

**ДАТК “ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ”  
ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**



Ҳимоя қилишга  
рухсат берилсин

кафедра мудирини  
“\_\_\_” июнь 2015 й

Кафедра “Темир йўл транспортида автоматика ва телемеханика”

---

---

---

Система интервального регулирования движением поездов  
мавзуидаги

**МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ**

Муаллиф: Муродов А.А.

Асосий маслаҳатчи: Аметова Э.К.

Иқтисодий масалалар

бўйича маслаҳатчи: \_\_\_\_\_

Меҳнатни муҳофаза қилиш

бўйича маслаҳатчи: Криворучко Б.В.

Маслаҳатчилар: \_\_\_\_\_

Тақризчи

Саудкасов В.Д.

**Тошкент-2015 йил**

Тошкент темир йўл муҳандислари институти

Олий ўқув юрти

ТТЭ ва ТЛ факультети ТИТ автоматика ва телемеханика кафедраси

Технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришни автоматлаштириш ва бошқариш АВ-190 гуруҳи

Тасдиқлайман \_\_\_\_\_  
 Каф. мудири Азизов А.Р.  
 20 \_\_\_\_\_ йил \_\_\_\_\_ сана

## МАЛАКАВИЙ БИТИРУВ ИШИ БЎЙИЧА ТОПШИРИҚ

Талаба Муродов Алишер Абдуғаниевич  
 (Фамилия, исми, шарфи)

1. Битирув ишининг мавзуси Система интервального регулирования движением поездов.

“ 16 ” сентябр 2014 й кафедра мажлисида маъқулланган.

Протокол №3

2. Битирув ишни топшириш муддати 12.06.2015й.

3. Битирув ишни бажаришга доир бошланғич маълумотлар. Тяга –Электротяга переменного тока, интервал по путного следования – 8 минут, схема станции

4. Ҳисоблаш тушунтириш ёзувларининг таркиби (ишлаб чиқиладиган масалалар рўйхати)  
Введение. Аналитический обзор. Технические требования. Расстановка светофоров на перегоне. Выбор системы автоблокировки. Путевой план перегона. Схемы сигнальных точек. Расчет перегонной рельсовой цепи частотой 25 Гц. Увязка перегона со станцией. Однорельсовый, двухрельсовый планы станции. Станционные рельсовые цепи. Кодирование главного пути. Схема входного сигнала. Специальное задание. Охрана труда

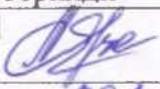
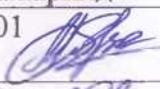
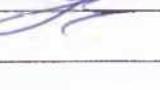
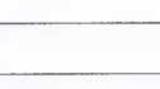
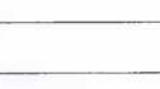
5. Чизма ишлар рўйхати (чизмалар номи аниқ кўрсатилади)

1. Путевой план перегона. Схемы двух сигнальных точек

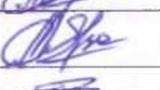
2. Схема увязки перегона со станцией. Смена направления. Схема входного сигнала.

3. Однорельсовый и двухрельсовый план станции. Кодирование по приёму и отправлению.

6. Битирув иши бўйича маслаҳатчи (лар)

№ № т/р	Бўлим мавзуси	Маслаҳатчи ўқитувчи Ф.И.Ш	Имзо, сана	
			Топширик берилди	Топширик бажарилди
1.	Аналитический обзор	Аметова Э.К.	13.01 	24.01 
2.	Технические требования	Аметова Э.К.	27.01 	7.02 
3.	Эксплуатационный раздел	Аметова Э.К.	10.02 	20.02 
4.	Технический раздел	Аметова Э.К.	03.03 	2.05 
5.	Специальное задание	Аметова Э.К.	5.05 	30.05 
6.	Охрана труда	Криворучко Б.В	25.05 	2.06 

7. Битирув ишини бажариш режаси

№ № т/р	Битирув иши боскичларининг номи	Бажариш муддати	Текширувдан ўтганлик белгиси
1.	Аналитический обзор	13.01-24.01.15	Вып 
2.	Технические требования	27.01-7.02.15	Вып 
3.	Эксплуатационный раздел	10.02-20.02.15	Вып 
4.	Технический раздел	03.03-2.05.15	Вып 
5.	Специальное задание	5.05-30.05.15	Вып 
6.	Охрана труда	25.05-2.06.15	Вып 
7.	Оформление выпускной работы	2.06-10.06.15	Вып 

Битирув иши раҳбари

Аметова Э.К.  
(Фамилия исми шарфи)

Топширикни бажаришга олдим Муродов А.А.

(Фамилия исми шарфи)

Топширик берилган сана 15.12. 2014 йил.




### ЗАДАНИЕ

На выполнение раздела охраны труда и охраны окружающей среды в  
выпускной работе студентов

ТТЭ ва ТД факультета

Фамилия И.О. Муродов А. А. Группа АВ-190

Тема выпускной работы: Системы интервального  
регулирования движения поездов

Характер вопроса по охране труда и охране окружающей среды, который должен быть разработан в выпускной работе, зависит от выполняемой темы и согласуется с основным руководителем работы. Пояснительная записка состоит из следующих параграфов.

1. Характеристика проектируемого объекта с точки зрения охраны труда и охраны окружающей среды (перечислить, например, участки с указанием вредных воздействий на человека, тех или иных факторов пыли, газов, паров, шума, вибраций, лучистой энергии и т.п) (Объем 1-2 стр.)

2. Выполнить расчет конкретной задачи по обеспечению нормальных условий труда, в соответствии с заданием на выпускную работу (объем до 10 стр)

Конкретная задача: Оценка опасности поражения  
электрическим током при самостоятельном освобождении  
человека от контакта.

Литература:

1. В.Е. Манослов, Основы электро  
безопасности
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

## **Аннотация**

Выпускная квалификационная работа на тему «Системы интервального регулирования движения поездов» состоит из аналитического обзора, технического требования, в котором отражено требование предъявляемые к интервальному регулированию движением на перегоне, эксплуатационного раздела, технического раздела состоящего из выбора системы автоблокировки, оборудование перегона рельсовыми цепями, путевым планом перегона, увязки перегона со станцией, схемы смены направления, схемы сигнальных точек. В качестве специального задания рассматривается сбои кодов АЛС.

В разделе охрана труда рассмотрены вопросы исследование сопротивления тела человека электрическому току..

В пояснительной записке имеется \_\_ страниц, \_\_ листов, \_\_ таблиц, \_\_ рисунков.

## **Annotatsiya**

“Poyezdlar xarakatini interval rostlash tizimlari” bitiruv ishi analitik tahlil, peregonda harakatni interval boshqaruviga qo‘yilgan talablar aks etgan texnik talablar, ekspluatatsion bo‘lim va avtoblokirovka tanlovi, peregon rels zanjirlari, peregonning yo‘l plani, peregonning stansiya bilan bog‘lanishi, yo‘nalishni o‘zgartirish sxemasi, signal nuqtalarini o‘z ichiga olgan texnik bo‘limni, bundan tashqari maxsus topshiriq bo‘limida ALS kodlarini buzilishi o‘rganilib chiqilgan.

Mehnat muhofazasi bo‘limida «Odam tanasi qarshiligining elektr tokiga ta’sirini tadqiq qilish» mavzusi o‘rganilib chiqilgan.

Tushuntirish xati \_\_ varaq, \_\_\_\_ jadval, \_\_\_\_ rasm va \_\_\_\_ ta plakatdan iborat.

## Содержание

Введение.....	7
1. Аналитический обзор.....	9
2. Технические требования.....	12
3. Эксплуатационная часть.....	19
3.1. Характеристика участка.....	19
3.2. Характеристика прилегающей к перегону станции.....	19
3.3. Обоснование выбора проектируемой системы автоблокировки	20
4. Техническая часть.....	22
4.1. Путь план перегона.....	22
4.2. Принципиальные схемы сигнальных установок.....	24
4.3. Схема включения генератора ЧДК.....	28
4.4. Расчет рельсовой цепи.....	31
4.5. Увязка перегонных устройств со станционными.....	56
4.5.1. Общие положения.....	56
4.5.2. Одноточный план прилегающей к перегону станции.	57
4.5.3. Двухточный план станции.....	58
4.5.4. Станционные рельсовые цепи.....	59
4.5.5. Кодирование станционных рельсовых цепей.....	61
4.6. Схема смены направления движения.....	67
4.7. Схемы увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами.....	73
5. Сбои кодов АЛСН .....	78
6. Охрана труда.....	81
6.1. Факторы, определяющие повышенную опасность труда при работах на перегонах .....	81
Заключение.....	88
Список использованных источников.....	89

## **Введение**

Учитывая актуальность вопросов модернизации секторов экономики, приведение их параметров к мировым стандартам, Президент Республики Узбекистан отмечал: «... стало реальным возможным обустроить Республику действительно исходя из её национальных интересов и потребностей, климатических условий ...». Для этого необходимо внедрение в производство передовых технологий и достижений науки. Это не только повышает производительность труда, но и становится источником увеличения прибыли.

На последовательную реализацию этих целевых задач направления комплексная программа модернизации железнодорожной отрасли Узбекистана до 2016 г., которая включает в себя обновление парка подвижного состава, реабилитацию путей, первоочередные меры по реконструкции и модернизации специализированных промышленных предприятий. Данная концепция предусматривает также ввод в эксплуатацию новых для нас и всего региона скоростных пассажирских составов, что в принципе меняет облик и отношение людей к этому виду транспорта.

Их усиленное решение, несомненно будет способствовать дальнейшему совершенствованию системы железнодорожной связи и углублению интеграционных процессов, повышает экономическую важность для наших государств отношений.

Автоматическая блокировка является наиболее совершенным средством интервального регулирования движения поездов на перегоне. Его оборудование большинство сетей железных дорог нашей страны. Благодаря применению рельсовых цепей, связывающих поезда с сигнальными показаниями светофоров автоблокировки повышает безопасность движения поездов. Одновременно за счет деления межстанционных перегонов. На отдельные блок-участки достигается увеличение пропускной способности железнодорожных линий, что положительно сказывается на технико-эксплуатационных показателях работы железных дорог. Однако действие АБ ограничивается малыми сигнальными

показаниями светофоров и поэтому безопасность движение при ней целиком зависит от точности исполнение требований сигналов машинистами локомотивов. Для обеспечение безопасности движения поездов устройства автоблокировки дополняется автоматической локомотивной сигнализацией непрерывного типа, кроме того, при наличии переездов мест повышенной опасности для движения поездов и автотранспорта автоблокировка дополняется автоматическими устройствами ограждение переездов.

Комплексное использование указаний устройств автоматики и телемеханики составляет сущность высокоэффективной системы регулирования движение поездов широко применяемой на железных дорогах.

## 1. Аналитический обзор

Системы автоматической блокировки предназначены для интервального регулирования движения поездов на перегонах.

### **Числовая кодовая автоблокировка**

Числовую кодовую блокировку проектируют при любых видах тяги поездов. При электрической тяге постоянного тока используют рельсовые цепи, работающие на сигнальной частоте 50 Гц, при электрической тяге переменного тока – на частоте 25 Гц.

Числовая кодовая блокировка – беспроводная. Информация между сигнальными точками передается по рельсовым нитям кодовыми сигналами КЖ, Ж, З с числовыми признаками. Этим же кодовыми сигналами на локомотив транслируется информация о показании впереди стоящего светофора. При свободном состоянии блок-участка кодовые сигналы воспринимают импульсные путевые реле, а при вступлении на блок-участок поезда локомотивные катушки. Кодовые сигналы посылаются всегда на встречу поезда.

### **Унифицированная самопроверяемая автоматическая блокировка**

Унифицированная самопроверяемая автоматическая блокировка разработана для применения на электрифицированных и неэлектрифицированных линиях, на однопутных и двухпутных участках. Для контроля состояния блок-участков в системе используются фазовые рельсовые цепи с непрерывным питанием на частоте 25 Гц. При вступлении поезда на блок-участок рельсовая цепь кодируется импульсами числового кода АЛС. Проходные светофоры увязаны посредством двух пар линейных проводов Л–ОЛ и О–ОИ, по которым передается информация о состоянии впереди лежащих блок-участков и участков приближения.

Унифицированная система обладает следующими эксплуатационно-техническими качествами:

- повышенным уровнем защищенности рельсовых цепей от опасных влияний и от воздействия при сходе изолирующих стыков;

- сохранением запрещающего показания на светофоре, ограждающем блок-участок, при потере шунта подвижной единицы;
- тестовой проверкой достоверности разрешающего показания на проходном светофоре, осуществляемой в процессе прохождения поезда;
- наличием активного контроля правильности функционирования основных схемных узлов и элементов сигнальной установки при движении поезда.

Автоблокировку с тональными рельсовыми цепями и изолирующими стыками (АБТс) применяют как на однопутных, так и на двухпутных линиях с любыми видами тяги. Эту систему можно применять на участках с низким (не менее 0,04 Ом. км) и нормальным (не менее 1 Ом . км) удельными сопротивлениями балласта. Максимальную длину рельсовой цепи в зависимости от требуемого минимального удельного сопротивления балласта,  $r_{\text{д min}}$  можно выбирать в пределах от 150 до 1000м. При ограничении изолирующими стыками с двух сторон эта длина может составлять 1300 м.

На участках с низким сопротивлением балласта каждый блок-участок оборудуют несколькими рельсовыми цепями тональной частоты без установки дополнительных изолирующих стыков. Число рельсовых цепей и их длина зависят от минимально допустимого удельного сопротивления балласта. Эта длина не превышает 500 м.

Аппаратуру рельсовых цепей размещают в релейных шкафах на сигнальных точках. Как правило, на каждой сигнальной точке размещают два шкафа: в одном располагают релейную аппаратуру и аппаратуру числовой АЛС, в другом – передающую и приемную аппаратуру до 10–12 рельсовых цепей (генераторы и приемники). Для работы рельсовых цепей используют три несущие частоты сигнального тока.

Сигнал АЛС подается в рельсовые цепи блок-участка по мере занятия их поездом. Начало кодирования определяется вступлением поезда на рельсовую цепь, а окончание – моментом занятия следующей по ходу движения рельсовой

цепи.

В путевых коробках непосредственно у линии размещают трансформаторы и приборы защиты.

