



Кафедра «Логистика и транспортные технологии»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (дипломный проект)

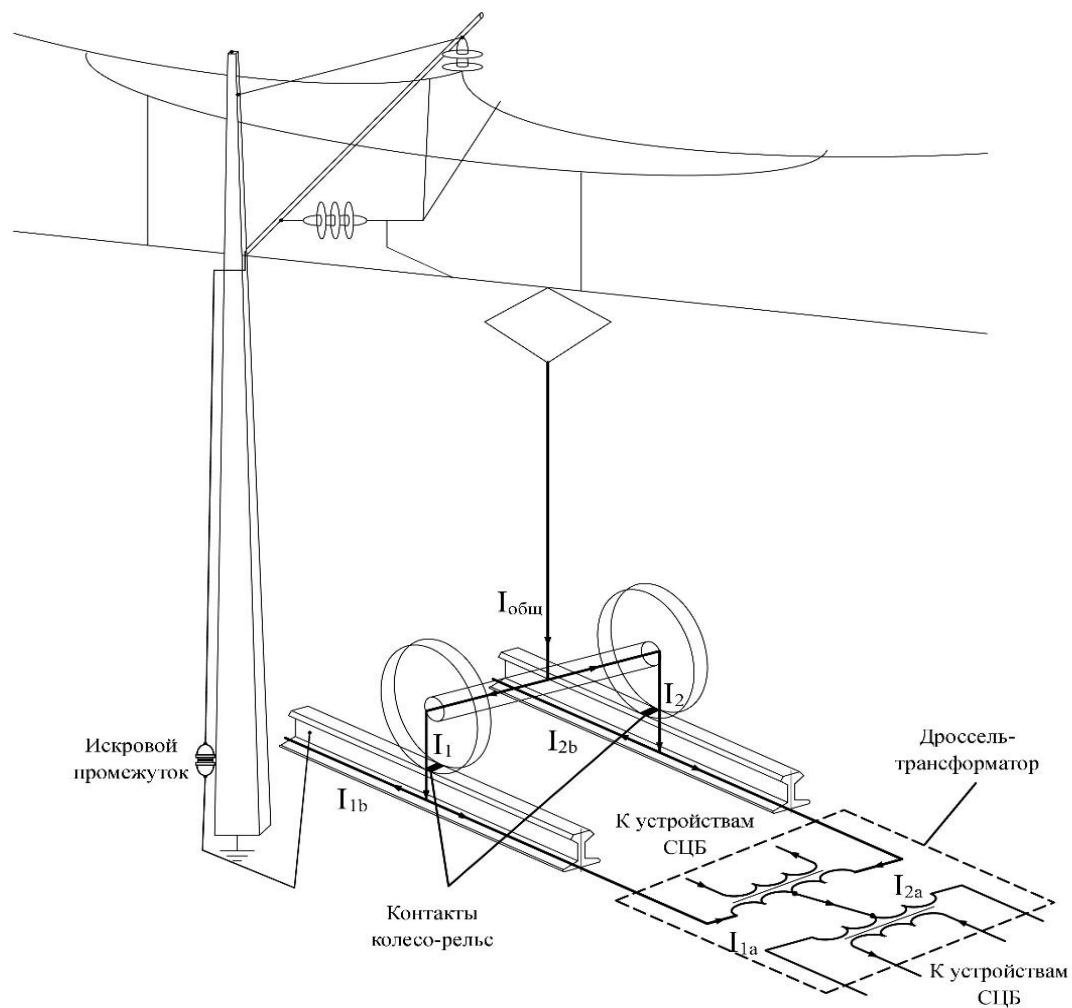
- **на тему:** «Техническое решение, позволяющее автоматически в режиме реального времени сигнализировать о наличии асимметрии тягового тока в рельсовых цепях»
Студент: Шеина А.И.
Научный руководитель: к.т.н., Криволапов В.Г.



