

## АННОТАЦИЯ

Дипломный проект посвящен разработке устройств автоматики и телемеханики на действующем участке Бабаево-Тимошкино путем применения системы автоблокировки типа АБТЦ-03.

Рассмотрены требования по охране труда при техническом обслуживании автоблокировки с тональными рельсовыми цепями и с централизованным размещением аппаратуры. Выполнено технико-экономическое обоснование эффективности внедрения автоблокировки с тональными рельсовыми цепями, без изолирующих стыков и централизованным размещением аппаратуры.

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
<b>1 Системы автоблокировки</b>	
1.1 Классификация систем автоблокировки .....	8
1.2 Разновидности систем автоблокировки .....	10
1.3 Обоснование выбора системы интервального регулирования движения поездов для заданного участка.....	13
1.4 Основные характеристики системы АБТЦ-03.....	15
1.5 Характеристика участка.....	17
<b>2 Схемные решения АБТЦ-2003</b>	
2.1 Путь план и кабельная сеть перегона.....	18
2.2 Схемы тональных рельсовых цепей.....	21
2.3 Схема контроля светофором.....	22
2.4 Схема рельсовых цепей.....	24
2.5 Схема кодирования рельсовых цепей.....	25
2.6 Схема замыкания и разделки перегонных устройств.....	29
2.7 Схема контроля последовательного освобождения рельсовых цепей.....	31
<b>3 Расчет экономической эффективности внедрения АБТЦ-2003</b>	
3.1 Введение.....	33
3.2 Сравнительный анализ экономической эффективности оборудования участка железной дороги системой АБТЦ-03.....	37
3.2.1 Расчет экономии эксплуатационных расходов.....	39
3.3 Показатели проекта по годам расчётного периода.....	43
3.4 Вывод по разделу.....	46

4 Охрана труда	
4.1 Введение.....	47
4.2 Вибрация.....	47
4.3 Шум.....	49
4.4 Освещение.....	50
4.5 Вредные вещества.....	51
4.6 Электрический ток.....	52
4.7 Расчёт защитного заземления.....	56
4.8 Пожарная безопасность.....	59
4.9 Вывод по разделу.....	61
Заключение.....	62
Приложение.....	63
Список использованных источников.....	69

## ВВЕДЕНИЕ

Ведущую роль по увеличению пропускной и провозной способности железных дорог, повышению перерабатывающей способности сортировочных, грузовых станций, сокращению времени оборота вагонов, увеличению скорости грузовых и пассажирских поездов при минимальных по сравнению с другими устройствами затратах играют устройства автоматики, телемеханики и связи, а также автоматизированные системы управления перевозками и технологическими процессами.

Для регулирования движения поездов на перегонах применяют автоматическую блокировку (автоблокировку), при которой показания сигналов (проходных светофоров) изменяются автоматически в зависимости от места нахождения поездов.

При автоблокировке перегоны делятся на блок-участки. Каждый блок-участок оборудуют рельсовыми цепями, автоматически контролирующими его состояние. Применение рельсовых цепей позволяет обеспечить действие автоматической локомотивной сигнализации и тем самым повысить безопасность движения поездов, особенно в неблагоприятных условиях видимости светофоров.

Устройства автоблокировки фиксируют свободное или занятое состояние блок-участков, поэтому их используют для диспетчерского контроля за движением поездов, а также извещения о приближении поездов к переездам в системе автоматической переездной сигнализации.

Автоблокировка, автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС), диспетчерский контроль за движением поездов и автоматическая переездная сигнализация составляют единый комплекс устройств регулирования движения поездов.

Устройства автоблокировки не должны допускать включению на светофоре разрешающего сигнального показания до освобождения ограждаемого им блок-участка. Все светофоры автоблокировки должны автоматически включать запрещающие сигнальные показания при входе поезда на ограждаемые ими блок-участки, а также в случае нарушения целостности рельсовых цепей этих участков.

Разрешение на занятие поездом блок-участка служит разрешающее показание проходного светофора. На проходных светофорах (кроме предвходных), расположенных на затяжных подъемах, допускается в каждом отдельном случае с разрешения начальника дороги, устанавливается условно-разрешающий сигнал—щит с отражательным знаком в виде буквы «Т», который служит разрешением на проследование светофора с красным огнем без остановки грузовому поезду.

Внедрение автоблокировки на двухпутных линиях повышает их пропускную способность в 2-3 раза, по сравнению с линиями, оборудованными полуавтоматической блокировкой. Автоблокировка на однопутных линиях увеличивает пропускную способность на 35-50%. При этом на каждые 100 км. линий высвобождаются 60-70 человек эксплуатационного штата.

Автоблокировка может быть трехзначной или четырехзначной в зависимости от того, сколько сигнальных показаний подается проходными светофорами. Так же может быть односторонняя и двухсторонняя автоблокировка.

В схемах автоблокировки, как правило, применяют реле I класса надежности. Допускается использовать реле, не относящиеся к реле I класса надежности (например, в импульсных рельсовых цепях, дешифраторных ячейках), но следует контролировать их правильную работу. Повреждения в электрических схемах отдельных приборов: обрыв или короткое замыкание обмоток реле, обрыв монтажных проводов, выключение основного

источника питания, перегорание предохранителей не должны приводить к опасным для движения поездов ситуациям.

На данный момент при оборудовании участка железной дороги устройствами выбирают из следующих систем:

- Унифицированная самопроверяемая автоматическая блокировка (УСАБ);
- Кодовая автоблокировка;
- Автоматическая локомотивная сигнализация, как самостоятельное средство сигнализации и связи (АЛСО);
- Автоблокировка с тональными рельсовыми цепями без изолирующих стыков;
- Автоблокировка с тональными рельсовыми цепями, с изолирующими стыками и централизованным размещением аппаратуры;
- Автоблокировка с тональными рельсовыми цепями, без изолирующих стыков и централизованным размещением аппаратуры.

## 1 СИСТЕМЫ АВТОБЛОКИРОВКИ

### 1.1 КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ АВТОБЛОКИРОВКИ НА ОСНОВЕ ТОНАЛЬНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

#### а) Способ размещения аппаратуры.

Различают системы децентрализованные и с централизованным размещением аппаратуры. Централизованное размещение аппаратуры приводит к увеличению расхода кабеля и снижает живучесть системы в целом, однако, обладает рядом существенных преимуществ:

- обеспечивает работу оборудования в благоприятных условиях отапливаемого помещения, что повышает надежность и долговечность приборов;

- исключает необходимость передачи информации между светофорами, на переезды и на станцию, что упрощает схемные зависимости АБ, диспетчерского контроля и схемы смены направления; в конечном итоге повышается надежность системы в целом;

- облегчает техническое обслуживание устройств и снижает затраты на обслуживание, значительно сокращает время поиска и устранения неисправностей;

- облегчает труд обслуживающего персонала, существенно уменьшает время работы на открытом воздухе и в зоне повышенной опасности в непосредственной близости движущихся поездов;

- снижает стоимость системы за счет исключения расходов на оборудование сигнальных точек релейными шкафами, линейными трансформаторами высоковольтных линий и кабельными ящиками, а также за счет упрощения схем.

б) Наличие проходных светофоров.

В системах АБ без проходных светофоров снижаются затраты на их установку и обслуживание, исключаются такие ненадежные элементы, как лампы накаливания. Системы без проходных светофоров целесообразно применять при централизованном размещении аппаратуры, т. к. при этом требуется меньший расход кабеля. Однако, с точки зрения безопасности движения и психологии работы машинистов, применение проходных светофоров является более предпочтительным. Кроме того, при отсутствии напольных светофоров основным средством регулирования становится система АЛС. Поэтому к ее надежности предъявляются высокие требования.

в) Наличие изолирующих стыков на границах БУ.

ТРЦ могут работать без ИС, что является положительным качеством. Однако наличие зоны дополнительного шунтирования приводит к тому, что подвижная единица, приближающаяся к границе БУ, шунтирует ТРЦ впередилежащего БУ; на светофоре, к которому приближается поезд, ложно включается запрещающий сигнал. Поэтому на границах БУ приходится размещать короткие ТРЦ повышенной частоты с малой величиной зоны дополнительного шунтирования и смещать проходные светофоры относительно точки подключения приборов РЦ. При этом количество рельсовых цепей и, следовательно, оборудования увеличивается. Установка ИС на границах БУ позволяет исключить короткие РЦ и увеличить длину ТРЦ.

г) Приспособленность к работе на участках с пониженным сопротивлением балласта (ПСБ).

Принципы построения АБ с ТРЦ в основном не зависят от сопротивления балласта. Однако участки с низким сопротивлением балласта требуют уменьшения длины РЦ и приводят к некоторым особенностям технической реализации АБ и выбора параметров ТРЦ.

д) По элементной базе.

По этому признаку системы АБ с ТРЦ можно разделить на системы с релейно-контактными устройствами и микроэлектронные системы. В



настоящее время подавляющее большинство разработанных и внедряемых в эксплуатацию систем относится к первой группе устройств. Однако более перспективными являются микроэлектронные системы, которые сейчас находятся в стадии доработки и проходят опытную эксплуатацию. Так, в децентрализованной микроэлектронной системе АБ-Е1 применяются адаптивные рельсовые цепи с частотой несущей 174,38 Гц, с изолирующими стыками, устанавливаются проходные светофоры. Увязка показаний светофоров осуществляется по рельсовой линии с использованием двоичного кода. В системе АБ-Е2 изолирующие стыки исключены, используется 4 частоты, логические зависимости реализуются при помощи микроэлектронной и микропроцессорной техники. В системе АБ-УЕ полностью исключены контактные электромагнитные приборы, все логические зависимости реализуются на программном уровне. Техническое обслуживание этих систем требует специальных знаний микроэлектронной техники и методов программирования, что существенно затрудняет широкое внедрение подобных устройств.

## 1.2 РАЗНОВИДНОСТИ СИСТЕМ АВТОБЛОКИРОВКИ

### 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,  $r_{\min}$  можно выбирать в пределах от 150 до 1000 м. 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.

### 1.3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СИСТЕМЫ ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ ДЛЯ ЗАДАННОГО УЧАСТКА

В данном дипломном проекте в качестве системы интервального регулирования движения поездов для участка Бабаево-Тимошкино выбрана система АБТЦ-03, которая обладает несомненными преимуществами по сравнению с другими системами автоблокировки.

При АБТЦ основная часть аппаратуры размещается централизованно в помещениях постов ЭЦ станций, ограничивающих перегон, или в транспортабельных модулях. На поле устанавливаются светофоры, путевые ящики и дроссель - трансформаторы, при наличии переездов – релейные шкафы управления устройствами переездной сигнализации. Постовая и напольная аппаратура соединяется между собой кабельными линиями, также по кабельным линиям выполняется взаимная увязка комплектов аппаратуры АБТЦ, расположенных на соседних станциях, ограничивающих перегон.

Максимальная дальность управления рельсовой цепью составляет 9 км (по кабелю), максимальная дальность управления рельсовой цепью составляет 12 км (по кабелю) при автономной тяге и 10 км (по кабелю) при электротяге.

При организации транспортабельного модуля ЭЦ-ТМ целесообразно размещать его, по возможности, на середине перегона, что позволит сократить жильность применяемого кабеля. Количество ЭЦ-ТМ определяется протяженностью перегона.

Структура построения рельсовых цепей такова, что от одного

генератора осуществляется питание двух рельсовых цепей, за исключением случаев подключения генератора у изолирующего стыка на границе со станцией. Подключение путевых приемников смежных рельсовых цепей к согласующему трансформатору в путевом ящике осуществляется одной парой жил кабеля. Кроме согласующих трансформаторов в путевых ящиках устанавливаются разрядники или выравниватели, защитные резисторы, а на участках с электротягой – автоматические выключатели многоразового действия (АВМ).

Указанные особенности системы позволяют существенно повысить производительность труда обслуживающего персонала, сократить время на обслуживание и устранение отказов в устройствах. Централизованное размещение аппаратуры на станциях в отапливаемых помещениях повышает надежность работы устройств, создаёт возможность для наиболее эффективного резервирования устройств.

Сокращение времени нахождения обслуживающего персонала на путях, т.е. зоне повышенной опасности, способствует более успешному решению задач связанных с улучшением условий труда и повышением техники безопасности. Это особенно важно для малонаселённых регионов с суровым климатом. Возможность выполнения практически всего графика технологического процесса обслуживания устройств в отапливаемых помещениях на станции сокращает затраты труда и времени на текущее обслуживание устройств, снижается число трудоёмких операций, повышается качество выполнения работ. Эти особенности обеспечивают значительное повышение производительности труда обслуживающего персонала, сокращение его численности и снижение эксплуатационных расходов на техническое обслуживание устройств.

