

**РОСЖЕЛДОР**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Ростовский государственный университет путей сообщения»**  
**(ФГБОУ ВО РГУПС)**

---

Д.В. Швалов, Е.И. Кравченко, Н.Р. Осипова

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ИНТЕРВАЛЬНОГО**  
**РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ**  
**НА УЧАСТКЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ**

Учебно-методическое пособие  
для студентов заочной формы обучения

Ростов-на-Дону  
2017

УДК 656.22(07) + 06

Рецензент – кандидат физико-математических наук, доцент Л.Н. Стажарова

**Швалов, Д.В.**

Проектирование устройств интервального регулирования движения поездов на участке железной дороги: учебно-методическое пособие для студентов заочной формы обучения / Д.В. Швалов, Е.И. Кравченко, Н.Р. Осипова; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2017. – 48 с. – Библиогр.: с. 47.

Изложены задание и методические рекомендации для выполнения курсового проекта по дисциплинам «Автоматика и телемеханика на перегонах (проектирование)», «Автоматика и телемеханика на перегонах».

Предназначено для студентов заочной формы обучения, обучающихся по специальности «Системы обеспечения движения поездов» (специализация «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»).

Одобрено к изданию кафедрой «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте».

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	4
1 Состав курсового проекта и исходные данные .....	6
2 Методические рекомендации по выполнению курсового проекта .....	12
Библиографический список .....	47

## **ВВЕДЕНИЕ**

Автоматическая блокировка представляет собой сложный комплекс устройств интервального регулирования движения поездов на перегонах, от надежной и бесперебойной работы которого зависит эффективность перевозочного процесса в целом. Отказы устройств автоблокировки вызывают задержки поездов, что приводит к повышению стоимости перевозок. Поэтому в настоящее время актуальной является проблема повышения эксплуатационной надежности устройств автоблокировки с целью сокращения числа приносящих ущерб отказов. Кроме того, необходимо сокращать затраты на техническое обслуживание аппаратуры.

В настоящее время при новом строительстве широко применяются системы автоблокировки с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением аппаратуры (АБТЦ, АБТЦ-М, АБТЦ-ЕМ). В таких системах вся аппаратура, реализующая зависимости, размещается на станции, а на перегоне находятся светофоры и пассивные согласующие элементы, что снижает эксплуатационные расходы и сокращает время устранения неисправностей. Достоинствами систем также являются отсутствие изолирующих стыков для разграничения блок-участков, снижение потребляемой мощности в 5–10 раз за счёт использования сигнального тока рельсовой цепи тонального диапазона и упрощение энергоснабжения автоблокировки, так как питание устройств автоблокировки осуществляется от тех же источников, что и питание устройств электрической централизации.

Проектирование устройств автоблокировки на федеральном железнодорожном транспорте Российской Федерации должно выполняться в полном соответствии с действующей нормативной базой. При новом строительстве, а также реконструкции или модернизации существующих устройств обязательными для применения являются Правила проектирования устройств железнодорожной автоматики и телемеханики [3]. Требования Правил распространяются на железные дороги общей сети и подъездных путей ОАО «Российские же-

лезные дороги», на которых осуществляется движение поездов со скоростями не более 140 км/ч. При разработке проектной документации следует предусматривать применение только действующих типовых решений, методических указаний по проектированию и других инструктивных материалов, утвержденных ОАО «Российские железные дороги». Использование не утвержденных в установленном порядке технических решений не допускается.

Целью курсового проектирования является разработка схемных решений для оборудования заданного перегона устройствами автоблокировки с централизованным размещением аппаратуры и рельсовыми цепями тональной частоты.

Оформление курсового проекта (текстового и графического материала) должно соответствовать требованиям Стандарта предприятия СТП РГУПС-2-07 «Оформление учебной документации, курсовых и дипломных проектов (работ) студентов инженерных специальностей» [1, 2]. Графический материал оформляется в виде рисунков или чертежей по выбору студента.

# **1 СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

Курсовой проект состоит из следующих разделов и подразделов:

## ***Введение***

### ***1 Выбор средств интервального регулирования движения поездов***

***1.1 Характеристика систем интервального регулирования движения поездов на перегоне***

***1.2 Путьевой план перегона и схема кабельной сети***

***1.3 Увязка показаний путевых светофоров и кодовых сигналов автоматической локомотивной сигнализации***

### ***2 Разработка электрических принципиальных схем автоблокировки***

***2.1 Перегонные рельсовые цепи***

***2.2 Схема контроля жил кабелей рельсовых цепей***

***2.3 Схема кодирования рельсовых цепей блок-участка***

***2.4 Схемы замыкания блок-участка, контроля последовательного занятия и освобождения рельсовых цепей***

***2.5 Схемы линейных цепей***

***2.6 Схема управления светофором или Схема увязки автоблокировки и электрической централизации***

## ***Заключение***

## ***Список использованных источников***

Графическая часть проекта (чертежи или рисунки на листах формата А3 или А4) должна содержать следующие схемные решения:

***1 План размещения аппаратуры на перегоне (фрагмент для части перегона);***

***2 Путьевой план перегона (фрагмент для части перегона);***

***3 Схема кабельной сети (фрагмент для части перегона);***

*4 Схема увязки показаний путевых светофоров и кодовых сигналов (для части перегона при движении в «правильном» направлении);*

*5 Схемы электрические принципиальные рельсовых цепей блок-участка и защитного участка;*

*6 Схема электрическая принципиальная контроля жил кабелей рельсовых цепей (для части перегона);*

*7 Схема электрическая принципиальная кодирования рельсовых цепей блок-участка;*

*8 Схема электрическая принципиальная замыкания блок-участка;*

*9 Схема электрическая принципиальная контроля последовательного занятия рельсовых цепей;*

*10 Схема электрическая принципиальная контроля последовательного освобождения рельсовых цепей;*

*11 Схемы электрические принципиальные линейных цепей;*

*12 Схема электрическая принципиальная управления светофором или  
Схема увязки автоблокировки и электрической централизации.*

Исходные данные для выполнения курсового проекта приведены в таблицах 1 и 2.

Схематический план двухпутного перегона показан на рисунке 1, схематический план однопутного перегона – на рисунке 2. Схемы размещения аппаратуры на перегоне и разделение перегонов на части (зоны управления) в соответствии с таблицей 1 показаны на рисунках 3 и 4.

Таблица 1 – Варианты заданий для разработки электрических принципиальных схем

Вариант (сумма двух последних цифр шифра студента)	Количество путей на перегоне	Часть перегона для разработки электрических принципиальных схем 6,11	Блок-участок для разработки электрических принципиальных схем 5,7,8,9,10	Номер светофора для разработки схемы управления / тип системы ЭЦ на станции для разработки схемы увязки
0, 18	2	Станция Б, 2 путь	8/НД	- / МРЦ-13
1	1	Станция Б	Н/10	1 / -
2	2	Станция Б, 2 путь	8/НД	- / МРЦ-13
3	2	Станция А, 2 путь	7/ЧД	- / МРЦ-13
4	2	Станция А, 2 путь	2/4	4 / -
5	2	Станция А, 2 путь	4/6	6 / -
6	2	Станция Б, 2 путь	6/8	8 / -
7	1	Станция А	2/7	4 (последняя цифра шифра четная) / 9 (последняя цифра шифра нечетная)
8	1	Станция А	4/5	6 (последняя цифра шифра четная) / 7 (последняя цифра шифра нечетная)
9	2	Станция А, 2 путь	Ч/2	2 / -
10	1	Станция Б	3/6	8 (последняя цифра шифра четная) / 5 (последняя цифра шифра нечетная)
11	1	Станция Б	1/8	10 (последняя цифра шифра четная) / 3 (последняя цифра шифра нечетная)
12	2	Станция Б, 1 путь	Н/1	1 / -
13	2	Станция Б, 1 путь	1/3	3 / -
14	2	Станция Б, 1 путь	3/5	5 / -
15	2	Станция А, 1 путь	5/7	7 / -
16	2	Станция А, 1 путь	7/ЧД	- / МРЦ-13
17	1	Станция А	Ч/9	2 / -

Таблица 2 – Номера линейных цепей для разработки электрических принципиальных схем (вариант соответствует двум последним цифрам шифра студента)

Вариант	Номера линейных цепей	Вариант	Номера линейных цепей	Вариант	Номера линейных цепей	Вариант	Номера линейных цепей	Вариант	Номера линейных цепей
00,99	1,2	10,89	2,6	20,79	4,7	30,69	1,4	40,59	2,8
01,98	1,3	11,88	2,7	21,78	4,8	31,68	1,5	41,58	3,4
02,97	1,4	12,87	2,8	22,77	5,6	32,67	1,6	42,57	3,5
03,96	1,5	13,86	3,4	23,76	5,7	33,66	1,7	43,56	3,6
04,95	1,6	14,85	3,5	24,75	5,8	34,65	1,8	44,55	3,7
05,94	1,7	15,84	3,6	25,74	6,7	35,64	2,3	45,54	3,8
06,93	1,8	16,83	3,7	26,73	6,8	36,63	2,4	46,53	4,5
07,92	2,3	17,82	3,8	27,72	7,8	37,62	2,5	47,52	4,6
08,91	2,4	18,81	4,5	28,71	1,2	38,61	2,6	48,51	6,7
09,99	2,5	19,80	4,6	29,70	1,3	39,60	2,7	49,50	6,8