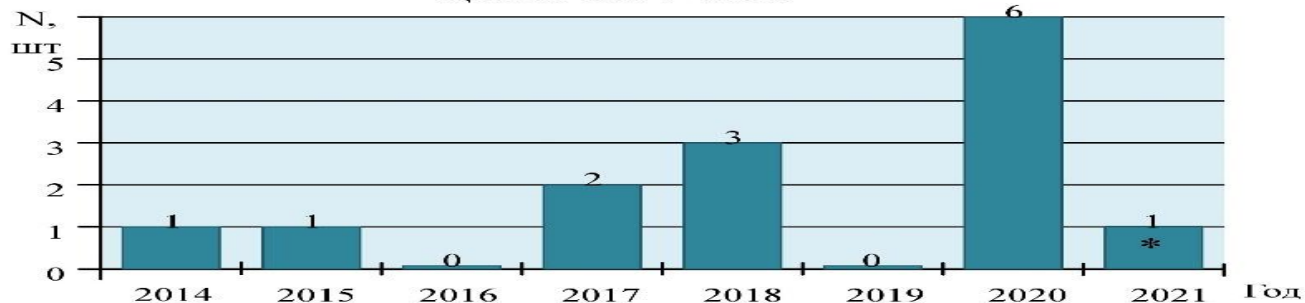
Объектом исследования в выпускной квалификационной работе является электрическая система передачи/протекания обратного тягового тока от электроподвижного состава к тяговой подстанции на участке Кувандык – Кондуровка (ШЧ -14) Орская дистанция сигнализации, централизации и блокировки Южно-Уральской железной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

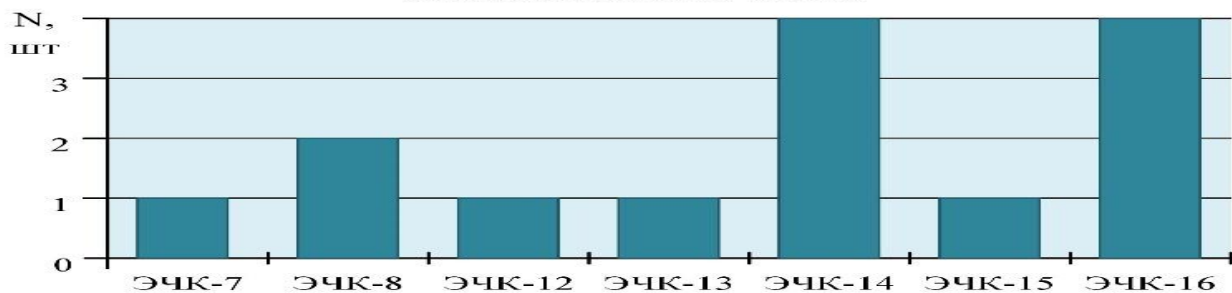
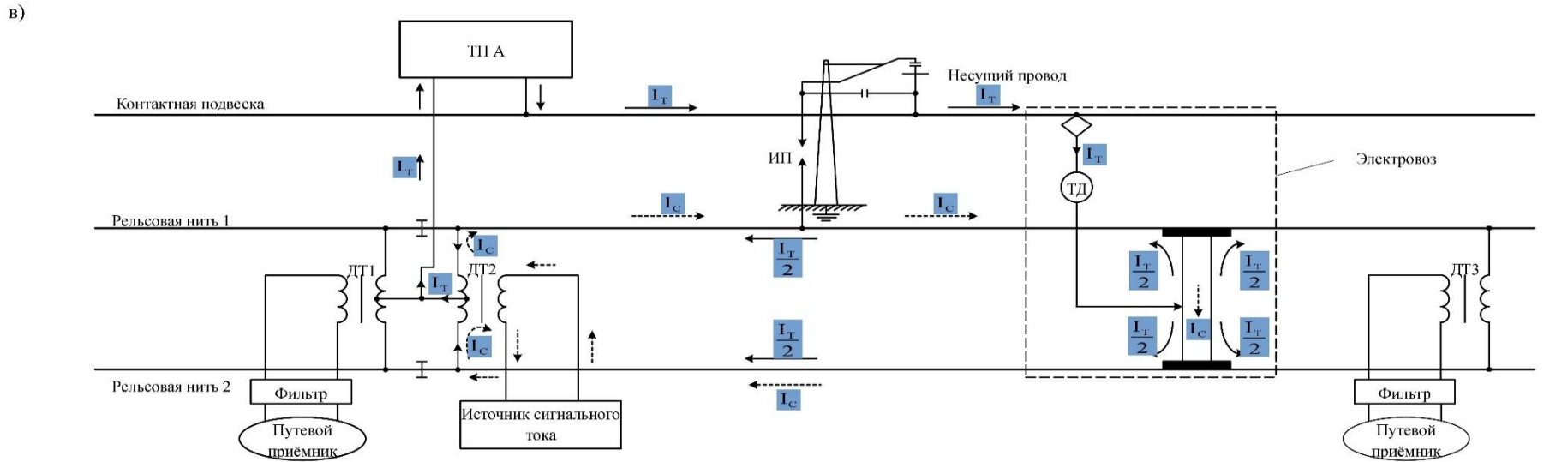
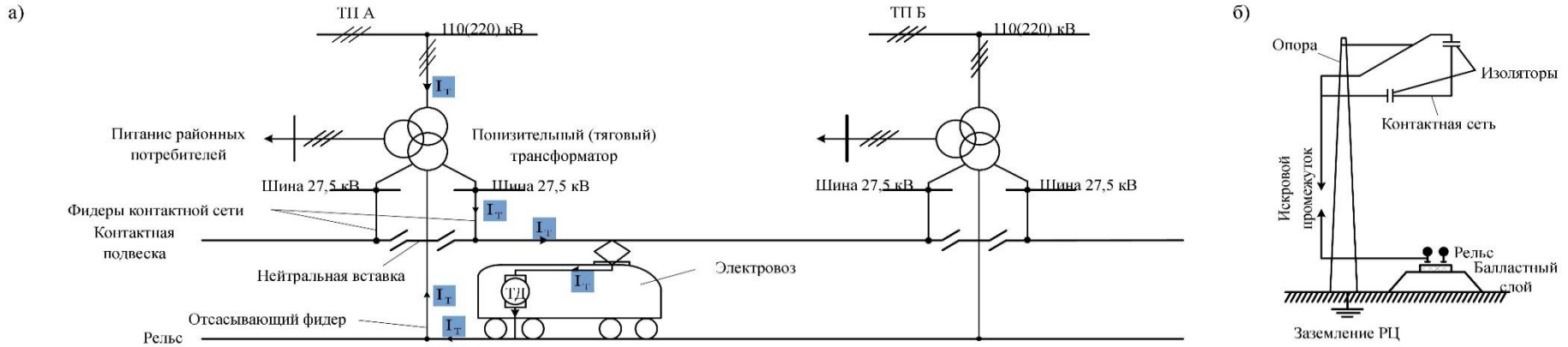