Централизованное размещение аппаратуры существенно упрощает решение задач, связанных с организацией диспетчерского контроля движения поездов, контроля приближения поездов к станциям и переездам, организацией двухстороннего движения по одному из путей двухпутного

участка, сменой направления движения. Упрощаются также устройства электроснабжения.

Питание устройств АБТЦ - осуществляется от тех же источников, что и устройства электрической централизации. При наличии на станциях надёжных источников электроснабжения не требуются ни основная, ни резервная продольные высоковольтные линии автоблокировки, так как на перегонах источники электропитания не требуются. Потребляемая рельсовыми цепями мощность снижается в 5 - 10 раз по сравнению с традиционно применяемыми рельсовыми цепями.

#### 1.4 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ АБТЦ-03

АБТЦ-03 проектируется на однопутных и многопутных перегонах с электротягой постоянного или переменного тока, а так же автономной тягой.

АБТЦ не допускает открытия выходного или проходного светофора до освобождения подвижным составом ограждаемого ими блок-участка, а так же самопроизвольного закрытия светофора в результате перехода с основного на резервное электроснабжение или наоборот, если время перехода не превышает 1,3 с.

Система проектируется с автоматической локомотивной сигнализацией и дополняется устройствами диспетчерского контроля.

На однопутных и многопутных перегонах проектируется автоблокировка двухстороннего действия, движение может осуществляться в любом установленном направлении.

На однопутных перегонах проектируется двухсторонняя автоблокировка (в обоих направлениях движение осуществляется по показаниям напольных светофоров). На двухпутных и многопутных перегонах, как правило, проектируется односторонняя автоблокировка (движение осуществляется по показаниям напольных светофоров в одном (правильном) направлении, в противоположном (неправильном) направлении

предусматриваются устройства, обеспечивающие движение по показаниям локомотивных светофоров).

Изменение направления движения по каждому пути осуществляется самостоятельными (не зависящими друг от друга) устройствами, что позволяет осуществлять двухстороннее движение по каждому пути не только при капитальном ремонте, но и в порядке регулирования.

Расстановка светофоров при АБТЦ осуществляется на основании «Руководящих указаний по расстановке светофоров автоблокировки и определению границ блок-участков на линиях с АЛСО» 660301.

За светофором с запрещающим показанием, ограждающим занятый блок-участок, предусматривается защитный участок протяженностью не менее длины тормозного пути автостопного торможения от допустимой скорости проследования путевого светофора с одним желтым огнем до полной остановки (с  $V_{кж}$  до 0 км/ч).

Проходной светофор принимает разрешающие показания при свободном состоянии ограждаемого им блок-участка, защитного участка и соблюдении условия последовательного освобождения рельсовых цепей, входящих в состав этих участков.

Двухнитевые лампы применяются для красных огней проходных светофоров и для красного и желтого огней предупредительного светофора.

При небольшой длине перегона аппаратура может быть размещена на одной из станций, ограничивающих перегон.

Деление перегона производится по сигнальной установке, управление светофором на границе деления перегона осуществляется, как правило, со станций отправления.

Граница деления перегона выбирается, исходя из удаления светофоров от станций, ограничивающих перегон, и возможности размещения аппаратуры на станциях. Аналогично производится деление перегона между модулем, расположенным в середине перегона, и станциями, ограничивающими перегон.

При необходимости, если длина перегона не позволяет управлять со станции объектами автоблокировки, аппаратура АБТЦ может быть размещена в транспортабельном модуле в середине перегона.

Питающие и релейные концы перегонных рельсовых цепей должны размещаться в разных кабелях парной скрутки с обязательной организацией схемы контроля исправности кабельных цепей ТРЦ.

## 1.5 ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА

На заданном перегоне Бабаево-Тимошкино имеющем протяженность 4 км применяется новая система автоблокировки с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением аппаратуры (АБТЦ-03).

Участок двухпутный с нормальным сопротивлением балласта, оборудованный системой электротяги переменного тока. Расстановка светофоров осуществлена на основе тяговых расчетов, с учетом заданных размеров движения и характеристик обращающихся поездов и локомотивов, с проверкой видимости светофоров.

На участке обеспечено двухстороннее движение поездов по каждому пути. Регулирование движения поездов в правильном направлении осуществляется по показаниям проходных светофоров и светофорной локомотивной сигнализации. В неправильном направлении движение поездов осуществляется по показаниям локомотивного светофора. Аппаратура автоблокировки, включая аппаратуру тональных рельсовых цепей (ТРЦ), размещается в релейных помещениях постов ЭЦ, а подключения аппаратуры ТРЦ к рельсам осуществляется через согласующие трансформаторы, размещенные в путевых ящиках, устанавливаемых непосредственно у точки подключения.



## 2 СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ АБТЦ-2003

### 2.1 ПУТЕВОЙ ПЛАН И КАБЕЛЬНАЯ СЕТЬ ПЕРЕГОНА

В соответствии с инструкцией по содержанию технической документации на устройства СЦБ (ЦШ/617) путевой план перегона составляется на основании тяговых расчетов, согласовывается руководством дистанции сигнализации и связи, пути, руководством служб сигнализации и связи, пути, электроснабжения железной дороги, главным ревизором железной дороги по безопасности движения и утверждается руководством железной дороги.

На путевом плане перегона показываются сигнальные точки и ординаты их установки, путевые устройства УКСПС и другие, граница деления перегона, а так же трассы магистральных кабелей СЦБ.

На путевом плане указывается название примененных при проектировании типовых альбомов.

Кабельная сеть составлена на основании путевого плана перегона.

Комплект чертежей кабельной сети состоит из двух частей. На первой части отображены пути перегона в однопунктном виде и весь перечень устройств, показанный на путевом плане перегона. На второй части отображено распределение электрических цепей АБТЦ в магистральных кабелях СЦБ.

Кроме того, на первой части комплекта чертежей кабельной сети показаны:

- рельсовые цепи с указанием наименования и длины;
- путевые ящики, дроссель-трансформаторы, разветвительные муфты и др.;
- магистральные кабели СЦБ с указанием их длины, емкости (число пар) и количества запасных жил;

- кабели СЦБ к одиночным объектам АБТЦ и между ними, с указанием их длины, емкости (число пар) и количества запасных жил.

В связи с тем, что перегон Бабаево-Тимошкино составляет всего 4км и имеет по три блок-участка в каждом направлении, наименование рельсовых цепей выполнено следующим образом: по нечётному пути в нечётном направлении – Н1П, Н3П... Н15П; по чётному пути в чётном направлении – Ч2П, Ч4П... Ч20П.

У путевого ящика питающего конца указана комбинация частот рельсовой цепи (несущая/модулирующая). Длины рельсовых цепей определены на основании методики выбора частот и длин ТРЦ в системе АБТЦ.

На кабельных сети спроектированы две трассы магистральных кабелей. Магистральные кабели прокладываются со стороны своего пути.

Релейные и питающие концы ТРЦ должны прокладываться в разных кабелях, независимо от наличия схемы контроля жил кабеля. Разделка релейных и питающих концов ТРЦ в общих муфтах не допускается. Для ТРЦ, в качестве магистральных, использованы кабели с парной скруткой жил. Между разветвительными муфтами магистрального кабеля и путевыми ящиками с аппаратурой согласования рельсовой и кабельной линии может применяться кабель с непарной скруткой жил.

Для управления огнями перегонных светофоров использованы кабели с парной скруткой жил. Так как длина кабеля составляет более 4 км, прямые и обратные жилы управления огнями светофоров размещены в разных кабелях.

Для уменьшения количества кабелей в одном кабеле сгруппированы жилы управления светофорами и ТРЦ. В кабеле питающих концов ТРЦ размещены прямые, а в кабеле релейных концов ТРЦ – обратные провода управления светофорами. Также совместно с релейными и питающими концами ТРЦ проложены линейные цепи увязки комплектов аппаратуры

АБТЦ, цепи смены направления движения и другие электрические цепи, частота тока которых отлична от диапазона частот, применяемых в ТРЦ.

Так же в одном кабеле с ТРЦ проложены цепи аварийно-восстановительной связи (АВС).

Для защиты кабелей АБТЦ от электромагнитного влияния тяговой сети переменного тока в данном дипломном проекте применены кабели с металлической оболочкой и броней в полиэтиленовом шланге.

При построении кабельных сетей АБТЦ приняты следующие обозначения:

- АВС – цепи аварийно-восстановительной связи;
- ДСН, ОДСН – прямой и обратный провода цепи двойного снижения напряжения;
- Н, ОН – прямой и обратный провода цепи смены направления;
- К, ОК – прямой и обратный провода цепи контроля перегона (схема смены направления);
- Л, ОЛ – прямой и обратный провода линейной цепи с указанием номера
  - линейной цепи (Л1–ОЛ1);
- Р (П, М) – прямой и обратный провода релейного конца ТРЦ с указанием номера смежных рельсовых цепей [17-19Р (П, М), 5-7Р (П, М)];
- П (П, М) – прямой и обратный провода питающего конца ТРЦ с указанием номера смежных рельсовых цепей [7-9П (П, М), 15-17П (П, М)];
- З, Ж, РЖ, К, РК – прямые провода управления огнями светофора зеленым, желтым, резервным желтым, красным, резервным красным с указанием номера светофора, например 1С (З, Ж, РЖ, К, РК);
- ОЖЗ, ОК – обратные провода управления огнями светофора зеленым и желтым, красным с указанием номера светофора, например 1С (ОЖЗ, ОК).

В данном дипломе приведен вариант выполнения путевого плана перегона и кабельной сети для двухпутного участка при электротяге переменного тока. В этом случае, для выравнивания асимметрии, применены

дроссель-трансформаторы типа ДТ-1-150 на границах перегона (на входных сигналах станций Бабаево и Тимошкино) так как длина перегона не превышает 6-ти км.

При электротяге постоянного тока и автономной тяге чертежи выполняются аналогично. В основном, отличие заключается в выборе типов и мест установки дроссель-трансформаторов и в выборе типа марки магистрального кабеля. Также, при электротяге постоянного тока для выравнивания асимметрии применяются дроссель-трансформаторы типа ДТ-0,6 или аналогичные, расстояние между ординатами установки ДТ принимается равным от 6 до 9 км.

Кроме того, на двухпутных участках предусматривается установка междупутных дроссельных перемычек, подключаемых, как правило, к средним точкам дроссель-трансформаторов. Расстояние между ординатами подключения междупутных перемычек рекомендуется принимать равным от 5 до 9 км при электротяге постоянного тока и от 9 до 12 км при электротяге переменного тока.

Путевой план перегона представлен в приложении 1.

## 2.2 СХЕМЫ ТОНАЛЬНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

Основное назначение рельсовых цепей – контроль занятого и свободного состояния участков пути.

Для питания ТРЦ используются путевые генераторы типа ГПЗ1-8,9,11 или ГПЗ1-11,14,15, которые настраиваются на передачу амплитудно-модулированного сигнала одной из несущих частот 420, 480, 580 Гц или 580, 720, 780 Гц с модуляцией 8 или 12 Гц.

От генератора сигнал через путевой фильтр Ф типа ФПМ-8,9,11 или ФПМ-11,14,15, выходную цепь передающих устройств числовой АЛС, конденсатор «С» емкостью 4 мкФ, кабель и согласующий трансформатор

типа ПОБС-2Г, устанавливаемый в путевом ящике, поступает в рельсовую цепь.

На релейном конце рельсовой цепи сигнал поступает через аналогичные элементы на вход путевого приемника ПП. В результате на выходе путевого приемника, настроенного на несущую и модулирующую частоты принимаемого сигнала, происходит включение путевого реле П типа АНШ2-310, контролирующего свободное или занятое состояние рельсовой цепи.

В зависимости от используемых несущей частоты и частоты модуляции применяются следующие типы путевых приемников ПП1-8/8, ПП1-8/12, ПП1-9/8, ПП1-9/12, ПП1-11/8, ПП1-11/12, ПП1-14/8, ПП14/12, ПП1-15/8, ПП1-15/12.

Кроме названной аппаратуры в состав схемы рельсовых цепей входят:

- реле П1 и П2 типа 1Н-340 – повторители путевых реле. Перед буквенным обозначением указывается наименование рельсовой цепи. Например, Н7П1, Н7П2;

- реле ПП типа РЭЛ1-600 – повторители путевых реле блок-участка. Перед буквенным обозначением указывается индекс горловины станции, к которой примыкает путь и номера рельсовых цепей блок-участка. Например, Н7-15ПП;

- реле ЗУ типа РЭЛ1-1600 – повторители путевых реле, входящих в состав защитного участка. Перед буквенным обозначением указывается номер светофора, ограждающего рельсовые цепи защитного участка. Например, 1ЗУ. Следует отметить, что защитные функции участок выполняет для предыдущего светофора, то есть участок 1ЗУ проверяется в показании светофора 3.

Схема тональных рельсовых цепей представлена в приложении 2.