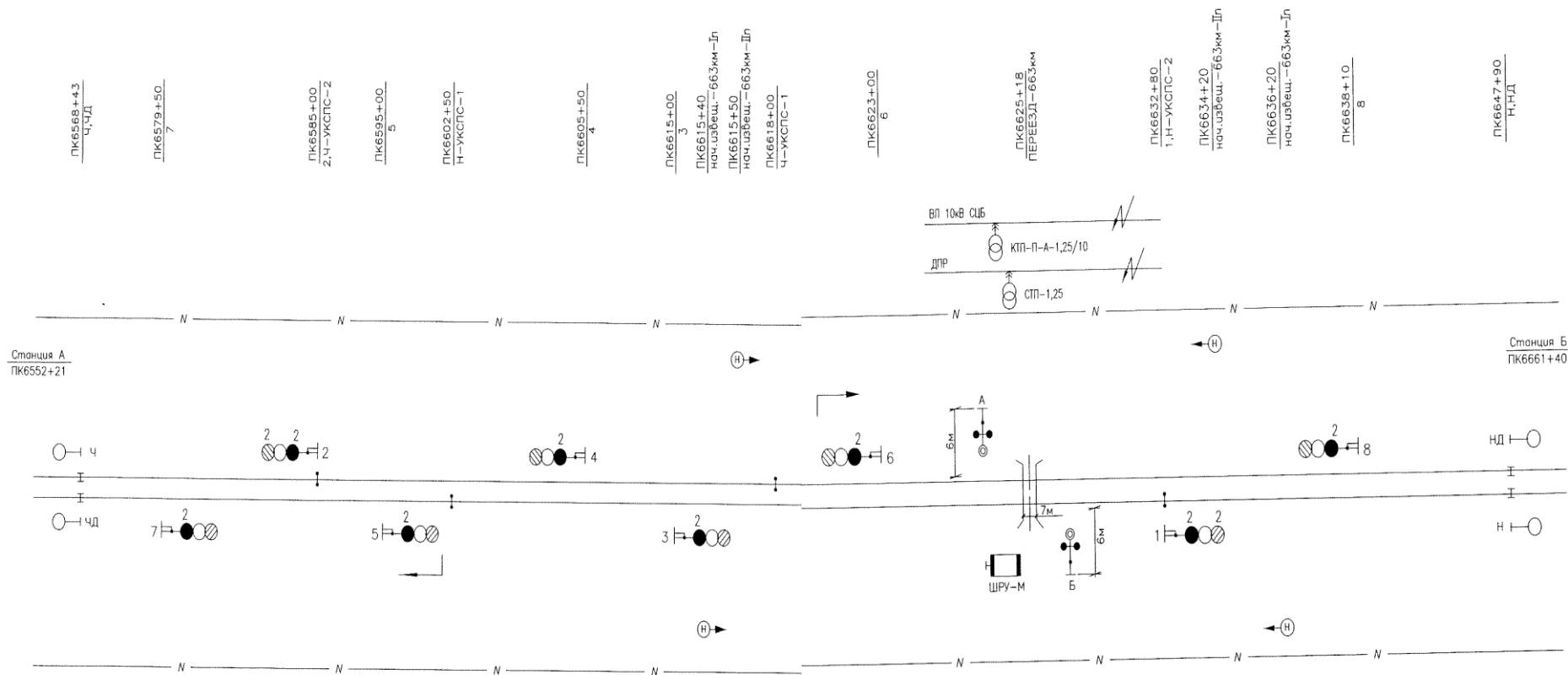


Рисунок 1 – Схематический план двухпутного перегона

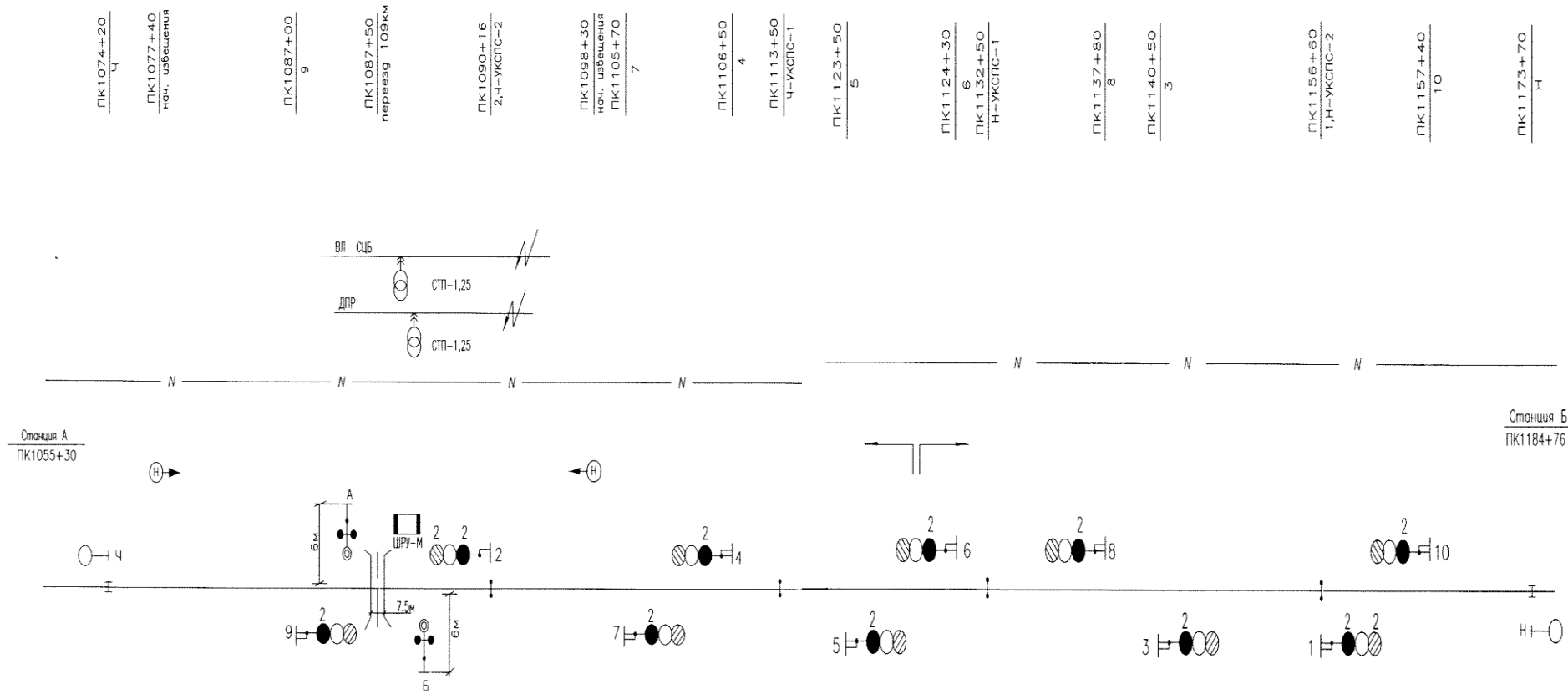


Рисунок 2 – Схематический план однопутного перегона

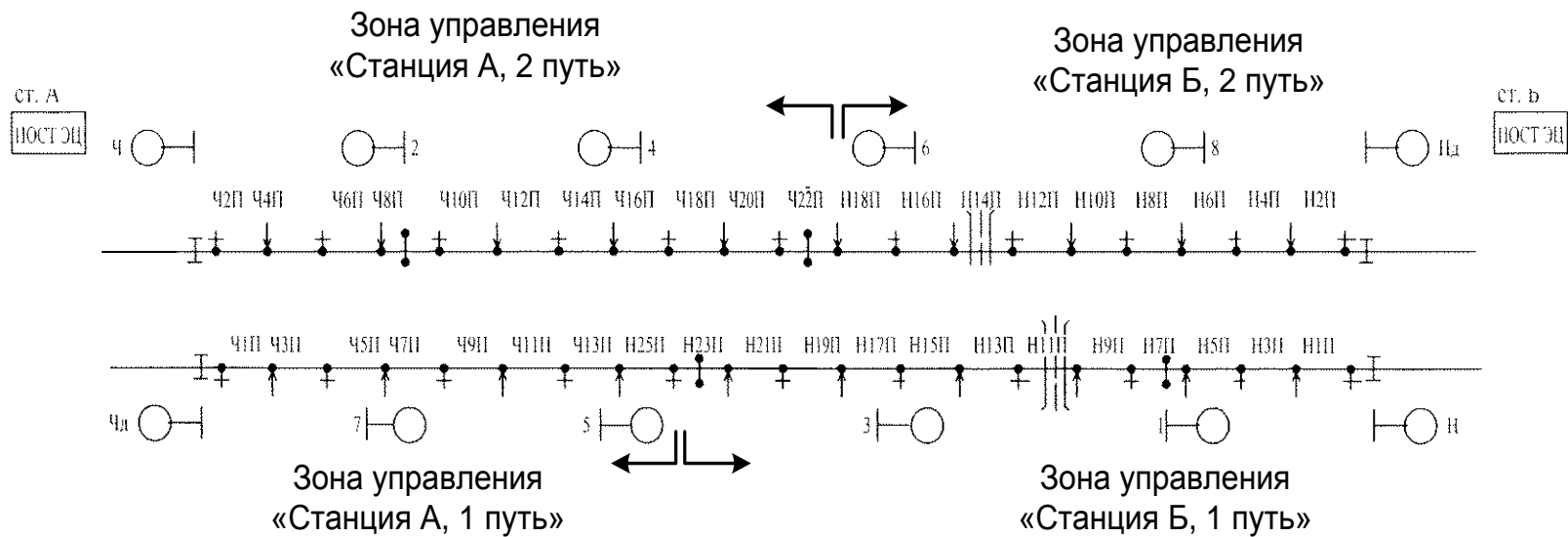


Рисунок 3 – Схема размещения аппаратуры АБТЦ на двухпутном перегоне

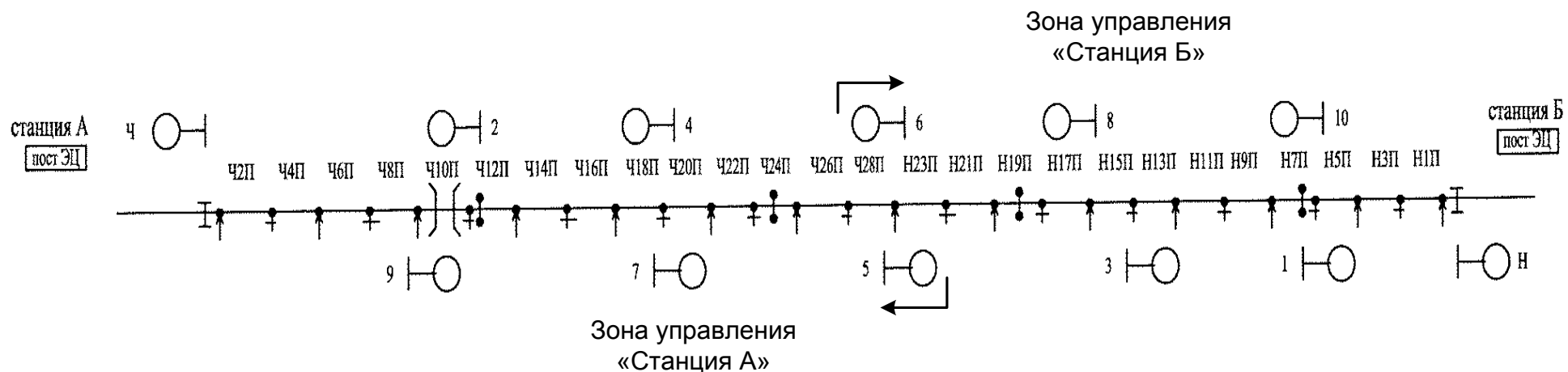


Рисунок 4 – Схема размещения аппаратуры АБТЦ на однопутном перегоне

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Во *Введении* следует кратко рассмотреть следующие вопросы: назначение устройств интервального регулирования движения поездов, их роль в обеспечении безопасности и бесперебойности движения поездов; актуальность и необходимость оборудования перегона устройствами автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации; современное состояние, тенденции и перспективы развития средств интервального регулирования движения поездов. В конце *Введения* необходимо сформулировать цель курсового проектирования. Объем *Введения* – не более трех страниц.

В разделе *1 Выбор средств интервального регулирования движения поездов* следует описать общие принципы построения и функционирования систем автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации, выбранных для оборудования заданного перегона, а также порядок и особенности размещения аппаратуры автоблокировки на перегона.

В подразделе *1.1 Характеристика систем интервального регулирования движения поездов на перегоне* следует описать эксплуатационно-технические характеристики, принципы построения и функционирования систем автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации, выбранных для оборудования перегона. Также можно указать преимущества выбранной системы автоблокировки по сравнению с другими системами.