Таблица 1 – Распределение отказов по годам и месяцам

| 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



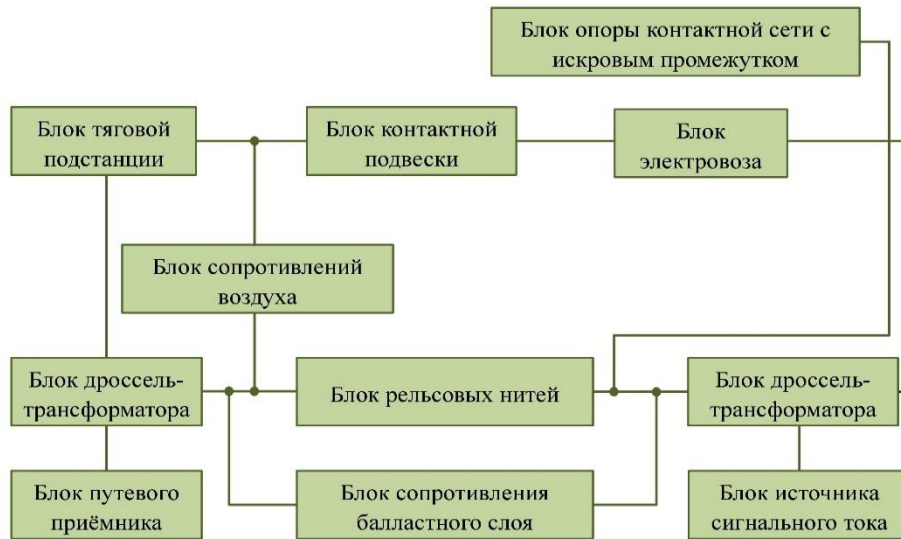
| | | | | | | |
|-------|----------|----------|------|------|---------|---------|
| № п/п | Имя | Фамилия | Дата | Исп. | Масштаб | Масштаб |
| 1 | Иванов | Иванов | 2022 | Д | 1:1 | 1:1 |
| 2 | Петров | Петров | 2022 | И | 1:1 | 1:1 |
| 3 | Сидоров | Сидоров | 2022 | И | 1:1 | 1:1 |
| 4 | Смирнов | Смирнов | 2022 | И | 1:1 | 1:1 |
| 5 | Климов | Климов | 2022 | И | 1:1 | 1:1 |
| 6 | Лебедев | Лебедев | 2022 | И | 1:1 | 1:1 |
| 7 | Попов | Попов | 2022 | И | 1:1 | 1:1 |
| 8 | Соловьев | Соловьев | 2022 | И | 1:1 | 1:1 |
| 9 | Тимофеев | Тимофеев | 2022 | И | 1:1 | 1:1 |
| 10 | Харин | Харин | 2022 | И | 1:1 | 1:1 |
| 11 | Цыганков | Цыганков | 2022 | И | 1:1 | 1:1 |
| 12 | Чайков | Чайков | 2022 | И | 1:1 | 1:1 |
| 13 | Шевченко | Шевченко | 2022 | И | 1:1 | 1:1 |
| 14 | Щеголев | Щеголев | 2022 | И | 1:1 | 1:1 |
| 15 | Юрьев | Юрьев | 2022 | И | 1:1 | 1:1 |
| 16 | Яковлев | Яковлев | 2022 | И | 1:1 | 1:1 |