### 2.3 СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОФОРОМ

Питание ламп светофора 3 осуществляется от стационарных устройств через изолирующий трансформатор ЗСТ типа ПРТ-МП-2. Напряжение вторичной обмотки устанавливается в зависимости от удаленности светофора. Для регулировки напряжения на лампах в трансформаторном ящике у светофора устанавливают сигнальные трансформаторы типа СТ-4МГ.

Выбор требуемого огня светофора осуществляется контактами сигнальных реле ЗЖ и ЗЗ. Реле ЗЖ возбуждено при свободности ограждаемого блок-участка (Н5-11ПП), защитного участка за светофором 1 (13У) и замкнутом состоянии ограждаемого БУ (ЗБ2). Состояние сигнального реле ЗЗ зависит от состояния реле ЗЖ и 1Ж. Включение разрешающих огней светофора при смене показаний выполняется повторителями сигнальных реле ЗЖ (типа 1НМ-950), ЗЖ1 и ЗЗ1 типа 2НМ-1000, в цепи возбуждения которых проверяется включенное состояние огневого реле.

Горение разрешающих огней и основной нити красного огня контролирует огневое реле ЗО. Перегорание ламп фиксируется схемой повторителя огневого реле ЗО2, которое включает на табло мигающий режим горения контрольной лампочки данного светофора. Информация о перегорании нити, то есть обесточенное состояние реле ЗО2, сохраняется до устранения неисправности. После замены лампы возбуждение реле ЗО2 производится установкой в гнездо ЗГН перемычки, которая затем извлекается.

При перегорании основной нити красного огня питание подается на резервную нить через тыловой контакт ЗО1 с проверкой обесточенного состояния сигнальных реле ЗЖ и ЗЖ1.

В схеме управления огнями светофора при включении более разрешающего огня предусмотрена проверка исправности огневого реле ЗО. Для этого введены реле ЗЖ1 и ЗЗ1. При возбуждении реле ЗЖ реле ЗЖ1 остается обесточенным. Это приводит к разрыву цепи огневого реле ЗО,

которое отпускает свой якорь и обеспечивает возбуждение реле ЗЖ1. После этого организуется цепь питания лампы желтого огня и реле ЗО включается. Реле ЗО2 в течение этого времени остается в возбужденном состоянии за счет тока разряда конденсаторов (блока БКР-76). Если реле ЗО не отпустит свой якорь, что свидетельствует о неисправности, то включение желтого огня не произойдет. Аналогично работает схема реле ЗЗ1 при включении зеленого огня.

При коротком замыкании между прямыми и обратными жилами кабеля возникает опасная ситуация, в которой при погасшем светофоре огневое реле ЗО остается возбужденным, то есть не контролирует горение лампы. Кроме того, может произойти накопление отказов, приводящих к включению более разрешающего сигнала. Для исключения такой ситуации предусмотрено реле контроля замыкания ЗКЗ типа АОШ2-1 (ток притяжения якоря 0,265 А). Нормально реле ЗКЗ обесточено. При переключении жил ток увеличивается, реле ЗКЗ притягивает свой якорь и возбуждает реле ЗКЗК, которое отключает питание прямых жил кабеля. В результате этого реле ЗО обесточивается и фиксирует неисправность. Если длина кабеля не превышает 3 км, то вместо реле КЗ устанавливается предохранитель 0,3 А.

Схема управления светофором 3 представлена в приложении 3.

## 2.4 СХЕМА РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

Основное назначение рельсовых цепей – контроль занятого и свободного состояния участков пути.

Для питания ТРЦ используются путевые генераторы типа ГПЗ-8,9,11 или ГПЗ-11,14,15, которые настраиваются на передачу амплитудно-модулированного сигнала одной из несущих частот 420, 480, 580 Гц или 580, 720, 780 Гц с модуляцией 8 или 12 Гц .

От генератора сигнал через путевой фильтр Ф типа ФПМ-8,9,11 или ФПМ-11,14,15, выходную цепь передающих устройств числовой АЛС,

конденсатор С емкостью 4 мкФ, кабель и согласующий трансформатор типа ПОБС-2Г, устанавливаемый в путевом ящике, поступает в рельсовую цепь.

На релейном конце рельсовой цепи сигнал поступает через аналогичные элементы на вход путевого приемника ПП. В результате на выходе путевого приемника, настроенного на несущую и модулирующую частоты принимаемого сигнала, происходит включение путевого реле П типа АНШ2-310, контролирующего свободное или занятое состояние рельсовой цепи.

В зависимости от используемых несущей частоты и частоты модуляции применяются следующие типы путевых приемников ПП1-8/8, ПП1-8/12, ПП1-9/8, ПП1-9/12, ПП1-11/8, ПП1-11/12, ПП1-14/8, ПП1-14/12, ПП1-15/8, ПП1-15/12.

## 2.5 СХЕМА КОДИРОВАНИЯ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

По назначению схемы кодирования рельсовых цепей можно разделить на следующие части:

- схемы групповых кодово-включающих реле;
- схемы выбора кодового сигнала;
- схемы индивидуальных кодово-включающих реле;
- схемы подачи кодов в рельсовую цепь;
- схемы контроля последовательного занятия рельсовых цепей.

Схемы кодирования рельсовых цепей представлены в приложении 4.

### 2.5.1 Схема групповых кодово-включающих реле

Схемы групповых кодово-включающих реле исключает подачу разрешающего кода в рельсовые цепи блок-участка, если последовательность занятия рельсовых цепей в его пределах нарушена. Эта мера исключает несоответствие показаний локомотивного и напольного светофоров в случае ложного шунтирования рельсовой цепи.



Схемы групповых кодово-включающих реле строятся для каждого блок-участка отдельно для каждого направления движения. Цепь возбуждения реле Н5-11КВ или Н5-11КВН замыкается фронтowymi контактами реле НЗПз или Н13Пз. Этим проверяется соблюдение последовательности занятия рельсовых цепей предыдущего БУ. Кроме того, в цепи возбуждения проверяется разомкнутое состояние кодируемого БУ (фронтowej контакт ЗБ1 или 1Б1).

Удержание кодово-включающих реле под током в процессе движения поезда по блок-участку осуществляется при помощи дополнительных цепей, в которых проверяется фактическое занятие каждой РЦ (тыловые контакты путевых реле Н5П, Н7П, Н9П, Н11П) и соблюдение последовательности их занятия (фронтowej контакты реле Н5ПзН, Н7Пз, Н9Пз, Н11Пз). При вступлении поезда на защитный участок групповое кодово-включающее реле обесточивается.

Замедление на отпускание якоря группового кодово-включающего реле предотвращает срыв кодирования при кратковременной потере шунта.

### 2.5.2 Схема выбора кодового сигнала

Схема обеспечивает выбор кодового сигнала АЛСН в соответствии с показанием светофора автоблокировки и входного светофора, а при установленном неправильном направлении движения на двухпутных участках в зависимости от числа свободных блок-участков или от показания входного светофора.

Рассмотрим схемы кодирования на примере схем ЗБУ. Формирование кода АЛСН ЗБУ выполняется кодовым путевым трасмиттером НКПТ типа КПТШ-515.

Выбор кодовых сигналов, то есть подключение трасмиттерного реле 1/3Т типа ТШ-65 к соответствующим контактам НКПТ осуществляется контактами сигнальных реле 1Ж2 и 1з (при движении в нечётном направлении).

Подключение трансмиттерного реле к НКПТ осуществляется при свободности защитного участка (фронтной контакт 1зУ), установленном нечётном направлении (фронтной контакт реле 1НО4) и наличии поезда на данном БУ (тыловой контакт Н5-11ПП). Для разрешающих кодовых сигналов проверяется также включенное состояние группового кодово-включающего реле Н5-11КВ.

При установленном направлении движения по неправильному пути кодовые комбинации выбираются контактами сигнальных реле неправильного направления 3ЖН и 3зН, а подключение 1/3Т к НКПТ осуществляют контакты реле 3зУН и 1ЧП4.

### 2.5.3 Схема индивидуальных кодово-включающих реле

Схема индивидуальных кодово-включающих реле определяет в какую из рельсовых цепей должен подаваться код АЛСН.

Индивидуальные кодово-включающие реле Н3-5КВ, Н5-7КВ, Н7-9КВ, Н9-11КВ, Н11-13КВ типа 2С-880 устанавливаются на каждую точку подключения аппаратуры ТРЦ.

Каждое реле имеет по две цепи питания – для установленного правильного и неправильного направлений движения, которые коммутируются контактами реле 1ЧП4 и 1НО4 (повторители реле направления). Цепь включения каждого индивидуального кодово-включающего реле замыкается тыловым контактом путевых реле рельсовых цепей перед точкой подачи кодового сигнала и размыкается при вступлении поезда на следующую РЦ. Так, например, при правильном направлении движения реле Н3-5КВ возбуждается по цепи через контакт реле 1НО4 при вступлении поезда на НЗП через тыловой контакт реле НЗП1 и обесточивается при размыкании фронтного контакта реле Н5П2. При установленном неправильном направлении движения это реле включается через контакт реле 1ЧП4 при вступлении поезда на участок Н5П.

В соответствии с Указаниями ГТСС от 23.09.02 с целью обеспечения устойчивости работы схемы контроля жил кабеля рельсовых цепей в цепь

возбуждения каждого индивидуального кодово-включающего реле введен тыловой контакт кодово-включающего реле предыдущей точки включения (предыдущее по установленному направлению движения кодово-включающее реле выключено). Это исключает возможность кратковременного объединения релейных и питающих концов через схему подачи кодов в рельсовую цепь.

#### 2.5.4 Схема подачи кодов в рельсовую цепь

Схема предназначена для подключения кодов АЛСН к схеме рельсовой цепи.

Схема строится на каждый блок-участок и работает в обоих установленных направлениях движения.

Подключение выполняется усиленными контактами индивидуальных кодово-включающих реле, при использовании повторителей их контакты тоже должны быть усиленными.

Кодирование выполняется частотой 25 ГЦ – при электротяге переменного тока. В качестве кодового трансформатора 1/3КТ используется ПТ-25МП-2.

Напряжение на вторичной обмотке кодового трансформатора 1/3КТ принимается в соответствии с нормальными рельсовых цепей. Первичная обмотка кодового трансформатора подключается к источнику питания при вступлении поезда на кодируемый блок-участок.

Во вторичную обмотку кодового трансформатора включается искрогасящий контур, состоящий из дросселя 1/3Д типа РОБС-3А, конденсатора емкостью 2 мкФ, тылового контакта кодового трансмиттерного реле 1/3ТИ и резистора 39 Ом типа С5-35В, включенного параллельно этому контакту.

#### 2.5.5 Схема контроля последовательного занятия рельсовых цепей

Схема контроля последовательного занятия рельсовых цепей контролирует последовательность вступления поезда на рельсовые цепи

блок-участка.

Схема строится на каждый блок-участок. Нормально при отсутствии поезда все реле находятся без тока.

Назначение реле:

-Н5ПзН – начальное реле последовательного занятия рельсовых цепей Н5П типа 1НМ-950 фиксирует вступление поезда на первую в установленном направлении движения рельсовую цепь блок-участка;

-Н5Пз, Н7Пз, Н9Пз, Н11Пз – реле последовательного занятия рельсовых цепей Н5П, Н7П, Н9П, Н11П типа 1НМ-950 фиксирует занятие рельсовой цепи при условии занятия предыдущих рельсовых цепей блок-участка.

Начальное реле последовательного занятия рельсовых цепей секционированной схемы, чтобы сбой последовательности занятия рельсовых цепей на одном из блок-участков не мог привести к отсутствию кодирования при дальнейшем движении поезда по перегону.

Группа реле, построенная на блок-участок, получает питание только при условии, что данный блок-участок ЗБУ заблокирован. Таким образом, переключение питания при свободном блок-участке не приведет к включению ни одного из реле последовательного занятия. Переключение фидеров при занятом перегоне так же не повлияет на состояние схемы последовательного занятия, так как каждое из включенных реле последовательного занятия находится на самоблокировке через контакты реле, не зависящих от переключения фидеров.

## 2.6 СХЕМА ЗАМЫКАНИЯ И РАЗДЕЛКИ ПЕРЕГОННЫХ УСТРОЙСТВ

Схема замыкания (блокирования) исключает появление разрешающего показания на светофоре в случае потери шунта на рельсовой цепи, когда одна из рельсовых цепей после занятия ее поездом теряет шунтовую

чувствительность.

Схемы замыкания и разделки перегонных устройств представлены в приложениях 5 и 6.

Результатом замыкания блок-участка является выключение блокирующего реле Б и блокирование включения разрешающих значений сигнальных устройств (светофоров и кодирования). Размыкание БУ и возбуждение реле Б проводится с проверкой выполнения последовательности занятия и освобождения рельсовых цепей данного БУ и защитного участка при условии замыкания следующего БУ. Если эти условия будут нарушены, то реле Б останется в обесточенном состоянии.