Для оборудования перегона выбирается система автоблокировки с централизованным размещением аппаратуры и рельсовыми цепями тональной частоты АБТЦ, проектируемая по типовым схемным решениям АБТЦ-03 [5]. Студент может выбрать (по согласованию с руководителем курсового проектирования) для проектирования микропроцессорную систему автоблокировки с тональными рельсовыми цепями, централизованным размещением аппаратуры и дублирующими каналами передачи информации – АБТЦ-М.

Система АБТЦ является системой централизованного типа с путевыми светофорами. АБТЦ предназначена для применения на однопутных и двухпутных участках железных дорог с электротягой переменного и постоянного тока или автономной тягой при нормальном или пониженном сопротивлении балласта. Аппаратура АБТЦ располагается на ограничивающих перегон станциях. В системе используются тональные рельсовые цепи типа ТРЦЗ без изолирующих стыков. Изолирующие стыки устанавливаются только для отделения перегонных рельсовых цепей от станционных.

Аппаратура АБТЦ разделяется на перегонную и станционную. К станционной аппаратуре относятся: аппаратура тональных рельсовых цепей (путевые генераторы, путевые фильтры, путевые приемники, уравнивающие трансформаторы); схемы включения огней светофоров; схемы кодирования перегонных рельсовых цепей; схемы замыкания и разделки перегонных устройств; схемы контроля последовательного занятия и освобождения рельсовых цепей; схема контроля жил кабеля рельсовых цепей; схема линейных цепей; схема смены направления движения по перегону; схемы увязки с другими системами и устройствами.

Перегонные устройства управляются со станций, ограничивающих перегон. При небольшой длине перегона аппаратура управления может размещаться на одной из станций. Дальность управления светофором составляет не более 9 км, длина соединительного кабеля ТРЦ – не более 12 км. Деление перегона на зоны управления на однопутном участке производится по светофорам противоположных направлений, установленным в створе; деление перегона на двухпутном участке осуществляется по светофорам противоположных направлений независимо от мест их установки. Граница деления выбирается, исходя из возможности размещения аппаратуры на станциях. При необходимости, если длина перегона не позволяет управлять объектами автоблокировки, аппаратура может быть размещена посередине перегона в транспортабельном модуле.

К перегонным устройствам относятся: путевые согласующие трансформаторы типа ПОБС-2М с коэффициентом трансформации  $n=38$ ; приборы защи-

ты – автоматические выключатели типа АВМ2-15, выравниватели типа ВОЦН-380 и ВОЦН-220, защитные резисторы (регулируемые резисторы с номинальным сопротивлением 0,6 или 1,1 Ом). Указанные приборы размещаются непосредственно у пути в путевых ящиках (типа ПЯ-1) или на автоблокировочных перегонных стойках (типа САП-50). Подключение аппаратуры ТРЦ осуществляется через согласующие трансформаторы.

Для увязки станционных и перегонных устройств применяется симметричный сигнально-блокировочный кабель с парной скруткой жил типа СБПБ, СБЗПУ, СБПАБ<sub>ПШП</sub> (в зависимости от рода тяги поездов) или кабель связи. Дублирование жил в кабеле не допускается. Применение несимметричного кабеля допускается, если в нем используется одна пара жил. Например, в местах между двумя путевыми ящиками в конце кабельной магистрали. При исправном кабеле, имеющем парную скрутку жил, переходное затухание между цепями достаточно высокое. Поэтому взаимные влияния между цепями в случае их исправного состояния незначительны, и с ними можно не считаться. Для исключения опасных отказов в случае однополюсных и двухполюсных замыканий кабельных цепей предусмотрена схема контроля жил кабеля рельсовых цепей. В кабельной линии также предусмотрена сигнальная пара вдоль всего перегона с разделкой в каждой точке подключения аппаратуры для организации аварийно-восстановительной связи.

Автоблокировка должна проектироваться в комплексе с путевыми устройствами автоматической локомотивной сигнализации (АЛС) и устройствами диспетчерского контроля (ДК). На однопутных участках с движением поездов по показаниям проходных светофоров в обоих направлениях автоблокировка должна проектироваться двустороннего действия. На перегонах с автоблокировкой устройствами АЛС оборудуются все рельсовые цепи. Показания локомотивного светофора увязаны с показаниями путевых светофоров. Кодирование перегонных рельсовых цепей кодами АЛС осуществляется из каждой точки подключения аппаратуры ТРЦ с момента вступления поезда на эту рельсовую цепь. Система автоблокировки АБТЦ предусматривает наличие за хво-

стом поезда не кодируемого сигналами АЛС защитного участка, длина которого не менее длины тормозного пути со скорости проследования светофора с одним желтым (немигающим) огнем, установленного Правилами технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации.

Проходной светофор принимает разрешающее показание при свободности ограждаемого им блок-участка и защитного участка и правильной последовательности освобождения рельсовых цепей. Ложная занятость и последующее восстановления работоспособности одной рельсовой цепи не приводит к сохранению запрещающего показания на светофоре. Двухнитевые лампы с переключением основной нити при ее перегорании на резервную применяются для красных огней проходных светофоров, для красных и желтых огней предупредительных светофоров.

Электроснабжение станционных устройств АБТЦ осуществляется от питающих установок, имеющих основной и резервный источники питания. Дроссель-трансформаторы на перегоне, как правило, не устанавливаются. Они устанавливаются у входных светофоров для обеспечения протекания тягового тока в обход изолирующих стыков, в местах присоединения отсасывающих фидеров тяговых подстанций и в местах установки междупутных перемычек (при их наличии).

В подразделе *1.2 Путьевой план перегона* следует привести схему размещения аппаратуры на перегоне (фрагмент для части перегона в соответствии с таблицей 1). На основании этой схемы следует составить путьевой план и схему кабельной сети для заданной части перегона. Примеры путьевого плана перегона и кабельной сети перегона приведены в [5, Альбом 2].

На путьевом плане перегона в принятых условно-графических обозначениях показываются:

- пути перегона в двухниточном изображении;
- входные светофоры (Н, Ч, НД, ЧД) станций, ограничивающих перегон;
- проходные светофоры с указанием их номеров и наличия двухнитевых ламп; на перегоне проходные светофоры автоблокировки нумеруются, начиная

от входного светофора навстречу движению поездов. При этом светофорам нечетного направления присваиваются нечетные номера (1, 3, 5, 7), а светофорам четного направления – четные (2, 4, 6, 8);

– рельсовые цепи с указанием их названий (Н1П, Н3П и т.д. – с нечетной стороны по нечетному пути двухпутного перегона или с нечетной стороны однопутного перегона; Н2П, Н4П и т.д. – с нечетной стороны по четному пути двухпутного перегона; Ч2П, Ч4П и т.д. – с четной стороны по четному пути двухпутного перегона или с четной стороны однопутного перегона; Ч1П, Ч3П и т.д. – с четной стороны по нечетному пути двухпутного перегона), длин в метрах (236, 544, 310 и др.), расположения аппаратуры питающих (•) и релейных (+) концов, комбинаций несущих и модулирующих частот (420/12, 720/8 и др.);

– трасса кабельной сети с указанием мест установки разветвительных муфт, длины и жильности кабелей.

Кабельная сеть перегона строится следующим образом. Для управления и контроля аппаратуры на однопутном перегоне прокладываются два кабеля – НСЦБ1-ЧСЦБ1 и НСЦБ2-ЧСЦБ2. На двухпутном перегоне для управления аппаратурой нечетного пути прокладываются два кабеля – НСЦБ1-ЧСЦБ1, НСЦБ3-ЧСЦБ3, для управления аппаратурой четного пути также прокладываются два кабеля – НСЦБ2-ЧСЦБ2, НСЦБ4-ЧСЦБ4.

Ответвления от группового кабеля к светофорам, путевым трансформаторным ящикам рельсовых цепей и релейному шкафу переезда осуществляются с помощью кабельных разветвительных муфт. Муфта устанавливается как можно ближе к объекту, к которому от неё идёт кабель. Разветвительные муфты на перегоне устанавливаются у каждого путевого ящика. На границе блок-участков устанавливается одна муфта на путевой ящик и светофор. Также общая муфта устанавливается на релейный шкаф переезда и ближайший к нему путевой ящик, в котором располагаются релейные трансформаторы рельсовых цепей. Путевые ящики и разветвительные муфты устанавливаются в габарите приближения строения не менее 3100 мм. У путевых ящиков питающих концов рельсовых цепей указываются несущая и модулирующая частоты генератора.



На схеме кабельной сети следует показать назначение и жильность линейных проводов, предназначенных для управления и контроля аппаратуры автоблокировки.

Провода по кабелям распределены следующим образом. Питающие и релейные провода рельсовых цепей прокладываются в разных кабелях для исключения опасных отказов в случае сообщения жил проводов. Прямые и обратные провода управления огнями светофоров прокладываются в одном кабеле, если удаление светофоров от поста ЭЦ не превышает 4 км.

Линейные провода магистральных кабелей имеют следующие обозначения:

- АВС – цепь аварийно-восстановительной связи;
- Н, ОН, К, ОК – провода схемы смены направления движения по перегону: Н, ОН – прямой и обратный провода цепи смены направления; К, ОК – прямой и обратный провода цепи контроля перегона;
- Л, ОЛ – провода линейных цепей (8 пар);
- Н1-3Р (П,М), Н5-7Р (П,М) и т.п. – прямой и обратный провода релейных концов рельсовых цепей с указанием номеров рельсовых цепей;
- Н3-5П (П,М), Н7-9П и т.п. – прямой и обратный провода питающих концов рельсовых цепей с указанием номеров рельсовых цепей;
- 1С (З, Ж, РЖ, К, РК, ОЗЖ, ОК), 2С (З, Ж, РЖ, К, РК, ОЗЖ, ОК) и т.п. – прямые и обратные провода управления огнями светофора (зеленым, желтым, резервной нитью желтого огня, красным, резервной нитью красного огня, обратный зеленого и желтого огней, обратный красного огня) с указанием номера светофора;
- В, ОВ – провода управления автоматической переездной сигнализацией;
- ДСН, ОДСН – провода цепи двойного снижения напряжения.

В подразделе **1.3 Увязка показаний путевых светофоров и кодовых сигналов автоматической локомотивной сигнализации** следует описать порядок применения сигнальных цветов и скорости проследования сигнальных

показаний путевых светофоров, установленный Инструкцией по сигнализации на железнодорожном транспорте Российской Федерации.

В соответствии с Правилами проектирования [3] перед всеми проходными светофорами установлены предупредительные светофоры – каждый проходной светофор является предупредительным по отношению к следующему светофору. Увязка показаний станционных и перегонных путевых светофоров выполняется в соответствии с Руководящими указаниями РУ-55-2012 [4].