Учебное пособие, подготовленное авторами в рамках выполнения задания по специальности «Электротехника и электротехнологии» в Самарском государственном университете путей сообщения

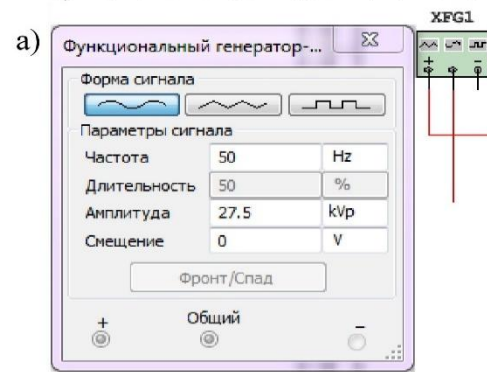
Оригинал: кафедра «ЛПТ», 2022 г.

ЭТАПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Схема соединения блоков цепи канализации обратного тягового тока



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



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

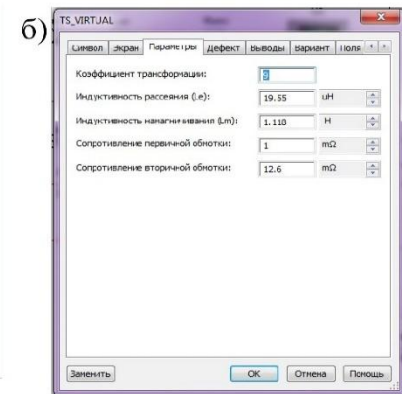
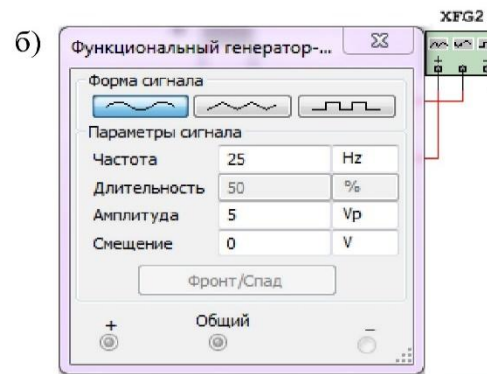
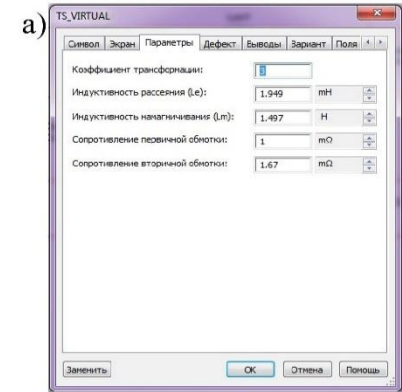
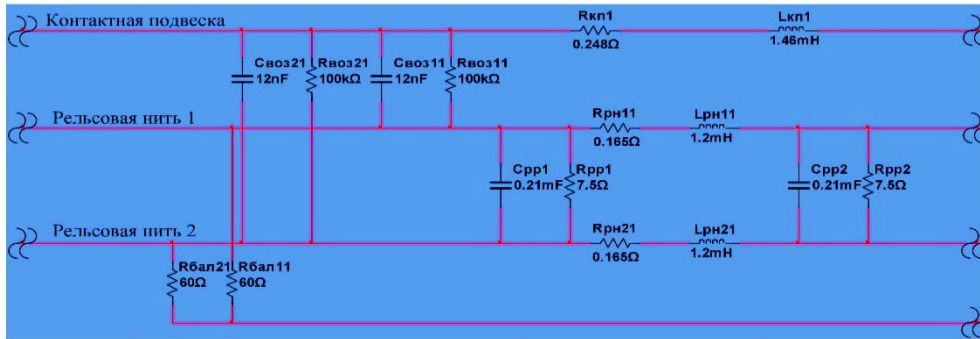