На участках с нормальными удельными сопротивлениями изоляции блок-участок, как правило, содержит две рельсовые цепи (кроме блок-участков с переездами), максимальная длина которых может составлять 1000 м. При длине блок-участка (без переезда) не более 1300 м он может включать одну рельсовую цепь со стыками.

В обоих вариантах АБТс на участках с электротягой для пропуска тягового тока через изолирующие стыки используют типовые дроссель-трансформаторы ДТ-0,2, ДТ-0,6, ДТ-150. Дополнительные трансформаторы в местах подключения аппаратуры к рельсовой линии не устанавливают.

Основное электропитание аппаратуры рельсовых цепей предусматривают от высоковольтной линии автоблокировки. В качестве резерва можно использовать линии продольного энергоснабжения, а на участках с автономной тягой – аккумуляторные батареи.

В данной выпускной работе в качестве системы интервального регулирования движения поездов выбрана числовая кодовая автоблокировка (ЧКАБ). ЧКАБ, применяется как типовая на участках с надежным электроснабжением, имеет следующие особенности:

- питание всех устройств осуществляется переменным током.
- применяются только импульсные рельсовые цепи с путевым реле на входном конце рельсовой цепи (РЦ), при этом импульсное питание РЦ представляет собой кодовые сигналы общие для автоблокировки и локомотивной сигнализации, увязка сигнальных показаний смежных попутных светофоров осуществляется с помощью кодовых сигналов.
- наличие устройств диспетчерского контроля за движением поездов.

## 2. Технические требования

Правила технической эксплуатации железных дорог Республики Узбекистан устанавливают основные положения и порядок работы железной дороги и работников железнодорожного транспорта, основные размеры, нормы содержания важнейших сооружений, устройств и подвижного состава и требования, предъявляемые к ним, систему организации движения поездов и принципы сигнализации.

Правила технической эксплуатации обязательны для всех подразделений и работников железнодорожного транспорта, а их выполнение обеспечивает слаженность всех звеньев железнодорожного транспорта, четкую и бесперебойную работу и безопасность движения.

Согласно «Правил технической эксплуатации железных дорог Узбекистана» предъявляются следующие требования к автоблокировке:

«Перед всеми входными и проходными светофорами прикрытия должны устанавливаться предупредительные светофоры. На участках, оборудованных автоблокировкой, каждый проходной светофор является предупредительным по отношению к следующему светофору.

На участках, где автоматическая локомотивная сигнализация применяется как самостоятельное средство сигнализации и связи, предупредительные светофоры перед входными светофорами могут не устанавливаться.

На линиях, оборудованных автоблокировкой с трехзначной сигнализацией, расстояние между смежными светофорами должно быть не менее тормозного пути, определенного для данного места при полном служебном торможении и максимальной скорости, но не более 120 км/ч для пассажирских поездов и 80 км/ч для грузовых поездов, и, кроме того, должно быть не менее тормозного пути при экстренном торможении с учетом пути, проходимого поездом за время, необходимое для воздействия устройств автоматической локомотивной сигнализации и автостопа на тормозную систему поезда. При этом на участках, где видимость сигналов менее 400 м, а также на линиях, вновь оборудуемых автоблокировкой, указанное расстояние, кроме того, должно быть не менее

1000 м.

На линиях, ранее оборудованных автоблокировкой с трехзначной сигнализацией, отдельные светофоры могут быть оставлены с разрешения председателя ГАЖК на расстоянии менее необходимого тормозного пути. На таком светофоре, а также на предупредительном к нему должны устанавливаться световые указатели. На станциях световые указатели применяются, когда расстояние между смежными светофорами (входными, маршрутными, выходными) главного пути менее необходимого тормозного пути.

Линии с особо интенсивным движением пригородных поездов, где требуются иметь блок-участки короче минимальной длины, установленной сигнализации, оборудуются автоблокировкой с четырехзначной сигнализацией.

На линиях, оборудованных автоблокировкой с трехзначной сигнализацией, на которых обращаются пассажирские поезда со скоростью более 120 км/ч или грузовые поезда со скоростью более 80 км/ч, движение их с установленной максимальной скоростью разрешается при зеленом огне локомотивного светофора, если обеспечивается остановка поезда перед путевым светофором с запрещающим показанием при применении служебного торможения после смены зеленого огня локомотивного светофора на желтый.

На участках с полуавтоматической блокировкой расстояние между входным, маршрутным, выходным светофорами должно быть не менее тормозного пути, определенного для места при полном служебном торможении и максимальной реализуемой скорости, а при наличии путевых устройств автоматической локомотивной сигнализации это расстояние, кроме того, должно быть не менее тормозного пути при экстренном торможении с учетом пути, проходимого поездом за время, необходимое для воздействия устройств автоматической локомотивной сигнализации и автостопа на тормозную систему поезда.

На участках, не оборудованных автоблокировкой, предупредительные светофоры устанавливаются от основных светофоров на расстоянии не менее

тормозного пути определенного для данного места при экстренном торможении и максимальной реализуемой скорости, а при наличии на участках приближения путевых устройств автоматической локомотивной сигнализации — на расстоянии не менее тормозного пути при экстренном торможении с учетом пути, проходимого поездом за время, необходимое для воздействия устройств автоматической сигнализации и автостопа на тормозную систему поезда при максимальной реализуемой скорости.

На участках, где автоматическая локомотивная сигнализация применяется как самостоятельное средство сигнализации и связи, длина двух смежных блок-участков должна быть не менее тормозного пути, определенного для данного места при экстренном торможении с учетом пути, проходимого поездом за время, необходимое для воздействия устройств автоматической локомотивной сигнализации и автостопа на тормозную систему поезда при максимальной реализуемой скорости.

На участках, оборудованных автоблокировкой, нормальным показанием проходных светофоров является разрешающее, а входных, маршрутных и выходных – запрещающее.

На участках железных дорог, где, маршрутные светофоры могут переводиться на автоматическое действие для сквозного прохода по станции, разрешающее показание является нормальным при переводе их на автоматическое действие.

На участках, не оборудованных автоблокировкой, нормальным показанием входных, выходных светофоров является запрещающее.

Нормальное показание светофоров прикрытия устанавливается председателем АЖ.

Проходные светофоры автоматической блокировки устанавливаются на границах между блок-участками, а проходные светофоры полуавтоматической блокировки – на границах между межпостовыми перегонами.

На участках, где автоматическая локомотивная сигнализация применяется как самостоятельное средство сигнализации и связи, на границах блок-участков

устанавливаются сигнальные знаки «Граница блок-участка».

На двухпутных перегонах при движении по неправильному пути по сигналам локомотивного светофора границей блок-участка является светофор автоблокировки, установленный для движения по правильному пути.

Перегоны, как правило, должны быть оборудованы путевой блокировкой, а на отдельных участках – автоматической локомотивной сигнализацией, применяемой как самостоятельное средство сигнализации и связи, при которой движение поездов на перегоне в обоих направлениях осуществляется по сигналам локомотивных светофоров.

Устройства автоматической и полуавтоматической блокировки не должны допускать открытия выходного или проходного светофора до освобождения подвижным составом ограждаемого ими блок-участка (межстанционного или межпостового перегона), а также самопроизвольного закрытия светофора в результате перехода с основного на резервное электроснабжение или наоборот.

На однопутных перегонах, оборудованных автоматической или полуавтоматической блокировкой, после открытия на станции выходного светофора должна быть исключена возможность открытия соседней станцией выходных и проходных светофоров для отправления поездов на этот же перегон в противоположном направлении.

Такая же взаимозависимость сигналов должна быть на двухпутных и многопутных перегонах, оборудованных автоматической или полуавтоматической блокировкой для двустороннего движения по каждому пути.

На оборудованных автоблокировкой однопутных участках с двухпутными вставками, а также на двухпутных и многопутных перегонах грузонапряженных линий, где движение по показаниям автоблокировки осуществляется в одном направлении, могут предусматриваться устройства, позволяющие в противоположном направлении (по неправильному пути) обеспечивать движение по сигналам локомотивных светофоров. Эти устройства, в зависимости от применяемых технических решений, действуют

постоянно или включаются на период производства ремонтных, строительных и восстановительных работ.

При автоматической блокировке все светофоры должны автоматически принимать запрещающее показание при входе поезда на ограждаемые ими блок-участки, а также в случае нарушения целостности рельсовых цепей этих участков.

На станциях, расположенных на участках, оборудованных путевой блокировкой, эти устройства должны иметь ключи-жезлы для хозяйственных поездов, а на станциях участков с полуавтоматической блокировкой, где применяется подталкивание поездов с возвращением подталкивающего локомотива, – ключи-жезлы и для них.

На однопутных линиях, оборудованных автоматической блокировкой, а также на двухпутных перегонах с двусторонней автоблокировкой по каждому пути, на станциях, где производится маневровая работа с выходом маневрирующего состава за границу станции, устройства автоматической блокировки дополняются связанными с ними маневровыми светофорами.

На станциях, расположенных на линиях, оборудованных автоматической и полуавтоматической блокировкой, должны быть устройства:

- не допускающие открытия входного светофора при маршруте, установленном на занятый путь;
- обеспечивающие на аппарате управления контроль занятости путей и стрелок.

Автоматическая блокировка должна дополняться автоматической локомотивной сигнализацией и устройствами диспетчерского контроля, а полуавтоматическая блокировка – автоматической локомотивной сигнализацией на участках приближения.

Устройства диспетчерского контроля за движением поездов на участках, оборудованных автоблокировкой, должны обеспечивать контроль установленного направления движения (на однопутных перегонах), занятости блок-участков, главных и приемо-отправочных путей на промежуточных

станциях, показаний входных и выходных светофоров.

Вновь внедряемые системы диспетчерского контроля, кроме перечисленных в настоящем пункте требований, должны обеспечивать контроль технического состояния устройств СЦБ.

Перегоны с автоблокировкой и станции с электрической централизацией стрелок должны оборудоваться автоматической системой оповещения работников, выполняющих работы на путях, о приближении поезда в соответствии с планами, утверждаемыми председателем АЖ [2]

На проектируемом участке железной дороги согласно «Инструкции по сигнализации на железных дорогах Узбекистана» предусматривается трехзначная сигнализация. Применяются линзовые нормально-горящие светофоры, которые устанавливаются с правой стороны по ходу движения поезда.

В соответствии с «Инструкцией по сигнализации на железных дорогах Узбекистана»: подаются сигналы:

- один зеленый огонь – «Разрешается движение с установленной скоростью; впереди свободны два или более блок-участка»;
- один желтый огонь – «Разрешается движение с готовностью остановиться; следующий светофор закрыт»;
- один красный огонь – «Стой! Запрещается проезжать сигнал».

На участках, оборудованных автоблокировкой с трехзначной или четырехзначной сигнализацией, на проходных светофорах, расположенных перед входными светофорами (предвходными), применяются, кроме того, сигналы:

- один желтый мигающий огонь – «Разрешается движение с установленной скоростью; входной светофор открыт и требует проследования его с уменьшенной скоростью; поезд принимается на боковой путь станции»;
- один зеленый мигающий огонь – «Разрешается движение с установленной скоростью; входной светофор открыт и требует

проследования его со скоростью не более 80 км/ч; поезд принимается на боковой путь станции».

На мачте предвходного светофора устанавливается оповестительная табличка с отражателями на ней.

Предвходной светофор по неправильному пути, по которому движение осуществляется по сигналам локомотивного светофора, сигнализирует теми же сигналами, что и предвходной на участках, оборудованных автоблокировкой с трехзначной сигнализацией.

### **3. Эксплуатационная часть**

#### **3.1. Характеристика участка**

Для проектирования задан перегон, расположенный на двухпутном участке с автономной тягой железной дороги. Перегон имеет протяжённость 25 км. Интервал попутного следования поездов 8 минут. Проходные светофоры имеют трёхзначную сигнализацию.

#### **3.2. Характеристика прилегающей к перегону станции**

Данная участковая станция – отдельный пункт, имеющий путевое развитие, на котором кроме скрещения и обгона производятся операции по приему, отправлению и пропуску поездов, операции по приему и выдачи грузов и обслуживание пассажиров, производится маневровая работа по расформированию и формированию поездов и технические операции с ними.

Станция является крупной, число электрически централизованных стрелок в нечетной горловине станции –22. На станции имеется 8 приемоотправочных путей; тупик для маневровой работы и отстоя локомотивов и вагонов. Движение по всем путям может осуществляться в четном и нечетном направлении.

Применяемая тяга поездов – автономная. Поэтому на станции применяются фазочувствительные рельсовые цепи частотой 25 Гц с реле типа ДСШ. Минимальная длина приемо-отправочных путей – не менее 850 метров.

Схематический план (плакат 3) в однопутном изображении выполнен без масштаба. На плане показаны расположение и нумерация стрелок и светофоров, специализация путей, разметка изолирующих стыков из условий габаритных границ каждого пути и максимально полезных длин приемо-отправочных путей.

Входной и выходные светофоры с главного пути (П), пути безостановочного прохода (ПП) и путей отправления пассажирских поездов (4П, 8П) - мачтовой конструкции, чем обеспечивается их большая видимость.

Для выполнения маневровой работы в горловине станции установлены маневровые карликовые светофоры. Станционные поездные и маневровые

светофоры обозначены буквами и арабскими цифровыми индексами. Полное обозначение поездного светофора зависит от направления движения и специализации приемо-отправочных путей.

Входной светофор нечетного направления обозначен Н, выходные с путей ПП, 3П, 4П, 6П, 7П, 8П - НП, Н3, Н4, Н6, Н7 и Н8. Маневровые светофоры в четной горловине станции обозначены буквой М с возрастающими четными номерами в направлении к оси станции, например М2, М4 и т. д.

На плане станции также показаны в нормальном (плюсовом) положении все централизуемые стрелки и их нумерация. В нечетной горловине станции стрелки пронумерованы порядковыми нечетными номерами, возрастающими в направлении к оси станции.

На путях укладываются рельсы марки Р65. Стрелки имеют марку крестовины 1/11. Ширина междупутей – 5,3 метра. Главные пути кодируются токами автоматической локомотивной сигнализации.

### **3.3. Обоснование выбора проектируемой системы автоблокировки**

Трёхзначная числовая кодовая автоблокировка используется с кодовыми рельсовыми цепями частотой 50 Гц. При трёхзначной блокировке поезда следуют на зелёный огонь и разграничены тремя блок - участками. Интервал времени между поездами 8 минут и менее, при скорости движения поездов до 60 км/ч.

