Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный государственный университет путей сообщения»

Кафедра «Автоматика и телемеханика»

Е.П. Епифанова, А.Г. Прохоренко, А.С. Яковлева

СИСТЕМЫ ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА ПЕРЕГОНАХ

Рекомендовано
Методическим советом по качеству
образовательной деятельности ДВГУПС
в качестве учебного пособия

Хабаровск
Издательство ДВГУПС
2013

УДК 656.256.3(075.8)
ББК О275.11я73
Е 676

Рецензенты:

Кафедра «Автоматика и системотехника» ТОГУ
(заведующий кафедрой доктор технических наук,
профессор *Чье Ен Ун*)

И. о. начальника СМП-409 СМТ 16 филиала ОАО «РЖДстрой»,
А.А. Баталов

Епифанова, Е.П.

Е 676 Системы интервального регулирования движения поездов на перегонах : учеб. пособие / Е.П. Епифанова, А.Г. Прохоренко, А.С. Яковлева. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2013. – 87 с. : ил.

Учебное пособие соответствует ФГОС ВПО по направлению 190901.65 «Системы обеспечения движения поездов» специализации «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте», а также ГОС ВПО по направлению 190400 «Системы обеспечения движения поездов» специальности 190402.65 «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте».

Рассмотрены особенности и принципы построения систем автоматической блокировки, этапы их развития. Особое внимание уделено работе схем кодовой автоблокировки с временной организацией двухстороннего движения и автоблокировки на основе рельсовых цепей тональной частоты. Приведены принципиальные схемы изучаемых устройств в соответствии с действующими типовыми проектными решениями с учетом последующих указаний ГТСС.

Предназначено для студентов 5-го курса дневной формы обучения и 6-го курса заочной, изучающих дисциплину «Автоматика и телемеханика на перегонах».

УДК 656.256.3(075.8)
ББК О275.11я73

© ДВГУПС, 2013

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АБ – автоматическая блокировка
АБТ – автоблокировка с рельсовыми цепями без изолирующих стыков и с проходными светофорами
АБТс – децентрализованная система автоблокировки с тональными рельсовыми цепями и изолирующими стыками на сигнальных точках
АБТЦ – автоблокировка с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением аппаратуры
АБТЦ-М – система автоблокировки с централизованным размещением аппаратуры, тональными рельсовыми цепями и дублирующими каналами передачи данных
АБ-ЧК – децентрализованная система автоматической блокировки числового кода
АВМ – автоматический выключатель многоразового действия
АЛС – автоматическая локомотивная сигнализация
АЛСН – автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного действия
БПШ – блок питания штепсельный
БУ – блок-участок
ДСН – линия двойного снижения напряжения
ДТ – дроссель-трансформатор
ДШ – дешифратор
ДЯ – дешифраторная ячейка
ЖАТ – железнодорожная автоматика и телемеханика
ЗУ – защитный участок
КЛУБ – комплексное устройство локомотивной безопасности
КПТШ – кодовые путевые трансмиттеры
ЛПрУ – линейные приемники цепей увязки между станциями
ЛПУ – линейные передатчики цепей увязки между станциями
ПАБ – полуавтоматическая блокировка
ПАЛС – передатчики АЛС
ПЧ – преобразователь частоты
ПЯ – путевой трансформаторный ящик
РЦ – рельсовая цепь
РШ – релейный шкаф
САУТ – система автоматического управления торможением
СВС АЛС – схемы выбора кодовых сигналов
СЖАТ – система железнодорожной автоматики и телемеханики
СН – схема смены направления
СФС АЛС – схема формирования кодовых сигналов АЛС

ТРЦ – рельсовая цепь тональной частоты (тональная рельсовая цепь)
УСЗ – устройства согласования и защиты
ЦАБ – автоблокировка с централизованным размещением аппаратуры
ЦАБс – автоблокировка с централизованным размещением аппаратуры
ЭЦ – электрическая централизация

ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения безопасности движения поездов по перегонам используются системы путевой блокировки и авторегулировки. В настоящее время для регулирования движения поездов по перегону существуют системы полуавтоматической и автоматической блокировки. На участках с высокой интенсивностью движения применяются системы автоматической блокировки (АБ), которые дополняются системами автоматической локомотивной сигнализации (АЛС), системой автоматического управления торможением (САУТ), комплексными устройствами локомотивной безопасности (КЛУБ).

При системе автоматической блокировки межстанционный перегон делится на блок-участки, каждый из которых ограждается проходным светофором. Правом на занятие блок-участка является разрешающее показание проходного светофора, показания светофоров переключаются автоматически под действием движущихся поездов. При таком способе регулирования движения пропускная способность значительно возрастает, так как на перегоне одновременно могут находиться несколько поездов.

Пособие содержит теоретический материал, позволяющий ознакомиться с различными современными системами автоматической блокировки, подробно изучить систему автоматической блокировки с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением оборудования (АБТЦ) и децентрализованную систему автоматической блокировки числового кода (АБ-ЧК). Для изучения систем приведены структурные и принципиальные электрические схемы систем и отдельных узлов.

Для закрепления теоретического материала в пособии имеется описание проведения лабораторных работ на макетах, имитирующих работу реальных систем АБТЦ и АБ-ЧК.

Авторы выражают глубокую благодарность Альбине Вениаминовне Ушаковой за помощь в разработке и реализации учебно-методического комплекса по дисциплине «Автоматика, телемеханика на железнодорожном транспорте».

1. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ БЛОКИРОВКИ

1.1. Развитие систем автоматической блокировки

Существует два способа разграничения поездов: по времени и по расстоянию. Первые системы автоматической блокировки строились с разграничения по расстоянию, так как алгоритм построения таких систем проще, чем при разграничении поездов пространством. Работа первых систем заключалась в том, что при прохождении поезда через сигнальное устройство оно переключалось на запрещающее, спустя некоторое время (больше расчетного времени прохождения поездом ограждаемого блок-участка) происходило автоматическое переключение на разрешающее. Главным недостатком таких систем является то, что показания сигнальных устройств не связаны с фактическим состоянием ограждаемых блок-участков, кроме того, пропускная способность участков невелика, так как машинист не может реализовать максимально возможную скорость движения, видя разрешающее показание сигнальных устройств. Данный способ в настоящее время не применяется.

Последующее развитие систем автоблокировки было связано с пространственным разграничением поездов, т. е. поезд может занять ограждаемый блок-участок только после того, как предыдущий освободит данный участок. В 1867 г. Вильям Робинзон изобрел рельсовую цепь, он первый предложил использовать рельсовую линию для передачи электрического тока, а в 1869 г. на основе данных рельсовых цепей – автоматическую блокировку. В первых системах автоматической блокировки использовались нормально разомкнутые рельсовые цепи, поэтому отсутствовал контроль целостности рельсовых нитей. В 1872 г. Робинзон устранил данный недостаток и предложил строить автоматическую блокировку с использованием нормально замкнутых рельсовых цепей. Данная система автоматической блокировки нашла широкое распространение на многих железных дорогах мира.

В зависимости от числа сигнальных показаний на проходных светофорах системы автоматической блокировки различают двузначные, трехзначные и четырехзначные. *При двузначной системе автоблокировки* на проходных светофорах возможны только два сигнальных показания: зеленый – разрешающий движение поезду по блок-участку и красный – запрещающий въезд на ограждаемый блок-участок, так он занят поездом. Для организации такой системы автоблокировки достаточно оборудовать каждый блок-участок рельсовыми цепями, а показания

путевых реле увязать с проходными светофорами смежных участков. При такой системе поезд не может развивать большую скорость, так как после зеленого может сразу оказаться запрещающее показание и машинисту придется применить торможение.

Для увеличения пропускной способности применяется *трехзначная автоматическая блокировка*, которая начала внедряться на магистральных линиях российских железных дорог в 30-х годах XX века, и в настоящее время она получила широкое распространение. При трехзначной системе сигнализации проходные светофоры могут иметь следующие показания:

– зеленый огонь – разрешающий, означает, что впереди свободны как минимум два блок-участка и поезд может проследовать светофор с максимальной скоростью;

– желтый огонь – требует снижения скорости и предупреждает о том, что впереди блок-участок свободен, а следующий светофор закрыт;

– красный огонь – запрещающий, означает, что ограждаемый блок-участок закрыт для движения (занят или неисправен путь).