Таблица 1 – Исходные данные участка по участку
Сырт – Платовка для создания
имитационной модели

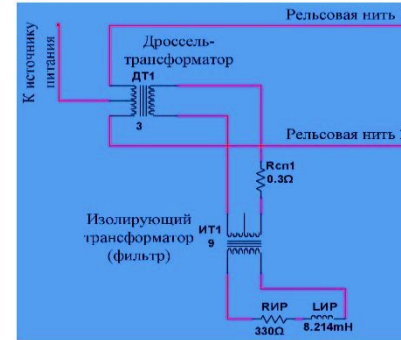
| Наименование параметра | Марка оборудования |
|--------------------------------------|--------------------|
| 1. Марка контактной подвески | ПБСМ-95+МФ-100 |
| 2. Марка рельса | Р65 |
| 3. Длина блок-участка рельсовой цепи | 1,5 км |
| 4. Марка дроссель-трансформатора | ДТ-1-150 |
| 5. Марка изолирующего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

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

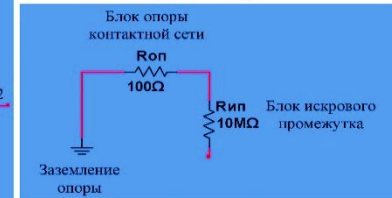
Блок рельсовые нити и контактная подвеска