Проходные светофоры автоблокировки установлены на границах между блок-участками. Проходные светофоры устанавливаются с правой стороны по направлению движения или над осью ограждаемого ими пути. Светофоры устанавливаются так, чтобы подаваемые ими сигналы нельзя было принимать с поезда за сигналы, относящиеся к смежным путям. Светофоры применены с нормально горящими сигнальными огнями. Нормальным показанием проходных светофоров является разрешающее. При возникновении неисправности устройств управления светофоры будут автоматически принимать запрещающее показание. На перегоне проектируются линзовые светофоры, мачтовые с металлическими мачтами, которые должны быть установлены на расстоянии не менее 3100 мм от оси пути.

При трехзначной сигнализации в системе автоблокировки проходные светофоры имеют следующие сигнальные показания:

- «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».

Кроме того, на предвходных светофорах применяется дополнительное сигнальное показание «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».

Мигающие огни проходных светофоров должны иметь продолжительность горения 1 с, интервала –  $0,5 \text{ с} \pm 20 \%$ .

Входные светофоры имеют следующие сигнальные показания:

– «Один красный огонь» – «Стой! Запрещается проезжать сигнал»;

– «Один желтый огонь» – «Разрешается поезду следовать на станцию по главному пути с готовностью остановиться; следующий светофор (маршрутный или выходной) закрыт»;

– «Один зеленый огонь» – «Разрешается поезду следовать на станцию по главному пути с установленной скоростью; следующий светофор (маршрутный или выходной) открыт»;

– «Два желтых огня» – «Разрешается поезду следовать на станцию на боковой путь с уменьшенной скоростью и готовностью остановиться; следующий светофор закрыт»;

– «Два желтых огня из них верхний мигающий» – «Разрешается поезду следовать на станцию на боковой путь с уменьшенной скоростью; следующий светофор (маршрутный или выходной) открыт»;

– «Один лунно-белый мигающий огонь» – пригласительный сигнал, разрешающий поезду следовать на станцию со скоростью не более 20 км/ч с готовностью остановиться при возникновении препятствия к движению. Пригласительный сигнал может гореть на светофоре одновременно с красным огнем и без него. При включении на входном светофоре пригласительного сигнала на предвходном светофоре при свободном блок-участке будет гореть желтый огонь.

Кодирование рельсовых цепей является необходимым условием функционирования систем интервального регулирования движения поездов – автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации. Посредством кодирования рельсовых цепей решаются две задачи, обеспечивающие безопасность движения [8]:

- увязка показаний проходных светофоров автоблокировки между собой и с входными и выходными светофорами электрической централизации;
- передача в кабину машиниста локомотива различных сведений, основными из которых являются сообщения о показаниях расположенных впереди светофоров.

В соответствии с [3] в проектируемой на перегоне системе автоблокировки должны предусматриваться не кодируемые сигналами АЛС защитные участки за хвостом поезда. Защитным является участок пути, после освобождения которого в рельсовую цепь перед светофором может быть подан код КЖ, а на предыдущем светофоре – включен желтый (немигающий) огонь. Длина защитного участка должна быть не менее длины тормозного пути, необходимого поезду, движущемуся со скоростью, установленной для проследования светофора с одним желтым (немигающим) огнем. Таким образом, при проезде проходного светофора с красным огнем наличие защитного участка обеспечивает остановку поезда до его соударения со стоящим впереди поездом или соударение на скорости не более 20 км/ч.

Для кодирования рельсовых цепей в системе автоблокировки АБТЦ используется числовое кодирование: для передачи информации три кодовые комбинации – КЖ (один импульс), Ж (два импульса) и З (три импульса). На оборудованном перегоне кодирование осуществляется токовыми сигналами, передаваемыми на частоте 25 Гц. Кодовые сигналы поступают в рельсовые цепи с момента вступления на них поезда. Кодирование осуществляется навстречу его движению из каждой точки подключения аппаратуры ТРЦ (как с питающих, так и с релейных концов рельсовых цепей, так как те и другие концы у смежных рельсовых цепей совмещены).

Примеры схем увязки показаний путевых светофоров и кодовых сигналов АЛС приведены в [5, Альбом 3]. В курсовом проекте следует составить схему для заданной части перегона при движении в «правильном» направлении с учетом возможного перегорания ламп светофоров.

В разделе **2 Разработка электрических принципиальных схем автоблокировки** необходимо, пользуясь типовыми материалами для проектирования [5], разработать заданные электрические принципиальные схемы и описать принципы их построения и функционирования.

При описании функционирования электрических принципиальных схем следует использовать структурные записи замыкаемых цепей со следующими обозначениями:

$\bar{P}$  – замкнут фронтальной контакт реле  $P$ ;

$\underline{P}$  – замкнут тыловой контакт реле  $P$ ;

$\boxed{P}$  – обмотка реле  $P$ .

Кроме структурных записей (по усмотрению студента) могут быть построены временные диаграммы работы или таблицы состояний разработанных электрических принципиальных схем.

В подразделе **2.1 Перегонные рельсовые цепи** следует привести схемы рельсовых цепей заданного блок-участка и защитного участка (в состав защитного участка входят первые две рельсовые цепи следующего по ходу движения блок-участка), а также описать структуру рельсовых цепей, назначение и особенности аппаратуры, порядок распределения частот на перегоне.

В автоблокировке типа АБТЦ перегоны оборудуются тональными рельсовыми цепями типа ТРЦЗ. При этом от одного источника (путевого генератора) питаются две смежные рельсовых цепи. В ТРЦЗ используются амплитудно-манипулированные сигналы (АМ-сигналы). В рельсовых цепях используются несущие частоты 420; 480; 580; 720 и 780 Гц и частоты модуляции 8; 12 Гц. Аппаратура ТРЦ расположена на постах ЭЦ станций, ограничивающих перегон.

Электропитание аппаратуры ТРЦ осуществляется от источников однофазного переменного напряжения частоты 50 Гц (трансформаторов типа ПОБС-

5МП): путевых генераторов – напряжением  $35 \text{ В} \begin{matrix} +5 \\ -10 \end{matrix} \%$ ; путевых приемников – напряжением  $17,5 \text{ В} \begin{matrix} +5 \\ -10 \end{matrix} \%$ .

Цепи питания путевых генераторов и приемников гальванически развязаны. В цепи питания каждого генератора установлен предохранитель на номинальный ток 2 А, приемника – 1 А. Установка отдельных предохранителей обеспечивает работоспособность остальных рельсовых цепей при выходе из строя одного из приборов в результате короткого замыкания.

Питание ТРЦ осуществляется от путевых генераторов ГПЗ-8,9,11 (для несущих частот 420 и 480 Гц) и ГПЗ-11,14,15 (для несущих частот 720 и 780 Гц). Аналогичные разновидности имеют путевые фильтры – ФПМ-8,9,11 и ФПМ-11,14,15.

Фильтр путевой обеспечивает защиту путевого генератора от токов АЛС и требуемое сопротивление аппаратуры питающего конца.

Настройка генераторов и фильтров на необходимые несущую частоту и частоту модуляции осуществляется путем установки внешних перемычек на штепсельных колодках приборов.

Модулированные сигналы принимаются путевыми приемниками. Всего выпускается 10 типов приемников, рассчитанных на прием сигналов с различными несущими частотами и частотами модуляции. Нагрузкой приемника является реле типа АНШ2-310 с параллельно включенными обмотками.

В проекте следует указать конкретные типы применяемой аппаратуры (генераторов, фильтров, приемников) ТРЦ.

Максимальная длина рельсовых цепей в системе АБТЦ, как правило, составляет 800 м с целью обеспечения запаса работоспособности при снижении сопротивления балласта ниже установленной нормы. При разности в длинах смежных рельсовых цепей, питаемых от общего генератора, 20 % и более на приемном конце более короткой рельсовой цепи устанавливается уравнивающий трансформатор УТЗ. Если одна из рельсовых цепей ограничена изолиру-

ющими стыками, то ее длина может быть на 20 % больше, чем не ограниченной изолирующими стыками, при этом установка уравнивающих трансформаторов не требуется. В проекте следует указать места установки уравнивающих трансформаторов.

Бесстыковые рельсовые цепи не имеют четко выраженной границы шунтирования, а имеют зону дополнительного шунтирования, которая является «плавающей» в зависимости от сопротивления балласта – в пределах до 10 % от длины рельсовой цепи. Расстояние от точки подключения аппаратуры к рельсовой линии, на котором фиксируется занятие рельсовой цепи при приближении поезда или освобождение при удалении, определяет длину зоны дополнительного шунтирования. С целью уменьшения зоны дополнительного шунтирования и исключения перекрытия светофора перед движущимся поездом у каждого проходного светофора устраиваются две короткие рельсовые цепи (длиной до 300 м). Аппаратура ТРЦ подключается к рельсовой линии в точке, расположенной от светофора на расстоянии 40 м по ходу движения поезда.

Распределение частот рельсовых цепей по перегону производится с целью защиты бесстыковых рельсовых цепей от взаимных влияний с учетом следующих рекомендаций:

- рельсовые цепи с одинаковыми несущими частотами должны быть разделены не менее, чем двумя парами рельсовых цепей с другими несущими частотами;
- частоты модуляции у рельсовых цепей по одному пути чередуются;
- для более коротких рельсовых цепей рекомендуется использовать более высокие несущие частоты, для более длинных – более низкие;
- не рекомендуется использовать одинаковые несущие частоты у двух параллельных рельсовых цепей разных путей.

Кодовые сигналы автоматической локомотивной сигнализации могут передаваться как с питающего, так и с релейного конца ТРЦ. Схемы кодирования токами АЛС подключаются к конденсаторам емкостью 4 мкФ.

Для защиты от асимметрии тягового тока используются защитные резисторы (два параллельно соединенных резистора).

В подразделе **2.2 Схема контроля жил кабелей рельсовых цепей** следует разработать схему для заданной части перегона. Схема предназначена для постоянного контроля изоляции жил кабеля рельсовых цепей и строится для каждого пути перегона. Необходимость непрерывного получения информации о состоянии кабеля возникает из-за большого расстояния от релейного помещения до путевого ящика питающего или релейного конца ТРЦ, что увеличивает вероятность повреждения кабеля.

Схема фиксирует следующие повреждения (неисправности):

- непосредственное сообщение жил кабеля между собой или через оболочку;
- понижение изоляции жил кабеля по отношению к земле;
- обрыв жил кабеля.

В состав схемы входят две идентичные цепи контроля, в одну из которых включены цепи питающих концов, а в другую – релейных. В состав схемы входят следующие реле:

- ПКЛ и РКЛ – индивидуальные контрольные реле;
- НКЛ (ЧКЛ) – общее контрольное реле и его повторитель НКЛ1 (ЧКЛ1).

Реле ПКЛ и РКЛ включаются между жилами соседних цепей для контроля состояния изоляции жил этих цепей. Реле, включенные между одним из полюсов питания и первой контролируемой цепью, обеспечивают симметрию первых по схеме кабельных цепей и контролируют обрыв любой из цепей.

Реле НКЛ (ЧКЛ) включается через фронтальные контакты всех реле ПКЛ и РКЛ. Его контактами включается контрольная лампа на пульте-табло, а также коммутируется цепь питания генераторов рельсовых цепей.