Для обеспечения такой зависимости между светофорами используются специальные рельсовые цепи, так как необходимо не только знать состояние ограждаемого блок-участка, но и показание следующего светофора. Такие рельсовые цепи называются кодовыми, сигнальный ток, протекающий по ним, кодируется в зависимости от показания светофора.

Система четырехзначной сигнализации предназначена для использования вблизи крупных городов, где обращаются тяжелые грузовые, длинносоставные пассажирские поезда и короткие пригородные электрички. Чтобы обеспечить минимальные интервалы между пригородными поездами, длины блок-участков при четырёхзначной автоматической блокировке делают короче, чем при трёхзначной (длина блок-участка равна тормозному пути пригородного поезда). Тормозные длины грузовых поездов намного больше, чем электричек, поэтому ограничения скоростного режима для них при одинаковых сигнальных показаниях различны. При такой системе значения сигнальных показаний следующие:

– зелёный огонь – впереди свободны не менее трёх блок-участков, можно реализовать максимальную скорость;

– одновременно горящие зелёный и жёлтый огни – впереди свободны два блок-участка, для пригородных электричек данное показание не требует снижения скорости, а для длинных поездов необходимо снижение скорости;

– жёлтый огонь – впереди свободен один блок-участок, для пригородных электричек требуется снижение скорости;

– красный огонь – движение запрещается, следующий блок-участок занят.

Система четырехзначной сигнализации в настоящее время практически не применяется.

1.2. Принцип построения кодовой автоблокировки

Автоблокировка постоянного тока с импульсными рельсовыми цепями на участках с автономной тягой непригодна для участков с электрической тягой на постоянном переменном токе, так как по рельсовым цепям автоблокировки проходит постоянный или переменный ток, который создает мешающие и опасные влияния на аппаратуру автоблокировки. Для защиты от мешающих влияний тягового тока необходимо, чтобы род сигнального тока отличался от рода тягового тока. На участках с электрической тягой на постоянном токе применяют рельсовые цепи переменного тока частотой 50 Гц, а на участках с электрической тягой на переменном токе частотой 50 Гц – рельсовые цепи переменного тока частотой 25 или 75 Гц. Чтобы исключить влияние тягового тока, путевые реле автоблокировки включают через защитные фильтры, которые пропускают сигнальный ток и подавляют тяговый ток и его гармоники. Кроме мешающих влияний, нужно учитывать и опасные влияния тягового тока. При повреждении фильтра путевое реле может возбудиться от тягового тока при занятой рельсовой цепи, чем создается ложный контроль ее свободности и появление на путевом светофоре вместо красного, зеленого огня.

Для того чтобы исключить опасные влияния тягового тока, применяют рельсовые цепи с импульсным питанием. Если путевое реле работает в импульсном режиме, то тяговый ток не оказывает на него опасного влияния, если же оно получит непрерывное питание, то это признак опасного влияния тягового тока, и на светофоре включится красный огонь. Переход на импульсное питание рельсовых цепей позволил решить еще одну важную задачу при построении автоблокировки: устройства автоблокировки в настоящее время применяют в комплексе с автоматической локомотивной сигнализацией (АЛС), а в устройствах АЛС на локомотив необходимо передавать показания проходных светофоров автоблокировки. Для решения данной задачи импульсные рельсовые цепи постоянного или переменного тока заменяются на кодовые. В современных системах автоблокировки рельсовые цепи используются не только для контроля состояния блок-участка, но в качестве канала связи для устройств автоблокировки и АЛС. По рельсовым цепям передаются сигналы для работы автоблокировки без применения линейных

проводов и одновременно эти сигналы используются для передачи на локомотив показания проходных светофоров.

Когда создавались кодовые системы, по уровню развития техники числовой код применять было проще, чем частотный, поэтому за основу был принят именно числовой код. С использованием этого кода была разработана кодовая автоблокировка и АЛСН, в которых предусматриваются единые кодовые сигналы «З» – зеленого, «Ж» – желтого и «КЖ» – красно-желтого огня. Основными элементами кодовых систем являются кодовый путевой трансмиттер, вырабатывающий числовые коды и по сути являющийся шифратором кодовых комбинаций, и дешифратор.

На однопутных участках и на двухпутных с высокой интенсивностью движения, когда часто возникает необходимость отправлять поезда по неправильному пути, в настоящее время применяется двусторонняя автоматическая блокировка. Движение по каждому пути может осуществляться в обе стороны, при этом проходные светофоры могут проектироваться для каждого направления или только для установленного.

1.3. Современные системы автоматической блокировки

Для повышения надежности и обеспечения более высокого уровня безопасности движения поездов были разработаны и внедрены различные системы автоматической блокировки. Современные системы автоматической блокировки можно классифицировать по следующим параметрам: в зависимости от способов размещения аппаратуры на перегоне, по применяемой элементной базе, по наличию либо отсутствию изолирующих стыков на перегоне (рис. 1.1).

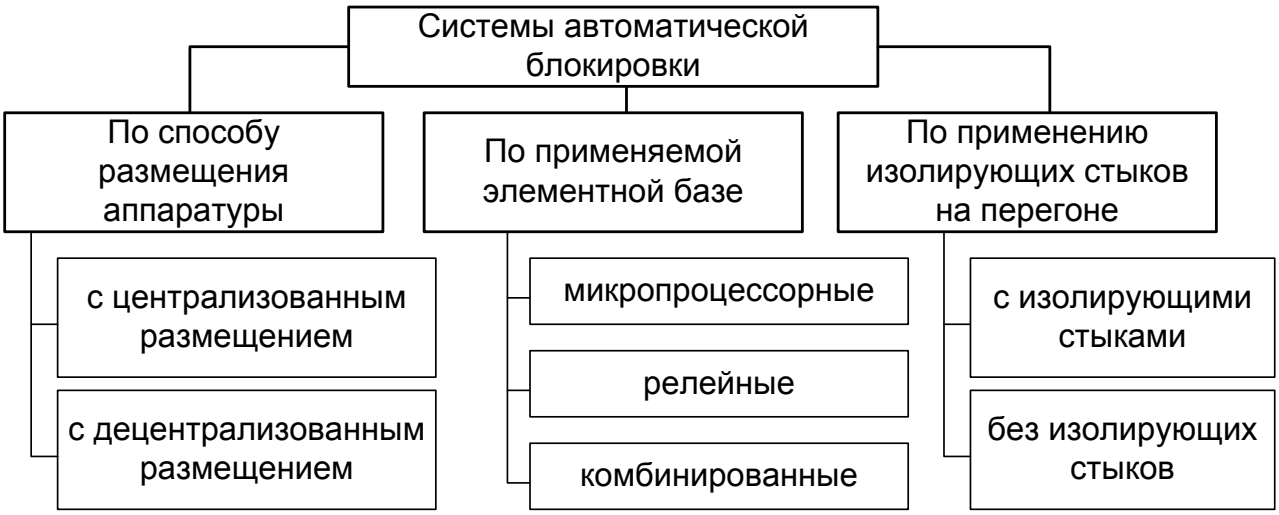

Рис. 1.1. Классификация систем автоматической блокировки

В зависимости от места расположения устройств контроля свободности блок-участка и управления огнями светофоров системы автоматической блокировки подразделяют на децентрализованные и централизованные. Аппаратура децентрализованных АБ размещается вблизи сигнальных точек в релейных шкафах. В централизованных системах АБ аппаратура, кроме проходных светофоров, располагается на станциях в постах электрической централизации (ЭЦ) и соединяется с рельсовыми линиями при помощи специальных кабельных линий связи.

В зависимости от применяемой элементной базы можно выделить релейные, микропроцессорные и комбинированные системы АБ.