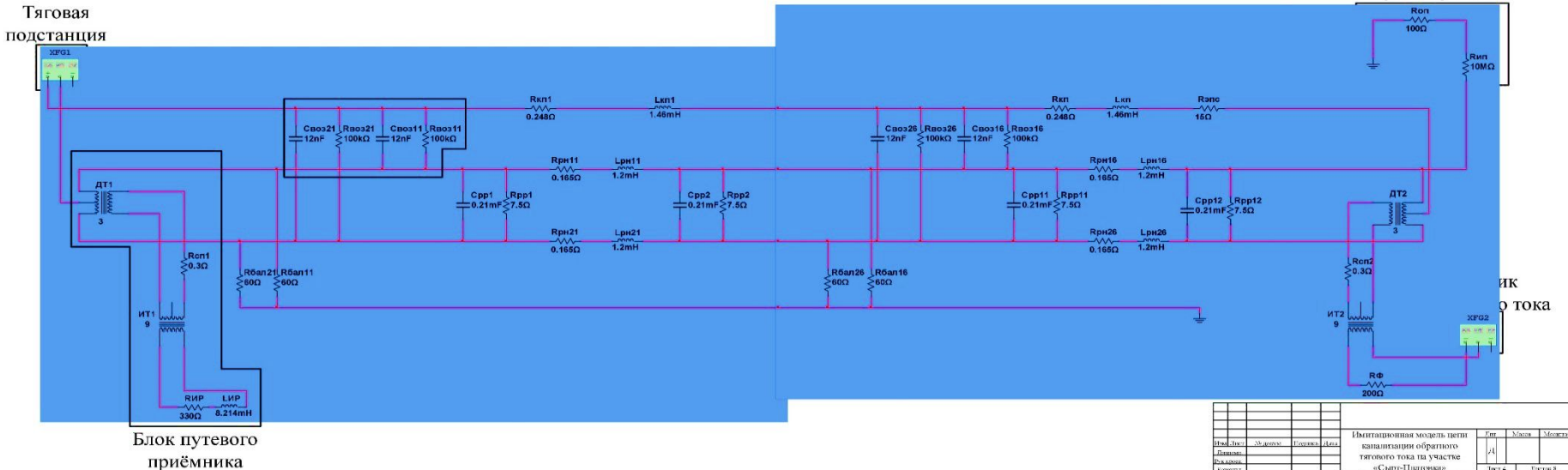
Блок путевого приёмника



Блок опоры контактной сети с искровым промежутком



Имитационная модель цепи канализации обратного тягового тока



Блок путевого приёмника

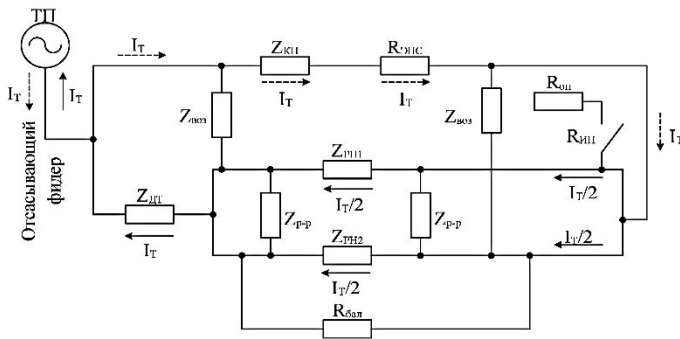
| № п/п | Имя | Должность | Подпись | Дата | № п/п | Имя | Должность | Подпись | Дата |
|-------|----------|-----------|---------|------|-------|----------|-----------|---------|------|
| 1 | Иванов | Инженер | | | 1 | Иванов | Инженер | | |
| 2 | Петров | Инженер | | | 2 | Петров | Инженер | | |
| 3 | Сидоров | Инженер | | | 3 | Сидоров | Инженер | | |
| 4 | Климов | Инженер | | | 4 | Климов | Инженер | | |
| 5 | Варламов | Инженер | | | 5 | Варламов | Инженер | | |
| 6 | Иванов | Инженер | | | 6 | Иванов | Инженер | | |
| 7 | Петров | Инженер | | | 7 | Петров | Инженер | | |
| 8 | Сидоров | Инженер | | | 8 | Сидоров | Инженер | | |
| 9 | Климов | Инженер | | | 9 | Климов | Инженер | | |
| 10 | Варламов | Инженер | | | 10 | Варламов | Инженер | | |

Имитационная модель цепи канализации обратного тягового тока на участке «Самарь-Падшеево»
 Составитель: Иванова И.А.
 Проверил: Петров П.П.
 Дата: 15.05.2022 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

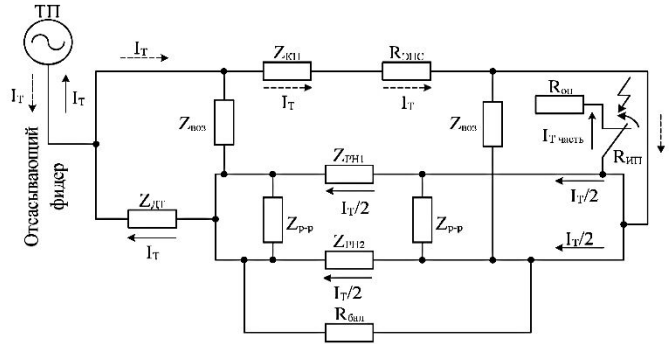


Таблица 1 – Обозначения на схеме

| 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 |
| $R_{ип}$ | 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 $R_{бал} = 60 \text{ Ом} \cdot \text{км}$

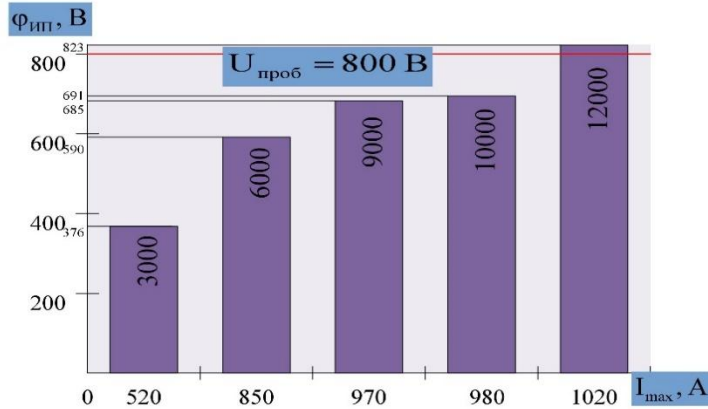


График зависимости напряжений от веса поезда при $R_{бал} = 60 \text{ Ом} \cdot \text{км}$