В качестве источников питания используются два выпрямительных блока типа БВЗ – БПК и БРК, напряжение постоянного тока на выходах которых составляет около 200 В при подаче на их входы напряжения 220 В переменного



тока. Для получения напряжения 220 В применяется двукратная трансформация напряжения посредством трансформаторов ТПК и ТК типа СТ-5МП.

Схема работает следующим образом. При исправном состоянии кабельных цепей все реле ПКЛ и РКЛ находятся под током (режим контроля), получая питание от блоков БВЗ. При этом через фронтные контакты всех реле ПКЛ и РКЛ под током находится реле НКЛ (ЧКЛ). Фронтными контактами этого реле на пульте-табло включена в непрерывном режиме горения белая контрольная лампа и замкнута цепь питания генераторов ТРЦ. Напряжения на обмотках каждого реле ПКЛ и РКЛ в режиме контроля составляет от 3,7 до 4,3 В, что на 40 % больше напряжения отпускания якоря.

При обрыве жилы или нескольких жил кабеля разрываются цепи питания реле ПКЛ и РКЛ, в результате чего выключается реле НКЛ (ЧКЛ), и на пульте-табло белая контрольная лампа переключается на красную, фиксируя повреждение. Питание генераторов ТРЦ при этом сохраняется, так как непосредственной угрозы безопасности движения не создается.

В случае возникновения сообщения между прямой и обратной жилами одной рельсовой цепи питание в эту ТРЦ не будет поступать, в результате чего путевые реле будут обесточены. Такая неисправность при свободном от поездов перегоне приведет к индикации ложной занятости ТРЦ (перекрытию светофора).

Непосредственное сообщение жил соседних цепей, а также сообщение одной или нескольких жил с землей приведет к выключению одного или несколько реле ПКЛ и (или) РКЛ вследствие шунтирующего действия повреждения. В этом случае реле ПКЛ или РКЛ обесточивается и своим фронтным контактом разрывает цепь питания реле НКЛ (ЧКЛ). Реле НКЛ (ЧКЛ) выключается, отключая своим фронтным контактом питание генераторов ТРЦ. На пульте-табло включается в мигающем режиме красная лампа, фиксирующая неисправность. После устранения повреждения схема автоматически переходит в режим контроля, так как реле ПКЛ или РКЛ возбуждается и своим фронтным

контактом замыкает цепь питания реле НКЛ (ЧКЛ). Восстанавливается цепь питания генераторов ТРЦ.

В тех случаях, когда общее контрольное реле НКЛ (ЧКЛ) выключается и шунтирует своими контактами резисторы R1, R3, R4 и R5, схема переводится в режим запуска. Напряжение на обмотках каждого контрольного реле в режиме запуска должно быть от 8,7 до 11,0 В.

В подразделе **2.3 Схема кодирования рельсовых цепей блок-участка** следует разработать схемные решения для заданного блок-участка.

Схемы кодирования перегонных рельсовых цепей реализуют следующие основные функции:

- выбор кода для посылки в рельсовую цепь в зависимости от сигнального показания светофора (в системах автоблокировки с проходными светофорами) или в зависимости от количества свободных блок-участков перед движущимся поездом (в системах автоблокировки без проходных светофоров или при движении по неправильному пути);

- посылку кодового сигнала навстречу движущемуся поезду;

- прекращение кодирования при перегорании лампы красного огня;

- переключение направления кодирования при смене установленного направления движения.

Принципы построения и функционирования схем кодирования описаны в [8]. В состав схем кодирования рельсовых цепей входят следующие элементы:

- кодовые трансформаторы КТ;

- транзиттерные реле, осуществляющие подачу кодов в рельсовые цепи,

- Т (при установленном правильном направлении движения) и РТ (при установленном неправильном направлении движения);

- групповые кодово-включающие реле, проверяющие выполнение условий включения кодирования рельсовых цепей, – КВ (при установленном правильном направлении движения) и КВН (при установленном неправильном направлении движения);

– индивидуальные кодово-включающие реле КВ, обеспечивающие включение кодирования рельсовых цепей из каждой точки подключения аппаратуры.

Кодирование рельсовых цепей блок-участка осуществляется следующим образом. Кодовое питание включается при вступлении поезда на блок-участок, что определяется подключением первичной обмотки кодового трансформатора к источнику питания тыловым контактом реле ПП – общего повторителя путевых реле рельсовых цепей, входящих в состав блок-участка. Коммутация цепи подачи кодовых сигналов осуществляется фронтовым контактом трансмиттерного реле при вступлении поезда на рельсовую цепь – с момента замыкания фронтового контакта соответствующего группового кодово-включающего реле. При этом рельсовые цепи, расположенные на границах блок-участков, кодируются в зависимости от установленного направления движения: цепь питания трансмиттерного реле замыкается фронтовым контактом соответствующего реле направления (НП, НО, ЧП или ЧО).

Схема включения групповых и индивидуальных кодово-включающих реле работает следующим образом. При установленном направлении движения групповое реле включается с проверкой свободного состояния блок-участка (фронтовой контакт реле Б1) и соблюдения правильной последовательности занятия рельсовых цепей предыдущего блок-участка (фронтовой контакт реле ПЗ). Фронтовым контактом группового кодово-включающего реле замыкается цепь питания трансмиттерного реле кодами Ж или З. При вступлении поезда на блок-участок (на первую рельсовую цепь) обесточивается реле Б1 и фронтовым контактом разрывает цепь первоначального включения реле КВ, которое будет удерживаться под током по дополнительной цепи. В этой цепи фиксируется занятое состояние рельсовой цепи (тыловой контакт путевого реле П или его повторителя П1 или П2) и проверяется свободное состояние защитного участка (фронтовой контакт реле ЗУ). Групповое кодово-включающее реле будет находиться под током в течение всего времени движения поезда по блок-участку. При этом фактическая занятость каждой рельсовой цепи блок-участка будет

фиксироваться замыканием тыловых контактов соответствующих путевых реле (П) или их повторителей (П1 или П2), а правильная последовательность занятия рельсовых цепей поездом – замыканием фронтных контактов соответствующих реле контроля последовательного занятия ПЗ.

Выключение группового кодово-включающего реле, а следовательно, и прекращение кодирования блок-участка, произойдет при вступлении поезда на защитный участок. При этом разомкнется фронтный контакт реле ПЗ. Групповое кодово-включающее реле имеет конденсаторное замедление на отпусkanie якоря длительностью 4 с, необходимое для защиты от прекращения кодирования в случае кратковременной потери шунта под поездом.

Индивидуальные кодово-включающие реле становятся под ток при вступлении поезда на соответствующую рельсовую цепь через тыловые контакты повторителей путевых реле П1 или П2. Каждое индивидуальное кодово-включающее реле имеет две цепи включения – через фронтные контакты соответствующего реле направления. Цепь включения индивидуального кодово-включающего реле размыкается при вступлении поезда на следующую рельсовую цепь, в результате чего прекращается кодирование предыдущей рельсовой цепи.

Кодирование всех рельсовых цепей одного блок-участка (за исключением граничной рельсовой цепи) осуществляется от одного кодового путевого трансмиттера. Включение трансмиттерного реле происходит в момент вступления поезда на блок-участок, что фиксируется тыловым контактом реле ПП. Питание трансмиттерного реле осуществляется через фронтные контакты соответствующего реле направления. В цепи включения проверяется свободное состояние защитного участка следующего по ходу движения поезда блок-участка (фронтные контакты реле ЗУ). Выбор кодовых сигналов осуществляется в зависимости от состояния сигнальных реле Ж и З, причем подключение кодовых сигналов Ж и З возможно только при включенном состоянии группового кодово-включающего реле. При выборе кода для участка приближения к станции также учитываются следующие условия: контроль показания «два желтых ог-

ня» входного светофора (фронтной контакт реле РУ), контроль горения лампы желтого огня предвходного светофора в мигающем режиме (фронтной контакт реле КМ), контроль исправности лампы желтого огня предвходного светофора (фронтной контакт реле О).

В подразделе **2.4 Схемы замыкания блок-участка, контроля последовательного занятия и освобождения рельсовых цепей** следует разработать схемные решения для заданного блок-участка.

Функции замыкания-размыкания блок-участка выполняет блокирующее (блокировочное) реле Б. Схема включения блокирующего реле предназначена для исключения появления разрешающего показания на светофоре в случае потери шунта рельсовой цепью после занятия её поездом (ложная свобода рельсовой цепи блок-участка). Последовательное замыкание блок-участков перегона по мере движения поезда является особенностью автоблокировки с централизованным размещением аппаратуры. В состав схемы входят блокирующие реле Б, имеющие за счет конденсаторов, подключенных параллельно его обмоткам, замедление на отпадение якоря около 3 с, и реле-повторители блокирующих реле Б1 и Б2. Реле Б выполняет замыкание блок-участка, ограждаемого перегонным светофором, при вступлении поезда на блок-участок и размыкает его с проверкой выполнения последовательности освобождения рельсовых цепей блок-участка и защитного участка и при условии замыкания следующего блок-участка по ходу движения поезда. В схему включены также: фронтной контакт соответствующего реле направления, замкнутый при установленном направлении движения; фронтной контакт реле ПП – повторителя путевых реле блок-участка; фронтной контакт блокирующего реле предыдущего блок-участка; тыловой контакт блокирующего реле следующего блок-участка; фронтной контакт конечного реле (ПО или ПОК) – последовательного освобождения последней рельсовой цепи защитного участка; фронтной контакт реле ГРИ, замкнутый в том случае, если используется искусственная разделка. Результатом замыкания блок-участка является обесточивание блокирующего реле Б, контакт которого замыкает цепь сигнального реле Ж. Таким образом, вклю-

чение разрешающего показания на светофоре исключается до тех пор, пока вновь не получит питание реле Б. Чтобы не происходило замыкание блок-участка при случайном обесточивании путевого реле какой-либо рельсовой цепи, предусматривается перевод схемы реле Б в режим предварительного замыкания, когда поезд находится на участке перед светофором. Окончательное замыкание блок-участка происходит при занятии его поездом.

В исходном состоянии все блокирующие реле перегона находятся под током. При проследовании поездом светофора, ограждающего блок-участок, обесточивается блокирующее реле, что означает замыкание блок-участка. При этом следующий по ходу движения блок-участок переходит в режим предварительного замыкания. Окончательное замыкание блок-участка происходит при занятии его поездом, когда обесточится общий повторитель путевых реле, и его контактом разорвется цепь питания реле Б. При вступлении поезда на первую рельсовую цепь блок-участка тыловыми контактами реле Б включаются схемы проверки последовательности занятия и освобождения рельсовых цепей блок-участка, построенные на реле соответственно ПЗ и ПО.

После проследования поезда по блок-участку и при условии замыкания следующего по ходу движения блок-участка реле Б вновь получает питание через фронтальный контакт конечного реле освобождения пути (ПО или ПОК), относящегося к защитному участку, и тыловой контакт реле Б1 предыдущего блок-участка. Встав под ток, реле Б осуществляет размыкание блок-участка. Контроль замыкания в пределах хотя бы одного блок-участка выводится на пульт дежурного по станции отправления: если ни один блок-участок на перегоне не замкнут, то ячейка «замыкание перегона» горит жёлтым огнём; если замкнут хотя бы один блок-участок, то ячейка горит красным огнём; если станция установлена на приём, то ячейка погашена.