Каждый блок-участок на перегоне оборудуется рельсовой цепью. Для разделения смежных блок-участков применяются изолирующие стыки, которые из-за своей невысокой надежности часто становятся причиной сбоя нормальной работы устройств автоблокировки. В настоящее время все большее распространение получают системы автоматической блокировки с использованием рельсовых цепей тональной частоты, особенностью подобных систем является отсутствие изолирующих стыков на перегоне. Данные системы являются наиболее совершенными и эффективными и в настоящее время чаще применяются при новом строительстве, а также при реконструкции участков с автоблокировкой числового кода.

Далее приведены примеры различных систем автоматической блокировки, отличающиеся друг от друга по способу размещения аппаратуры, по элементной базе построения логических связей в системах и по использованию в них рельсовых цепей.

Автоблокировка с централизованным размещением аппаратуры. В этой системе вся аппаратура автоблокировки размещается не в релейных шкафах, а централизованно на постах ЭЦ, прилегающих к перегону станции. Такое размещение аппаратуры улучшает условия эксплуатационного обслуживания и повышает производительность труда линейных работников. Система ЦАБ предназначается для одно- или двухпутных участков магистральных линий, а также линий метрополитена. Основным средством интервального регулирования является автоматическая локомотивная сигнализация, так как проходные светофоры отсутствуют, поэтому системы ЦАБ называют ЦАБ-АЛСО. Типовым проектом в системах ЦАБ предусмотрено два вида АЛС, но на практике чаще всего используется только числовая.

Отличительной чертой подобных систем является размещение оборудования на станциях, отсутствие проходных светофоров и изолирующих стыков в рельсовых цепях на перегоне. Структурная схема построения системы ЦАБ приведена на рис. 1.2.

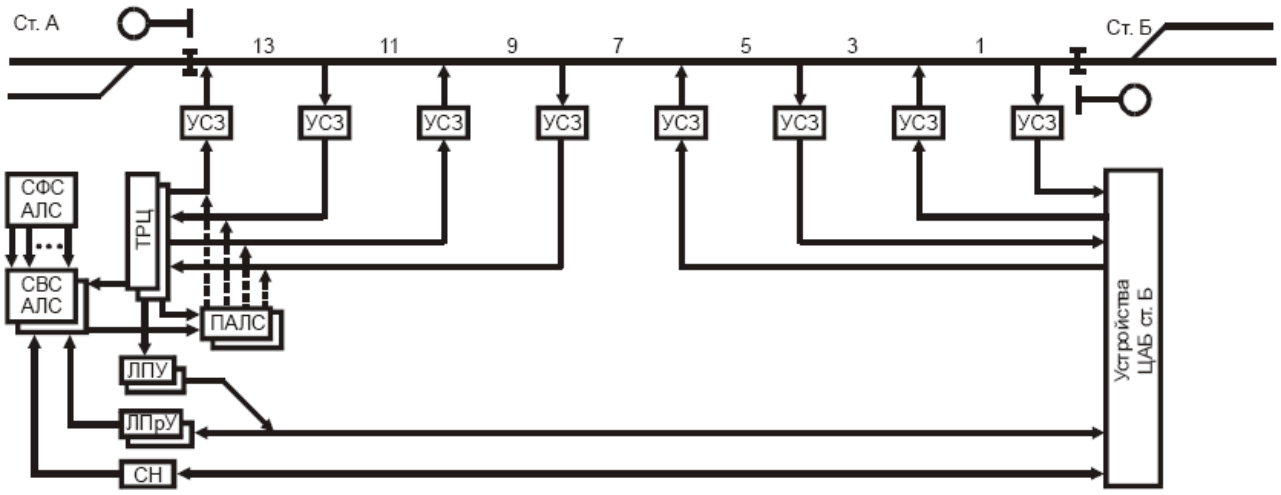

Рис. 1.2. Структурная схема системы ЦАБ: ТРЦ – аппаратура тональных РЦ; СФС АЛС – схема формирования кодовых сигналов АЛС; СВС АЛС – схемы выбора кодовых сигналов; ПАЛС – передатчики АЛС; ЛПУ – линейные передатчики цепей увязки между станциями; ЛПрУ – линейные приемники цепей увязки между станциями; СН – схема смены направления; УСЗ – устройства согласования и защиты (размещаются на перегонах в путевых ящиках)

Аппаратура ТРЦ фиксирует состояния блок-участков, каждая рельсовая цепь образует один блок-участок. При этом расстояние между пунктами размещения аппаратуры при электрической тяге не должно превышать 20 км, при автономной тяге – 30 км.

Основным средством регулирования в системах ЦАБ является многозначная частотная АЛС, в которой сообщения о состоянии впередилежащих БУ формируются сочетанием двух частот из предусмотренных пяти. Схема формирования сигналов АЛС состоит из 5 генераторов частот и одного резервного генератора, который может быть автоматически настроен на одну из этих частот. СФС АЛС является групповой, т. е. общей для всех БУ, подключенных к данной станции.

Схемы выбора сигналов предусматриваются для каждой сигнальной точки и включают в себя по 3 сигнальных реле (Ж, ЖЗ, З). Сигнальные реле управляются контактами путевых реле и выбирают две требуемые частоты частотного кода и числовой кодовый сигнал. При этом с целью повышения безопасности движения за хвостом поезда предусмотрен защитный участок, который не кодируется.

Передатчики АЛС предусматриваются по одному комплекту на две РЦ, кодовые сигналы от которых включаются в РЦ в момент вступления на нее поезда. Каждый ПАЛС состоит из трех физических каналов – по одному каналу для каждой из двух выбранных частот и один канал для сигнала числового кода. Нормально они отключены от РЛ и от схемы СВС-АЛС. Каждый канал содержит трансформатор для регулирования напряжения и выходной фильтр для развязки цепей АЛС и ТРЦ. Фильтр канала числового кода настроен на частоту 50 Гц (при автономной тяге и тяге постоянного тока) или 75 Гц (при электротяге переменного тока).

Линейные цепи увязки организуются для выбора сигналов АЛС с учетом состояния рельсовых цепей, контролируемых на другой станции. По каждой линейной цепи передается информация о состоянии двух РЦ, при этом могут использоваться двухсторонние линии (по одной паре передается информация в том или ином направлении в зависимости от установленного направления движения) или односторонние. Для перестройки схем при смене направления движения используется двухпроводная схема.

В связи с тем, что система АЛС является единственным средством регулирования, её отказы могут привести к большим задержкам поездов на двухпутных участках. Кроме того, пропускная способность перегонов при системе ЦАБ снижается из-за наличия защитных участков и принятой последовательности кодирования блок-участков. Поэтому системы ЦАБ применяются в основном на однопутных участках с небольшими размерами движения.

Автоблокировка с централизованным размещением аппаратуры, проходными светофорами и изолирующими стыками на перегоне (ЦАБс). Отличие от системы ЦАБ состоит в том, что ЦАБс содержит изолирующие стыки на границах блок-участков, проходные светофоры, каждый блок-участок оборудуется двумя ТРЦ (если длина блок-участка превышает 1300 м), предусмотрена только числовая АЛС. В качестве аппаратуры рельсовых цепей используется аппаратура ТРЦ третьего поколения. Питание смежных рельсовых цепей включается в середине блок-участков, а релейные концы соседних размещаются на границах блок-участков и разделены изолирующими стыками.

Управление светофорами производится со станций. Для каждого светофора предусмотрено 6 жил кабеля. Длина кабеля управления светофором не должна превышать 10 км. Для всех ламп предусмотрен контроль исправности в горячем состоянии. Если перегорела лампа разрешающего огня, то на предыдущем светофоре включается желтый огонь; если перегорели обе нити лампы красного огня, то – красный. Сущест-

вует контроль перемыкания жил кабеля, что исключает возможность ложного контроля исправного состояния ламп.

ЦАБс была разработана для однопутных участков при любых видах тяги и нормальном сопротивлении балласта. На двухпутных участках и на участках с низким сопротивлением балласта применение ЦАБс экономически нецелесообразно из-за большого расхода кабеля.