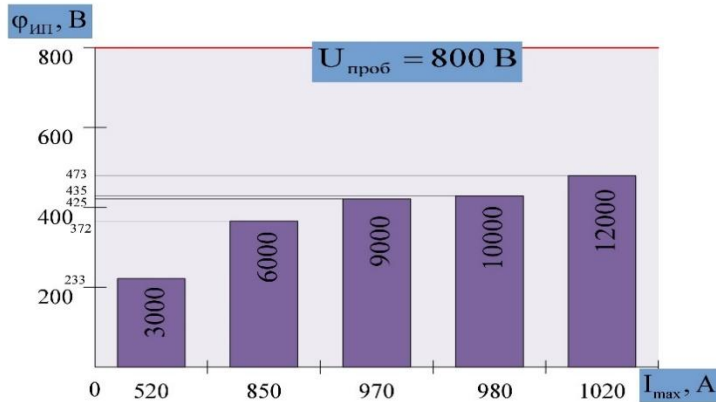


График зависимостей $\Phi_{ИП}(I_{max})$ при разных значениях $R_{бал}$

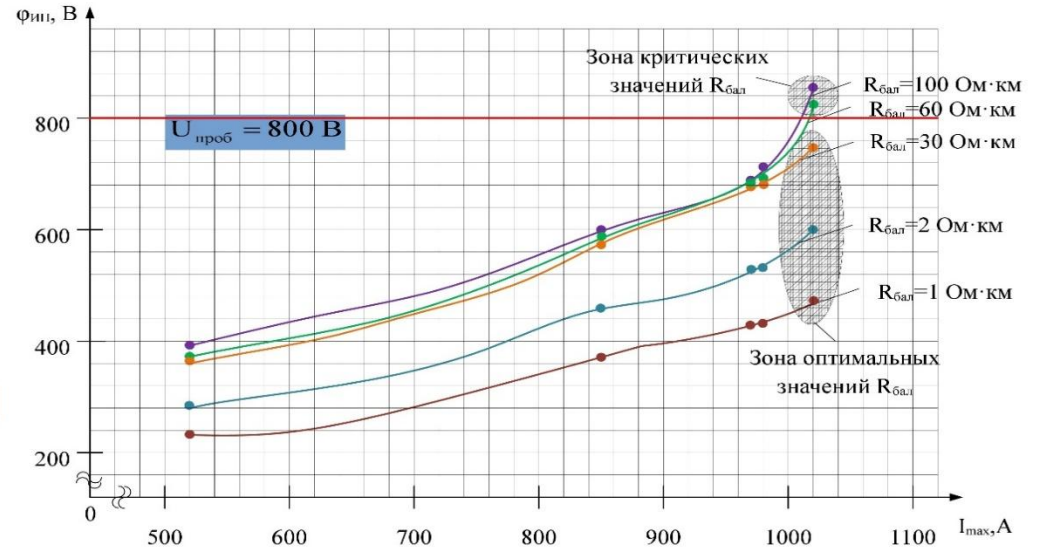
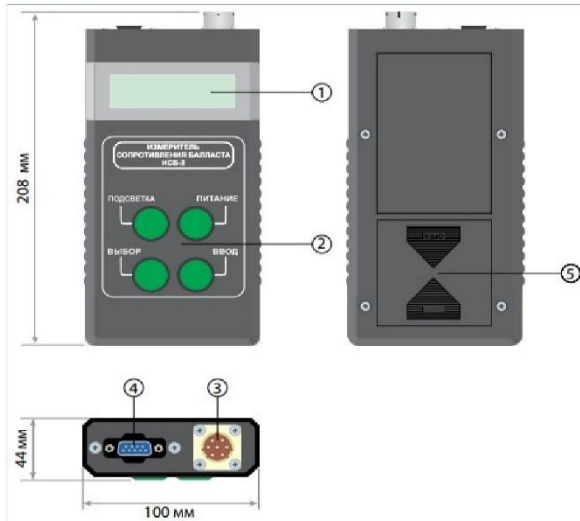