Схема замыкания исключает появление разрешающего показания на светофоре в случае потери шунта (ложная свобода), когда одна из рельсовых цепей после занятия поездом блок-участка теряет шунтовую чувствительность. После размыкания фронтального контакта реле Б в цепи питания сигнального ре-

ле желтого огня Ж и последующего за этим размыкания фронтального контакта реле Ж в цепи выбора кодового сигнала АЛС включение разрешающего показания светофора и подача разрешающего кода исключаются до тех пор, пока реле Б вновь не встанет под ток.

Ложная занятость рельсовых цепей не приводит к замыканию блок-участка. В этом случае реле Б не обесточивается, т.к. не происходит предварительного замыкания – в цепи включения реле Б фронтальной контактной группой реле ПП разомкнута, но фронтальной контактной группой реле Б предыдущего блок-участка замкнута. При ложной занятости рельсовой цепи показание светофора, ограждающего данный блок-участок, переключится с разрешающего на запрещающее. Если последовательность освобождения рельсовых цепей будет нарушена, то блок-участок останется в замкнутом состоянии, а на ограждающем его светофоре сохранится красный огонь.

Схема контроля последовательного освобождения пути строится для каждого блок-участка и предназначена для контроля выполнения условия последовательного освобождения рельсовых цепей блок-участка. Осуществляют это условие реле ПО, контакты которых включены в цепи возбуждения соответствующих блокирующих реле Б. Нормально, при отсутствии поезда на блок-участке, реле ПО всех рельсовых цепей находятся без тока. В состав схемы входят реле последовательного освобождения ПО, имеющие замедление на отпадание якоря около 0,2 с; рельсовые цепи, входящие в защитный участок, имеют по два реле ПО, фиксирующих освобождение поездом защитного участка, реле предпоследней рельсовой цепи защитного участка называется дополнительным (ПОД), а реле последней рельсовой цепи защитного участка – конечным (ПОК). Работа схемы начинается при вступлении поезда на первую рельсовую цепь блок-участка, когда тыловым контактом повторителя блокирующего реле Б1 подготавливается цепь включения реле ПО. При освобождении первой рельсовой цепи с проверкой занятия следующей рельсовой цепи включается реле ПО. После чего создается цепь его блокировки через собственный фронтальной контактной группой и тыловой контактной группой реле ПО следующей рельсовой цепи.

При дальнейшем следовании поезда по блок-участку поочередно включаются реле освобождения пути остальных рельсовых цепей блок-участка и рельсовых цепей защитного участка. Таким образом, после замыкания блок-участка схема проверяет последовательное поочередное освобождение рельсовых цепей блок-участка и рельсовых цепей защитного участка, а затем фронтальным контактом реле ПО или ПОК создает цепь восстановления питания реле Б. Включение реле Б означает разблокировку путевого светофора и размыкание ограждаемого им блок-участка. Размыкание тылового контакта реле Б ведет к разрыву цепи блокировки и обесточиванию реле ПО или ПОК. В итоге все реле ПО блок-участка возвращаются в исходное состояние – без тока. В случае нахождения в это время другого поезда или ложной занятости рельсовой цепи блок-участка включения реле Б не происходит, а реле ПО или ПОК обесточивается после размыкания тылового контакта путевого реле следующей за защитным участком рельсовой цепи после ее освобождения поездом.

Схема контроля последовательного занятия пути предназначена для контроля последовательного занятия рельсовых цепей блок-участка. Осуществляют такой контроль реле ПЗ, контакты которых используются в схемах кодирования. Схема, как и схема реле контроля последовательного освобождения пути, строится на каждый блок-участок. Нормально, при отсутствии поезда на блок-участке, реле ПЗ всех рельсовых цепей находятся без тока. В состав схемы реле последовательного занятия рельсовых цепей входят реле последовательного занятия ПЗ, имеющие замедление на отпадание якоря около 0,2 с. Реле первой по ходу поезда рельсовой цепи блок-участка обозначается ПЗН (начальное) и фиксирует вступление поезда на первую рельсовую цепь блок-участка.

Работа схемы начинается при вступлении поезда на первую рельсовую цепь блок-участка, когда замыкается тыловой контакт повторителя путевого реле этой рельсовой цепи. Реле Б1 (или УУ для участка удаления) тыловым контактом подготавливает цепи блокировки реле ПЗ. Встав под ток, реле ПЗН блокируется через собственный фронтальный контакт. При освобождении первой рельсовой цепи с проверкой занятия следующей рельсовой цепи становится под



ток реле ПЗ и блокируется с момента отпускания якоря реле ПЗН (после освобождения предыдущей рельсовой цепи). Работа остальных реле ПЗ происходит аналогично.

Таким образом, при движении поезда по блок-участку схема проверяет последовательное поочередное занятие рельсовых цепей блок-участка: в цепи возбуждения реле ПЗ проверяется замыкание фронтального контакта реле ПЗ предыдущей по ходу поезда рельсовой цепи, а в цепи блокировки – замыкание тыловых контактов реле ПЗ предыдущей и последующей по ходу движения поезда рельсовых цепей. Следовательно, при возбуждении очередного реле ПЗ происходит сброс предыдущего и подготавливается цепь возбуждения следующего реле ПЗ. После проследования поездом блок-участка и вступления на первую рельсовую цепь защитного участка обесточивается реле ЗУ, и его фронтальный контакт разрывает цепь блокировки последнего реле ПЗ блок-участка. Одновременно с выключением реле ЗУ возбуждается реле ПЗН следующего блок-участка. Затем фронтальным контактом реле ПО или ПОК создается цепь восстановления питания блокировочного реле Б. Включение реле Б означает разблокировку путевого светофора и размыкание ограждаемого им блок-участка. Размыкание тылового контакта реле Б ведет к разрыву цепи блокировки и обесточиванию реле ПЗ. В итоге все реле ПЗ блок-участка возвращаются в исходное состояние – без тока.

Начальные реле ПЗН секционируют схему для того, чтобы одиночный сбой последовательности занятия и освобождения рельсовой цепи не привел к блокированию всего перегона. В то же время одиночное ложное шунтирование не может привести к срабатыванию реле ПЗ, если не сработало предыдущее реле ПЗ.

В подразделе **2.5 Схемы линейных цепей** следует разработать схемы двух линейных цепей согласно варианту задания (таблица 2).

Увязка устройств АБТЦ между станциями для выполнения всех функциональных зависимостей между граничными блок-участками и светофорами обеспечивается с помощью восьми (на однопутном перегоне) или девяти (на

двухпутном перегоне) линейных цепей. Необходимость передачи информации между станциями по линейным цепям вызвана тем, что схема управления граничным светофором и схемы контроля состояния двух блок-участков за этим светофором расположены на разных станциях.

Питание линейных цепей осуществляется от блоков питания типа БПШ. Для защиты от перенапряжений применяются разрядники типа РКН-900. Напряжение постоянного тока на выходе блоков зависит от длины перегона и устанавливается переключателями. Информация по линейным цепям передаётся с той или другой станции в зависимости от установленного направления движения током прямой или обратной полярности, а также сигналом нулевого качества (размыкание цепи).

По первой линейной цепи Л1–ОЛ1 со станции, установленной на «Приём», передается информация о состоянии двух блок-участков за граничным светофором. Эта информация необходима для управления сигнальными реле граничного светофора. Передаваемая информация воспринимается на станции, установленной на «Отправление», линейными реле 1Л1 и 1Л2, контактами которых замыкаются цепи питания сигнальных реле Ж и З граничного светофора. Формируется информация контактами сигнальных реле Ж и З. В цепи реле Ж проверяется свободное состояние ограждаемого граничным светофором блок-участка и защитного участка за следующим светофором. Реле З становится под ток при свободных двух блок-участках. Если реле Ж находится под током, а реле З обесточено (свободен один блок-участок за граничным светофором), то в первую линейную цепь передаётся информация током обратной полярности.

Реле 1Л1 и 1Л2 возбуждаются током обратной полярности, а через их фронтальные контакты возбуждается сигнальное реле Ж, включая на светофоре желтый огонь.

Если оба сигнальных реле Ж и З на станции, установленной на «Приём», находятся под током (свободны два блок-участка за граничным светофором), то в первую линейную цепь передаётся информация током прямой полярности. При этом на станции, установленной на «Отправление», через нормальные кон-

такты поляризованных якорей реле 1Л1 и 1Л2 и фронтовой контакт реле Ж возбуждается сигнальное реле З и включает на светофоре зеленый огонь. При вступлении поезда на первую рельсовую цепь блок-участка, ограждаемого граничным светофором, обесточивается реле Ж, и в первую линейную цепь информация передаётся сигналом нулевого качества (цепь разорвана). В результате реле 1Л1 и 1Л2 будут обесточены, и на граничном светофоре загорится красный огонь. При свободном перегоне и правильном выполнении системой всех функциональных зависимостей реле 1Л1 и 1Л2 получают питание током прямой полярности.

По второй линейной цепи Л2–ОЛ2 со станции, установленной на «Приём», передаётся информация о размыкании первого за граничным светофором блок-участка и о размыкании всех блок-участков до входного светофора. Эта информация необходима для управления блокирующим реле блок-участка, расположенного за граничным светофором, и реле, контактами которого на пульте-табло станции, установленной на «Отправление», включается индикация, отображающая состояние перегона (замкнут или разомкнут).

Передаваемая информация воспринимается линейными реле 2Л1 и 2Л2, контактами которых создаются цепи питания линейных реле Л...Б и Л...ПБ. Контакты реле Л...Б замыкают цепь возбуждения блокирующего реле первого за граничным светофором блок-участка, а контакты реле Л...ПБ – цепь включения лампы на пульте-табло. Формируется информация контактами блокирующих реле Б и ПБ. Если возбуждено только блокирующее реле Б (разомкнут только первый блок-участок за граничным светофором), то во вторую линейную цепь передаётся информация током обратной полярности. Через фронтовые контакты реле 2Л1 и 2Л2 становится под ток реле Л...Б.

Если возбуждены оба блокирующих реле Б и ПБ (разомкнуты все блок-участки за граничным светофором до входного сигнала), во вторую линейную цепь передаётся информация током прямой полярности. В результате этого, через фронтовые контакты и нормальные контакты поляризованных якорей реле 2Л1 и Л2 возбуждается реле Л...ПБ. При вступлении поезда на первую рельсо-

вую цепь блок-участка за граничным светофором и обесточивании реле ПП разрывается цепь питания реле Б. В результате этого первый за граничным светофором блок-участок замыкается, и во вторую линейную цепь передаётся информация сигналом нулевого качества. При свободном перегоне и правильном выполнении системой всех функциональных зависимостей после освобождения перегона реле 2Л1 и 2Л2 возбуждены током прямой полярности.