Схема строится на два смежных блок-участка, в зависимости от установленного направления движения. Блокирующим реле управляет часть схемы, относящаяся к одному из блок-участков.

На двухпутных участках, где движение по неправильному пути выполняется только по показаниям АЛСН, при движении в правильном направлении включение разрешающего показания светофора и подача разрешающего кода исключается до , тех пор, пока реле Б вновь не включится, а при движении в неправильном направлении выключение блокирующего реле исключает только подачу разрешающих кодов.

Обязательным условием для замыкания блок-участка является замыкание предыдущего блок-участка.

Нормально реле ЗБ блок-участка ЗП включено. При вступлении поезда на предыдущий блок-участок реле контроля первого участка удаления 1НУУ этого БУ обесточивается и размыкает свои контакты в цепи питания реле ЗБ. Наступает предварительное замыкание ЗБУ. После вступления поезда за светофор №3 контакты реле Н5-11ПП разрывают цепь питания ЗБ и оно выключается. Наступает режим окончательного замыкания ЗБУ.

После замыкания блок-участка реле ЗБ вновь включается при соблюдении следующих условий:

- рельсовые цепи, входящие в замкнутый блок-участок и в защитный

участок следующего светофора будут последовательно освобождены;

- следующий блок-участок должен быть окончательно замкнут;
- на размыкаемом блок-участке нет следом идущего поезда.

Возбуждение реле ЗБ и размыкание БУ произойдет через тыловой контакт реле 1Б (проверка замыкания 1БУ) и фронтальной контактом конечного реле последовательного освобождения рельсовых цепей Н15ПОК (контроль правильности освобождения рельсовых цепей БУ и ЗУ).

## 2.7 СХЕМА КОНТРОЛЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ОСВОБОЖДЕНИЯ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

Схема предназначена для контроля последовательного освобождения «хвостом» поезда рельсовых цепей блок-участка и защитного участка за следующим по ходу движения светофором. Свободное состояние этих рельсовых цепей позволяет включать светофор на разрешающее показание и подавать разрешающий код АЛСН.

Схема строится на каждый блок-участок. Нормально при отсутствии поезда все реле находятся без тока.

Назначение реле:

- ПО – реле последовательного освобождения рельсовой цепи блок-участка типа 1НМ-950 контролирует освобождение рельсовой цепи с проверкой выполнения условия освобождения предыдущей рельсовой цепи (за исключением первой по ходу движения рельсовой цепи блок-участка, где освобождение предыдущей рельсовой цепи не предусматривается);

- ПОД – дополнительное реле последовательного освобождения рельсовой цепи защитного участка типа 1НМ-950, контролирует освобождение рельсовой цепи с проверкой выполнения условия освобождения предыдущей рельсовой цепи;

- ПОК - конечное реле последовательного освобождения рельсовой цепи защитного участка типа 1НМ-950, контролирует освобождение

рельсовой цепи с проверкой выполнения условия освобождения предыдущей рельсовой цепи (в соответствии с приложением Т).

Количество реле последовательного освобождения определяется количеством рельсовых цепей в блок-участке и защитном участке.

Инструкцией по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах РФ определён порядок проследования проходного светофора с запрещающим показанием. Это означает, что в пределах одного блок-участка могут находиться два поезда. В такой ситуации освобождение рельсовых цепей блок-участка первым поездом не должно влиять на работу схемы размыкания блок-участка. Условием освобождения блок-участка должен быть контроль последовательного освобождения его вторым поездом для выполнения этих условий в схеме предусмотрен узел защиты от нагона, состоящий из параллельно включенных контактов реле Б предыдущего блок-участка и реле ЗУ светофора, ограждающего свой блок-участок. Таким образом, при нагоне одного поезда другим реле ПО, включенные при движении первого поезда, будут выключены при вступлении на блок-участок второго поезда. Так как Инструкцией по движению поездов и маневровой работе запрещается отправлять поезд при запрещающем показании выходного светофора, то схема реле ПО, для первого участка удаления, выполняется без учёта нагона.

После проследования поезда по рельсовым цепям блок-участка с соблюдением условия их последовательного освобождения включится конечное реле последовательного освобождения, контактом которого будет замкнута цепь размыкания освобожденного блок-участка.

Размыкание блок-участка последовательным движением поезда является частью алгоритма при исправной работе устройств АБТЦ, но может использоваться и при размыкании ложно заблокированного светофора.

Рассмотрим работу схемы контроля последовательного освобождения рельсовых цепей для 2-го блок-участка.

При установленном правильном направлении движения работа схемы начинается при вступлении поезда на Н7П. При этом тыловым контактом ЗБ2 в схему подается питание, но Н5ПО остается обесточенным, так как РЦ Н5П занята. После освобождения этой РЦ реле Н5ПО включится с проверкой занятия следующей РЦ и встанет на блокировку через собственный контакт и тыловой контакт реле Н7ПО.

После освобождения РЦ Н7П таким же образом включается реле Н7ПО, которое разрывает цепь блокировки Н5ПО. Дальнейшее продвижение поезда приводит к поочередному срабатыванию реле ПО данного БУ и ЗУ. При возбуждении конечного реле Н15ПОК при условии замкнутого состояния следующего БУ (реле 1Б обесточено) происходит включение реле ЗБ, то есть размыкание ЗБУ.

Таким образом, открытие светофора 3 возможно только после возбуждения реле Н15ПОК и ЗБ, то есть после фактического освобождения поездом всего блок-участка ЗП и защитного участка 1ЗУ.





## 3 РАСЧЁТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ АБТЦ-03

### 3.1 ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных задач экономической стратегии управления железными дорогами является обновление технических транспортных средств, создание и ввод в эксплуатацию более совершенных образцов техники, обеспечивающих повышение производительности труда и безопасности движения поездов, улучшение качества продукции и снижение затрат на перевозки. Одним словом, решение таких задач способствует введению новой эффективной техники и технологий, а также совершенных методов организации производства и труда железнодорожников.

Обновление новой техники на железных дорогах до 1992 года осуществлялось за счёт капитальных вложений, которые направлялись из фонда накопления государства.

В условиях рыночных отношений, к которым перешла наша экономика с конца 1991 года, принципиально изменилась система планирования, финансирования, кредитования и других рычагов государственного регулирования и управления, капитальные вложения стали играть значительно меньшую роль в обновлении новой техники. На их место “пришёл” новый термин - инвестиции. Следует подчеркнуть, что инвестиции имеют более емкое понятие, чем капитальные вложения.

Инвестиционная деятельность включает в себя:

1) реальные денежные средства, направляемые на строительство новых участков железных дорог, электрофикацию, приобретение нового подвижного состава и другие виды техники;

2) инвестиции в виде ценных бумаг - акций, облигаций и др., залоговые документы, что классиками экономики называлось фиктивным капиталом.

Инвестиции группируются по их направлениям на:

- на создание новых производств;
- повышение эффективности производства и других видов.

Инвестиционный проект должен быть обоснован с точки зрения его технической, финансовой выполнимости, экологической безопасности и экономической эффективности.

Под экономической эффективностью понимают сопоставление результата (чистого дохода) с затратами, на осуществление инвестиционного проектного решения. При этом различаются следующие показатели эффективности инвестиционного проекта:

– коммерческой эффективности, учитывающей финансовые последствия реализации проекта для его непосредственных участников. Коммерческая эффективность проекта определяется соотношением финансовых затрат и результатов, обеспечивающих требуемую норму доходности.

– бюджетной эффективности, отражающей финансовые последствия осуществления проекта для федерального, регионального или местного бюджета. Основные показатели бюджетной эффективности, используемые для обоснования предусмотренных в проекте мер федеральной, региональной финансовой поддержки, является бюджетный эффект, который определяется как превышение доходов соответствующего бюджета над расходами для *i*-го шага осуществления проекта.

– экономической эффективности, учитывающей затраты и результаты связанные с реализацией проекта, выходящие за пределы прямых финансовых интересов участников инвестиционного проекта. Показатели экономической эффективности отражают эффективность проекта с точки зрения интересов всего народного хозяйства в целом, а также для

участвующих в осуществлении проекта регионов, отраслей, организаций и предприятий.

Инвестиционный процесс всегда связан с риском, ибо в экономике могут действовать факторы, которые будут усиливать неопределенность и, чем длиннее период окупаемости инвестиций, тем рискованнее проект. Поэтому при принятии решений необходимо учитывать фактор времени, то есть оценивать затраты, выручку, прибыль от реализации того или иного проекта с учетом временных изменений. Эта операция называется дисконтированием. В качестве точки приведения разновременных экономических показателей к какому-либо одному моменту времени принят момент окончания первого шага расчета.

Дисконтирование основано на том, что любая сумма, которая будет получена в будущем, в настоящее время обладает меньшей субъективной полезностью (ценностью), поскольку, если пустить сегодня эту сумму в оборот и заставить приносить доход, то через год, два, три, она не только сохранится, но и приумножится.

Дисконтирование позволяет определить нынешний (текущий) денежный эквивалент суммы, которая будет получена в будущем. Для этого надо ожидаемую к получению в будущем сумму уменьшить на доход, нарастающий за определенный срок, по правилу сложных процентов.

Коэффициент дисконтирования ( $\alpha$ ) определяется следующим образом:

$$\alpha = \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (3.1)$$

где,  $t$  - фактор времени;

$E$  - норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал.

Норма дисконта (E) отражает:

- экономическую неравноценность разновременных затрат, результатов и эффектов;
- выгодность более позднего осуществления затрат и более раннего получения полезных результатов;
- минимально допустимую отдачу на вложенный капитал, при которой инвестор предпочтет участие в проекте альтернативному вложению тех же средств в другой проект с сопоставимой степенью риска;
- конъюнктуру финансового рынка, наличие альтернативных и доступных инвестиционных возможностей;
- неопределенность условий осуществления проекта и, в частности, степень риска, связанного с участием в его реализации.

При положительном заключении о финансовой реализуемости инвестиционного проекта производится оценка его эффективности по интегральным показателям, к которым относятся:

- чистый дисконтированный доход (ЧДД);
- индекс доходности (ИД);
- внутренняя норма доходности (ВНД);
- срок окупаемости ( $T_{ок}$ ).

Чистый дисконтированный доход:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T (R_t - Z_t) \times \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (3.2)$$

где, T – расчётный период;

$R_t$  – результаты в t-м году;

$Z_t$  – затраты, текущие издержки и инвестиции в t-й год;

E – норма дисконта;

Индекс доходности (рентабельности):

$$\text{ИД} = \frac{1}{K} \sum_{t=0}^T (R_t - 3_t^+) \times \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (3.3)$$

$$K = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+E)^t}, \quad (3.4)$$

где,  $3_t^+$  – затраты (без капитальных вложений), осуществляемые на t-м шаге расчёта;

$K$  – сумма дисконтированных капитальных вложений;

$K_t$  – капитальные вложения на t-м шаге расчёта;

Внутренняя норма доходности:

$$\text{ВНД} = \sum_{t=0}^T \frac{R - 3_t^+}{(1+E_{\text{вн}})^t} = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+E_{\text{вн}})^t}; \quad (3.5)$$

Срок возврата (окупаемости) затрат в инновации:

$$T_{\text{ок}} = t_1 + \frac{|\text{ОЧДД}_{t_1}| \times (t_2 - t_1)}{\text{ПЧДД}_{t_2} + |\text{ОЧДД}_{t_1}|}, \quad (3.6)$$

где,  $t_1$  – последний год, в котором сальдо ЧДД имеет отрицательное значение ( $\text{ОЧДД}_{t_1}$ );

$t_2$  – год, в котором значение сальдо ЧДД стало положительным ( $\text{ПЧДД}_{t_2}$ );

ОЧДД – отрицательное сальдо текущей стоимости;

ПЧДД – положительное сальдо чистой текущей стоимости.

### 3.2 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ СИСТЕМОЙ АБТЦ-03

Все показатели расходных ставок простоя и остановок взяты по данным экономической службы Октябрьской железной дороги за 2007 г. С коррекцией за счёт инфляции (19.6%) на уровень 2008 г.

Технические, эксплуатационные и экономические показатели участка:

Среднесуточные размеры пассажирского движения (пар поездов)  $N_{\text{п}}=60$ .

Среднее число вагонов в пассажирском поезде  $m=15$ .

Укрупненные нормы эксплуатационных расходов:

на 1 поезд-час простоя грузового поезда  $e_{\text{гч}}=1430,9$  руб.;

на 1 поезд-час простоя пассажирского поезда  $e_{\text{пч}}=4493,65$  руб.

Расходная ставка на 1 вагоно-час простоя пассажирского поезда  $e_{\text{вчп}}=277,07$  руб.

Расходная ставка на 1 вагоно-час простоя грузового поезда  $e_{\text{вчп}}=22,45$  руб.