Данная автоблокировка обеспечивает движение поездов со скоростью 100 км/ч, с интервалом движения 8-10 мин. и менее, что вполне удовлетворяет заданной пропускной способности. Кодовая рельсовая цепь обеспечивает контроль состояния блок-участков и увязку показаний проходных светофоров.

Резервное питание на сигнальную установку подаётся от системы ДПР (два провода – рельс) через понижающие трансформаторы типа ЗНОМ, установленные в КТПО (комплектная трансформаторная подстанция однофазная).

Основными элементами числовой кодовой автоблокировки являются: рельсовая цепь переменного тока частотой 50 Гц, датчик числового кода и

дешифратор. Питающий конец рельсовой цепи располагается на выходном, а релейный – на входном конце блок-участка.

Кодовое питание в рельсовую цепь подаётся от путевого трансформатора ПТ через контакт транзиттерного реле, на релейном конце устанавливается импульсное реле. В качестве датчика числового кода используется кодовый путевой транзиттер КПТШ, вырабатывающий коды: КЖ, Ж, З. В рельсовую цепь импульсы числового кода передаются контактом транзиттерного реле Т, которое подключено к выходу кодового путевого транзиттера КПТШ.

## **4. Техническая часть**

### **4.1 Путевой план перегона**

Путевой план перегона составляется на основании расчета проходных светофоров. При расстановке сигнальных точек пользуемся условиями корректировки их мест нахождения:

- длина блок-участка должна быть не менее тормозного пути, но и не менее 1000 м;
- длина блок-участка должна быть не более 2600м;
- между входным светофором и предвходным должно быть не более 1000...1500 м;
- следует избегать установки светофоров в местах значительного перелома профиля пути, в кривых, за мостами и другими искусственными сооружениями;

- разрешается переносить светофоры в пределах одной минуты в рассматриваемом направлении.

Далее расставляем релейные шкафы (РШ), с указанием его типа (для каждого предвходного – ОМ, 3-я и 4-я сигнальные точки – ОИ, если имеется переезд то в случае, когда достаточно извещения за один блок-участок – ОП1, за два блок-участка – ОП2, все остальные сигнальные точки – О).

Путевой план перегона показан на 1 листе графической части.

На путевом плане перегона показаны следующие элементы проектирования:

1. Рельсовые цепи в двухниточном изображении, светофоры, а также указаны изолирующие стыки. В кодовой автоблокировке переменного тока питающие приборы расположены на выходном конце рельсовой цепи, а релейные на входном. При электротяге переменного тока на обоих концах рельсовой цепи устанавливаются малогабаритные дроссель-трансформаторы 2ДТ-1-150, которые рассчитаны на тяговый ток 300А. В кодовой автоблокировке с рельсовыми цепями 50 Гц переменного тока применяются путевые кодовые трансмиттеры типа КПТШ-515 и КПТШ-715, типы кодовых трансмиттеров в соседних сигнальных установках чередуются с тем, чтобы в смежные рельсовые цепи подавались кодовые импульсы от трансмиттеров разного типа, с целью защиты при сходе стыков.

2. Светофоры с указанием их номеров. Нумерация в четном направлении производится четными цифрами, в нечетном нечетными цифрами. Счет светофоров идет от входного светофора.

3. Релейные шкафы, типа ШРУ-М, в которых размещается аппаратура управления светофорами и рельсовыми цепями, с указанием типа кодового путевого трансмиттера КПТШ – 715 или КПТШ – 515. Чередование КПТШ необходимо для выполнения защиты при неисправности изолирующего стыка. Жильность кабеля к светофорам подсчитывается по принципиальным схемам с учетом необходимого количества запасных жил (10% от числа рабочих жил). Жильность кабеля к рельсовой цепи определяется по сборникам нормалей рельсовых цепей.

4. Линии ВЛ СЦБ – основное питание сигнальных установок напряжением 10 кВ. Для понижения напряжения до 220В осуществляется линейными трансформаторами типа ОМ (однофазный масляный). На сигнальных установках используются трансформаторы типа ОМ – 1,25кВА (0,63кВА), силовое напряжение в шкафу 220В; При электротяге переменного тока в качестве источника резервного питания применяется линия ДПР, подвешенной на опорах контактной сети напряжением 27,5 кВ, с подстанцией КПТО. КЯ10 – кабельные ящики служат для соединения воздушной линии с кабельной;

5. Магистральный кабель связи. На путевом плане перегона также показывается магистральный кабель связи, в котором размещаются линии связи автоблокировки: Н-ОН – смена направления движения; К-ОК – контрольная цепь перегона; ДСН-ОДСН – двойного снижения напряжения; И-ОИ – извещение о приближении поезда; ОЗ-ОЗС – цепь включения мигающих огней на светофорах. Магистральный кабель связи разрезается у каждой сигнальной точки, жилы кабеля заводятся в релейный шкаф.

#### **4.2 Принципиальные схемы сигнальных установок**

Сигнальная установка предназначена (см. плакат №2):

- для дешифрации кодовых посылок и включения соответствующих лампочек светофоров;
- для формирования кодовых посылок и передачи их в соседние рельсовые цепи;
- для обеспечения работы АЛСН при движении в неправильном направлении.

Проектируемая двухпутная автоблокировка переменного тока работает как в правильном, так и в неправильном направлениях движения. Для этого в релейном шкафу каждой сигнальной установки применяется реле Н.

Рельсовые цепи обеспечивают контроль состояния каждого блок-участка и всего перегона. В зависимости от установленного направления движения, схемы рельсовых цепей коммутируются так, что на входном конце блок-участка включается импульсное путевое реле, а на выходном – кодовое

питание.

Для формирования кодовых посылок в соседнюю рельсовую цепь служит путевой кодовый трансмиттер и реле Т, которое является его повторителем.

При перегорании лампы красного огня огневое реле снимает питание с трансмиттерного реле и коды не поступают в предыдущую рельсовую цепь, в результате чего в ней загорается красный огонь.

Выбор нужного кода осуществляется контактами реле ЖЗ и ЗС, в зависимости от фактического показания светофора.

При изменении направления движения поездов на сигнальной точке срабатывает реле направлений Н и ставит под ток свой повторитель ПН. При этом обеспечивается:

- снижение питания на разрешающие огни;
- все рельсовые цепи, в том числе и рассматриваемая, переводятся в импульсный режим работы;
- работа АЛСН при движении в неправильном направлении обеспечивается дополнительным трансмиттерным реле ДТ и, контролирующим импульсную работу, реле ПДТ.

На каждой сигнальной установке применяется следующая релейная аппаратура:

БИ (БИ-ДА) – блок исключения;

БС (БС-ДА) – блок счётчиков;

БК (БК-ДА) – блок конденсаторов;

1Т, 2Т (ТШ-65В) – трансмиттерные реле;

1ПТ, 2ПТ (НМПШ2-400) – повторители реле направления;

КПТ (КПТШ) – трансмиттер;

Н (КШ1-80) – реле направления;

1Н, 2Н (НМШ1-400) – повторители реле направления;

1И, 2И (ИВГ-В) – импульсные путевые реле;

З, Ж (АНШ2-1230) – сигнальные реле;

О, РО, ОД (АОШ2-180/0,45) – огневые реле;

ОИ (НМШ2-900) – обратный повторитель импульсного реле;

Ж1 (АНМШ2-620) – повторитель реле Ж;

Ж2, Ж3 (НМШМ1-360) – повторители реле Ж;

Ж4, Ж5 (НМШ1-400) – повторители реле Ж;

З1 (НМШ1-400) – повторитель реле З;

Принцип действия автоблокировки на примере работы между 1 и 3 светофорами:

На втором предвходном светофоре горит жёлтый огонь. В соответствии с этим показанием в кодовом путевом трансмиттере контактами сигнальных реле выбирается код Ж. Трансмиттерное реле 1Т работает в кодовом режиме и своим контактом посылает код Ж в рельсовую цепь 3П. У светофора 3 кодовое питание принимает реле 2И и своим контактом посылает его в дешифратор. После расшифровки кода Ж под ток встают сигнальные реле Ж и З, и их повторители: Ж1, Ж2, Ж3 и З1. На четвертом светофоре через контакты сигнальных реле включается зелёный огонь, а в рельсовую цепь 5П подается код З.

В целях повышения надежности автоблокировки на красном показании проходного светофора применяются двухнитевые лампы, каждую из нитей ламп контролирует свое огневое реле, нормально находящиеся под током. Основную контролирует реле О, резервную ОД. Реле О и ОД включены с отдельными обмотками для контроля целостности нити лампы в горящем и в холодном состоянии. При перегорании основной нити лампы выключается реле О. Своим контактом переключает обмотки реле ОД. Контактными Ж2 и Ж4 последовательно с нитью лампы включена низкоомная обмотка реле ОД, красный на светофоре продолжает гореть.

Если на светофоре горит красный огонь, то при перегорании и резервной нити лампы выключается реле ОД и своим фронтовым контактом размыкает цепь кодирования кодом КЖ. На позади стоящем светофоре реле И прекращает работу, выключается Ж и его повторители и их контактами на светофоре включается красный огонь. Происходит автоматический перенос красного огня

на позади стоящий светофор с целью повышения безопасности движения поездов.

Первая и вторая схемные защиты от опасных отказов при коротком замыкании изолирующих стыков основаны на том, что при дешифрировании кодовых сигналов проверяется асинхронное прохождение кодовых импульсов в смежных рельсовых цепях. Цепи дешифратора образуются только при асинхронной работе реле Ии Т, что является признаком целостности изолирующих стыков и поступления кодовых импульсов только из собственной рельсовой цепи. Чтобы обеспечить асинхронное прохождение кодовых импульсов, кодирование смежных рельсовых цепей производят от трансмиттеров разных типов с различным временем кодовых циклов. С этой целью применяют два типа трансмиттеров – КПТШ-515 с длительностью кодового цикла 1,6сек. И КПТШ-715 с длительностью кодового цикла 1,86сек. У каждой сигнальной точки перегона эти трансмиттеры чередуются, чем обеспечивается необходимый сдвиг во времени прохождения кодовых импульсов в смежных рельсовых цепях. На всё время целостности изолирующих стыков реле Ии Т работают асинхронно и дешифратор правильно расшифровывает сигналы, поступающие из собственной рельсовой цепи.

Так как все трансмиттеры работают независимо и не синхронизируются, то сдвиг по времени прохождения кодовых импульсов в смежных рельсовых цепях периодически изменяется от полного совпадения до полного несовпадения. Дешифрирующие цепи заряда конденсаторов С1 и С3 создаются только в моменты несовпадения прохождения импульсов и не создаются в момент совпадения. За счёт не непрерывного, а периодического асинхронизма подзаряд конденсаторов происходит не в каждом кодовом цикле, а через различное число кодовых циклов. Чтобы обеспечить правильное питание сигнальных реле без подзаряда конденсаторов в течение нескольких кодовых циклов конденсаторы имеют запас номинальной ёмкости.

Включение дешифраторных ячеек данной двухпутной автоблокировки имеет следующие особенности. На спаренных сигнальных установках в цепь

заряда конденсатора С1 блока БС, питающего реле Ж, включают последовательно соединённые контакты реле 1Т и 2Т для исключения возможности заряда конденсатора от импульсов смежной рельсовой цепи при коротком замыкании изолирующих стыков; в цепь возбуждения реле-счётчика 1А включены параллельно соединительные контакты трансмиттерных реле 1Т и 2Т, чтобы работа дешифратора не нарушалась при изменении направления движения.

Состояние красной лампочки передается по системе ЧДК диспетчеру ШЧ. С этой целью в принципиальные схемы введен контакт реле О. При занятом блок-участке осуществляется «горячий» контроль, а при свободном «холодный».

При вступлении поезда на рельсовую линию шунтируется релейный конец, прекращает работу реле И, и, следовательно, прекращает работу дешифраторная ячейка, обесточивается реле Ж и его повторители. Через тыловой контакт реле И и Ж1, встает под ток реле ОИ. Контакт ОИ подключается обмотка реле ПДТ на шайбы трансмиттера. Выбор шайб осуществляется контактами реле известителя приближения ИП, состояние которого зависит от количества свободных блок-участков впереди. Далее контактом ПДТ подключается ДТ, а через контакт ДТ подключается нужный код при неправильном направлении движения.

Схема заданных сигнальных установок типа Ом и Ои приведена на плакате 1 графического материала работы.

### **4.3. Схема включения генератора ЧДК**

Контроль исправного состояния устройств сигнальных установок автоблокировки осуществляют средства частотного диспетчерского контроля.

В системе ЧКАБ применена система частотного диспетчерского контроля (ЧДК), которая передает на станции, ограничивающие перегон, от сигнальных установок информацию о движении поездов и, кроме того, передает информацию о наличии неисправностей в устройствах сигнальных и переездных установок. Система частотного диспетчерского контроля

организована в линейной цепи двойного снижения напряжения (ДСН-ОДСН) (см. плакат №1 графического материала работы.). Цепь ДСН-ОДСН уплотнена схемой ЧДК.

С каждой перегонной сигнальной установки кроме информации о свободности блок-участка передается информация:

- состояние блок-участка;
- перегорание основной или резервной нити красной лампы;
- перегорание основной нити разрешающего показания светофора;
- отсутствие основного или резервного питания переменного тока.

Работа генератора при изменении состояния контролируемых объектов:

- Контролируемые объекты исправны, блок-участок свободен. В данной ситуации следует руководствоваться схемой таблицей 4.3.1, в которой приведены частотные кодовые сигналы. Фронтальными контактами реле КО, ДСН, С1 и А образуется переключатель между выходами 53 и 61 генератора, по которой транзисторы VT2 и VT3 усилителя получают постоянное питание. От генератора в линию подается непрерывный кодовый сигнал (1) на частоте данного генератора.