Автоматическая блокировка с рельсовыми цепями тональной частоты с централизованным размещением аппаратуры (АБТЦ). В 2000 г. институт Гипротранссигналсвязь закончил разработку типовых материалов для проектирования автоблокировки типа АБТЦ, в ней использована аппаратура рельсовых цепей тональной частоты, позволяющая отказаться от изолирующих стыков на протяжении всего перегона. Система дополнена функцией логического контроля последовательного движения поезда.

В пределах каждого блок-участка в зависимости от его длины организуется несколько рельсовых цепей тональной частоты (ТРЦ), как правило, три или четыре. Аппаратура автоблокировки, включая аппаратуру ТРЦ, размещается в релейных помещениях постов ЭЦ или транспортабельных модулях (ТМ), а подключение аппаратуры ТРЦ к рельсам осуществляется через согласующие трансформаторы, размещенные в путевых ящиках, устанавливаемых непосредственно у точки подключения. Для связи с перегонными объектами (рельсовыми цепями, светофорами) прокладывается магистральный кабель СЦБ парной скрутки.

Прокладка релейных и питающих концов ТРЦ предусматривается в разных кабелях с целью исключения их объединения, а также необходимо прокладывать в разных кабелях прямых и обратных жил управления светофорами. Для перегонов большой протяженности допускается размещение аппаратуры АБТЦ в промежуточных пунктах между станциями, ограничивающими перегон.

Перегонные устройства (светофоры, переезды и др.) при АБТЦ управляются со станций, ограничивающих перегон. На каждую станцию собирается, как правило, половина перегонных устройств. При необходимости организации промежуточного пункта целесообразно размещать его по возможности на середине перегона, что позволит сократить жильность применяемого кабеля.

Система автоблокировки с централизованным размещением аппаратуры, тональными рельсовыми цепями и дублирующими каналами передачи данных АБТЦ-М. Особенность данной системы состоит в применении иерархической структуры, современных элементной базы и технологий производства, использовании промышлен-

ного изготовления кабельного межблочного монтажа, система производит самодиагностику программно-аппаратных средств. Благодаря этому АБТЦ-М имеет высокую надежность и большой ресурс работы, а также высокую помехоустойчивость.

В АБТЦ-М имеются современные интерфейсы для связи с устройствами ЭЦ, переездами, соседними станциями, системами диспетчерского контроля и диспетчерской централизации, позволяющие в дальнейшем наращивать функциональные возможности системы.

Децентрализованная система автоблокировки с тональными рельсовыми цепями и изолирующими стыками на сигнальных точках (АБТс). АБТс предназначена для однопутных или двухпутных линий с любым видом тяги. Данная система характеризуется наличием проходных светофоров и изолирующих стыков на границах блок-участков, оборудованием каждого блок-участка несколькими ТРЦ, размещением аппаратуры в релейных шкафах на сигнальных точках, увязкой показаний светофоров по линейным цепям. Данная система разрабатывалась для участков с низким сопротивлением изоляции балласта (не менее 0,04 Ом·км). Число рельсовых цепей и их длина зависят от минимально допустимого сопротивления балласта (не менее 50 Ом).

При пониженном сопротивлении балласта для нормальной работы рельсовых цепей необходимо уменьшать их длину и организовывать на каждом блок-участке несколько РЦ. В традиционных системах АБ в пределах БУ пришлось бы оборудовать несколько разрезных точек с установкой изолирующих стыков и дополнительных релейных шкафов с аппаратурой, что приводит к повышению стоимости строительства и обслуживания АБ, снижает её надежность и ухудшает условия работы АЛС. Данные недостатки были исключены в системе АБТс за счет использования ТРЦ без изолирующих стыков. В результате были разработаны два варианта АБТс – для участков с пониженным сопротивлением балласта и для участков с нормальным сопротивлением балласта.

Автоблокировка с рельсовыми цепями без изолирующих стыков и с проходными светофорами (АБТ). В пределах блок участка используются тональные рельсовые цепи третьего поколения (ТРЦ3), рассчитанные на низкое сопротивление изоляции балласта. Граница блок участка фиксируется специальной рельсовой цепью небольшой длины с частотой питания порядка 5 кГц, её называют рельсовой цепью четвертого поколения (ТРЦ4).

Основной отличительной особенностью ТРЦ является питание двух смежных РЦ от одного общего источника сигнального тока (генератора) и возможность работы без изолирующих стыков. Такое построение ТРЦ

сокращает число аппаратуры, кабеля для соединения аппаратуры с рельсовой линией, используемых частот сигнального тока и позволяет просто реализовать рельсовые цепи без изолирующих стыков.

Принцип контроля участков пути без разделения их изолирующими стыками поясняет рис. 1.3.

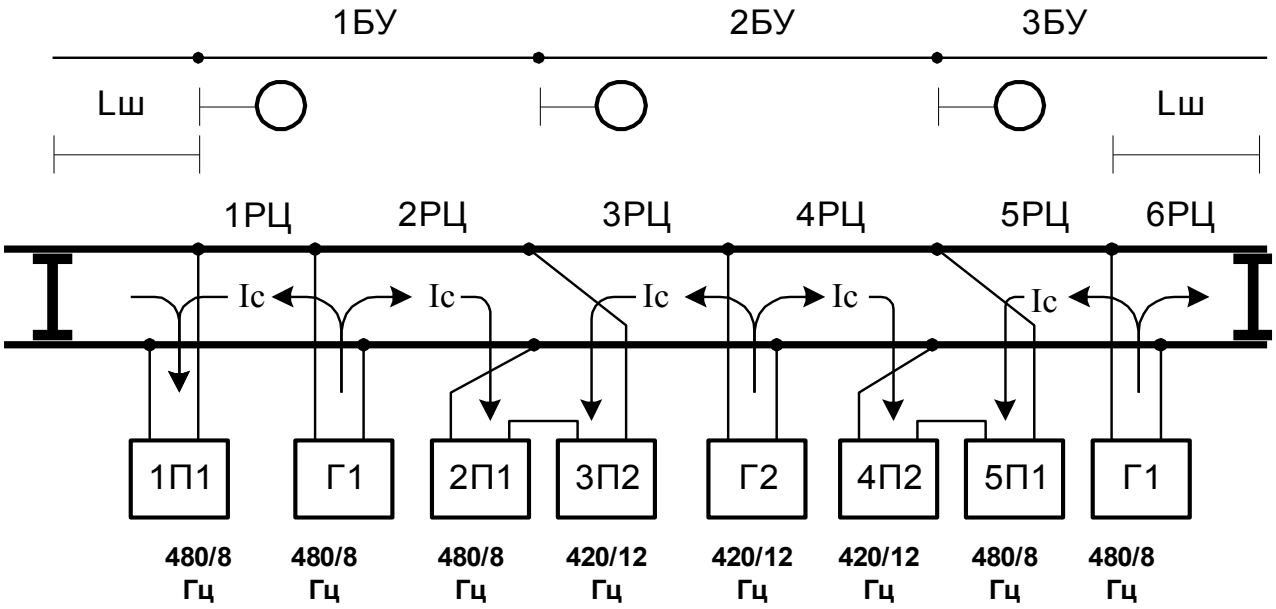

Рис. 1.3. Схема включения рельсовой цепи тональной частоты

На каждые две смежные рельсовые цепи, контролирующие один блок-участок, устанавливается один генератор Г1 или Г2, который вырабатывает свои несущие частоты, модулированные низкочастотными сигналами. Рельсовые цепи 1РЦ, 2РЦ, 5РЦ, 6РЦ получают питание от генераторов Г1 несущей частотой 480 Гц, промодулированной частотой 8 Гц, а рельсовые цепи 3РЦ, 4РЦ получают питание от генератора Г2 с несущей частотой 420 Гц, промодулированной частотой 12 Гц. Состояния участков пути контролируются путевыми приемниками П. Первая цифра в условном наименовании приемника обозначает номер бесстыковой РЦ, а вторая – номер генератора, запитывающего эту цепь. Каждый приемник представляет собой усилитель, настроенный на прием сигналов частот 480/8 или 420/12 Гц. Для контроля одного блок-участка может использоваться одна, две и более рельсовых цепей в зависимости от его длины и состояния балласта (сопротивления изоляции).