Укрупнённая норма эксплуатационных расходов на остановку пассажирского поезда  $C_{\text{оп}}=215,31$  руб.

Укрупнённая норма эксплуатационных расходов на остановку грузового поезда  $C_{\text{ог}}=240,89$  руб.

Удельные эксплуатационные расходы на 1 техническую единицу устройств СЦБ  $C_{\text{у}}=83,9$  руб./техн.ед.

Удельные затраты на капитальный ремонт 1 технической единицы  $C_{\text{ук}}=12,2$  тыс. руб.

Длина участка  $L=4$  км.

Оснащенность участка, тех. ед.  $b=1,6$ .

Средняя длина блок-участка на перегоне  $l_{\text{бу}}=1,3$  км.

Количество сигнальных точек  $n_{\text{ст}}=2$  шт.

Параметры потока отказов одной сигнальной точки АБТЦ-03  $Z_{\text{АБТЦ}}=0,5$  1/ч.

Параметры потока отказов одной сигнальной точки АБТ  $Z_{\text{АБТ}}=0,9$  1/ч.

Среднее время восстановления аппаратуры после отказа АБТЦ-03  $\lambda_{\text{АБТЦ}}=5,5 \times 10^{-6}$ .

Среднее время восстановления аппаратуры после отказа АБТ  $\lambda_{\text{АБТ}}=20 \times 10^{-6}$ .

Расчетный период для определения эффективности инвестиций принимается 5 лет.

Коэффициент дисконта установлен  $E=0,11$  (откорректированная норма дисконта).

Комплексный показатель сокращения затрат на обслуживание и ремонт при внедрении АБТЦ-03 вместо АБТ составил  $k=0,64$ .

### 3.2.1 Расчет экономии эксплуатационных расходов

Для того чтобы определить экономическую эффективность применения АБТЦ-03 по сравнению с АБТ необходимо подсчитать экономию эксплуатационных расходов по всем хозяйствам.

#### 3.2.1.1 По хозяйству дистанции сигнализации, централизации и блокировки

Экономия может быть получена за счет сокращения средств на содержание и обслуживание действующих устройств АБ.

$$\mathcal{E}_{\text{АБТ}} = b \times C_y = 1,6 \times 83,9 = 134,24 \text{ тыс. руб.} \quad (3.7)$$

Эффективность по хозяйству ШЧ определяется суммарной величиной сокращения эксплуатационных расходов, получаемого благодаря внедрению ремонтно-восстановительных технологий, сокращению затрат на обслуживание в контрольно измерительном пункте (КИП), повышению надежности и т.д.

При использовании коэффициента сокращения затрат  $k$  экономия сокращения затрат составила для АБТЦ-03:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{АБТЦ}} = \mathcal{E}_{\text{АБТ}} \times k = 134,24 \times 0,64 = 85,914 \text{ тыс. руб.} \quad (3.8)$$

В результате уменьшения количества неплановых задержек поездов и времени их простоя:

$$\Delta \mathcal{E}_3 = C_0 \times \Delta n_0 + e_{\text{пч}} \times \Delta N_t, \quad (3.9)$$

где,  $\Delta n_0$  – количество задержанных поездов,

$\Delta N_t$  – снижение поездо-часов простоя.

Число отказов аппаратуры сигнальных точек на участке за год:

$$n_{\text{отк}} = \lambda \times T_{\text{г}} \times n_{\text{ст}}, \quad (3.10)$$



где  $T_r$  – количество часов в году.

При АБТЦ-03:  $n_{отк}=5,5 \times 10^{-6} \times 8760 \times 2 = 0,58 \approx 1$ .

При АБТ:  $n_{отк}=20 \times 10^{-6} \times 8760 \times 2 = 2,1 \approx 2$ .

Продолжительность отказов устройств:

при АБТЦ:  $T_r=1 \times 0,5 = 0,5$  часа,

при АБТ:  $T_r=2 \times 0,9 = 1,8$  часа.

При внедрении АБТЦ-03 сокращается количество отказов на 1, а их продолжительность на 1,3 часа.

Сокращение количества отказов и их продолжительности достигается при внедрении АБТЦ-03. По табличным данным инструктивных указаний количество задержанных поездов для заданных размеров движения и снижения поездо-часов следующее:

для АБТЦ-03  $\Delta n_0=2$ ;  $\Delta N_t=15$ ,

для АБТ  $\Delta n_0=16$ ;  $\Delta N_t=143$ .

Сокращение количества задержанных поездов и снижение поездо-часов при внедрении АБТЦ-03  $\Delta n_0=14$ ;  $\Delta N_t=128$ .

Снижение эксплуатационных расходов за счет сокращения  $\Delta n_0$  и  $\Delta N_t$  при внедрении АБТЦ-03 составило для пассажирских перевозок:

$\Delta \mathcal{E}_{\text{АБТЦп}} = 215,31 \times 14 + 4493,65 \times 128 = 578,202$  тыс. руб.

Для грузовых перевозок при внедрении АБТЦ-03:

$\Delta \mathcal{E}_{\text{АБТЦг}} = 240,89 \times 14 + 1430,9 \times 128 = 186,528$  тыс. руб.

Укрупненная норма расхода по табличным данным предоставленным в Тихвинской дистанции СЦБ на остановку поезда для АБТЦ-03:

$\Delta \mathcal{E}_{\text{оАБТЦп}} = 1820 \times 14 = 25,48$  тыс.руб.

Суммарная экономия эксплуатационных расходов за счет уменьшения ущерба в поездной работе для АБТЦ-03:

$$\begin{aligned} \Delta \mathcal{C}_{\text{зАБТЦ}} &= \Delta \mathcal{E}_{\text{АБТЦп}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{АБТЦг}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{оАБТЦ}} = 578,202 + 186,528 + 25,48 = \\ &= 790,21 \text{ тыс. руб.} \end{aligned} \quad (3.11)$$

В составе капитальных вложений учитывается экономия основных фондов подвижного состава, получаемая за счёт высвобождения части

вагонного и локомотивного парка и остаточной стоимости высвобождаемых основных фондов устройств автоблокировки.

Сокращение основных фондов за счет лучшего использования локомотивного парка определяем по формуле:

$$\Delta K_{л} = \frac{C_{л} \times \Delta N_{л}}{365 \times 24} \times \alpha, \quad (3.12)$$

где,  $C_{л}$  – цена локомотива (цена локомотива ВЛ-10 равна 30148 тыс. руб.);

$\alpha$  – коэффициент резерва (для электропоездов  $\alpha=1,29$ ).

$$\text{Для АБТЦ-03 } \Delta K_{л} = \frac{30148 \times 128}{365 \times 24} \times 1,29 = 568,27 \text{ тыс. руб.}$$

Высвобождаемая часть локомотивного парка для дополнительного объема работ не используется, а прибыль определяется сокращением затрат на капитальный ремонт, вычисляемых по формуле:

$$\Delta \mathcal{E}_{л} = \frac{C_{л} \times g \times \Delta N_{л}}{8760}, \quad (3.13)$$

где,  $g$  – норма затрат на капитальный ремонт локомотива ( $g=0,062$ ).

$$\text{Для АБТЦ-03 } \Delta \mathcal{E}_{л} = \frac{30148 \times 0,062 \times 128}{8760} = 27,31 \text{ тыс. руб.}$$

Сокращение основных фондов за счет лучшего использования вагонного парка определяем по формуле:

$$\Delta K_{в} = \frac{C_{в} \times \Delta N_{л} \times m}{8760} \times \alpha_1 \times \alpha_2, \quad (3.14)$$

где,  $C_{в}$  – цена вагона ( $C_{в}=5000$  тыс. руб.);

$\alpha_1$  – коэффициент резерва и ремонта вагонов ( $\alpha_1=1,23$ );

$\alpha_2$  – коэффициент увеличения капиталовложений в развитие вагонного хозяйства ( $\alpha_2=1,07$ ).

$$\text{Для АБТЦ-03 } \Delta K_{в} = \frac{5000 \times 128 \times 15}{8760} \times 1,23 \times 1,07 = 1442,30 \text{ тыс. руб.}$$

Высвобождаемая часть вагонного парка для освоения дополнительного объема перевозок не используется, а прибыль определяется сокращением затрат на капитальный ремонт, вычисляемых по формуле:

$$\Delta \mathcal{E}_B = \frac{C_{\text{в}} \times \Delta N_{\text{т}} \times m \times g}{8760}, \quad (3.15)$$

где,  $g$  – норма затрат на капитальный ремонт вагона ( $g=0,0035$ );

$$\text{Для АБТЦ-03 } \Delta \mathcal{E}_B = \frac{5000 \times 128 \times 15 \times 0,0035}{8760} = 3,84 \text{ тыс. руб.}$$

### 3.2.1.2 По хозяйству пути

Эффективность при внедрении АБТЦ-03 определяется снижением затрат на содержание верхнего строения пути за счет ликвидации изолирующих стыков на перегонах и замены звеньевого пути.

$$\Delta \mathcal{E}_\text{п} = C_{\text{уп}} \times 0,03 \times L, \quad (3.16)$$

где,  $C_{\text{уп}}$  – удельные затраты на содержание верхнего строения пути ( $C_{\text{уп}}=134$  тыс. руб.).

$$\Delta \mathcal{E}_\text{п} = 134 \times 0,03 \times 4 = 23,96 \text{ тыс. руб.}$$

### 3.2.1.3 По хозяйству энергоснабжения

Эффективность при внедрении АБТЦ-03 определяется за счет сокращения затрат на обслуживание и содержание устройств энергоснабжения сигнальных точек.

$$\Delta \mathcal{E}_3 = C_{\text{уз}} \cdot n_{\text{ст}} \quad (3.17)$$

где,  $C_{\text{уз}}$  – удельные затраты на сигнальную точку ( $C_{\text{уз}}=1,7$  тыс. руб.).

$$\Delta \mathcal{E}_3 = 1,7 \times 12 = 20,4 \text{ тыс. руб.}$$

3.2.2 Определение суммарной экономии эксплуатационных затрат по проекту для АБТЦ-03

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta \mathcal{E}_{\text{АБТЦ}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{АБТЦп}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{АБТЦг}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{оАБТЦ}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{л}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{в}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{п}} + \Delta \mathcal{E}_3. \quad (4.18)$$

$$\Delta \mathcal{E} = 85,914 + 578,202 + 186,528 + 25,48 + 27,31 + 3,84 + 23,96 + 20,4 = 951,634 \text{ тыс. руб.}$$

### 3.2.3 Определение суммарной экономии затрат в подвижной состав

$$\Delta K = \Delta K_{\text{л}} + \Delta K_{\text{в}}. \quad (3.19)$$

$$\text{Для АБТЦ-03 } \Delta K = 568,27 + 1442,30 = 2010,57 \text{ тыс. руб.}$$

### 3.3 ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА ПО ГОДАМ РАСЧЁТНОГО ПЕРИОДА

Сумма инвестиций для внедрения АБТЦ-03 на участке Бабаево-Тимошкино Октябрьской железной дороги взята из расчёта стоимости оборудования АБТЦ-03 на 1 км, которая составила 2100 тыс. руб./км.

Общая сумма инвестиций для данного перегона длиной 4км составила 12516 тыс. руб.