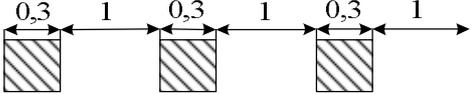
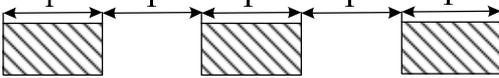
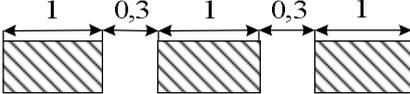
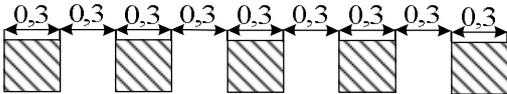
- Контролируемые объекты исправны, блок-участок занят. Фронтальными контактами реле С1 выключается питание генератора, генерация прекращается. Контрольный код в линию не поступает(2).

- Перегорела лампа красного огня. Через тыловые контакты реле КО образуются две переключательные цепи 53-31 и 43-41. Включается и по несимметричной схеме начинает работать мультивибратор благодаря подключению дополнительного резистора  $R_{д1}$  параллельно резистору  $R_{64}$ . От генератора посылаются частотные коды, в которых импульсы длительностью 0,3с разделяются интервалами 1с (3). Перегорание лампы красного огня контролируется как при свободном, так и при занятом состоянии блок-участка.

Таблица 4.3.1

Частотные кодовые сигналы

Тип кода	Код	Переключательные цепи ГКС
----------	-----	---------------------------

1		53-61
2	Код отсутствует	–
3		53-31 43-41
4		53-31
5		51-32 43-42
6		53-31 43-42-41

- Отсутствует переменный ток. Через тыловой контакт реле А образуется перемычка 53-31, через которую подается питание на мультивибратор и транзистор VT6. При открытии транзистора питание подается на усилительный каскад генератора. Мультивибратор работает по симметричной схеме. От генератора подается частотный код, состоящий из импульсов и интервалов одинаковой длительности 1с (4). Отсутствие переменного тока контролируется только при свободном состоянии блок-участка.

- Неисправна цепь двойного снижения напряжения. Через тыловые контакты реле ДСН образуются две перемычки 53-31 и 43-43, по которым подается питание на мультивибратор и генератор. Мультивибратор работает по несимметричной схеме благодаря подключению дополнительного резистора  $R_{д2}$  параллельно резистору  $R_{65}$ . От генератора посылается частотный код, в котором импульсы длительностью 1с разделяются интервалами 0,3с (5).

- Исправное состояние всех устройств сигнальной установки. При симметричной работе мультивибратора генератора ГКШ импульсы и интервалы передаются одной длительностью 0,3с (6).

#### 4.4. Расчет рельсовой цепи

Рельсовая цепь (РЦ) предназначена для контроля свободности и исправности путевых участков, передачи информации со стационарных устройств на подвижной состав и для связи между сигнальными точками.

Известно большое количество разновидностей РЦ. Выбор конкретной схемы зависит от многих факторов: рода тяги, места расположения, протяженности, величины сопротивлений изоляции и т.д.

##### Исходные данные

Для расчета рц при автономной тяге:

1. Частота сигнального тока  $f = 50$  Гц;
2. Минимальная удельная сопротивления изоляции  $R_{iz} = 0.95$  Ом\*км
3. Длина рельсовой линии  $l = 2$  км
4. Нормативное шунт  $R_{ш} = 0,06$  Ом
5. Минимального удельная сопротивления рельс  $Z = 0,5e^{j52}$  Ом/км.
6. Дополнительный резистор  $Z_{рд} = 250$  Ом

##### НОРМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПО ПУТЕВОМУ ПРИЕМНИКУ

В нормальном режиме путевое реле должно притягивать якорь при самых неблагоприятных условиях работы: минимальном сопротивлении изоляции  $r_{u \min}$  и минимальном значении напряжения источника питания  $U_{u \min}$ .

Для того, чтобы рассчитать минимально допустимое значение напряжения источника питания  $U_{u \min}$  необходимо определить параметры четырехполюсников схемы замещения (рис.4.1.) и напряжения надежного срабатывания путевого реле.

Коэффициенты четырехполюсников (РЛ) рельсовой линии находятся после расчета вторичных параметров рц:

$$\square = \sqrt{Z/R_{ekv}} = \sqrt{0.8e^{j65}/0.859} = 0.9651e^{j32.5}$$

$$Z_v = \sqrt{Z * R_{ekv}} = 0.8e^{j65} * 0.859 = 0.829e^{j32.5}$$

Где  $\gamma$  - постоянная распространения, 1/км,

$Z$  - Удельное сопротивление рельс, Ом/км,

$R_{iz}$  - минимальное удельное сопротивление изоляции, Ом \* км,

$Z_v$ - волновое сопротивление линии, Ом.

При наличии заземления контактных опор в уравнениях (1), (2) вместо  $R_{ekv}$  подставляется значение

$$R_{ekv}=0.5*R_{iz}+(0.5*R_{iz}*R_{op})/(0.5*R_{iz}+R_{op})=0.859$$

где  $R_{ekv}$  - эквивалентное минимальное удельное сопротивление изоляции, Ом\*км;

$R_{op}=2$  Ом\*км - минимальное удельное сопротивление заземления контактных опор.

Коэффициенты четырехполюсника РЛ определяются из уравнений:

$$A_n=D_n=\text{ch}(\square *l)=2.501e^{j57.45}$$

$$B_n=Z_v\sinh(\square *l)=2.151e^{j93.822}$$

$$C_n=(\sinh(\square *l))/Z_v=3.131e^{j28.822}$$

Расчет РЦ в нормальном режиме производится следующим образом:

Коэффициенты четырехполюсника дополнительного резистора

$$A_{rd}=1; B_{rd}=250; C_{rd}=0; D_{rd}=1;$$

$$U_1=A_{rd}U_0+ B_{rd}I_0=9.665$$

$$I_1=C_{rd}U_0+ D_{rd}I_0=0.023$$

Коэффициенты четырехполюсника ИТ на релейном конце

$$A_{itr}=0,072e^{j1.05}; B_{itr}=19.9e^{j13.3}; C_{itr}=0.0008e^{j63.3}; D_{itr}=14e^{j1.05};$$

$$U_2=A_{itr}U_1+ B_{itr}I_1=0.072e^{j1.05}*9.665+19.9e^{j13.3}*0.023=1.153e^{j5.944} \text{ (B)}$$

$$I_2=C_{itr}U_1+ D_{itr}I_1=0.0008e^{j63.3}*9.665+14e^{j1.05}*0.023=0.33e^{-j2.239} \text{ (A)}$$

Коэффициенты четырехполюсника кабельных жил на релейном конце

$$A_{rs}=1; B_{rs}=0.3; C_{rs}=0; D_{rs}=1;$$

$$U_3=A_{rs}U_2+ B_{rs} I_2=1*1.153e^{j5.944}+0.3*0.33e^{-j2.239}=1.253e^{j5.299} \text{ (B)}$$

$$I_3= C_{rs} U_2+ D_{rs} I_2=0*1.153e^{j5.944} +1*0.33e^{-j2.239} =0.33e^{-j2.239} \text{ (A)}$$

Коэффициенты четырехполюсника РЛ

$$A_n=2.501e^{j57.45}; B_n=2.151e^{j93.822}; C_n=3.131e^{j28.822}; D_n= A_n;$$

$$U_4= A_n U_3+ B_n I_3=2.501e^{j57.45}*1.253e^{j5.299} +2.151e^{j93.822}*0.33e^{-j2.239} =3.767e^{j67.966} \text{ )}$$

$$I_4= C_n U_3+ D_n I_3=3.131e^{j28.822}*1.253e^{j5.299} +2.501e^{j57.45}*0.33e^{-j2.239} =4.697e^{-j37.745} \text{ A)}$$

Коэффициенты четырехполюсника кабельных жил на питающем конце

$$A_{rs}=1; B_{rs}=0.3; C_{rs}=0; D_{rs}=1;$$

$$U_5=A_{rs}U_4+ B_{rs} I_4=1*3.767e^{j67.966} +0.3*4.697e^{-j37.745} =5,034e^{j59,866} \text{ (B)}$$

$$I_5= C_{rs} U_4+ D_{rs} I_4=0*3.767e^{j67.966} +1*4.697e^{-j37.745} =4.697e^{-j37.745} \text{ (A)}$$

Коэффициенты четырехполюсника входное сопротивление на питающем конце

$$A_{zp}=1; B_{zp}=2e^{j85}; C_{zp}=0; D_{zp}=1;$$

$$U_n= A_{zp}U_5+ B_{zp} I_5=1*5,034e^{j59,866} +2e^{j85}*4.697e^{-j37.745} =12,519e^{j101.772} \text{ (B)}$$

$$I_n= C_{zp} U_5+ D_{zp} I_5=0*5,034e^{j59,866} +1*4.697e^{-j37.745} =4.697e^{-j37.745} \text{ (A)}$$

С учетом колебания напряжения сети выходное напряжение питающего прибора следует увеличить до величины  $U_{uc} = K_{nc} * U_n$

или для фазочувствительной РЦ

$$U_{uc} = K_{nc} * U_n = 1.1 * 12,519e^{j101.772} = 13.771e^{j101.772} \text{ (B)}$$

где  $K_{nc}$ -коэффициент нестабильности питающего напряжения

( $K_{nc}=1.1$  для рельсовой цепи частотой 50 Гц.).

Фактическое значение напряжения  $U_{иф}=13.9$  будет определяться конструктивными особенностями конкретного источника питания, т. е. имеющимися в них градациями напряжения, при этом

$$K_{гр} = U_{иф}/U_{ис} = 13.9 / 13.771e^{j101.772} = 1.009e^{-j101.772}$$

где  $K_{гр}$  - коэффициент, учитывающий наличие напряжения, ближайшего к  $U_{иф}$ . Определив, из  $K_{гр}$  , можно найти фактический ток источника питания по уравнению

$$I_{иф} = I_n * K_{nc} * K_{гр} = 4.697e^{-j37.745} * 1.1 * 1.009e^{-j101.772} = 5.215e^{-j64.027} \text{ (A)}$$

Результаты расчетов представлены в таблице 4.1.

лизаций (АЛС) заключается в том, чтобы определить напряжение источника питания  $U_{als}$ , достаточное для работы локомотивного приемника, находящегося на входном конце РЦ. При автономной тяге нормативное значение тока в рельсовых нитях под катушками локомотива,  $I_{als}=1.2$  (A).

$$U_{als}:=0 \quad I_{als}:=1.2$$

Расчет режима АЛС ведется аналогично нормальному режиму по путевому приемнику схема замещения приведен на рис 4.2.

Расчеты  $U, I$  в других режимах производятся аналогично, меняются только коэффициенты четырехполюсника рельсовой линии и  $U, I$  четырехполюсников начала.

Результаты расчетов представлены в таблице 4.2.

***Коэффициенты четырехполюсника РЛ в режиме перегрузки.***

$$A_{per}:=1; \quad B_{per}:=R_{rel} * l = 0.8e^{j65deg} * 2 = 1.6e^{j65deg}; \quad C_{per}:=0 \quad D_{per}:=1$$

Результаты расчетов представлены в таблице 4.3, схема замещения приведен на рис 4.3.

***Коэффициенты четырехполюсника РЦ в шунтовом режиме при наложении шунта на релейном конце:***

$$A_{shr}:=1 + R_{rel} * l / R_{shn} = 1 + 0.8e^{j65deg} * 2 / 0.06 = 27.104e^{j63.084deg};$$

$$B_{shr}:=1 + R_{rel} * l = 1.6e^{j65deg}$$

$$C_{shr}:=1 / R_{shn} = 2 / 0.06 = 16.667$$

$$D_{shr}:=1$$

Результаты расчетов представлены в таблице 4.4, схема замещения приведен на рис 4.4.

***Коэффициенты четырехполюсника Рц в режиме шунтовом режиме при наложения шунта питающим конце.***

$$A_{shp}:=1$$

$$B_{shp}:=1 + R_{rel} * l = 1.6e^{j65deg}$$

$$C_{shp}:=1 / R_{shn} = 2 / 0.06 = 16.667e$$

$$D_{shp}:=1 + R_{rel} * l / R_{shn} = 1 + 0.8e^{j65deg} * 2 / 0.06 = 27.104e^{j63.084deg};$$

Результаты расчетов представлены в таблице 4.4, схема замещения приведен на рис 4.4.

В шунтовом режиме якорь путевого реле в РЦ с непрерывным питанием

должен надежно отпускаться, а реле импульсной или кодовой РЦ надежно не притягивать свой якорь. РЦ в зависимости от места наложения шунта имеет неодинаковую шунтовую чувствительность. Наиболее низкая шунтовая чувствительность наблюдается, как правило, на концах рельсовой линии. Критериями шунтового режима служат коэффициенты шунтовой чувствительности релейного и питающего концов ( $K_{шр}$  и  $K_{шп}$ ). При наложении нормативного шунта ( $R_{шн}=0,06$  Ом) эти коэффициенты должны быть не меньше единицы.

### КОНТРОЛЬНЫЙ РЕЖИМ

Параметры Рц в контрольном режиме

$$\omega := 2\pi f = 2 * 3.14 * 50 = 314.159$$

$$E := \sqrt{1 + 4j\omega * M_{12} / R_{rel}} = 1 + 4j * 314.159 * 0.00128 e^{-j7\text{deg}} / 0.8 e^{j65\text{deg}} = 1.726 e^{j6.022\text{deg}}$$

$$S1 := \cos(\square lkr) * E * \sqrt{1/4 + 8m} = 0.887 e^{-j5.436\text{deg}}$$

$$S2 := \cos(\square lkr) * E * \sqrt{1/4 + 8m} = 0.887 e^{-j5.436\text{deg}}$$

Коэффициенты четырехполюсника РЦ в контрольном режиме

$$A_{kr} := \cosh(\square lkr) + 1/2 * (S1 * S2) E \sqrt{1 + 2m} \sinh(\square lkr) = 3.964 e^{j42.549\text{deg}}$$

$$B_{kr} := R_{rel} * l / (\square lkr) [\sinh(\square lkr) + 1/2 * (S1 * S2) E \sqrt{1 + 2m} (\cosh(\square lkr) + 1)] = 6.237 e^{j62.467\text{deg}}$$

$$C_{kr} := \square lkr / R_{rel} * l [\sinh(\square lkr) + 1/2 * (S1 * S2) E \sqrt{1 + 2m} (\cosh(\square lkr) - 1)] = 2.51 e^{j26.28\text{deg}}$$

$$D_{kr} := A_{kr} = 3.964 e^{j42.549\text{deg}}$$

Где

$$E = \sqrt{1 + \frac{4Z_m}{Z}} - \text{коэффициент, учитывающий взаимоиндукцию рельсов;}$$

$Z_m = j\omega M_{12}$  - сопротивление взаимо индуктивности между рельсами;

$M_{12}$  - взаимная индуктивность двух контуров рельс (для частоты 50 Гц  $M_{12} = 0,00129 e^{-j7^\circ}$ );

$m = \frac{g_{12}}{g_\zeta}$  - коэффициент относительного распределения проводимости между рельсами  $g_{12}$  и землей  $g_\zeta$ ,  $S_1$  и  $S_2$  – коэффициенты схем, учитывающие параметры дроссель-трансформатора:

$$S = cth \left[ (\gamma l)_{\text{эд}} \cdot E \sqrt{\frac{1}{4 + 8m}} \right]$$

Значение  $(\gamma l)_{\text{эд}}$  зависит от частоты сигнального тока. Для РЦ частотой, для РЦ – 50 Гц  $(\gamma l)_{\text{эд}} = 1,13$ .