По третьей линейной цепи ЛЗ–ОЛЗ со станции, установленной на «Приём», передаётся информация о состоянии первой рельсовой цепи блок-участка, ограждаемого граничным светофором, и о последовательном освобождении последней рельсовой цепи защитного участка граничного светофора. Эта информация необходима для управления блокирующим реле блок-участка перед граничным светофором, а также для логического завершения работы схем последовательного занятия и последовательного освобождения на станции, установленной на «Отправление». Под логическим завершением работы понимается создание цепей возбуждения и обесточивания реле последовательного занятия и последовательного освобождения последней рельсовой цепи блок-участка перед граничным светофором.

Передаваемая информация воспринимается линейными реле 3Л1 и 3Л2, которые своими контактами включают реле Л...ЗУ и Л...ПОК. Реле Л...ЗУ своими контактами создает цепи возбуждения и обесточивания реле последовательного занятия и последовательного освобождения последней рельсовой цепи защитного участка граничного светофора, а контакты реле Л...ПОК замыкают цепь возбуждения блокирующего реле. Формируется информация контактами повторителя путевого реле П1 или П2 и конечного реле последовательного освобождения рельсовой цепи ПОК. Если возбуждено реле П1 (П2), а реле ПОК находится без тока при занятой рельсовой цепи (первая рельсовая цепь блок-участка, ограждаемого граничным светофором, свободна), то в третью линейную цепь передаётся информация током обратной полярности. Фронтowymi контактами реле 3Л1 и 3Л2 создаётся цепь питания реле Л...ЗУ. Если возбуждены оба реле (последовательно освобождена последняя рельсовая цепь защит-

ного участка граничного светофора), то в третью линейную цепь передаётся информация током прямой полярности. В результате этого через фронтные контакты и нормальные контакты поляризованных якорей реле 3Л1 и 3Л2 возбуждается реле Л...ПОК. При занятии поездом рельсовой цепи и обесточивании повторителя путевого реле в третью линейную цепь передаётся информация сигналом нулевого качества. При свободном перегоне и правильном выполнении системой всех функциональных зависимостей после освобождения перегона реле 3Л1 и 3Л2 возбуждены током обратной полярности.

По четвёртой линейной цепи Л4–ОЛ4 со станции, установленной на «Отправление», передаётся информация о состоянии рельсовых цепей, входящих в защитный участок светофора, предшествующего граничному (размыкании блок-участка, предшествующего блок-участку перед граничным светофором), а также о последовательном освобождении последней рельсовой цепи блок-участка перед граничным светофором. Эта информация необходима для создания цепей возбуждения и обесточивания дополнительного и конечного реле последовательного освобождения рельсовых цепей, входящих в защитный участок граничного светофора станции, установленной на «Приём».

Передаваемая информация воспринимается линейными реле 4Л1 и 4Л2, через контакты которых создаются цепи питания реле Л...Б-...ЗУН (Л...УУ-...ЗУ) и Л...ПО. Контакты последних участвуют в цепях возбуждения и обесточивания дополнительного и конечного реле последовательного освобождения рельсовых цепей, входящих в защитный участок граничного светофора 3 (ПОД и ПОК соответственно). Формируется информация контактами реле ЗУ (УУ) – повторителя путевых реле рельсовых цепей, входящих в защитный участок граничного светофора (блокирующим реле блок-участка, который предшествует блок-участку перед граничным светофором), и контактами реле ПО последовательного освобождения последней рельсовой цепи блок-участка перед граничным светофором. Если возбуждено только реле ЗУ (НУУ) (рельсовые цепи, входящие в защитный участок, свободны), то в четвёртую линейную цепь информация передаётся током обратной полярности. Фронтными контактами

нейтрального якоря и нормальными контактами поляризованного якоря реле 4Л1 и 4Л2 создаётся цепь питания реле Л...Б-...ЗУН (Л...УУ-...ЗУ). Если возбуждены реле ЗУ (УУ) и ПО (последовательно освобождена последняя рельсовая цепь блок-участка перед граничным светофором), то в четвёртую линейную цепь информация передаётся током прямой полярности. В результате этого через фронтные контакты и нормальные контакты поляризованных якорей реле 4Л1 и 4Л2 становится под ток реле ПО. При занятом состоянии рельсовых цепей, входящих в защитный участок граничного светофора (участок замкнут), реле ЗУ (УУ) и ПО находятся без тока, и в четвёртую линейную цепь информация передаётся сигналом нулевого качества. При свободном перегоне и правильном выполнении системой всех функциональных зависимостей после освобождения перегона реле 4Л1 и 4Л2 возбуждены током обратной полярности.

По пятой линейной цепи Л5–ОЛ5 со станции, установленной на «Отправление», передаётся информация о размыкании блок-участка перед граничным светофором и о выполнении искусственной разделки перегона. Эта информация необходима для размыкания цепи питания дополнительного и конечного реле последовательного освобождения рельсовых цепей, входящих в защитный участок граничного светофора, и для управления реле искусственной разделки перегона станции, установленной на «Приём».

Передаваемая информация воспринимается линейными реле 5Л1 и 5Л2, контакты которых создают цепи питания реле Л...Б и Л...РИ. Контакт реле Л...Б разрывает цепи питания дополнительного ПОД и конечного ПОК реле контроля последовательного освобождения рельсовых цепей, входящих в защитный участок граничного светофора. Контакт реле Л...РИ создаёт цепь возбуждения повторителя реле искусственной разделки перегона ГРИ. Формируется информация контактами блокирующего реле Б блок-участка перед граничным светофором и реле искусственной разделки перегона РИ. При нахождении поезда на перегоне, возбуждённом состоянии реле Б и обесточенном состоянии реле РИ (разомкнут блок-участок перед граничным светофором), в пятую ли-

нейную цепь информация передаётся током обратной полярности. При этом через фронтные контакты и переведённые контакты поляризованных якорей реле 5Л1 и 5Л2 возбуждается реле Л...Б. При свободном от поездов перегоне и возбуждённом состоянии реле РИ (выполняется искусственная разделка перегона), в пятую линейную цепь информация передаётся током прямой полярности. В результате этого, через фронтные контакты и нормальные контакты поляризованных якорей реле 5Л1 и 5Л2 создаётся цепь питания реле Л...РИ. При нахождении поезда на перегоне и обесточенном состоянии реле Б (блок-участок перед граничным светофором замкнут) в пятую линейную цепь информация передаётся сигналом нулевого качества. При свободном перегоне и правильном выполнении системой всех функциональных зависимостей после освобождения перегона реле 5Л1 и 5Л2 возбуждены током обратной полярности.

По шестой линейной цепи Л6–ОЛ6 со станции, установленной на «Отправление», передаётся информация о последовательном занятии последней рельсовой цепи блок-участка перед граничным светофором. Эта информация необходима для включения кодово-включающего реле блок-участка, ограждаемого граничным светофором станции, установленной на «Приём». Кроме этого, на станцию, с которой осуществляется питание рельсовых цепей на границе деления перегона, передаётся ещё и информация о состоянии группового кодово-включающего реле блок-участка перед граничным светофором. Эта информация необходима для включения схемы кодирования последней рельсовой цепи блок-участка перед граничным светофором. Поэтому на той станции, с которой осуществляется питание рельсовых цепей на границе деления перегона, информация, передаваемая по шестой линейной цепи, воспринимается двумя линейными реле, а на другой станции – одним линейным реле.

Контактами линейных реле 6Л1 и 6Л2 создаются цепи питания реле Л...ПЗ и Л...КВН. Формируется информация контактами реле последовательного занятия рельсовой цепи ПЗ и кодово-включающего реле КВН блок-участка перед граничным светофором. При возбуждённом состоянии реле ПЗ и

обесточенном состоянии реле КВН (последовательно занята последняя рельсовая цепь блок-участка перед граничным светофором, кодово-включающее реле этого блок-участка выключено) в шестую линейную цепь информация передаётся током обратной полярности (одной из возможных причин такого состояния реле ПЗ и КВН может быть нарушение логики работы системы). Фронтowymi контактами реле 6Л1 и 6Л2 замыкается цепь питания реле Л...ПЗ. Если возбуждены реле ПЗ и КВН (последовательно занята последняя рельсовая цепь блок-участка перед граничным светофором, кодово-включающее реле этого блок-участка включено), то в шестую линейную цепь информация передаётся током прямой полярности. В результате этого через фронтвые контакты и нормальные контакты поляризованных якорей реле 6Л1 и 6Л2 возбуждается реле Л...КВН. При последовательном занятии поездом рельсовой цепи и обесточивании реле ПЗ в шестую линейную цепь информация передаётся сигналом нулевого качества. При свободном перегоне и правильном выполнении системой всех функциональных зависимостей после освобождения перегона реле 6Л1 и 6Л2 обесточены.

При установленном противоположном направлении движения передаётся информация только о последовательном занятии последней рельсовой цепи блок-участка перед граничным светофором контактом реле последовательного занятия этой рельсовой цепи. Эта информация воспринимается линейным реле Л...ПЗ, контактом которого создаётся цепь питания кодово-включающего реле КВП блок-участка, ограждаемого граничным светофором.

В седьмую линейную цепь Л7–ОЛ7 со станции, установленной на «Приём», передаётся информация о состоянии рельсовых цепей, входящих в защитный участок граничного светофора. Эта информация необходима для логического завершения работы схемы контроля последовательного занятия рельсовых цепей на станции, установленной на «Отправление».

Передаваемая информация воспринимается линейным реле Л...ЗУ, контактом которого создаётся цепь возбуждения и обесточивания реле последовательного занятия граничной рельсовой цепи ПЗ. При нахождении поезда на пе-



регона и свободности рельсовых цепей, входящих в защитный участок граничного светофора, линейное реле Л...ЗУ находится под током. При нахождении поезда на перегоне и занятости рельсовых цепей, входящих в защитный участок граничного светофора, информация в седьмую линейную цепь передаётся сигналом нулевого качества. При свободном перегоне и правильном выполнении системой всех функциональных зависимостей после освобождения перегона реле Л...ЗУ находится под током.

По восьмой линейной цепи Л8–ОЛ8 со станции, установленной на «Приём», передаётся информация о последовательном освобождении первой рельсовой цепи, входящей в защитный участок граничного светофора. Эта информация необходима для логического завершения работы схемы контроля последовательного освобождения рельсовых цепей на станции, установленной на «Отправление».

Передаваемая информация воспринимается линейным реле Л...ПОД, контактом которого разрывается цепь питания реле последовательного освобождения граничной рельсовой цепи ПО. При нахождении поезда на перегоне и свободности (или занятости) рельсовой цепи дополнительное реле ПОД последовательного освобождения первой рельсовой цепи, входящей в защитный участок граничного светофора, обесточено, и в восьмую линейную цепь информация передаётся сигналом нулевого качества. При последовательном освобождении поездом рельсовой цепи возбуждается реле ПОД и своими контактами замыкает цепь питания восьмой линейной цепи, в результате чего возбуждается линейное реле Л...ПОД. При свободном перегоне и правильном выполнении системой всех функциональных зависимостей после освобождения перегона реле Л...ПОД обесточено.