Таблица 3.1 – Показатели проекта по годам расчётного периода

№ п/п	Наименование показателей	Значение показателя по годам расчётного периода					
		0	1	2	3	4	5
1	Инвестиций всего	-12516	-	-	-	-	-
2	Прирост основных фондов	-12516	-	-	-	-	-
3	Сокращение основных фондов	2010,57	-	-	-	-	-
4	Дополнительные амортизационные отчисления	-	876,1	876,1	876,1	876,1	876,1
5	Экономия эксплуатационных затрат	-	951,6	951,6	951,6	951,6	951,6
6	Денежный поток от операционной деятельности	-	1827,7	1827,7	1827,7	1827,7	1827,7
6.1	Денежный поток от сокращения затрат	-	951,6	951,6	951,6	951,6	951,6
6.2	Денежный приток дополнительных амортизационных отчислений	-	876,1	876,1	876,1	876,1	876,1

Продолжение Таблицы 3.1 – Показатели проекта по годам расчётного периода

№ п/п	Наименование показателей	Значение показателя по годам расчётного периода					
		0	1	2	3	4	5
7	Денежный поток от инвестиционной деятельности	-12516	2010,57	2010,57	2010,57	2010,57	2010,57
7.1	Вложения в основные средства	-12516	-	-	-	-	-
7.2	Сокращение основных фондов	2010,57	-	-	-	-	-
8	Денежный поток проекта	-12516	3838,3	3838,3	3838,3	3838,3	3838,3
9	То же, нарастающим итогом	-12516	-8677,7	-4839,4	-1001,1	2837,2	6675,5
10	Коэффициент дисконтирования E=0,11; 0,08; 0,15	1	0,901 0,926 0,869	0,812 0,857 0,756	0,731 0,794 0,658	0,659 0,735 0,572	0,593 0,681 0,497
11	Дисконтированный денежный поток	-12516	3458,3 3554,3 3335,5	3116,7 3289,4 2901,8	2805,8 3047,6 2525,6	2529,4 2821,2 2195,5	2276,1 2613,9 1907,6
12	То же, нарастающим итогом для E=0,11; 0,08, 0,15	-12516 -12516 -12516	-9057,7 -8961,7 -9180,5	-5941 -5672,3 -6278,7	-3135,2 -2624,7 -3753,1	-605,8 196,5 -1557,6	1670,3 2810,4 350

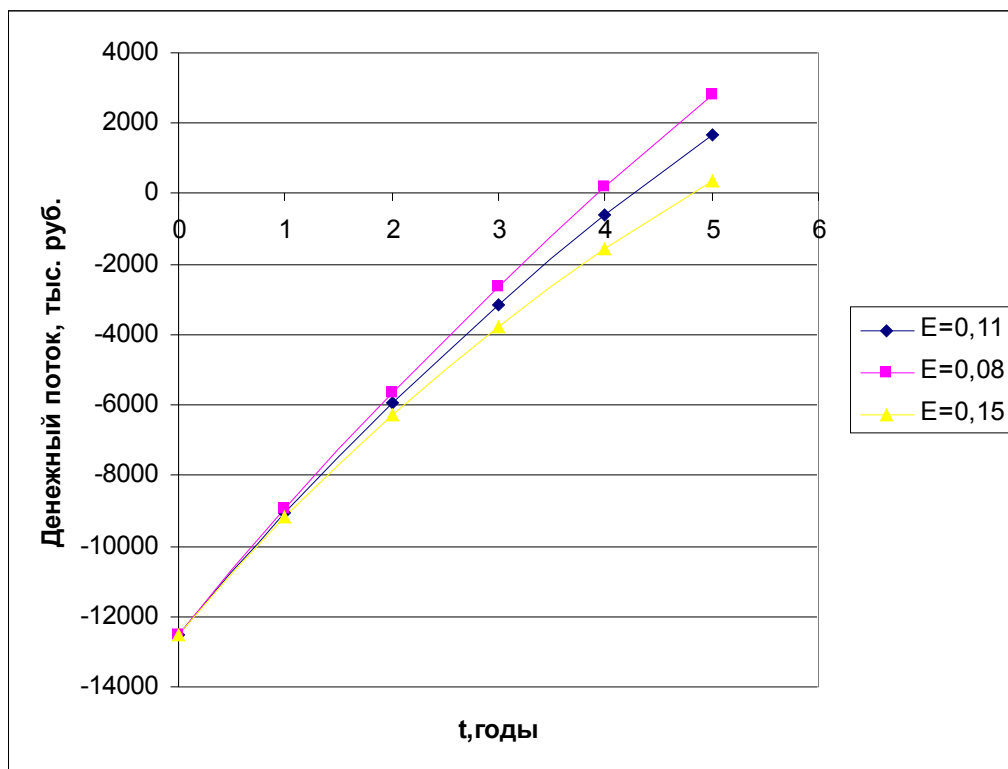


Рисунок 3.1 – Зависимость дисконтированного денежного потока от времени расчётного периода для определения эффективности инвестиций.

По результатам расчёта интегральный эффект в виде чистого дохода за расчётный период составил для АБТЦ-03  $\mathcal{E}_{\text{инт}}=6675,5$  тыс. руб.

С учётом дисконтирования  $\mathcal{E}_{\text{инт}}=1670,3$  тыс. руб.

Таблица 3.2 –Внутренняя норма доходности (ВНД)

№ п/п	Наименование показателей	Значение показателя по годам расчётного периода					
		0	1	2	3	4	5
1	Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом	-12516	-9057,7	-5941	-3135,2	-605,8	1670,3
2	ВНД	-	-28%	14%	26%	27%	30%

Условием  $\mathcal{E}_{\text{инт}}>0$  проект удовлетворяет, а значит является эффективным.

Расчётный срок окупаемости  $T_{\text{ок}} = 4 + \frac{605,8 \times 1}{1670,3 + 605,8} = 4,27$  года,

нормативный срок окупаемости  $\dot{O}_i = \frac{1}{0,11} = 9,09$  года, следовательно,  $T_{\text{ок}} < T_{\text{н}}$ .

### 3.4 ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ

На основе анализа полученных численных результатов можно сделать вывод об эффективности инвестиций в проект модернизации системы автоблокировки с тональными рельсовыми цепями.

## 4 ОХРАНА ТРУДА

### 4.1 ВВЕДЕНИЕ

В данном дипломе проектируется автоматическая блокировка с централизованным размещением аппаратуры (АБТЦ-03). Основными отличительными особенностями системы являются: использование тональных рельсовых цепей, отсутствие изолирующих стыков, наличие проходных светофоров и размещение основного оборудования на станциях, ограничивающих перегон.

При обслуживании устройств АБТЦ улучшаются условия труда: уменьшается число работников, сокращаются затраты труда, в связи с тем, что аппаратура требующая периодического технического обслуживания находится на посту электрической централизации (ЭЦ). Работники дистанции сигнализации централизации и блокировки меньше находятся непосредственно на путях.

Сокращение времени нахождения обслуживающего персонала на путях, т.е. в зоне повышенной опасности, способствует улучшению условий труда и повышению техники безопасности. Это особенно важно для районов с суровым климатом. Выполнение работ по обслуживанию устройств в отапливаемых помещениях на станциях сокращает затраты труда и время на текущее обслуживание устройств, снижается число трудоёмких операций, а значит повышается качество выполнения работ.

В данном разделе диплома мы рассмотрим факторы, влияющие на условия труда и безопасность работников при проведении работ.

### 4.2 ВИБРАЦИЯ

Вибрацию работник ШЧ ощущает при контакте с колеблющимися твёрдыми предметами: инструментом, оборудованием и т. д. Источником



вибрации в модуле АБТЦ являются движущиеся составы, в помещении поста ЭЦ - работа ДГА, компрессор, вентиляция. Для человека вредны вибрации с частотой 6-8 и 16-30 Гц. Действие вибрации вызывает изменения в нервной системе и костной ткани. Наблюдаются очаги уплотнения, свидетельствующие о повышенном отложении в этих участках солей. У работников снижается острота зрения и температурная чувствительность, наблюдаются изменения в сердечнососудистой системе. При длительном воздействии вибрации у работающих могут возникнуть стойкие патологические явления, в совокупности, называемые вибрационной болезнью.

В соответствии с ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность. Общие требования». Уровни виброскорости в октавных полосах частот в помещении модуля АБТЦ не должны превышать нормативных значений приведенных в таблице 5.1.

Таблица 4.1 – Допустимые значения вибрации

Вид вибрации	Допустимые уровни виброскорости в октавных полосах частот, дБ								
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250
1. Производственные и бытовые помещения, где нет машин, генерирующих вибрацию.	-	100	91	85	84	84	84	-	-
2. Помещение ДГА, во время его работы	-	-	-	120	120	117	114	111	108

Вибрация измеряется прибором, который называется виброметром. Для защиты от вибрации применяется виброизоляция, а также методы коллективной и индивидуальной защиты, предусматривающие комплекс методов и средств снижения вибрации в источнике на пути ее распространения. Предотвращение развития вибрационной болезни может быть достигнуто путем оздоровления условий труда на рабочем месте

(снижение виброскорости, применением ванн и т.д.) или путем перевода рабочего на другую работу, не связанную с воздействием вибрации.

### 4.3 ШУМ

Шум представляет собой сочетание звуков различной интенсивности и частоты, неприятно действующих на нервную систему, мешающих работе и отдыху.

В релейных помещениях постов ЭЦ шум возникает от работы реле, трансформаторов. Вблизи железнодорожных путей от движущегося подвижного состава, а так же сигналов локомотива, визга и скрежета колес на кривых и т.д.

Для измерения шумов используется показатель – доза шума. Для количественной оценки используется шумомер. Допустимые уровни шума и звукового давления не должны превышать нормативные, которые приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2– Допустимые уровни звукового давления.

Рабочие места	Уровни звукового давления в дБ октавных полосах частот, Гц								Эквивалентный уровень звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Помещение релейной, аппаратной	79	70	68	58	55	52	50	49	60
Территория станции	94	87	82	78	75	73	71	70	80

Интенсивный производственный шум, действуя длительное время, вызывает тугоухость и глухоту, головные боли, повышенную слабость и быструю утомляемость, раздражительность, плохой сон. Под влиянием сильного шума возрастает кровяное давление, изменяются ритмы дыхания и сердечной деятельности.

Шум может быть уменьшен изменением технологического процесса, позволяющего заменить шумное оборудование малошумным.

Уменьшается шум звукопоглощением, основанным на способности ряда материалов поглощать звуки.

#### 4.4 ОСВЕЩЕНИЕ

Освещение делится на две группы: естественное и искусственное. Оно регламентируется строительными нормами и правилами СНиП 23-05-95 «Нормы проектирования естественное и искусственное освещение» и ОСТ 32.120-98 «Отраслевые нормы искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта».

Естественная освещенность создается лучистой энергией солнца. Она может достигать очень больших значений – 100000 лк. Естественное освещение действует более благоприятно на организм человека и используется для общего освещения рабочего места.

Искусственное освещение осуществляется электрическими источниками света: лампами накаливания, люминесцентными лампами и так далее.

Комбинированное освещение – это совокупность общего и местного освещения. Местное освещение, как дополнение к общему, предназначено только для конкретного рабочего места. Устройство только одного местного освещения запрещается нормами, так как ухудшаются условия работы зрительного анализатора из-за существенных перепадов освещенности в периферийном поле зрения человека.

Норма освещения должна быть такой, чтобы можно было быстро и легко различать объекты работы. Для дополнительного освещения релейных шкафов, в них устанавливаются источники искусственного освещения. Для защиты органов зрения от яркого излучения применяют специальные очки, типы которых определены ГОСТом 12.4.003 – 80

В релейных помещениях постов ЭЦ используются естественное, искусственное и комбинированное освещения. В помещении релейной на расстоянии двух метров от уровня пола (на стативах) – комбинированное освещение-300 Лк для газоразрядных ламп; 200 Лк для ламп накаливания.

Предусматривается и аварийное освещение на случай выхода из строя рабочего освещения, когда это может вызвать нарушение нормальной деятельности. Минимальная освещенность рабочих поверхностей при аварийном освещении должна быть равна 5% от нормальной освещенности, но не менее 2 Лк внутри помещения и 1 Лк на открытой местности. Освещенность помещений проверяется два раза в год люксметрами.

Недостаточная или избыточная освещённость приводит к значительному снижению производительности и качества труда, увеличивает вероятность несчастных случаев, приводит к возникновению профессионального заболевания зрительного анализатора.

#### 4.5 ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

Вредные вещества – пыль, пары, газы оказывают отрицательное воздействие на организм человека и тем сильнее, чем они токсичнее, а также чем выше их концентрация в воздухе на рабочем месте. Концентрация вредного вещества регламентируется предельно допустимой концентрацией (ПДК), то есть таким количеством вещества в миллиграммах, приходящегося на 1м<sup>3</sup> воздуха, которое при ежедневной работе в течение рабочей недели не может вызвать заболевание или отклонения в состоянии здоровья человека. При работе по обслуживанию напольных устройств АБТЦ на персонал воздействуют следующие вредные вещества:

- различные перевозимые токсичные вещества (кислоты, удобрения, уголь и т.п.)
- оксид углерода, выделяющийся при работе локомотивов (тепловозов), дизель-генераторного агрегата;

Таблица 4.3 – ПДК некоторых особо токсичных веществ

Наименование вредных веществ	ПДК мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Источники Выделения
На территории станции			
1. Оксид углерода.	20	4	ДВС
2. Чугун.	6	4	Подвижной состав
3. Ацетон	200	4	Окраска деталей СЭП
На посту ЭЦ			
4. Серная кислота	1	2	Аккумуляторы
5. Соединения свинца	0.01/0.05	1	Пайка

Создание нормальной воздушной среды с концентрациями вредностей ниже допустимых норм достигается путем:

- соответствующей организации технологических процессов и рационализации оборудования;
- выделения и выноса из помещения опасных узлов, аппаратов и других источников вредностей;
- замены ядовитых веществ менее ядовитыми;
- применения фильтрующих средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД);
- использования спецодежды и так далее.

#### 4.6 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

Действие электрического тока на организм человека может быть: тепловым (ожоги), механическим (разрыв тканей), химическим (электролиз) и биологическим.

При производстве работ на путевых дроссель-трансформаторах, путевых коробках, в релейных шкафах работник должен пользоваться индивидуальными средствами защиты: диэлектрическими перчатками, инструментом с изолированными ручками.