Схема замещения приведен на рис.4.5. Результаты расчетов контрольного в таблице 4.5, и всех режимов представлены в таблице 4.6.

## 4.5. Увязка перегонных устройств со стационарными

### 4.5.1 Общие положения

На подходах к станциям сигнальные установки автоблокировки увязывают с устройствами релейной централизации станций. Увязку производят как на крупных станциях, оборудованных устройствами БМРЦ, так и на промежуточных, оснащенных устройствами релейной централизации с местными или центральными зависимостями.

В полную схему увязки входят: цепи увязки предвходного светофора автоблокировки с входным светофором станции; цепи увязки выходных светофоров станции с первым перегонным светофором автоблокировки; цепи извещения о приближении и удалении поездов за два и три блок-участка от станции; цепи кодирования стационарных рельсовых цепей, входящих в маршруты отправления, кодами АЛС, соответствующими показаниям первого перегонного светофора автоблокировки.

Предвходные светофоры отличаются от проходных сигнализацией и имеют

дополнительные сигнальные показания в виде желтого мигающего огня и в некоторых случаях зеленого мигающего огня. Желтый мигающий огонь является более разрешающим сигнальным показанием, чем желтый постоянный, а зеленый мигающий огонь – менее разрешающим, чем зеленый постоянный. Желтый мигающий огонь включается на предвходном светофоре, если входной светофор сигнализирует двумя желтыми огнями, из которых один мигающий, разрешающий движение поезда с установленной скоростью и указывающий на необходимость проследования входного светофора с пониженной скоростью (поезд принимается на боковой путь по обычным стрелкам). Зеленый мигающий огонь на предвходном светофоре включается, если входной светофор сигнализирует двумя желтыми огнями с включенной сигнальной полосой (поезд принимается на боковой путь по пологим стрелкам). В зависимости от сигнальных показаний предвходного светофора применяют схему предвходной сигнальной установки типа ОМ с одним мигающим желтым огнем или типа ОМЗ с одним желтым и одним зеленым мигающими огнями.

При увязке с автоблокировкой, имеющей трехзначную сигнализацию, извещение о приближении поезда к станции предусматривают за два блок-участка, а с четырехзначной сигнализацией – за три блок-участка.

#### **4.5.2. Одноручный план прилегающей к перегону станции**

На одноручном плане показывают: расположение и нумерацию стрелок и светофоров, специализацию путей, разметку изолирующих стыков из условий габаритных границ каждого пути и максимально полезных длин приемо-отправочных путей.

Светофоры необходимо располагать с правой стороны по направлению движения. Ординаты установки светофоров зависят от расстояния до остяков стрелочных переводов. Расстояние до стрелки от предельного столбика определяют по ширине междупутья, марке крестовины и типу светофора. Двухнитевые лампы предусматриваются на всех огнях входных и выходных светофоров с главных путей (кроме лунно-белого огня), а также на красных огнях выходных светофоров с боковых путей.

Полезную длину приемо-отправочных путей определяют от выходного светофора одной горловины до изолирующих стыков другой при отсутствии выходных светофоров в другой горловине или между предельными столбиками противоположных горловин при отсутствии выходных светофоров в обеих горловинах.

На плане станции также показывают в нормальном (плюсовом) положении все централизуемые стрелки и их нумерацию. В нечетной горловине станции стрелки нумеруют порядковыми нечетными номерами, возрастающими в направлении к оси станции, в четной – порядковыми четными.

Главные пути на схеме отображены жирными линиями и обозначаются римскими цифрами. К наименованию пути, оборудованного рельсовой цепью, добавляется буква П (ПП, ППП и т.д.). В одну рельсовую цепь должно входить не более трёх стрелок.

Однониточный план четной горловины станции представлен плакате 3 графического материала работы.

#### **4.5.3. Двухниточного план станции**

Двухниточный план станции является основным документом по оборудованию станции рельсовыми цепями. Именно на нем показывается порядок подключения выводов источников питания к рельсам и именно это является основным назначением двухниточного плана. Решается проблема обеспечения чередования фаз напряжений по разным сторонам изолирующих стыков при помощи метода замкнутых контуров.

#### **Станционные рельсовые цепи**

На станции с электрической тягой переменного тока применяется рельсовые цепи с непрерывным питанием и фазочувствительным реле ДСШ–13. По условиям канализации тягового тока используют схемы двухдрессельных рельсовых цепей. Основной схемой рельсовой цепи частотой 25 Гц, на базе которой можно получить другие варианты, является схема двухниточной рельсовой цепи, кодируемой с обоих концов.

На питающем и релейных концах устанавливают дроссель–трансформаторы ДТ-1-150 и трансформаторы ПРТ-А, которые совместно согласовывают аппаратуру на посту ЭЦ с рельсовой линией. Напряжение на путевом реле регулируют подбором напряжений на выходной обмотке путевого трансформатора ПТ мощностью 65 В\*А. Резистор  $R_{\text{д}}$  выполняет роль ограничителя, параметры которого выбираются по условиям режимов работы рельсовой цепи.

На релейном конце параллельно реле включен защитный блок ЗБ-ДСШ, представляющий собой LC фильтр, настроенный в резонанс на частоте 50 Гц. Блок ЗБ-ДСШ выполняет роль заграждающего фильтра от помех на частоте тягового тока 50 Гц. На частоте сигнального тока 25 Гц блок ЗБ-ДСШ имеет ёмкостное сопротивление и совместно с индуктивностью путевой обмотки реле образует параллельный контур с большим сопротивлением на частоте 25 Гц сигнального тока.

Изолирующие стыки на стрелочном переводе между остряком и крестовиной в разветвлённых рельсовых цепях, как правило, устанавливаются на ответвлении от кодируемого направления.

На рис. 4.5.1. показана разветвленная рельсовая цепь для участка 39-43 СП. Данная цепь кодируется кодами АЛСН как с питающего, так и с релейного концов, потому что она устанавливается на главных путях. На съездах путевые реле не устанавливаются. На стрелках примыкающим к боковым неcodируемым путям изолирующие стыки установлены таким образом, что гарантируется обтекание сигнальным током стрелочных соединителей.

Ответвления стрелочных изолированных участков, входящих в маршруты приема и отправления, а также длиной более 60 м, считая от центра перевода до изолирующего стыка, должны обтекаться сигнальным током. Это достигается установкой на каждом ответвлении путевых реле, число которых в одной рельсовой цепи не должно превышать трех.

#### **4.5.4. Кодирование станционных рельсовых цепей**

Все рельсовые цепи нормально получают непрерывное питание. Для

заданной станции обеспечим кодирование входных и выходных секций. И в том и в другом случае различают три схемных узла:

- 1) схемный узел включения общего кодового реле;
- 2) схемный узел включения индивидуальных кодовых реле, принадлежащих каждой секции;
- 3) схемный узел включения обмоток питающих трансформаторов рельсовых цепей.

На станции должны кодироваться:

- стрелочные и путевые участки, входящие в маршруты приёма и отправления по главным путям;
- пути приёма и отправления пассажирских поездов;
- пути, по которым техникораспорядительным актом предусматривается безостановочный пропуск поездов.

На 2-х путных участках АБ, все приемоотправочные пути, имеющие маршруты отправления по неправильному пути и безстрелочные участки главных путей входящих в эти маршруты подлежат кодированию.

### **Кодирование рельсовых цепей в маршруте приема**

При кодировании рельсовых цепей в маршрутах приема включение кодирования производится групповым кодово-включающим реле НКВ и индивидуальными стрелочными – СКВ. Нормально реле НКВ без тока и возбуждается при выполнении следующих условий:

- маршрут установлен на главный путь;
- маршрут полностью замкнут;
- открыт входной светофор;
- поезд вступил на первый участок приближения;
- отсутствие пригласительного сигнала на входном светофоре;
- свободен главный путь приема.

Одновременно с реле НКВ включается реле НГТ, которое работает в режиме кода, выбранного контактами реле Н1С и НЛС. С момента вступления поезда на участок НАП начинается кодирование, которое осуществляется

аналогично кодированию в маршруте отправления. Кодирование прекращается после занятия участка П, но кодирование главного пути продолжается в течении всего времени его занятости вне зависимости от маршрута и показания светофора.

Схемы кодирования маршрута приёма на 1П приведены на плакате 3 графического материала работы.

В маршруты приёма входят (по главному пути) все стрелочные и межстрелочные участки от входного сигнала до выходного. Схемные решения для маршрутов приёма чётного и нечётного направления на главный путь абсолютно одинаковы.

Как в маршрутах приёма так и в маршрутах отправления рельсовые цепи должны быть расположены таким образом, чтобы кодирование осуществлялась на встречу движущемуся поезду.

Проверка условий, разрешающих кодировать, маршруты приема, осуществляется групповыми кодово-включающими реле НКВ. Проверку условий кодирования и последовательность подключения к шинам кодирования конкретных путевых участков, входящих в маршрут приема, выполняют индивидуальные кодово-включающие реле НКВ, 1-7СКВ, 9-19СКВ, 29СКВ, 33СКВ и 1ПКВ.

Групповое кодово-включающее реле НКВ становится под ток при открытии входного светофора для приёма на свободный приемоотправочный путь 1П и нахождении поезда на участке приближения 1ПП по цепи:

Возбуждение реле НКВ исключается при горении пригласительного сигнала на входном светофоре (НПС), а так же при разомкнутом маршруте или последней стрелочной секции в маршруте приёма 33 З.

Своими контактами реле НКВ создает цепи питания на двигатели кодовых трансмиттеров ГКТ и ГКТК (выводы 0 – 220) и подключает групповое трансмиттерное реле НГТ к датчикам кодов ГКТ, ГКТК. Через фронтовой контакт реле НКВ первоначально (по первой цепи) становится под ток

индивидуальное кодово-включающее реле ЧПКВ первой секции по маршруту поезда.

По второй цепи, после вступления поезда на участок пути НАП, под ток становится реле 1-7СКВ и т.д. Таким образом, индивидуальные кодово-включающие реле становятся под ток при вступлении поезда на участок, предшествующий рассматриваемому и выключаются при занятии секции, последующей за рассматриваемой секцией.

Контактами индивидуальных кодово-включающих реле НАПКВ, 1-7СКВ, 9-19СКВ, 29СКВ, 33СКВ и 1ПКВ осуществляется последовательное подключение питающих концов рельсовых цепей к шинам кодирования.

Две шины нужны, чтобы исключить подпитку. Если бы произошло объединение 2-х шин, то кодируемая Р.Ц. участка НАП (кодированный транзитер НАПКВ) получил бы подпитку непрерывным питанием по 3 цепи.

Для кодирования маршрутов приёма устанавливаются 2 датчика кодов ГКТ и ГКТК. Первым датчиком формируются коды З и Ж, вторым ГКТК – формируются коды КЖ. Причём, ГКТ – ККТШ–515, ГКТК – ККТШ–715.

Датчики кодов нормально не работают, включение их происходит контактами группового кодовключающего реле ЧКВ. Выбор кода в шинах кодирования осуществляется контактами Н1С и Н1ЛС.

**Кодирование рельсовых цепей в маршруте отправления.** Включение цепей кодирования в маршруте отправления с главного пути производит кодово-включающее реле ЧОКВ нечетного отправления. В его цепи возбуждения проверяются следующие зависимости:

- открытое состояние выходного светофора с главного пути;
- наличие поезда перед светофором;
- замкнутое состояние последней секции в маршруте;
- свободное состояние участка удаления;
- отсутствие пригласительного огня на выходном светофоре.

Причем в цепь ЧОКВ вводятся тыловые контакты минусовых контрольных реле тех стрелок, которые выводят боковые пути на главные.

После перекрытия светофора поездом реле ЧОКВ запитывается по цепи самоблокировки. С вступлением поезда на участок удаления контактом реле ЧЖ реле ЧОКВ выключается.

Контактом реле ЧОС проверяется открытое состояние светофора с бокового пути. В случае отправления поезда с боковых путей схема обеспечивает кодирование секции, которая является следующей по ходу за секцией выхода.

После возбуждения реле СКВ в рельсовую цепь поступает два питания: непрерывное (через контакт СП) и кодовое (через контакт ЧОИ1, повторитель реле ЧОИ – импульсного нечетного отправления). При вступлении на секцию поезда, реле СП обесточивается и в рельсовую цепь поступает только импульсное питание.

Схема кодирования рельсовых цепей в маршруте отправления приведена на листе 3 графического материала.

Как и в маршрутах приёма в маршрутах отправления с помощью общего кодовключающего реле проверяется условия, позволяющие кодировать маршрут отправления.

В маршрут отправления входят все стрелочные и межстрелочные участки от выходного сигнала до границы станции.

Особенностью кодирования маршрутов отправления является то, что часть поездов (с боковых путей) могут так же проходить через участки главного пути.

Проверка условий разрешающая кодирование маршрутов отправления осуществляется общим кодовключающим реле ЧОКВ (при отправлении с главного пути) и вспомогательным ЧВОКВ (при отправлении с бокового пути).

Включение реле ЧОКВ происходит по следующей схеме:

НЖ – проверяет свободу первого участка удаления от станции;

5/7МК, 23/25МК – проверяют плюсовое положение стрелок, примыкающих к участкам главного пути;

Ч2С – проверяет открытое положение выходного сигнала светофора Н1;

ПП1 – контакт путевого реле, проверяет наличие поезда на 1 пути.

