмотра».
11.	Результаты проверки на перегоне записываются в «Журнал технической проверки сигнальной установки», а при наличии отступлений совместно с дорожным мастером оформляется акт с предоставлением его начальнику дистанции пути и начальнику дистанции сигнализации.

Имя	Фамилия	Инициалы	Дата	Стр.	Листы	Может
Иванов	Иван	И.		1	1	
Петров	Петр	П.		2	2	
Сидоров	Сидор	С.		3	3	
Смирнов	Смирн	С.		4	4	
Климов	Клима	К.		5	5	
Попов	Попов	П.		6	6	
Соловьев	Солов	С.		7	7	
Тихонов	Тихон	Т.		8	8	
Яковлев	Яковл	Я.		9	9	
Зайцев	Зайцев	З.		10	10	

Разработка технологической карты мониторинга и состояния балластного слоя

Инв. № 7

Оригинал

кафедра "ИТТ", 2022 г

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ УСТОЙЧИВОЙ РАБОТЫ ЦЕПИ КАНАЛИЗАЦИИ ОБРАТНОГО ТЯГОВОГО ТОКА

Функции и требования,
предъявляемые к балластному слою

Примеры машин для очистки балластного слоя
ЩОМ-ДО



RM-80 UHR



Определение срока окупаемости
очистки балла

$$T_{\text{ок}}^{\text{ИНТ}} = 3 - \frac{\text{ЧДС}_3}{\text{ЧДС}_4 - \text{ЧДС}_3} = 3 - \frac{-25,97}{76,24 - (-25,97)} = 2,75 \text{ года}$$

где ЧДС₃ – чистая дисконтированная стоимость проекта, тыс.руб.

Имя	Дис.	Материал	Получен	Дата	Мероприятия по обеспечению устойчивой работы цепи канализации обратного тягового тока	Ит.	Матри.	Матриц.
Иванов								
Петров								
Сидоров								
Климов								
Попов								
Соловьев								
Тихонов								
Яковлев								
Степанов								
Левченко								
Кузнецов								
Борисов								
Михайлов								
Ильин								
Смирнов								
Морозов								
Мухоморов								
Павлов								
Полухин								
Перевозчиков								
Петухов								
Романов								
Савин								
Самойлов								
Семин								
Серебряков								
Соловьев								
Ткачев								
Тютчев								
Федотов								
Филиппов								
Харин								
Хохлов								
Цыганов								
Чайков								
Чирков								
Шабалин								
Шаров								
Шенников								
Шестаков								
Шихов								
Щеголов								
Щербинин								
Щербаков								
Щукин								
Югов								
Юсупов								
Яковлев								
Якушев								
Яценко								

Мероприятия по обеспечению устойчивой работы цепи канализации обратного тягового тока
Исполнитель: кафедра «ЛТТ», 2022 г.



ОРЕНБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Самарский государственный университет путей сообщения»

Благодарю за внимание!