При коротких 2РЦ, 3РЦ, 4РЦ питание 5РЦ необходимо осуществить от генератора с частотой 580 Гц, чем исключается взаимное влияние РЦ, работающих на одинаковых частотах.

Отличительной особенностью РЦ без изолирующих стыков является наличие зон дополнительного шунтирования. Эти цепи могут быть зашунтированы подвижным составом, находящимся на смежной РЦ на некотором расстоянии $L_ш$ от места подключения путевого приемника. При сопротивлении изоляции (балласта) (0,8–1) Ом·км максимальная длина РЦ составляет 1000 м, а зона дополнительного шунтирования может достигать 100 м и зависит от многих факторов, что не позволяет без дополнительных мер применять их в системах автоматической блокировки с проходными светофорами.

Разработка системы АБТ без изолирующих стыков потребовала решения вопроса четкой фиксации границ блок-участков. Для этого была создана РЦ нового типа ТРЦ4 с малой величиной зоны дополнительного шунтирования. Эти РЦ работают на частотах 4500–5500 Гц и имеют зону дополнительного шунтирования не более 20 м, что позволяет с большой точностью фиксировать моменты занятия и освобождения контролируемых блок-участков. В настоящее время ТРЦ благодаря ряду эксплуатационных, технических и экономических преимуществ находят все более широкое применение на железных дорогах и линиях метрополитенов России.

Основные достоинства ТРЦ связаны с возможностью их работы без изолирующих стыков, при этом исключается самый ненадежный элемент СЖАТ – изолирующие стыки; отпадает необходимость установки дорогостоящих дроссель-трансформаторов для пропуска тягового тока в обход изолирующих стыков; улучшаются условия протекания обратного тягового тока по рельсовым нитям. Кроме того, к достоинствам ТРЦ следует отнести отсутствие контактных реле, работающих в импульсном режиме, что существенно повышает надежность и долговечность аппаратуры. При использовании ТРЦ также повышается помехозащищенность РЦ и чувствительность приемников, снижается мощность, потребляемая ТРЦ. К *недостаткам* ТРЦ можно отнести маленькую предельную длину и наличие зоны дополнительного шунтирования.

В новом строительстве применяют системы АБ и электрической централизации только с тональными рельсовыми цепями. Использование ТРЦ позволило внедрить АБ с централизованным размещением аппаратуры, оборудовать автоблокировкой участки с пониженным сопротивлением балласта. Перспективными направлениями также являются: оборудование тональными рельсовыми цепями участков приближения к переездам, применение их для контроля освобождения переезда без установки изолирующих стыков, для контроля состояния перегона при ПАБ, использование ТРЦ для организации защитных участков в традиционных системах АБ.

2. ЧИСЛОВАЯ КОДОВАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ЧАСТОТОЙ 25 Гц

2.1. Характеристика системы, состав, принцип действия

На сети железных дорог России большое распространение получила кодовая автоблокировка, которая в зависимости от применяемого вида тяги дополняется соответствующими типами кодовых рельсовых цепей (РЦ) [6].

Первоначально рассмотрим принцип действия числовой кодовой автоблокировки переменного тока по упрощенной схеме (рис. 2.1). Участок нечетного направления движения, состояние всех реле показаны с учетом занятого блок-участка 3ПТ [2,3].

Релейный шкаф (РШ) каждой сигнальной точки (3, 5) оборудован следующими схемами:

1) рельсовой цепи (питающий конец: преобразователь частоты ПЧ-50/25, контакт трансмиттерного реле Т, питающий трансформатор ПТ и путевой дроссель-трансформатор ДТ; релейный конец: ДТ, защитный фильтр Ф и путевое импульсное реле И);

2) расшифровки кода (дешифратор числового кода ДЯ (блоки БИ-ДА, БС-ДА, БК-ДА), сигнальные реле Ж и З, импульсное путевое реле И);

3) управления огнями светофоров и целостности нити ламп красного огня (светофоры 3 и 5, контакты сигнальных реле Ж и З, огневое реле О);

4) питание релейного шкафа (ПХ и ОХ – прямой и обратный провода питания переменным током напряжением 220 В; СХ12 – прямой провод переменного тока напряжением 12 В для питания ламп светофоров; СХ20 – прямой провод переменного тока напряжением 20 В для питания ламп красного огня светофоров; П и М – прямой и обратный провода постоянного тока напряжением 12 В);

5) формирования и передачи кодов (контакты сигнальных реле Ж и З, контакты огневого реле О, кодовый путевой трансмиттер КПТШ и трансмиттерное реле).

Каждый блок-участок оборудован рельсовой цепью 3ПТ, 5ПТ, 7ПТ, по которой осуществляется передача информации путем посылки кодовых сигналов от светофора: с красным огнем – код КЖ, с желтым огнем – код Ж, с зеленым огнем – код З.

Для формирования кодов используются кодовые путевые трансмиттеры КПТШ-515 (КПТШ-715). Структура кодовых комбинаций для КПТШ-715 приведена на рис. 2.2. В смежных блок-участках для контроля схода стыков чередуют КПТШ с разной длительностью кодовых циклов, что исключает появление более разрешающего показания на светофоре.