Таблица 1 – Пробивные напряжения искровых промежутков

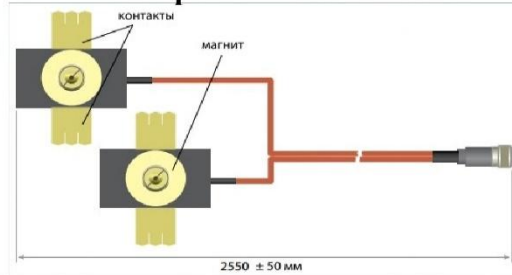
| Наименование (марка) ИП | Пробивное напряжение, $U_{проб}$, В |
|-------------------------|--------------------------------------|
| ИП-62 | 800 – 1200 |
| ИП-3 | 800 – 1200 |
| ИПМ | 1400 – 1600 |
| ГРПЗ | 1400 – 1700 |

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ БАЛЛАСТНОГО СЛОЯ

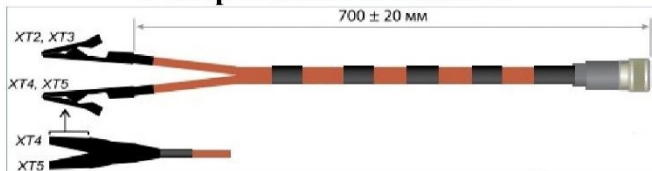
Внешний вид прибора ИСБ-2



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. | Листа | Может |
|---------|---------|----------|------|------|-------|-------|
| Иванов | Иван | И. | 2022 | 1 | 1 | Может |
| Петров | Петр | П. | 2022 | 1 | 1 | Может |
| Сидоров | Сидор | С. | 2022 | 1 | 1 | Может |
| Смирнов | Смирнов | С. | 2022 | 1 | 1 | Может |
| Тихонов | Тихонов | Т. | 2022 | 1 | 1 | Может |
| Федотов | Федотов | Ф. | 2022 | 1 | 1 | Может |
| Харин | Харин | Х. | 2022 | 1 | 1 | Может |
| Цыганов | Цыганов | Ц. | 2022 | 1 | 1 | Может |
| Чайков | Чайков | Ч. | 2022 | 1 | 1 | Может |
| Шаров | Шаров | Ш. | 2022 | 1 | 1 | Может |
| Щеголов | Щеголов | Щ. | 2022 | 1 | 1 | Может |
| Юрьев | Юрьев | Ю. | 2022 | 1 | 1 | Может |
| Яковлев | Яковлев | Я. | 2022 | 1 | 1 | Может |

Разработка технологической карты мониторинга и состояния балластного слоя
Иванов И.И.
Петров П.П.
Сидоров С.С.
Смирнов С.С.
Тихонов Т.Т.
Федотов Ф.Ф.
Харин Х.Х.
Цыганов Ц.Ц.
Чайков Ч.Ч.
Шаров Ш.Ш.
Щеголов Щ.Щ.
Юрьев Ю.Ю.
Яковлев Я.Я.

Одобрено методическим отделением электротехнического факультета «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 | Дист. | Материал | Получен | Дата | Мероприятия по обеспечению устойчивой работы цепи канализации обратного тягового тока | Ит. | Матри. | Матриц. |
|----------|-------|----------|---------|------|---|-----|--------|---------|
| Иванов | | | | | | | | |
| Петров | | | | | | | | |
| Сидоров | | | | | | | | |
| Климов | | | | | | | | |
| Левин | | | | | | | | |
| Куликов | | | | | | | | |
| Степанов | | | | | | | | |
| Суров | | | | | | | | |
| Тихонов | | | | | | | | |
| Фролов | | | | | | | | |
| Харин | | | | | | | | |
| Цыганов | | | | | | | | |
| Чайков | | | | | | | | |
| Шанин | | | | | | | | |
| Щеглов | | | | | | | | |
| Юдин | | | | | | | | |
| Якушев | | | | | | | | |

Мероприятия по обеспечению устойчивой работы цепи канализации обратного тягового тока
Исполнение в соответствии с требованиями к качеству выполнения работ, предусмотренными в проекте.
кафедра "ЛТТ", 2022 г.



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

Благодарю за внимание!