После возбуждения общего кодовключающего реле по отправлению создаётся цепь для включения индивидуальных кодовключающих реле по отправлению.

При этом первоначально возбуждаются индивидуально кодовключающие реле стрелочной секции, расположенной за выходным светофором, по цепи:

С момента вступления поезда за выходной светофор Ч2 на стрелочную секцию 45СП возбуждается реле 23-25СКВ стрелочного участка, расположенного за стрелочной секцией 45СП.

Схемы подключения питающих трансформаторов рельсовых цепей участков пути входящих в маршрут отправления к шинам кодирования приведена на плакате 3 графического материала.

Схема работает аналогично схемам маршрута приёма, особенность заключается в том, что в качестве датчика кодов для кодирования маршрутов отправления служит путевое реле рельсовой цепи первого участка удаления.

При отправлении поездов с боковых путей кодирование начинается только с момента вступления поезда на стрелочную секцию главного пути несвязанную стрелочным переводом с боковым путём.

Задержка посылки кодов поездам, отправляющихся с боковых путей, осуществляется вспомогательным кодовключающим реле НВОКВ.

Рассмотрим пример отправления поезда с 5 пути. Стрелка 12МК замкнута (замкнут соответствующий контакт) и создается цепь возбуждения реле ЧВОКВ и после чего образуется цепь самоблокировки по цепи:

НОС – общее сигнальное реле по отправлению.

Кодирование боковых путей

Для кодирования боковых путей используется 3 датчика кодов: РБКТ для кодирования с релейного конца; ПБКТ – для кодирования с питающего конца; ЗКТ – датчик кодов с защитными шайбами, служит для формирования кода КЖ при установленном маршруте или отправлении с главного пути.

При наличии чётного и нечётного выходных сигналов кодирование осуществляется с 2-х сторон с релейного и питающего.

Для кодирования с релейного конца служит трансмиттерное реле ПРТ, а для кодирования с питающего конца служит трансмиттерное реле ППТ. Кодирование боковых путей осуществляется только при наличии на нём поезда, что проверяется контактами путевых реле.

ППКВ – индивидуально кодовключающие реле, становится под ток с момента вступления поезда на участок пути по цепи:

Выбор кода для посылки в рельсовую цепь с релейного конца осуществляется контактами ЧЛС и ЧС – контролирующими состояние 2-х блок-участков удаления от станции в нечётном направлении.

Схема кодирования боковых путей приведена на плакате 3 графического материала работы.

#### **4.6. Схема смены направления движения**

В тех случаях, когда проводится капитальный ремонт одного пути на двухпутном участке, предусматривается временное двустороннее движение по другому пути. В схемах типовой двухпутной автоблокировки предусмотрены переключающие устройства для регулирования движения поездов в неправильном направлении средствами автоматической локомотивной сигнализации.

После переключения пути на двустороннее движение интервальное регулирование движения поездов в правильном направлении осуществляется средствами автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации, а в неправильном направлении – только средствами автоматической локомотивной сигнализации. Так как в неправильном направлении светофоры не установлены, то границы блок-участков определяют светофоры, установленные в правильном направлении движения.

В данной работе для изменения направления движения использована

«Двухпроводная схема направления движения с использованием вспомогательного режима». На все время двустороннего движения отключаются приборы и схемы режима двойного снижения напряжения и диспетчерского контроля.

На все время двустороннего движения исключается пользование ключом-железом и отправление хозяйственных поездов на перегон. Сигнализация отправления по неправильному пути та же, что и по правильному пути.

При переключении устройств на регулирование движения по неправильному пути сигнализация безостановочного пропуска по главным путям и маршрутам с пологими стрелками выключается, кроме тех случаев, когда на входном и выходном светофорах имеется сигнализация о движении на отклонение по стрелочным переводам за выходным светофором по главным путям.

Входной светофор по неправильному пути перегона сигнализирует двумя желтыми огнями и включается по схеме с центральным питанием ламп.

Схема состоит из линейной части на станции А и Б с использованием проводов двойного снижения напряжения. В линейную цепь включаются реле направления и реле контроля перегона. В каждом релейном шкафу на сигнальных точках включаются реле направления Н. С помощью линейной цепи осуществляется смена направления на перегоне. На станциях А и Б имеются станционные схемы смены направления, которые осуществляют схемные зависимости. Смена направления в нормальном режиме осуществляется нажатием кнопки ЧСН(НСН). Вспомогательный режим используется при ложной занятости рельсовой цепи на перегоне. Вспомогательный режим производят одновременно дежурный по станции А и Б нажатием вспомогательных кнопок. Состояние схемы смены направления контролируется на пульте. Смена направления производится за 1,8 секунды.

Для работы схемы на станции устанавливается аппаратура:

НН (ЧН) – реле направления на станциях А и Б,

НВ (ЧВ), НВ1(ЧВ1) – вспомогательное реле, изменяющее полярность тока в

линейной цепи при смене направления, и его повторители;

НКП (ЧКП), НКП1 (ЧКП1) – реле контроля состояния перегона и их повторители;

НПН (ЧПН) – повторители реле направления;

НВН (ЧВН) – реле вспомогательного режима смены направления;

НЗП (ЧЗП) – реле контроля занятости перегона;

Н1ИП (Ч1ИП) – реле контроля 1 участка приближения.

НОУС (ЧОУС) – вспомогательное реле для смены направления в основном режиме.

На табло аппарата управления имеются контрольные лампы:

ЧО (НО) – зеленого цвета, показывающая, что станция находится в режиме отправления поезда;

КП – белого цвета, контролирующая состояние перегона. При свободном перегоне она не горит, а при занятом перегоне поездом горит белым цветом;

НП (ЧП) – красного цвета, показывающая, что станция находится в режиме приема поезда.

При установленном четном направлении движения и свободном перегоне питание в контрольную цепь подается от источника ЧСМ-ЧСП. Контрольная цепь проходит от ЧСП через низкоомную обмотку реле Ч13П и далее по проводу К через последовательно соединенные фронтные контакты реле П и всех рельсовых цепей перегона, низкоомную обмотку реле НКП и обратно по проводу ОК и ЧСМ. Kontakтами реле НКЖ (ЧКЖ) в контрольной цепи проверяется наличие ключа-железа в аппарате.

Реле Ч13П фронтным контактом включает повторитель ЧЗП, а последнее включает на табло белую лампочку ЧПК свободы перегона на станции А.

Реле НКП включает на табло белую лампочку НПК свободы перегона на станции Б.

На все время движения поезда по перегону контрольная цепь остается разомкнутой контактами реле Ж, реле Ч13П и НКП выключены, чем исключается возможность изменения направления.

Изменение направления производит дежурный станции Б, нажимая кнопку смены направления НОУС, с проверкой свободности перегона.

Схема смены направления движения приведена в на плакате 1 графической части.

При свободном перегоне и установленном направлении движения со ст. А на ст. Б замкнута контрольная цепь установленного направления движения, в которой на станции отправления А возбуждено реле направления ЧН (прямой полярностью тока), на станции приема Б – реле контроля перегона НКП. Реле Н на перегоне получают питание током прямой полярности. Питание в цепь Н–ОН подается со станции приема Б:

НСП -НКП- НПН - НВ - НВН - ЧОЗ – Н1ИП - *провод Н -Н- Ж2 - провод Н - Ч1ИП – НОЗ - ЧВН - ЧВ - ЧКП – ЧКП1 - ЧВ- ЧВН - ЧКП - ЧВ - НОЗ – Ч1ИП - R400 - провод ОН - Ж2 - провод ОН - R400 - Н1ИП - ЧОЗ - НВ - НПН - НСМ.*

Контактами реле ЧОЗ, НОЗ проверяется отсутствие установленных маршрутов отправления; Н1ИП, Ч1ИП – свободное состояние участков приближения. Регулируемые резисторы сопротивлением 400 Ом, включенные в линейную цепь контроля перегона, необходимы для регулировки тока этой цепи.

На ст. А контактами реле направления ЧН замыкаются цепи возбуждения вспомогательного реле ЧВ по нижней обмотке и включения лампы НО зеленого цвета, показывающей, что ст. Б находится в режиме отправления:

СПБ-ЧН-ЧВ-СМБ; С - ЧН - О(НО) - МС .

Затем возбуждается реле ЧВ1, являющееся повторителем реле ЧВ. Реле контроля перегона ЧКП, ЧКП1 и повторитель реле направления ЧПН выключаются. На ст. А по линейной цепи возбуждаются реле контроля перегона НКП, его повторитель НКП1 и повторитель реле направления НПН:

СПБ - НН - НВ - ЧЗП – НПН - СМБ .

Фронтным контактом реле НПН создается цепь горения лампы НП красного цвета, показывающей, что ст. А находится в режиме отправления:

С- НПН - О(НП) - МС.

Реле направления НН ст. А отключено от линейной цепи. Белая лампа контроля занятости перегона КП на обеих станциях погашена, так как перегон свободен. Ст. Б может отправлять поезда. После приготовления маршрута отправления на ст. Б замыкающее реле отправления НОЗ размыкает контакты в линейной цепи. На ст. Б обесточивается реле ЧН, а на ст. А – реле контроля перегона НКП и его повторитель НКП1. На табло обеих станций загораются белые лампы занятости перегона КП. При движении поезда по перегону линейная цепь будет последовательно размыкаться контактами повторителей сигнальных реле Ж2 блок-участков. При разомкнутом состоянии линейной цепи смена направления исключается. После прибытия поезда на станцию схема приходит в исходное состояние.

#### **Работа схемы при изменении направления в нормальном режиме**

Изменение направления движения на заданном перегоне производит дежурный по ст. Б нажатием кнопки смены направления ЧСН. При этом возбуждается сигнальное реле ЧОУС выходного светофора и создается цепь возбуждения вспомогательного реле НВ и его самоблокировки:

СПБ – ЧОУС - НКП1 - НВ - СМБ.

НВ – НКП1-

Контактами реле НВ выключаются реле НПН и НКП и замыкается цепь посылки тока обратной полярности по линейной цепи через реле Н сигнальных установок на реле ЧН ст. Б:

НСП ст. Б. – НКП– НВ – ЧОЗ – Н1ИП – R400 – провод ОН – Ж2 – провод ОН-R400 – Ч1ИП – НОЗ – ЧВ – ЧКП – ЧВН - ЧН -ЧКП1 – ЧКП – ЧВ – ЧВН – НОЗ – Ч1ИП-провод Н – Н – Ж2 - Н - провод Н – Н1ИП – ЧОЗ–НВН–НВ–НКП–НСМ ст. Б.

Однако реле Н на сигнальных установках не перебросят якоря из-за недостаточной величины тока. Продолжительность импульса тока определяется замедлением на отпускание якоря реле НКП. После окончания замедления линейная цепь размыкается контактами НКП и прохождение импульса тока прекращается.

Реле ЧН, получив питание током обратной полярности, переключает поляризованный якорь, обрывая цепь питания реле ЧВ. Реле ЧВ выключается без замедления, так как конденсатор Сб подключен к другой обмотке. Контактom реле ЧВ создается цепь питания повторителя реле направления ЧПН:

СП - ЧН - ЧВ - НЗП - ЧПН - СМ.

Через контакт ЧПН создается цепь включения лампы ЧП красного цвета на табло ст. Б, а лампа НО зеленого цвета гаснет:

С – ЧПН – к (ЧП) - МС

Переход ст. Б на прием поездов осуществлен, но открытие выходных сигналов на этой станции исключается. На табло включается белая лампа КП занятого состояния перегона. Цепь горения этой лампы проходит через тыловые контакты реле ЧН и ЧКП1. Затем переходит на другое направление перегона.

Для переключения реле направления, установленных в релейных шкафах сигнальных установок, необходимо в линейную цепь подать усиленный импульс тока. Получение усиленного импульса тока обеспечивается последовательным включением в линейную цепь источников питания обеих станций. На ст. Б источник питания подключается к линейной цепи при помощи тыловых контактов реле ЧВ. Одновременно к линии фронтowymi контактами ЧПН подключается реле контроля перегона ЧКП. Образуется линейная цепь, в которой оба источника подключаются к линии Н - ОН последовательно:

НСП ст. А. - R100 - НКП - НВ - ЧОЗ - Н1ИП - R400 - *провод* ОН - Ж2 - *провод* ОН-R400 - Ч1ИП - НОЗ - ЧВ - ЧПН - ЧСМб - ЧСПб - ЧКП - ЧПН - ЧВ - ЧВН - НОЗ - Ч1ИП - *провод* Н - Ж2 - Н - *провод* Н - Н1ИП - ЧОЗ - НВН - НВ - НКП- НСМ ст. А..

От усиленного импульса тока на каждой сигнальной установке реле направления Н меняет полярность, и на ст. Б возбуждается реле ЧКП. Его повторитель реле ЧКП1 притягивает якорь с замедлением до 8 с после срабатывания термоэлемента. На табло все это время горит лампа занятости

перегона КП – белым цветом.

По окончании замедления на отпускание реле НКП от линейной цепи отключается и подключается обмотка реле НН, обесточивается реле НКП1 и выключается питание верхней обмотки реле НВ, но оно остается на замедлении за счет разряда конденсатора. В этот момент замыкается линейная цепь тока прямой полярности для возбуждения реле НН:

ЧСП ст. Б. - ЧКП - ЧПН - ЧВ - ЧВН - НОЗ - Ч1ИП - *провод Н - Ж2 - Н - провод Н* -Н1ИП - ЧОЗ - НВН - НВ - НКП – НКП1 - НН - НВН - НКП - НВ - ЧОЗ - Н1ИП -R400 - *провод Н - Ж2 - провод Н - R400* – Ч1ИП - НОЗ - ЧВ - ЧПН - ЧСМ ст. Б.

Нормальными контактами реле НН подключается питание к нижней обмотке реле НВ, а также отключается питание белой лампы КП контроля перегона ст. А и подключается питание лампы ЧО отправления зеленого цвета, красная лампа НП гаснет. Реле ЧКП своим контактом замыкает цепь питания реле ЧКП1, которое выключает белую лампу занятости перегона на ст. Б.

После изменения направления состояние перегона на ст. А контролируется реле НН, а на ст. Б – реле ЧКП. Смена направления движения окончена. Станция А переведена на прием, станция Б на отправление.