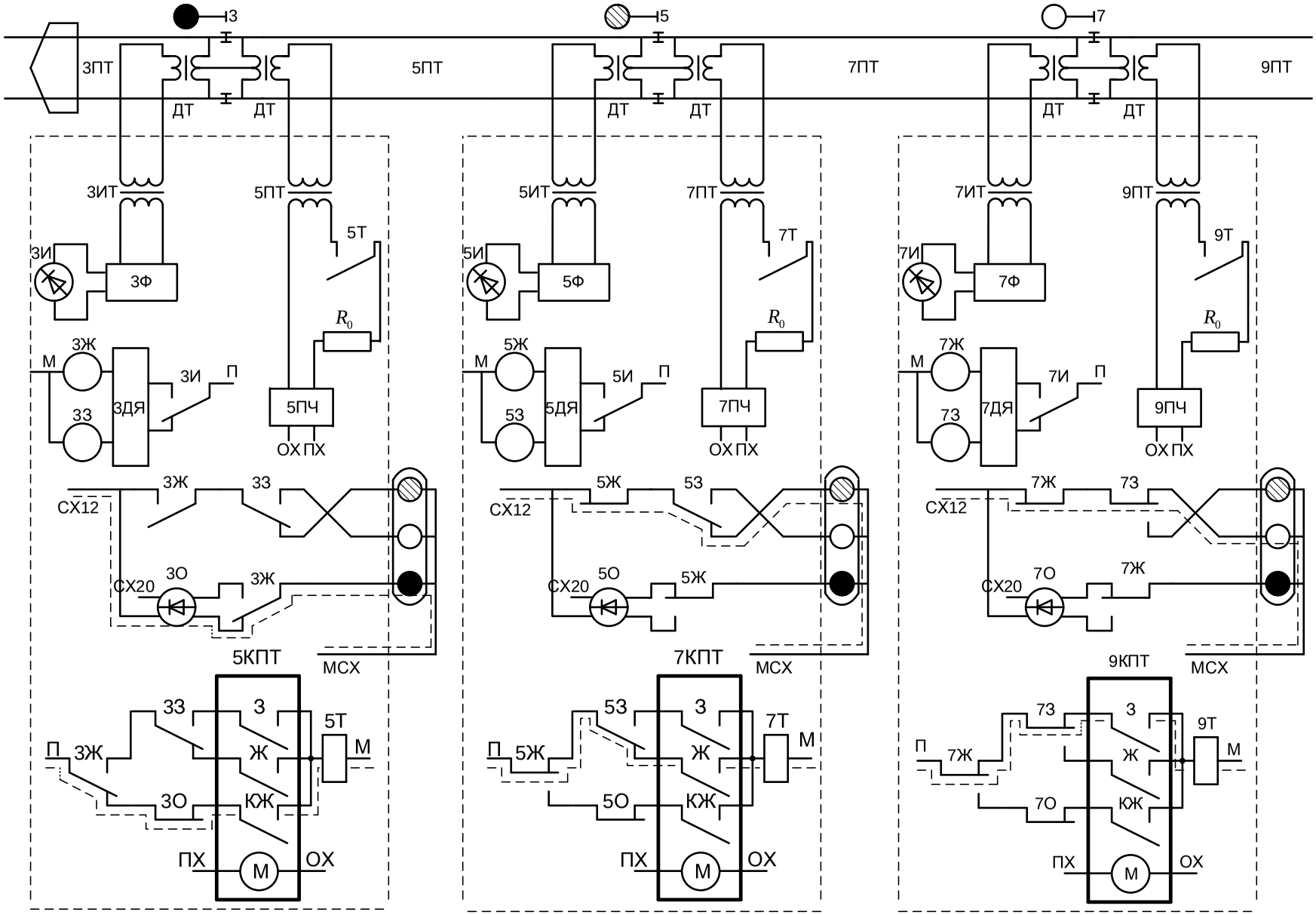

Рис. 2.1. Упрощенная схема числовой кодовой автоблокировки

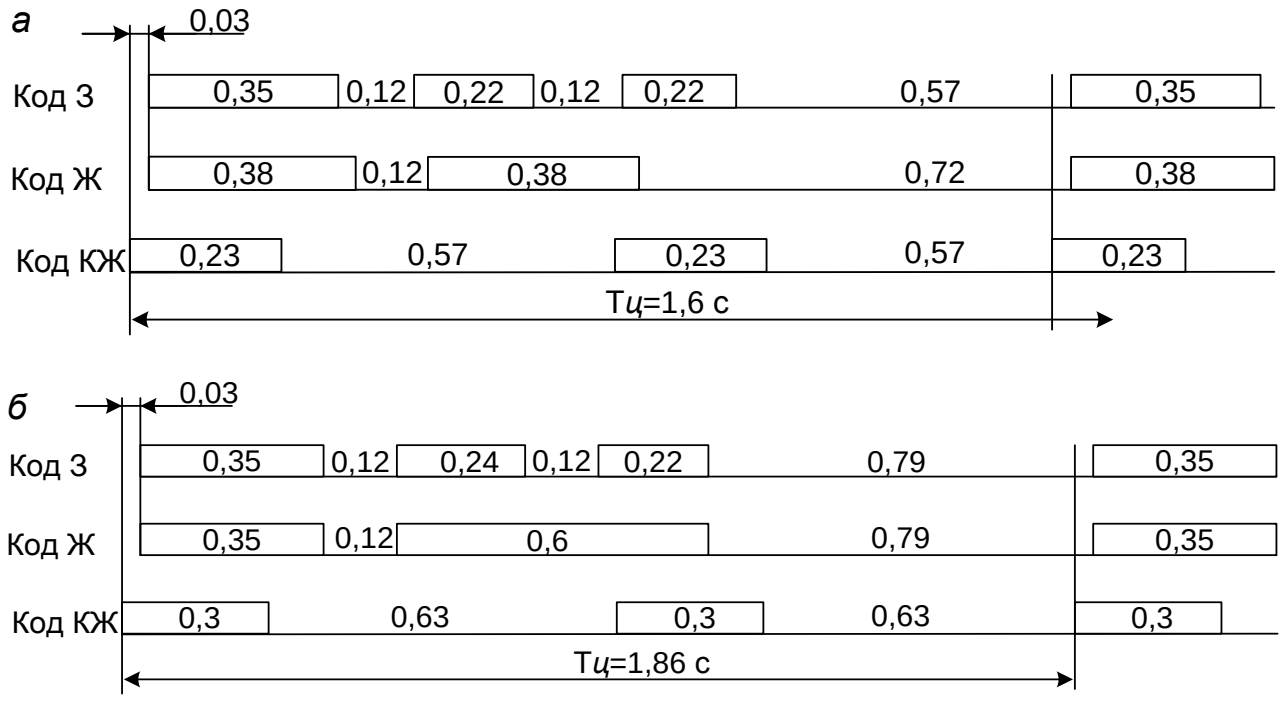

Рис. 2.2. Временные диаграммы кодовых комбинаций КПТШ-515 (*а*) и КПТШ 715 (*б*)

При нахождении поезда на участке ЗПТ импульсное реле ЗИ прекращает работу (код отсутствует). Контакт реле ЗИ воздействует на дешифраторную ячейку ДЯ. Она предназначена для расшифровки принимаемого числового кода, считает количество импульсов между удлиненными паузами и тем самым расшифровывает принимаемый код. На выходе ДЯ подключены два сигнальных реле: зеленого огня (З) и желтого огня (Ж); в зависимости от принимаемого кода реле могут изменять своё состояние, эта зависимость приведена в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Взаимосвязь состояния сигнальных реле и принимаемых кодовых комбинаций

Код, принимаемый импульсным реле	Состояние сигнального реле З	Состояние сигнального реле Ж
«З»	Возбуждено	Возбуждено
«Ж»	Возбуждено	Возбуждено
«КЖ»	Обесточено	Возбуждено
Реле не работает в импульсном режиме (код отсутствует)	Обесточено	Обесточено

При отсутствии кода импульсное реле ЗИ обесточено и сигнальные реле ЗЖ и ЗЗ также находятся в обесточенном состоянии. Контактами сигнальных реле замыкается цепь питания красного огня светофора З.

В данную цепь включено огневое реле О. Оно находится под током, если нить лампы красного огня цела, при этом по низкоомной обмотке (сопротивление 0,45 Ом) позволяет контролировать целостность нити, когда она должна гореть полным накалом, а по высокоомной обмотке (сопротивление 180 Ом) обеспечивает контроль целостности нити красного огня при разрешающих показаниях светофоров 3 и 5. В случае её перегорания информация поступает на ближайшую станцию по линиям диспетчерского контроля.

После включения красного огня на светофоре 3 тыловым контактом реле 3Ж и фронтовым контактом реле 3О трансмиттерное реле 5Т подключается к источнику питания через шайбу КЖ. В рельсовую цепь 5ПТ посылается код КЖ.

В РШ светофора 5 этот код принимается импульсным реле 5И. При расшифровывании принятого кода дешифраторной ячейкой 5ДЯ сигнальное реле 5Ж возбуждается, а 5З остается в обесточенном состоянии (табл. 2.1). Фронтовым контактом 5Ж и тыловым контактом 5З создается цепь питания желтого огня светофора 5. Контактами этих же реле образуется цепь кодирования рельсовой цепи 7ПТ кодом «Ж».

Этот код принимается импульсным реле 7И на сигнальной точке 7. В результате расшифровывания принятого кода под током оказываются сигнальные реле 7Ж и 7З (табл. 2.1), на светофоре 7 загорается лампа зеленого огня, а в рельсовую цепь 9ПТ посылается код «З» зеленого огня.

2.2. Работа схемы автоблокировки сигнальных установок различных типов при организации движения поезда по правильному пути

Для повышения безопасности и удобства обслуживания схемы автоблокировки монтируются в заводских условиях согласно типовым схемам решения, которые приводятся в специальных альбомах [4, 7]. По мере совершенствования схем производится периодическое обновление и выпуск руководящих указаний по изменению действующих типовых решений.