При обслуживании светофоров и релейных шкафов необходимо соблюдать следующие правила электробезопасности:

- Запрещается производить работы на мачтах светофоров при прохождении поездов. Не допускается работа на мачтовом светофоре без предохранительного пояса, работа на светофоре одновременно двух человек запрещается.

- На электрифицированных участках железных дорог должны быть заземлены все светофоры, релейные и батарейные шкафы, металлические конструкции и другое оборудование.

- Перед началом производства работ в релейном шкафу или кабельном ящике необходимо проверить исправность и целостность заземления релейного шкафа, в процессе работы пользоваться инструментом с изолированными ручками.

- Работы на светофорах, столбах и других сооружениях, удаленных на расстояние до 4 метров от частей контактной сети, производятся без снятия напряжения, но под наблюдением ответственного лица.

- Работы на проводах, идущих параллельно контактной сети, разрешается проводить после их заземления. Заземление устанавливается специальными штангами на расстоянии не более 100 метров от места работ с обеих сторон. Опасность поражения электрическим током при проведении вышеуказанных работ может возникнуть при работе с аппаратурой в релейных шкафах (от источников напряжения 220 В), при работах с линейными трансформаторами, обрывах линий основного и резервного электроснабжения (от источников напряжения 6 и 10 кВ), при обрывах проводов

Перед заменой дроссельной перемычки, для сохранения цепи прохождения тягового тока, необходимо установить временную перемычку из медного провода и закрепить её на подошве рельса струбциной (с одного конца), а другим концом - на выводе дроссель-трансформатора специальным зажимом. Работать с путевым трансформатором, к которому присоединен отсасывающий фидер электротяги, разрешается только в присутствии и под наблюдением работника участка электроснабжения. Запрещается отключать

от рельса хотя бы одну перемычку дроссель-трансформатора без предварительного соединения обоих рельсов со средней точкой ДТ соседней рельсовой цепи. При одиночной смене рельсов на электрифицированном участке, оборудованном автоблокировкой, не допускается одновременная смена рельсов на обеих нитках рельсовой линии.

Поражение человека электротоком происходит при прохождении тока через его тело или под внешним воздействием электрической дуги. Под действием тока поражаются внутренние органы человека (электрический удар), а также оказывается внешнее воздействие – электротравмы, ожог или ослепление. При поражении электрическим током надо немедленно оказать пострадавшему первую медицинскую помощь. Она состоит из двух этапов.

1. Освобождение пострадавшего от действия тока (отключение электроустановки, перерубание проводов топором с деревянной ручкой, оттягивание пострадавшего за одежду от токоведущих частей и т.д.).

2. Оказание до врачебной медицинской помощи (проверка наличия дыхания и пульса, состояния зрачков, искусственное дыхание, массаж сердца и так далее).

Таблица 4.4 – Допустимые для человека токи

Категория тока	Величина тока / Допустимое время действия
Ощутимый	0,6 мА / 10 мин.
Отпускающий	6 мА / Время ограничивается защитной реакцией человека.
Нефибриляционный	50мА/1с75мА/0,7с100мА/0,5с250мА/0,2с500мА/0,1с

С целью недопущения поражения электрическим током обслуживающего персонала предусмотрены меры, подразделяемые на организационные и технические.

К основным организационным мерам, отражающим специфику работ в электроустановках, относятся:

- специальные требования к персоналу, обслуживающему электроустановку;
- присвоение квалификационных групп по технике безопасности;
- оформление работ и допуск к работе;
- надзор в период подготовки и проведения работ;
- оформление перерывов в работе, начала и окончания работ.

Для предотвращения поражения электрическим током, обслуживающий персонал должен выполнять следующие правила:

1) Все работы на высоковольтной линии, производимые с полным или частичным снятием напряжения, выполняются только по письменному наряду. Наряд на производство работ выдается лицом, имеющим соответствующую квалификационную группу и уполномоченным на это приказом начальника дистанции.

2) Приступать к работе можно после разрешения, которое дается руководителем работ, после проверки отсутствия напряжения в линии и заземлении проводов.

3) Разрешение на подачу напряжения в линию дается после уведомления о том, что работа закончена, все люди выведены из зоны работ.

4) При проведении работ, связанных с проведением ремонта устройств АБ, настройки параметров аппаратуры в релейных шкафах и электроустановках, обслуживающий персонал обязан применять инструмент с изолированными ручками.

5) Работы по замене и креплению заземляющих проводов, искровых промежутков и измерения на них должны проводиться в диэлектрических перчатках.

6) При подъеме на светофорную мачту, необходимо убедиться в исправности заземления.



7) Производство работ на кабельных линиях разрешается только после всестороннего отключения кабеля, проверки на концах кабеля отсутствия напряжения, наложения заземления и вывешивания плакатов; «Не включать! На линии работают люди».

8) Все работы по обслуживанию линейных устройств должны проводиться в два лица.

В качестве важных мероприятий по предупреждению электротравматизма на производстве надо отметить регулярную учебу обслуживающего персонала на специальных занятиях и своевременное проведение всех видов инструктажа: вводного, первичного, периодического.

#### 4.7 РАСЧЁТ ЗАЩИТНОГО ЗАЗЕМЛЕНИЯ

В проекте предусмотрены способы защиты обслуживающего персонала устройств АБТЦ от опасного перенапряжения, от токов короткого замыкания. Устранить опасность поражения электрическим током в этом случае можно с помощью повторного защитного заземления нулевого провода.

Таблица 4.5 – Исходные данные:

Напряжение электроустановки $U$ , В	380
Расчетный ток замыкания на землю $I_z$ , А	50
Мощность питающих трансформаторов $P$ , кВА	>100
Форма вертикальных заземлителей	стержень
Размеры вертикальных заземлителей: $L$ , м	4
Диаметр стержня $d$ , м	0,02
Глубина заложения $h$ , м	0,5
Расстояние между вертикальными заземлителями $a$ , м	0,85
Род грунта	Супесок
Климатическая зона	II

Для электроустановки с напряжением до 1000В с глухо-заземленной нейтралью при мощности питающего трансформатора более 100 кВА допустимое сопротивление повторного заземляющего устройства:

$$R_{\text{д}} = \frac{U_3}{I_3} < 10 \text{ Ом} \quad (1)$$

$$R_{\text{д}} = \frac{380}{50} = 7,6 \text{ Ом}$$

Сопротивление растеканию тока одиночного углубленного стержневого вертикального заземлителя равно:

$$R_B = \rho \times \frac{\ln\left(\frac{2 \times L}{d}\right) + 0,5 \times \ln\left(\frac{4 \times h_2 + L}{4 \times h_2 - L}\right)}{2 \times \pi \times L}, \quad (2)$$

где,  $\rho$  – удельное сопротивление грунта с учетом коэффициента сезонности  $\rho = \rho_{\text{гр}} \times \psi$ , величина коэффициента сезонности  $\psi$  для вертикальных заземлителей равно 1,5 для II климатической зоны и  $\rho_{\text{гр}}$  (супесок) равно 300 Ом\*м;

$h_1$  – расстояние от поверхности земли до верхнего конца заземлителя,  $h_1 > 0,5$  м;

$h_2$  – расстояние от поверхности земли до середины вертикального заземлителя,

$$h_2 = h_1 + \frac{L}{2}, \text{ м.}$$

$$R_B = 1,5 \times 300 \times \frac{\ln\left(\frac{2 \times 4}{0,02}\right) + 0,5 \times \ln\left(\frac{4 \times 2,5 + 4}{4 \times 2,5 - 4}\right)}{2 \times 3,14 \times 4} = 118,14 \text{ Ом}$$

Число вертикальных заземлителей равно:

$$n' = \frac{R_B}{k \times R_3}, \quad (3)$$

где,  $k$  – коэффициент использования берем равный 0,6 и подсчитываем приближенное количество заземлителей.

$$n' = \frac{118,14}{0,6 \times 7,6} = 25,9 \approx 26 \text{ стержней}$$

Определяем длину полосы связи (при рядном расположении вертикальных заземлителей):

$$l_{\text{п}} = 1,05 \times a \times (n' - 1), \quad (4)$$

где,  $n'$  – число вертикальных заземлителей, полученных по предварительному расчёту;

$a$  – расстояние между одиночными заземлителями.

$$l_{\text{п}} = 1,05 \times a \times (n' - 1) = 1,05 \times 0,85 \times (26 - 1) = 22,3 \text{ м.}$$

Определяем сопротивление растекания тока полосы связи  $R_{\Gamma}$ :

$$R_{\Gamma} = \frac{\rho_{\text{сп}} \times \psi \times \ln\left(\frac{l^2}{d \times h_1}\right)}{2 \times \pi \times l}$$

(5)

$$R_{\Gamma} = \frac{3,5 \times 300 \times \ln\left(\frac{488,4^2}{0,02 \times 0,5}\right)}{2 \times 3,14 \times 22,1} = 81,62 \text{ Ом};$$

Определяем уточненное число заземлений:

$$N = \frac{R_{\Gamma} \times R_B - R_{\text{д}} \times \eta_{\Gamma} \times R_B}{R_{\text{д}} \times \eta_B \times R_{\Gamma}}.$$

(6)

$$N = \frac{118,14 \times 81,62 - 7,6 \times 0,39 \times 118,14}{7,6 \times 0,66 \times 81,62} = 22,6 \approx 23 \text{ заземлителя.}$$

Рассчитываем сопротивление группового заземлителя  $R_{\text{гр}}$ :

$$R_{\text{гр}} = \frac{R_B \times R_{\Gamma}}{\eta_{\Gamma} \times R_B + n \times \eta_B \times R_{\Gamma}}, \quad (7)$$

где,  $n$  – уточнённое число заземлителей.

$$R_{\text{гр}} = \frac{118,14 \times 81,62}{0,39 \times 118,14 + 23 \times 0,66 \times 81,62} = 7,5 \text{ Ом.}$$

$R_{гр}=7,5 \text{ Ом}$ ,  $R_{д}=7,6 \text{ Ом}$ , т.к.  $R_{гр}<R_{д}$  – следовательно, рассчитанная система заземления обеспечивает электробезопасность при эксплуатации проектируемых устройств АБ.

Результаты расчета защитного заземления приведены в таблице 5.6

Таблица 4.6 – Результаты расчета защитного заземления

Удельное сопротивление грунта $\rho_{гр}$ , Ом*м	300
Коэффициент сезонности $\psi$ :	
Для вертикальных заземлителей	1,5
Для горизонтальных заземлителей (полоса)	3,5
Сопротивление одиночного заземлителя $R_B$ , Ом	118,14
Число вертикальных заземлителей $n$ , штук	23
Длина горизонтальной соединительной полосы, м	22,3
Сопротивление соединяющей полосы, Ом	81,62
Допустимое сопротивление защитного заземления $R_з$ , Ом	7,6

Схема защитного заземления показана на рисунке 4.1

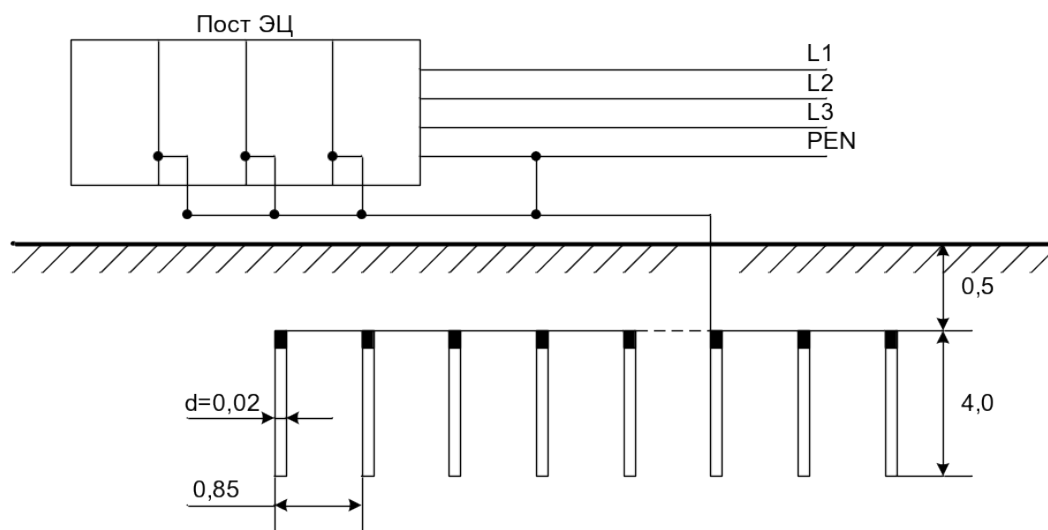


Рисунок 4.1– Схема защитного заземления

#### 4.8 ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Пожар – неконтролируемое горение вне специального очага, наносящее материальный ущерб.