По девятой линейной цепи Л9–ОЛ9 на станцию, где осуществляется управление граничным светофором, передаётся информация о состоянии рельсовой цепи, следующей за защитным участком граничного светофора. Информация воспринимается линейным реле Л...П.

В подразделе *2.6 Схема управления светофором* или *Схема увязки автоблокировки и электрической централизации* следует разработать одну из схем в соответствии с вариантом задания.

Схема включения проходного светофора построена и работает следующим образом. Включение ламп светофора осуществляется от уравнивающего трансформатора СТ типа ПТ-25МП-2. В цепь первичной обмотки трансформатора включаются предохранитель номиналом 3 А и фронтной контакт реле направления, замкнутый при установленном правильном направлении движения. Напряжение вторичной обмотки трансформатора СТ устанавливается в зависимости от удаленности светофора от станции.

Управление огнями светофора осуществляется по шести жилам сигнально-блокировочного кабеля. Для подключения и регулировки напряжения в трансформаторном ящике светофора устанавливаются трансформаторы типа СТ-4Г на каждую нить лампы. Коммутация управляющих цепей выполняется контактами сигнальных и огневых реле.

Сигнальное реле Ж огня включается с проверкой свободного и разомкнутого состояния блок-участка за светофором (фронтные контакты реле ПП и Б1) и свободного состояния защитного участка за следующим по ходу движения в правильном направлении светофором (фронтной контакт реле ЗУ). Сигнальное реле З включается с проверкой замкнутых фронтных контактов сигнальных реле Ж управляемого и следующего светофоров. Включение разрешающих огней светофора при смене показаний выполняется контактами сигнальных реле Ж, З и их повторителей Ж1, З1. В цепях возбуждения реле Ж1 и З1 проверяется включенное состояние огневого реле (фронтной контакт О), что исключает появление непонятной сигнализации при смене показаний светофора: сначала выключается одна лампа, затем включается другая.

Для красного огня светофора устанавливается двухнитевая лампа. При перегорании обеих нитей лампы красного огня на светофоре перенос красного огня на предыдущий светофор не предусматривается. Горение ламп разрешающих огней и основной нити красного огня контролирует огневое реле О. В слу-

чае перегорания основной нити лампы красного огня реле О обесточивается, и обрывается цепь питания его медленнодействующего повторителя О1, тыловым контактом которого включается резервная нить лампы красного огня. Реле О2 является повторителем реле 3О с конденсаторным замедлением на отпускание длительностью 4 с. Реле О2 обесточивается при обрыве нитей ламп разрешающих огней и основной нити лампы красного огня (после обесточивания реле О и О1). Тыловым контактом реле О2 замыкается цепь включения мигающего режима контрольной лампочки на пульте-табло и разрывается собственная цепь питания. Восстановить питание реле О2 можно только искусственным путем.

Для защиты цепей управления огнями светофора при коротком замыкании жил кабеля в цепи вторичной обмотки трансформатора СТ устанавливается предохранитель номиналом 0,3 А (при расстоянии от поста ЭЦ до светофора не более 3 км) или защитное реле КЗ (при расстоянии от поста ЭЦ до светофора более 3 км).

Схема включения предвходного светофора построена и работает следующим образом. Включение ламп светофора осуществляется от уравнивающего трансформатора СТ типа ПТ-25МП-2. В цепь первичной обмотки трансформатора включаются предохранитель номиналом 3 А и фронтальной контакт реле направления, замкнутый при установленном правильном направлении движения. Напряжение вторичной обмотки трансформатора СТ устанавливается в зависимости от удаленности светофора от станции.

Управление огнями предвходного светофора осуществляется по семи жилам сигнально-блокировочного кабеля. Для подключения и регулировки напряжения в трансформаторном ящике светофора устанавливаются трансформаторы типа СТ-4Г на каждую нить лампы. Коммутация управляющих цепей выполняется контактами сигнальных и огневых реле.

Сигнальное реле Ж включается с проверкой свободного и разомкнутого состояния блок-участка за светофором (фронтальные контакты реле ПП и Б1) и отсутствия перегорания на входном светофоре ламп красного и пригласитель-

ного огней (фронтной контакт реле КБО). Сигнальное реле З включается с проверкой замкнутых фронтных контактов сигнального реле Ж управляемого светофоров и реле ГРУ (установка маршрута приема на главный путь станции). Включение разрешающих огней осуществляется аналогично схеме управления проходным светофором.

Для красного огня предвходного светофора устанавливается двухнитевая лампа. При перегорании обеих нитей лампы красного огня на входном светофоре предусматривается перенос красного огня на предвходной светофор. Горение лампы разрешающего (желтого) огня и основной нити красного огня контролирует огневое реле О. В случае перегорания основной нити лампы красного огня реле О обесточивается, и обрывается цепь питания его медленнодействующего повторителя О1, тыловым контактом которого включается резервная нить лампы красного огня. Реле О2 является повторителем реле О и работает аналогично реле О2 проходного светофора.

Для защиты цепей управления огнями светофора от короткого замыкания жил кабеля в цепи вторичной обмотки трансформатора СТ устанавливается предохранитель номиналом 0,3 А или защитное реле КЗ.

На предвходном светофоре предусмотрено дополнительное сигнальное показание – желтый мигающий огонь. Мигающий режим горения лампы желтого огня обеспечивается мигающим реле М. Контроль режима мигания осуществляет реле КМ.

Увязка автоблокировки с устройствами электрической централизации необходима для того, чтобы машинист имел информацию о скорости следования по станции как на ее входе, так и на выходе, а дежурный по станции мог вовремя приготовить маршрут, зная о нахождении поезда на участке удаления или приближения.

Электрические схемы увязки автоблокировки со станционными устройствами включают увязку по приему и увязку по отправлению. Типовые схемные решения по увязке АБТЦ и ЭЦ приведены в [5, Альбом 5], принципы работы схем увязки описаны в [7].

В увязку по приему входят:

- схема выбора показания предвходного светофора в зависимости от показания входного светофора;
- схема выбора кодового сигнала для блок-участка, расположенного между входным и предвходным светофорами, в зависимости от показания входного светофора;
- схема индикации на табло дежурного по станции состояния двух участков приближения.

В увязку по отправлению входят:

- схема выбора показания выходного светофора в зависимости от количества свободных блок-участков;
- схема выбора кодового сигнала для выходных стрелочных и путевых участков в зависимости от показания первого проходного светофора;
- схема индикации на табло дежурного по станции состояния двух участков удаления.

Схемы увязки по приему работают следующим образом. Включение желтого огня на предвходном светофоре осуществляется при свободном состоянии рельсовых цепей, входящих в ограждаемый блок-участок, отсутствии блокировки блок-участка и наличия на входном светофоре любого сигнального показания. Включение зеленого огня на предвходном светофоре осуществляется при выполнении предыдущих условий и наличии на входном светофоре разрешающего показания приема на главный путь. При приеме поезда на станцию с отклонением (на боковой путь) на предвходном светофоре желтый огонь горит в мигающем режиме. Выбор кодов, подаваемых в рельсовые цепи первого участка приближения, определяется показанием входного светофора.

Схемы увязки по отправлению работают следующим образом. Показание выходного светофора (желтый или зеленый огонь) зависит от количества свободных блок-участков по удалению на перегоне (соответственно один или два). В случае нарушения последовательности освобождения рельсовых цепей участка удаления или защитного участка исключается возможность открытия

выходного светофора. При этом функции блокирующего реле выходного светофора выполняет реле замыкания участка удаления УУ.

В *Заключении* следует изложить основные выводы и результаты, полученные в ходе курсового проектирования. Объем *Заключения* – не более двух страниц.

В разделе *Список использованных источников* следует указывать только те источники, на которые приводятся ссылки в тексте пояснительной записки. Обязательно следует указывать ссылки нормативно-технические, учебные и научные издания, из которых осуществляется цитирование либо выбираются схемные решения, включая издания, в которых приведено описание функционирования выбранных (разработанных) схемных решений.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 **СТП РГУПС-2-07.** Стандарт предприятия. Оформление учебной документации, курсовых и дипломных проектов (работ) студентов инженерных специальностей. – Ростов н/Д : РГУПС, 2007. – 86 с.

2 **Кирюнин, А.И.** Оформление курсовых и дипломных проектов (работ): учебно-методическое пособие. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Ростов н/Д : Рост. гос. ун-т путей сообщения, 2009. – 52 с.

3 **СП 235.1326000.2015.** Свод правил. Железнодорожная автоматика и телемеханика. Правила проектирования ; утв. приказом Минтранса России № 205 от 06.07.2015 г., дата введения – 01.07.2015 г. [Электронный ресурс]. – 145 с. – Режим доступа : <https://yadi.sk/i/a8cF6VxntrfTV>.

4 **РУ-55-2012.** Руководящие указания по применению светофорной сигнализации в ОАО «РЖД» ; утв. Распоряжением ОАО «РЖД» № 2832р от 20 декабря 2013 г. – СПб. : Гипротрансигналсвязь, 2013.

5 **410306-ТМП.** Типовые материалы для проектирования. Автоблокировка с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением оборудования АБТЦ-03. Альбомы 1–5. – СПб. : ГУП Гипротрансигналсвязь, 2003.

6 Рельсовые цепи магистральных железных дорог : справочник / В.С. Аркатов, Ю.В. Аркатов, С.В. Казеев, Ю.В. Ободовский ; под ред. В.С. Аркатова. – М. : Изд-во «ООО Миссия-М», 2006. – 496 с.

7 Перегонные системы автоматики : учебник для техникумов и колледжей ж.-д. трансп. / В.Ю. Виноградова, В.А. Воронин, Е.А. Казаков, Д.В. Швалов, Е.Е. Шухина ; под ред. В.Ю. Виноградовой. – М. : Маршрут, 2005. – 292 с.

8 **Кравченко, Е.И.** Кодирование рельсовых цепей : учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / Е.И. Кравченко, Д.В. Швалов. – М. : Маршрут, 2006. – 134 с.

9 **Швалов, Д.В.** Приборы автоматики и рельсовые цепи : учеб. пособие для профессиональной подготовки работников ж.-д. транспорта / Д.В. Швалов. – М. : ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. транспорте», 2008. – 190 с.

10. **Швалов, Д.В.** Нормы проектирования устройств интервального регулирования движения поездов : учебно-метод. пособие / Д.В. Швалов, Е.И. Кравченко, Н.Р. Осипова. – Ростов н/Д : РГУПС, 2009. – 36 с.

*Учебное издание*

**Швалов Дмитрий Викторович**  
**Кравченко Евгений Иванович**  
**Осипова Наталья Робертовна**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ИНТЕРВАЛЬНОГО  
РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ Поездов  
НА УЧАСТКЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ**

Печатается в авторской редакции  
Технический редактор Т.И. Исаева

Подписано в печать 08.12.17. Формат 60×84/16.  
Бумага газетная. Ризография. Усл. печ. л. 2,79.  
Тираж        экз. Изд. 90818. Заказ        .

Редакционно-издательский центр ФГБОУ ВО РГУПС.

---

Адрес университета: 344038, Ростов н/Д, пл. Ростовского Стрелкового Полка  
Народного Ополчения, д. 2.