Согласно типовым проектным решения в АБ используются различные типы схем сигнальных установок, которые зависят от места их установки на перегоне относительно переездов и станций. Приняты следующие условные обозначения типовых сигнальных установок:

– О – одиночная сигнальная установка;

– Ои – одиночная сигнальная установка со схемой извещения к станции или переезду от второго участка приближения;

– ОП1 – одиночная сигнальная установка, расположенная перед переездом, со схемой извещения на переезд за один участок приближения;

– ОП2 – одиночная сигнальная установка, расположенная перед переездом, со схемой извещения на переезд за два участка приближения;

– Ом – одиночная предвходная сигнальная установка, имеющая одно дополнительное сигнальное показание – желтый мигающий огонь;

– Омз – одиночная предвходная сигнальная установка, имеющая два дополнительных сигнальных показания – желтый мигающий и зеленый мигающий огни;

– Омп1 – одиночная передвходная сигнальная установка с желтым мигающим огнем перед переездом со схемой извещения на переезд за один участок приближения;

– Омп2 – одиночная передвходная сигнальная установка с желтым мигающим огнем перед переездом со схемой извещения на переезд за два участка приближения;

– Омзп1 – одиночная предвходная сигнальная установка с мигающим желтым и мигающим зелёным огнями, расположенная перед переездом со схемой извещения на переезд за один участок приближения;

– Омзп1 – одиночная предвходная сигнальная установка с мигающим желтым и мигающим зелёным огнями, расположенная перед переездом со схемой извещения на переезд за два участка приближения.

Наиболее распространенные типы установок представлены на рис. 2.3.

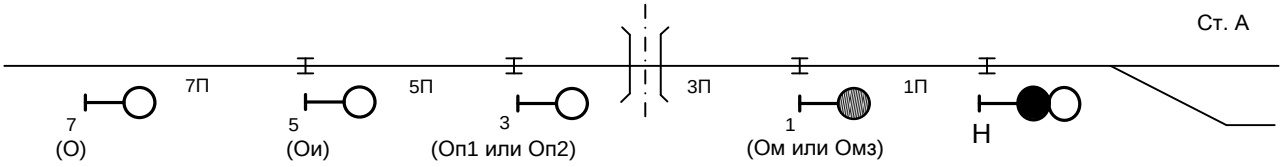

Рис. 2.3. Схема расположения различных типов сигнальных точек на перегоне

Основой всех этих схем является одиночная сигнальная установка типа О. Для получения установок другого типа используют дополнительные приборы и незначительно изменяют монтаж.

Более подробно рассмотрим работу числовой кодовой автоблокировки переменного тока, выполненной в соответствии с типовым проектным решением АБ-2-К-25-50-ЭТ-82 с применением сигнальных точек типа Ои и Омз (рис. 2.4).

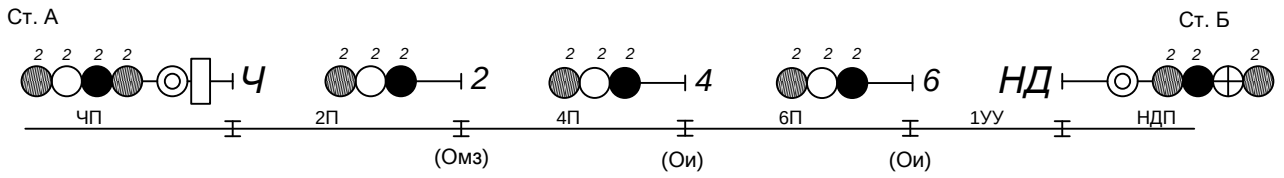

Рис. 2.4. Схема расположения сигнальных точек на перегоне

Сигнальная установка типа Ои размещается за два блок-участка перед станцией или переездом, т. е. для проходных светофоров 4 и 6. Она дополнительно снабжена источником питания известительной цепи, которым питает реле ИП (известитель приближения) впереди стоящей сигнальной установки по цепи И-ОИ магистрального кабеля связи. Предвходная сигнальная установка типа Омз применяется при наличии на входном светофоре зеленой сигнальной полосы, что приводит к дополнительному показанию светофора. В схеме установлено реле ЗС, которое получает питание по сигнальной паре проводов ЗС-ОЗС и определяет горение на светофоре зеленого и желтого мигающего огней.

Для увязки постовых устройств ЭЦ с автоблокировкой и сигнальных точек между собой используются линейные провода следующего назначения:

● Н, ОН – для схемы смены направления при организации временного двустороннего движения поездов по одному из путей двухпутного перегона при капитальном ремонте другого;

● К, ОК – цепь контроля свободности перегона;

● ДСН, ОДСН – провода для включения реле двойного снижения напряжения на лампах перегонных светофоров, для работы устройств диспетчерского контроля типа ЧДК, АПК-ДК;

● ЗС, ОЗС – провода для управления дополнительными показаниями предвходного светофора и контроля состояния второго участка приближения;

● ИЧ, ОИЧ – для включения известительных цепей нечетного и четного направления движения;

● КЗ, ОКЗ – цепь контроля состояния защитного участка при неустановленном направлении движения.

В схеме сигнальных установок имеются:

– БИ-ДА, БС-ДА, БК-ДА – блоки дешифратора числового кода;

– И – импульсное путевое реле;

– Т – трансмиттерное реле;

– Ж, З – сигнальные реле;

– Ж1, Ж2, Ж3 – повторители реле Ж;

– О и ОД – огневое и дополнительное огневое реле контроля целостности нитей ламп красного огня;

– РО и РОД – огневое и дополнительное огневое реле контроля целостности нитей ламп разрешаюших огней (желтого и зеленого);

– ОИ – обратный повторитель импульсного реле;

– ЗС – сигнальное реле зеленого мигающего огня;

– ЗС1 – повторитель реле ЗС;

– КПТ – кодовый путевой трансмиттер;

– ПЧ – преобразователь частоты;

– ДСН – реле двойного снижения напряжения;

– ВА, ВБ, 1Н и 2Н – реле направления;
– ИП – известительное реле приближения;
– ИП1 – повторитель известительного реле приближения;
– ДТ – дополнительное трансмиттерное реле;
– ПДТ – реле включения ДТ;
– ДПЧ – дополнительный преобразователь частоты.

Вся приёмная и передающая аппаратура расположена в релейном шкафу около каждого проходного светофора. На рис. 2.5–2.9 приведены схемы числовой кодовой автоблокировки для трех блок-участков, с указанием основной аппаратуры релейных шкафов двух сигнальных точек.

С целью повышения надежности и бесперебойности действия автоматической блокировки в линзовых комплектах проходных светофоров предусмотрены двухнитевые лампы. Для контроля горения лампы красного огня последовательно с основной нитью лампы включено огневое реле О. Дополнительная нить лампы включается последовательно с высокоомной обмоткой дополнительного огневого реле ОД, и целость нити контролируется в холодном состоянии. При перегорании основной нити обесточивается огневое реле О, и тыловым контактом включается дополнительная нить лампы последовательно с низкоомной обмоткой.

Для контроля горения ламп разрешающих показаний последовательно с основной нитью ламп включено огневое реле РО. На предвходной сигнальной точке типа ОМ3 (светофор 2) также контролируются дополнительные нити ламп разрешающих показаний огневым реле РОД.

Рассмотрим работу схемы при нахождении поезда на участке 2П. При нахождении поезда на участке 2П на сигнальную установку 2 прекратится поступление кодов от входного светофора Ч, обесточится реле И (рис. 2.5). На выходе дешифратора ДА реле Ж и З опустят якоря, а затем и повторители Ж1, Ж2 и Ж3 (рис. 2.6). Через тыловой контакт реле Ж2 включится основная нить лампы красного огня (рис. 2.7).

После включения красного огня на светофоре 2 образуется цепь кодирования кодом КЖ рельсовой цепи 4П: полюс П, контакт КЖ кодового путевого трансмиттера, фронтовые контакты реле О или ОД, фронтовые контакты реле ОЖ, тыловые контакты реле 2Н, вход 81 БИ-ДА, выход 71 блока БИ-ДА, обмотка реле Т, вход 72 БИ-ДА, выход 4 блока БИ-ДА и полюс М. В режиме кода КЖ работает реле ПТ в блоке БИ-ДА и реле Т как повторитель реле ПТ (рис. 2.6). Переключая контакт в цепи трансформатора ПТ, реле Т передает код КЖ в рельсовую цепь 4П (рис. 2.5).