Причинами возникновения пожара в релейном помещении поста ЭЦ могут служить: курение в не отведенных для этого местах, несоблюдение правил техники безопасности при пользовании электронагревательными приборами, неосторожное обращение с огнем, неправильное содержание электропроводки и электрооборудования.

Свойство конструкций (зданий, сооружений) сохранять несущую способность во время пожара называют – огнестойкостью.

Здания и сооружения состоят из разных конструктивных элементов, обладающих разной огнестойкостью. Огнестойкость строительных конструкций характеризуется пределом огнестойкости, представляющим собой время, по истечении которого конструкция теряет свою несущую способность при испытании по стандартному режиму.

Общие мероприятия по предупреждению пожаров: запрещение применения открытого огня; курение в установленных местах; строгий контроль за состоянием электрических сетей и электрооборудования; после окончания работы все огне действующие приборы и освещение должны быть выключены. Конструктивно-строительные меры по пожарной безопасности определены в СНиП 21-01-97.

Служебно-технические помещения поста ЭЦ оборудуются пожарной сигнализацией. По принципу действия извещатели делятся на тепловые, дымовые и световые. Для ликвидации возгораний в начальной стадии пожара применяют первичные средства пожаротушения – огнетушители. Для тушения помещений, электроустановок под напряжением применяют углекислотные огнетушители ОУ-5/8.

Требования к обучению и инструктажу обслуживающего персонала.

Целью организации охраны труда является проведение профилактических работ, направленных на предупреждение нарушений, устранение причин, приводящих к несчастным случаям. С лицами, вновь

пребывающими на работу, проводят вводный инструктаж, стажировку на месте производства и первичную проверку знаний.

Организация труда возлагается на начальника и главного инженера дистанции. В ШЧ ответственным за соблюдение правил техники безопасности является начальник дистанции. Повторный инструктаж проводится непосредственно на рабочем месте руководителем работ не реже 1 раза в 3 месяца. Проверку знаний по охране труда проводят постоянно действующими на предприятии комиссиями. К работам связанным с движением поездов допускаются лица достигшие восемнадцатилетнего возраста, прошедшие периодическое медицинское освидетельствование, успешно сдавшие экзамен по технике безопасности и должностным инструкциям.

#### 4.9 ВЫВОД ПО РАЗДЕЛУ

Для предотвращения воздействия на работников опасных производственных факторов, при проведении работ в релейном помещении поста ЭЦ, необходимо, чтобы каждый работник знал и соблюдал правила техники безопасности, был внимателен и осторожен при выполнении любой работы. Также должны быть созданы нормальные и здоровые условия труда. Рабочее место должно быть обеспечено всем необходимым для безопасного выполнения порученной ему работы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

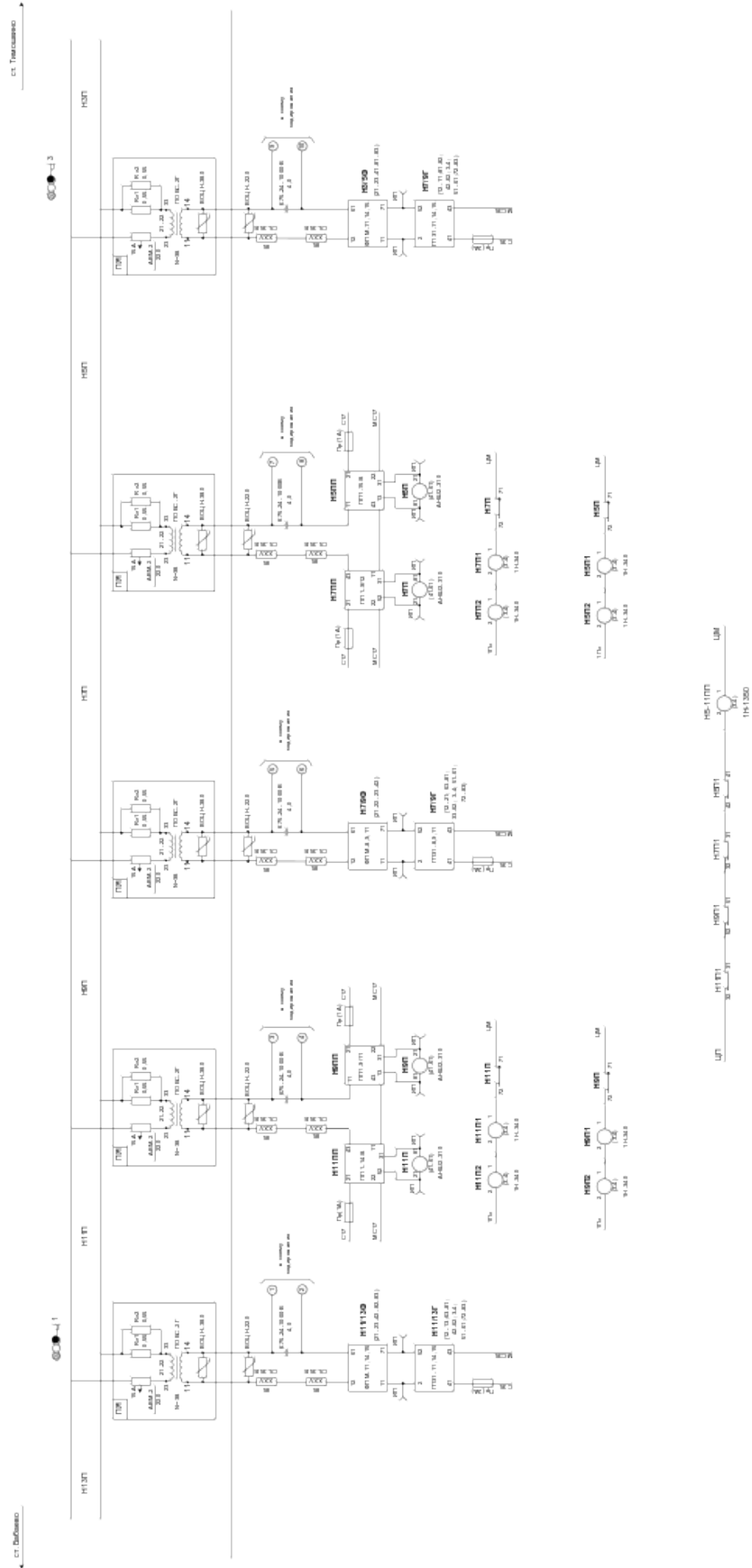
В данном дипломном проекте были рассмотрены вопросы, связанные с оборудованием перегона Бабаево-Тимошкино Тихвинской дистанции сигнализации, централизации и блокировки системой АБТЦ-03 с тональными рельсовыми цепями с централизованным размещением аппаратуры. Применение системы АБТЦ-03 позволяет значительно сократить объем и время монтажных работ при пуске в эксплуатацию. Сокращается норма времени на обслуживание перегона.

Срок окупаемости данного проекта, по расчету экономической эффективности, составляет 5 лет.

На сегодняшний день система АБТЦ-03 считается перспективным проектом и повсеместно внедряется на сети железных дорог России.



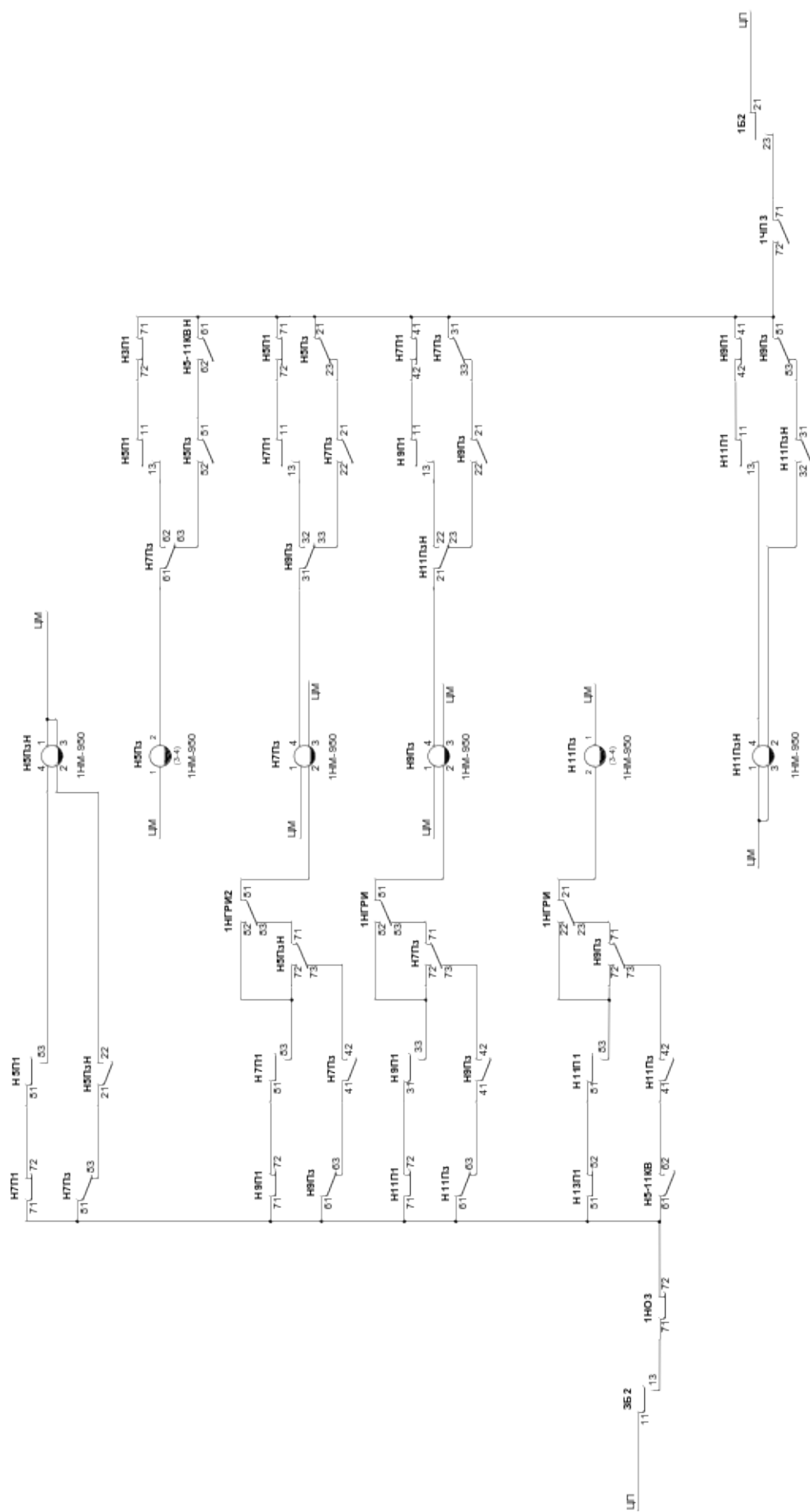












## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. « Правила Технической Эксплуатации Железных Дорог Российской Федерации » ООО «РЖД» 2006 г.
2. « Системы железнодорожной автоматики и телемеханики » Учеб. Для вузов / Ю.А. Кравцов, В.Л. Нестеров, Г.Ф. Лекута и др.; Под ред. Ю.А. Кравцова, М.: Транспорт, 1996. 400с
3. «Устройства СЦБ их монтаж и обслуживание (Полуавтоматическая и автоматическая блокировка)» Бубнов В.Д. , Дмитриев В.С. , М, : транспорт , 1989. – 366 с.
4. «Устройства СЦБ. Технология обслуживания» Москва,Транспорт 1999г
5. Охрана труда на железнодорожном транспорте: Учебник для вузов ж.-д. трансп./Ю.Г.Сибаров, В.О.Дегтярёв, Т.К. Ефремова и др; Под ред. Ю.Г.Сибарова.-М: Транспорт, 1981. - 287с.
6. Бузанов С.П., Харламов В.Ф. Охрана труда на железнодорожных станциях. 2-е изд., перераб. и доп.-М: Транспорт, 1986. - 240с.
7. Пожарная безопасность: Учебное пособие /А.Н.Баратов, В.А.Пчелинцев – М.: изд-во АСВ, 1997. - 176 стр. с илл.
8. Михайлов А.Ф., Ефимов Г.К. Охрана труда в хозяйстве сигнализации и связи.- М: Транспорт, 1979. - 151 с., ил., табл. – Библиогр.: с.149.
9. Требования системы стандартов безопасности труда к уровню опасных и вредных производственных факторов. – Методические указания к дипломному проектированию. – СПб: ПГУПС, 1994. - 52с.
- 10.Обеспечение безопасности жизнедеятельности объектов железнодорожного транспорта в чрезвычайных ситуациях. – Методические указания для разработки дипломных проектов: ПГУПС, 1994.
- 11.Юрпольский И.И. Гражданская оборона на железнодорожном транспорте: Учебник. – М.: Транспорт, 1987