#### **4.7. Схемы увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами**

Предвходной светофор имеет дополнительное сигнальное показание в виде желтого мигающего огня. на листе 3 графического материала работы приведена схема увязки предвходного светофора, с двухпутной автоблокировкой переменного тока. В схеме использованы следующие линейные цепи увязки с предвходным светофором:

- ЗС-ОЗС – управление зеленым и зеленым мигающими огнями, а также для включения известительного реле контроля второго участка приближения;
- Н2ИП; И1-ОИ1 – включение реле известителя приближения НИП;

- ДСН-ОДСН – двойного снижения напряжения, которую используют для схемы смены направления движения при переключении пути перегона на двустороннее движение.

Для осуществления режима мигания желтого и зеленого огней применены реле:

ЗС (КМШ-750)–сигнальное желтого и зеленого мигающих огней

ЗС1(НМШ1-400)–повторитель реле ЗС

М(НМПШ2-400)–мигающее

КМ (АН1П2-520)– контрольно-мигающее

Ж, 3 (АНШ5-1230)–сигнальные

Ж1(АНШМ2-620)–повторительное сигнальное

Ж2, Ж3 (НМШМ1-360)–то же, РО, О, ОД (АОШ2-180/0,45)–огневые

Т (ТШ-65В)–транзиттерное, Н (КШ1-80)–направления

ПН(НМШ1-400)–повторитель реле направления

ИП(КМШ-750)–известитель приближения

ИП1(НМШМ4-250)–повторитель реле ИП

ДТ (ТШ-65В)–дополнительное транзиттерное

ПДТ(НМПШ2-400)–переключающее реле ДТ

Состояние цепей схемы соответствует установленному правильному направлению движения по пути ПП. При горении на входном светофоре Ч красного огня блок участок 1ПП кодируется кодом КЖ. Прием кода у светофора 1 осуществляет реле И и включает дешифратор. Через дешифратор возбуждаются реле Ж, 1Ж и затем повторители 2Ж и 3Ж. Фронтным контактом реле Ж2 и тыловым ЗС1 замыкается цепь лампы желтого огня предвходного светофора. Горение разрешающих огней контролирует огневое реле РО. С момента включения желтого огня замыкается цепь кодирования кодом Ж рельсовой цепи 4П:

В случае перегорания лампы желтого огня в рельсовую цепь ЗП продолжает поступать код Ж.



счет замедления на отпускание удерживает якорь притянутым в коротких интервалах 0,12с между импульсами кода Ж и отпускает якорь только в длинных междукодовых интервалах, создавая мигание желтого огня с частотой, равной частоте кодовых циклов кода Ж трансмиттера КПТШ. Импульсный режим работы реле М контролируется непрерывным возбуждением реле КМ. Реле М, переключая контакт в цепи лампы светофора, включает последовательно с ней или обмотку 0,45 Ом реле РО (лампа загорается), или обе обмотки 180+0,45 Ом (лампа гаснет).

В случае перегорания лампы мигающего желтого огня выключается реле РО. Тыловым контактом реле РО реле Т включается по цепям 3 и 2 и вместо кода 3 посылает в рельсовую цепь 4П код Ж.

Схема увязки станционной электрической централизации с числовой кодовой автоблокировкой представлена на листе 2 графического проекта.

При установке маршрута приема на главный по линейной цепи ЗС-ОЗС, замкнутой фронтowymi контактами реле Ч2ИП, ЧРУ и ЧГМ1 током прямой полярности, возбуждается реле ЗС и вслед за ним реле ЗС1. В рельсовую цепь 2ПП подается код Ж (3), от которого у светофора 2 работает реле И. Через дешифратор возбуждаются реле Ж, Ж1, Ж2 и Ж3. Цепи мигающих реле выключены контактом поляризованного якоря реле ЗС. Фронтowymi контактами реле Ж2 и ЗС1 последовательно с реле РО на светофоре 2 включается лампа зеленого огня. Также образуется цепь кодирования кодом 3 рельсовой цепи 4П:

$$\text{П} \text{ — } 3(\text{КПТ}) \text{ — } \overline{\text{ЗС1}} \text{ — } \underline{\text{КМ}} \text{ — } \overline{\text{Ж2}} \text{ — } \underline{\text{ПН}} \text{ — } \overline{\text{ЗС1}} \text{ — } \overline{\text{Т}} \text{ — } \text{М}$$

При перегорании лампы зеленого огня кодирование рельсовой цепи 4П кодом 3 не изменяется.

Приближение поезда к станции контролируют реле ЧИП, Ч1ИП и Ч2ИП. При вступлении поезда на второй участок приближения 4П у светофора выключаются сигнальные реле Ж1, Ж2 и Ж3. Фронтowymi контактами реле Ж3 выключается цепь известительного реле ИП у светофора 2. Выключается повторитель реле ИП реле ИП1. Отпуская якорь, это реле меняет полярность

тока с прямой на обратную в цепи И1-ОИ1, в которую на станции включено реле НИП. Последнее, возбуждаясь током обратной полярности, переключает поляризованный якорь и выключает свой повторитель Ч2ИП. Отпуская якорь, реле Ч2ИП отключает белую и включает на табло красную лампочку занятости второго участка приближения Ч2П. От вступления поезда на первый участок приближения 2ПП у светофора 2 выключаются реле Ж,Ж1, Ж2 и Ж3. Kontakтами реле Ж3 размыкается цепь И1-ОИ1, выключается реле ЧИП и его повторитель реле Ч1ИП. Отпуская якорь, реле Ч1ИП выключает белую и включает на табло красную лампочку занятости первого участка приближения Ч1П. Тыловыми контактами реле Ч1ИП в линейную цепь ЗС-ОЗС включается вторая обмотка реле Ч2ИП. С момента освобождения второго участка приближения, что фиксируется срабатыванием реле ИП и ИП1 у светофора 2, по цепи ЗС-ОЗС включается реле Ч2ИП и при занятом первом участке приближения фиксирует освобождение второго участка приближения, отключая на табло красную и включая белую лампочку Ч2П.

Увязка выходных светофоров с первой сигнальной установкой перегона на схеме не показана. Для увязки используется рельсовая цепь первого участка удаления 7ПП. При разрешающем показании проходного светофора рельсовая цепь кодируется кодом Ж или З. На релейном конце в режиме этого кода работает реле Н0И, через дешифратор включаются реле НЖ или НЗ и реле повторитель НЖ1.

В маршрутах отправления свобода участка удаления контролируется контактом реле НЖ1. Выбор на выходном светофоре желтого или зеленого огня осуществляет реле НЗ. При возбужденном состоянии этого реле включается зеленый огонь, а при выключенном – желтый.

Занятость участков удаления также контролируется с помощью реле НЖ, НЖ1 и НЗ. При выходе поезда на первый участок удаления прекращается прием кодов из рельсовой цепи 7ПП и выключаются реле Н0И, НЖ, НЖ1 и НЗ. Тыловым контактом реле НЖ на табло включается красная лампочка занятости первого участка удаления Н1У. После полного освобождения поездом первого

участка удаления и нахождение его на втором участке удаления из рельсовой цепи 7ПП поступает код КЖ. В режиме этого кода работают реле Н0И и дешифратор и срабатывают реле НЖ и НЖ1. На табло включается белая лампочка Н1У контроля свободности первого участка удаления и красная лампочка Н2У занятости второго участка удаления. С момента освобождения второго участка удаления из рельсовой цепи 7ПП поступает код Ж; срабатывают реле НЖ, НЗ и включают на табло белую лампочку Н2У контроля свободности второго участка удаления.

## 5. Сбои кодов АЛСН

Для выполнения основной своей задачи расшифровки кодового сигнала и включения на локомотивном светофоре показания, соответствующего принимаемому коду локомотивные дешифраторы содержат реле-счетчики импульсов и интервалов, сигнальные реле, реле соответствия.

Реле-счетчики 1, 2, 3 отвечают за подсчет импульсов, а 1А и 2А - интервалов в кодовых комбинациях числового кода. В случае приема кода 3 работают все счетчики (1, 1А, 2, 2А, 3), кода Ж - 1, 1А, 2, 2А, кода КЖ - 1 и 1А. Совместно с реле присутствия кодов ПК они проверяют условие, что число импульсов в поступающей кодовой последовательности не превышает трех и имеется длинный интервал, которым ограничивается каждая кодовая комбинация. По числу сработавших реле-счетчиков определяется принятый сигнал в длинном кодовом интервале.

Сигнальные реле 3, Ж и КЖ фиксируют своим положением принимаемый код и управляют огнями локомотивного светофора. Их контакты задействованы в схемах управления принудительной остановкой поезда, проверки бдительности машиниста и контроля скорости. Кроме того, совместно с реле соответствия С они проверяют соответствие между показанием локомотивного светофора и поступающим на локомотив кодом, который может в любой момент измениться.

Схема сигнальных реле построена таким образом, что включение более разрешающего огня на локомотивном светофоре происходит при большем количестве возбужденных сигнальных реле. Такой принцип обеспечивает исключение на менее разрешающий огонь во всех случаях несрабатывания одного или нескольких сигнальных реле.

В случае несоответствия показания локомотивного светофора принимаемым кодам реле С типа СР-1 с выдержкой времени обесточивается и размыкает цепь питания сигнальных реле и привода их в положение, соответствующее принимаемому коду. Это необходимо для устойчивого приема кодовых

комбинаций при прохождении локомотивных катушек над границей двух рельсовых цепей и искажении двух подряд кодовых циклов сигнала АЛСН.

Таким образом, алгоритм работы приемных устройств типовой системы АЛСН при смене кодовых сигналов в рельсах основан на удержании предыдущего показания локомотивного светофора в течение 5-6 с (замедление на отпускание реле С), соответствующего трем циклам кода.

После смены кодовых сигналов и приема последующих трех кодовых комбинаций реле С и его повторитель ПС обесточиваются, что приводит к кратковременному погасанию локомотивного светофора, показание которого затем выбирается по результатам расшифровки одного (четвертого) контрольного кодового цикла после смены сигналов. При этом предыдущие кодовые комбинации не учитываются. На рис. показаны примеры возможных сбоев локомотивной сигнализации при смене кодов в рельсах рассмотрим сбой на «белый» на рис.а обусловлен искажением помехой четвертого контрольного кодового цикла после проезда путевого светофора и смены кодовых сигналов рельсах с 3 на Ж. На рис.б сбой произошел после переключения показания путевого светофора с желтого на зеленый огонь перед головой поезда в результате искажения контрольной кодовой комбинации на изолирующем стыке. Причиной сбоя на КЖ на рис.в также является искажение контрольного кодового цикла на изолирующем стыке после проследования путевого светофора.

Четвертый контрольный кодовый цикл может быть искажен помехой от намагниченности элементов верхнего строения пути, проездом изолирующего стыка, влиянием высоковольтной линии' электропередач (ЛЭП) или по другим известным причинам. При этом возникает кратковременный сбой на белый или красно-желтый огонь в зависимости от характера искажений контрольной кодовой комбинации.

Случаи двойной смены кодов, когда после первой через 5-6 с происходит вторая смена кодов, как правило, тоже приводят к искажению четвертого контрольного кодового цикла и сбою локомотивной сигнализации.

На станциях искажение контрольного кодового цикла наиболее вероятно после смены кода на границе рельсовых цепей при проследовании выходных и маршрутных светофоров, а затем (через 5-6 с) изолирующего стыка, разграничивающего рельсовую цепь за светофором со следующей по ходу локомотива.

Аналогичная ситуация возможна при изменении показания станционного или перегонного светофора за 5-6 с до момента его проследования головой поезда.

## **6. Охрана труда**

### **6.1. Исследование сопротивления тела человека электрическому току**

**Живая ткань как проводник электрического тока.** Тело человека является проводником электрического тока. Однако проводимость живой ткани в отличие от обычных проводников обусловлена не только ее физическими свойствами, но и сложнейшими биохимическими и биофизическими процессами, присущими лишь живой материи.

Сопротивление тела человека является переменной, имеющий нелинейную зависимость от множество факторов, в том числе от состоянии кожи, параметров электрической цепи физиологических факторов психологического состояния человека и окружающей среде.

Большинство тканей тела человека содержат значительное количество воды (до 65% массы), при этом в ней растворено большое количество различных

солей, поэтому живую ткань можно рассматривать, как электролит. Переносчиком заряда в электролитах являются ионы, поэтому проводимость ткани носит ионный характер.

**Электрическое сопротивление тела человека.** Электрическое сопротивление различных тканей тела человека неодинаково. Удельное объемное сопротивление различных тканей при токе 50 Гц представлено в таблице.

Таблица 6.1.

Удельное сопротивление различных тканей

Наименование ткани	Удельное сопротивление, Ом
Кожа сухая	$3 \cdot 10^4 - 2 \cdot 10^5$
Кости (без надкостницы)	$10^4 - 2 \cdot 10^5$
Жировая ткань	300-600
Мышечная ткань	15,0-30,0
Кровь	10,0-20,0
Спинномозговая жидкость	5,0-6,0

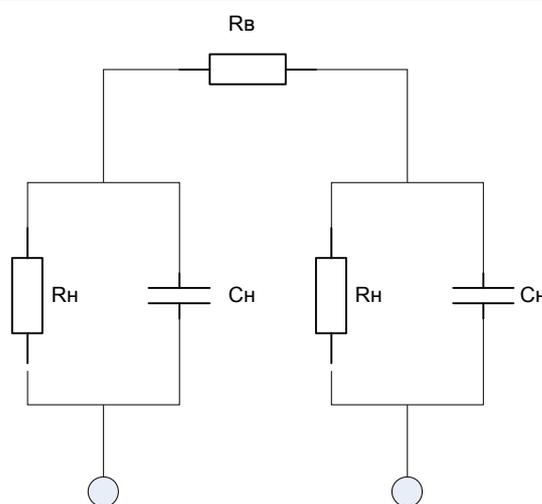


Рис.6.1 Схема замещения тела человека

Сопротивление эпидермиса  $Z_n$  состоит из активного  $R_n$  и емкостного  $X_c$  сопротивлений, включенных параллельно. Емкостное сопротивление обусловлено тем, что в месте прикосновения электрода к телу человека образуется как бы конденсатор, обкладками которого являются электрод и

хорошо проводящие ток ткани тела человека, эпидермис (Рис 6.2).

Емкость  $C_H$ , колеблется от нескольких сотен пикофарад до нескольких микрофарад, зависит от площади контакта с электродом, места измерения.

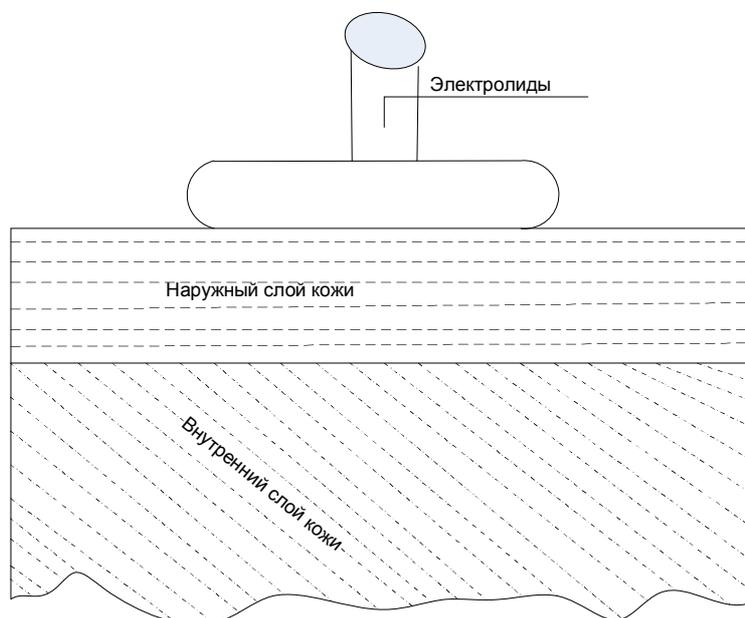


Рис.6.2. Схема емкостной составляющей сопротивления человека

Активное сопротивление эпидермиса  $R_H$  зависит от его удельного сопротивления  $\rho_3$ , значение которого находится в пределах  $10^4 - 10^5$  Ом·м, а также от площади контакта с электродом.

Сопротивление внутренних тканей тела  $R_B$  считается чисто активным. Значение  $R_B$  практически не зависит от площади электродов, частоты тока, а также от приложенного напряжения и равно примерно 500 – 700 Ом.

Полного сопротивления тела человека в комплексной форме, Ом:

$$\underline{Z}_h = 2\underline{Z}_H + R_B = \frac{2}{(R_H + j\omega C_H)} + R_B.$$

После соответствующих преобразований в действительной форме:

$$Z_h = \sqrt{\left(R_B + \frac{2 \cdot R_H}{1 + R_H^2 \cdot \omega^2 \cdot C_H^2}\right)^2 + \left(\frac{2 \cdot \omega \cdot R_H^2 \cdot C_H}{1 + R_H^2 \cdot \omega^2 \cdot C_H^2}\right)^2}$$

Где,  $R_B$  – внутренние сопротивление тела человека;  $R_H$  – активное сопротивление рогового слоя кожи в месте контакта;  $C_H$  – емкость рогового

слоя кожи в месте контакта.

### **Зависимость сопротивления тела человека от состояния кожи.**

Сопротивление кожи, а следовательно, и тела в целом, резко уменьшится при повреждении ее рогового слоя, наличии влаги на ее поверхности, интенсивном потовыделении и загрязнении.

Повреждения рогового слоя – порезы, царапины, ссадины и другие микротравмы, могут снизить сопротивление тела человека до значения, юлизко к значению сопротивления его внутренних тканей, что увеличивает опасность поражения человека током.

Увлажнение кожи понижает ее сопротивление даже в том случае, если влага обладает большим удельным сопротивлением. Объясняется это тем, что влага, попавшая на кожу, растворяет находящиеся на ее поверхности миниральные вещества и жирные кислоты, выведенные из организма в месте с потом и кожным салом, и становится более электропроводной.

Таким образом, работа сырыми руками или в условиях, вызывающих увлажнение каких-либо участков кожи, создает предпосылки для тяжелого исхода в случае попадания человека под напряжение.

Загрязнение кожи различными веществами, в особенности хорошо проводящим ток (металлическая или угольная пыль, окалина и т.п.) , сопровождается снижением ее сопротивления, подобно тому, как это наблюдается при поверхности увлажнении кожи, а также за счет увеличения площади контакта.

**Зависимость сопротивления тела человека от параметров электрической цепи.** Электрическое сопротивление зависит также от места приложения электродов к телу человека, значений тока и приложенного напряжения, рода частоты тока, площади электродов, длительности прохождения тока и некоторых факторов.

Место приложения электродов оказывает влияние потому, что сопротивление кожу у одного и того же человека на разных участках тела не одинаковое. Разница в значениях сопротивления кожи на разных участках тела

объясняется рядом факторов, в том числе:

Различной толщиной рогового слоя кожи;

Неравномерным распределением потовых желез на поверхности тела; Не одинаковой степенью наполнения кровью сосуда кожи. Увеличение тока, проходящего через тело человека, сопровождается усилением местного нагрева кожи и раздражающего действия над ткани. Это в свою очередь вызывает усиление снабжения ее кровью и повышения потоотделения, что и приводит к снижению электрического сопротивления кожи в том месте. На рис.6.3 кривая 1 показывает зависимость  $Z_n$  от  $U_{пр}$  при токе 50 Гц, а кривая 3 – при постоянном токе.

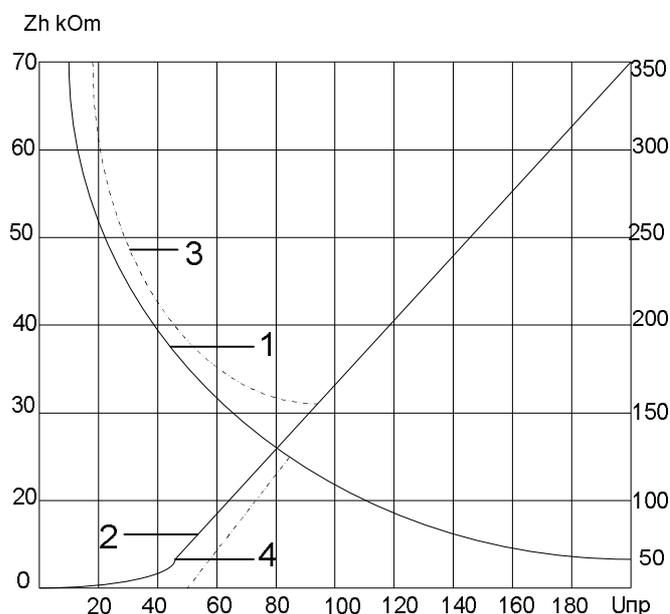


Рис.6.3. Зависимость сопротивления тела человека и тока

протекающего через него, от приложенного напряжения

1 и 2- для переменного тока (25 Гц), 3 и 4- для постоянного тока

Уменьшение  $Z_n$  с ростом приложенного напряжения происходит в основном за счет уменьшения сопротивления кожи и объясняется влиянием ряда факторов, в том числе увеличением тока, проходящего через кожу, и проблем рогового слоя кожи под влиянием приложенного напряжения.

**Влияние значения тока на исход поражения.** Степень отрицательного воздействия тока на организм человека увеличивается с ростом тока. Вместе с

тем исход поражения определяется длительностью прохождения тока, его частотой а также некоторыми факторами.

#### *Характер воздействия на человека токов разного значения*

В теории электробезопасности различают несколько уровней тока, протекающего через человека, по тем ощущениями и воздействию на организм человека, которые этот ток оказывает.

*Ощутимый ток.* Человек начинает ощущать воздействию проходящего через него малого тока в среднем около 1,1 мА при переменном токе частотой 50 Гц и около 5 мА при постоянном токе.

*Безопасный ток,* который длительно ( в течении нескольких часов ) может проходить через человека, не нанося ему вреда и не вызывая никаких ощущений, во много раз меньше порогового ощутимого тока. Точные значения безопасного тока не установлены, однако для практических целей его наибольшее значение можно, по видимому, принимать равными 50-75 мкА при 50 Гц и 100 – 12 мкА при постоянном токе. ***Неотпускающий ток.***

Увеличение тока сверх порогового ощутимого вызывает у человека судороги мышц и болезненные ощущения, которые с ростом тока усиливается и распространяется на все большие участки тела.

***Фибрилляционный ток.*** Ток 50 мА и более при частоте 50 Гц, проходя через тело человека по пути (рука - рука или рука – ноги), распространяет свое раздражающее действие на мышцу сердца, расположенную глубоко в груди.

Ток больше 5А как переменный 50 Гц, так и постоянный, вызывает немедленную остановку сердца, минуя состояние фибрилляции.

**Влияние пути тока на исход поражения.** Путь прохождения тока в теле человека играет существенную роль в исходе поражения. Так, если на пути тока оказываются жизненно важные органы – сердце, легкие, головной мозг, то опасность поражения весьма велика, поскольку ток воздействует непосредственно на эти органы.

Возможных путей тока в теле человека, которые именуются также петлями тока, очень много. Однако характерными, обычно встречающимися в практике,

являются 15 петель. Наиболее часто цепь тока через человека возникает по пути правая рука - ноги, также довольно часто встречаются случаи пути рука-нога (рис.6.4).

Наиболее опасными являются петли голова - руки и голова – ноги, ток может проходить через головной и спинной мозг.

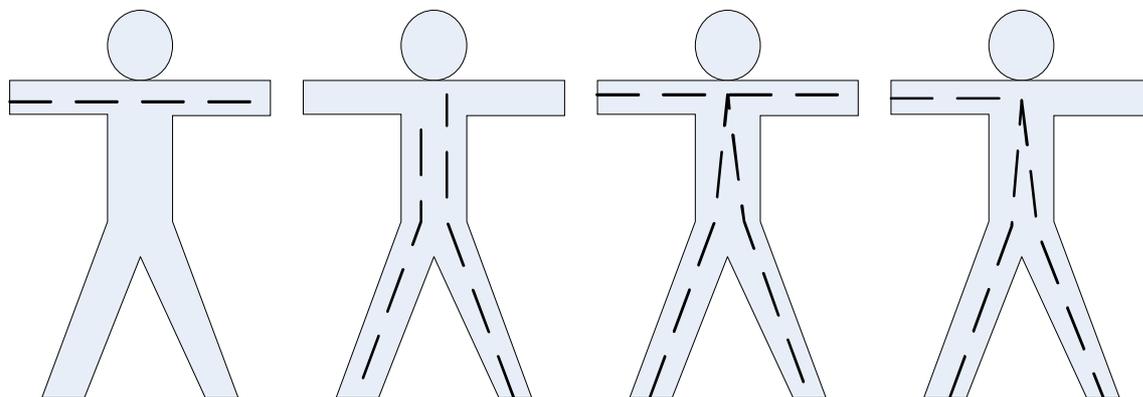


Рис.6.4. Типичные пути протекание тока

**Критерии без опасности электрического тока.** Защитные меры и средства защиты от поражения электрическим током должно создаваться с учетом допустимых для человека значений тока при данной длительности и пути его прохождения через тело или соответствующих этим токам напряжений прикосновения. Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки (Таблица 6.2.).

Таблица 6.2

Род тяги	U, В	I, мА
	Не более	
Переменный, 50Гц	2,0	0,3
Переменный, 400Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Предельно допустимые значения напряжений прикосновения при аварийном режиме производственных электроустановок с частотой 50 Гц, напряжением выше 1000В, с глухим заземлением нейтрали (таблица 6.3).

Таблица 6.3

Продолжительность воздействия $t, c$	Предельно допустимое значение напряжения прикосновения $U, B$
До 0,1	500
0,2	400
0,5	200
0,7	130
1,0	100
Св.1,0 до 5,0	65

### Заключение

Данная выпускная работа посвящена проектированию системы автоблокировки для однопутного участка при автономной тяге.

В выпускной работе описаны следующие вопросы:

- путевой план перегона;
- схема двух сигнальных точек;
- схема увязки перегона со станций для передачи информации с состоянием

двух блок участков приближения;

- произведена расстановка светофоров по кривой скорости;

- разработана схема кодирования по приему и отправлению на заданной станции. Для этого представлен однониточный и двухниточный план станции;

-рассчитаны критерии оценки различных режимов рельсовой цепи;

- в разделе специального задания рассмотрены сбои кодов АЛСН;

В качестве специального задания, в котором рассматривается Сбои кодов АЛСН.

В разделе - охрана труда рассмотрены вопросы исследование сопротивления тела человека электрическому току.

### Список использованных источников

1. И.А. Каримов Доклад президента Ислама Каримова на заседании кабинета министров посвященном итогам социально-экономического развития в 2013 году и важнейшим приоритетным направлениям экономической программы на 2014 год.
2. Правила технической эксплуатации железных дорог Республики Узбекистан Т. 2001 г
3. «Эксплуатационные основы устройств железнодорожной автоматики и телемеханики» И.М. Кокурин, Л.Ф. Кондратенко. 1990. 290 с
4. В.С. Аркатов, Ю.А. Кравцов, Б.М. Степенский. Рельсовые цепи. Анализ работы и техническое обслуживание. – М.: Транспорт, 1990. 300 с
5. Долин П.А. Основы техники безопасности в электрических установках.– М.: Энергия, 1970. 320 с
6. Сороко В.И., Разумовский Б.А. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики: Справочник. В 2-х т. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1981 340с.
7. Казаков А.А., Бубнов В.Д., Казаков Е.А. Автоматизированные системы интервального регулирования движения поездов: Учеб.для техникумов ж.-д. транспорта. М.: Транспорт, 1995. 320 с.
8. Типовые проектные решения АБ-2-К-25-50-ЭТ-82, ПС-2-К-25-50-ЭТ-82, МРЦ-13 альбом 5.
9. Импульсный путевой приёмник ИВГ-КРМ. Журнал «АСИ» №11 2008г.
10. Реле импульсное путевое ИВГ-Ц, ИВГ-Ц-В. stalenergo.ru
11. Казаков А.А., Казаков Е.А. Автоблокировка, локомотивная сигнализация и автостопы: Учебник для техникумов ж.-д. транспорта – 7- е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1980. – 360 с.
12. Котляренко Н.Ф. и др. «Путевая блокировка и авторегулировка». М.: Транспорт, - 1983 г. 280 с