В случае перегорания основной и дополнительной нитей накаливания лампы красного огня обесточивается реле О и ОД (рис. 2.7). Контактами этих реле размыкается цепь кодирования, что приводит к переносу красного огня на позадистоящий светофор 4.

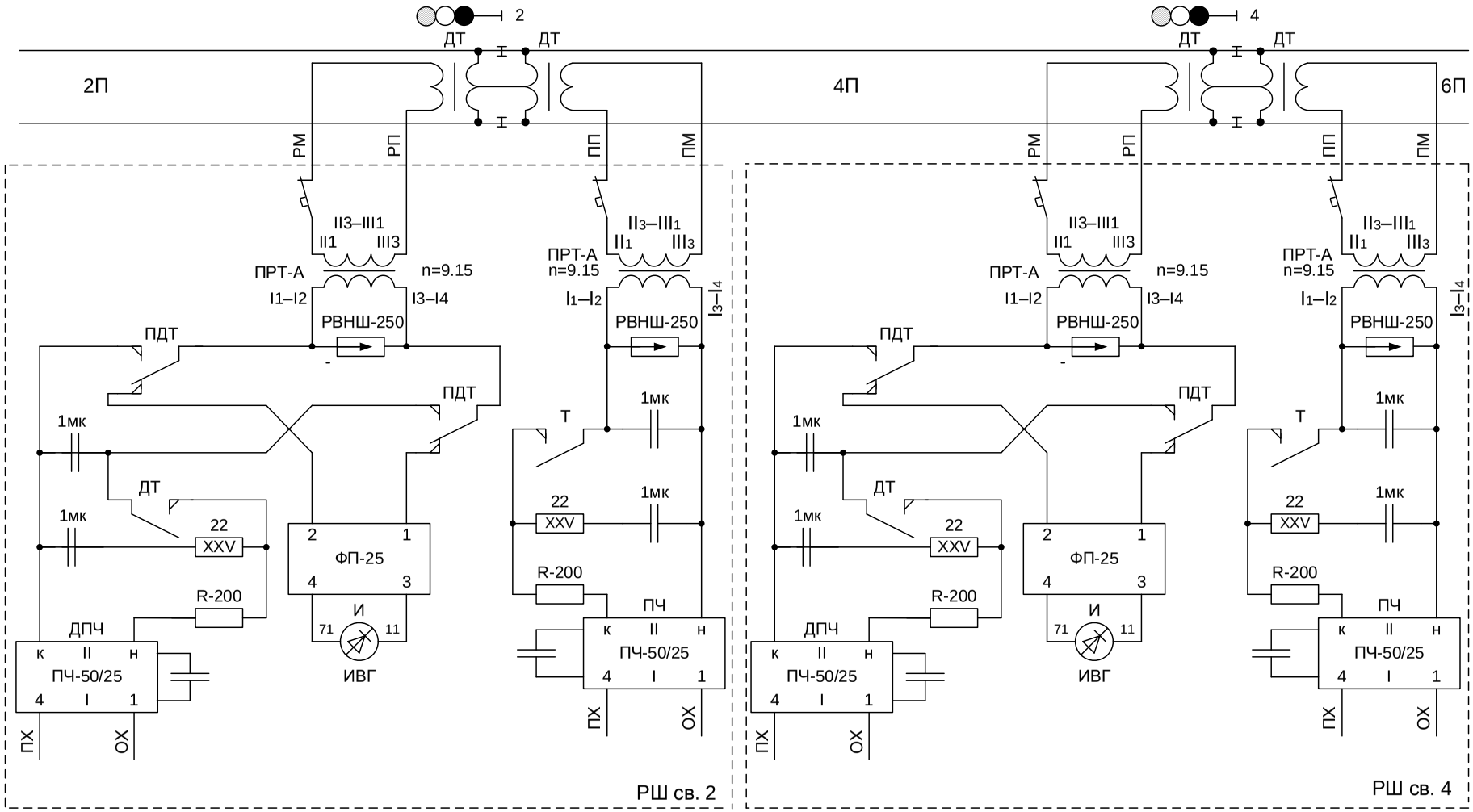

Рис. 2.5. Схема рельсовых цепей сигнальных установок 2 и 4

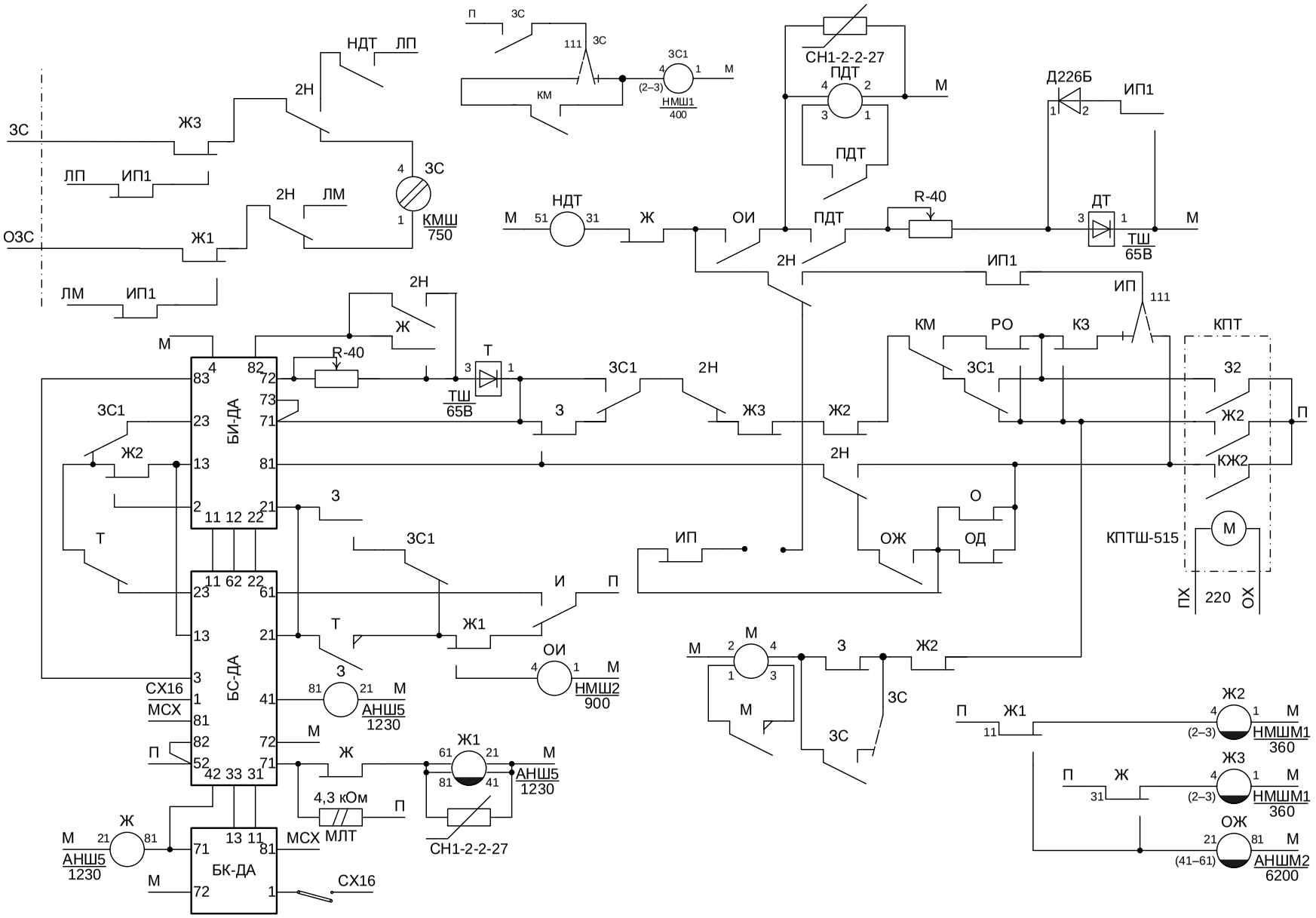

Рис. 2.6. Схема дешифратора и формирования кодовых сигналов сигнальной установки 2 типа Омз

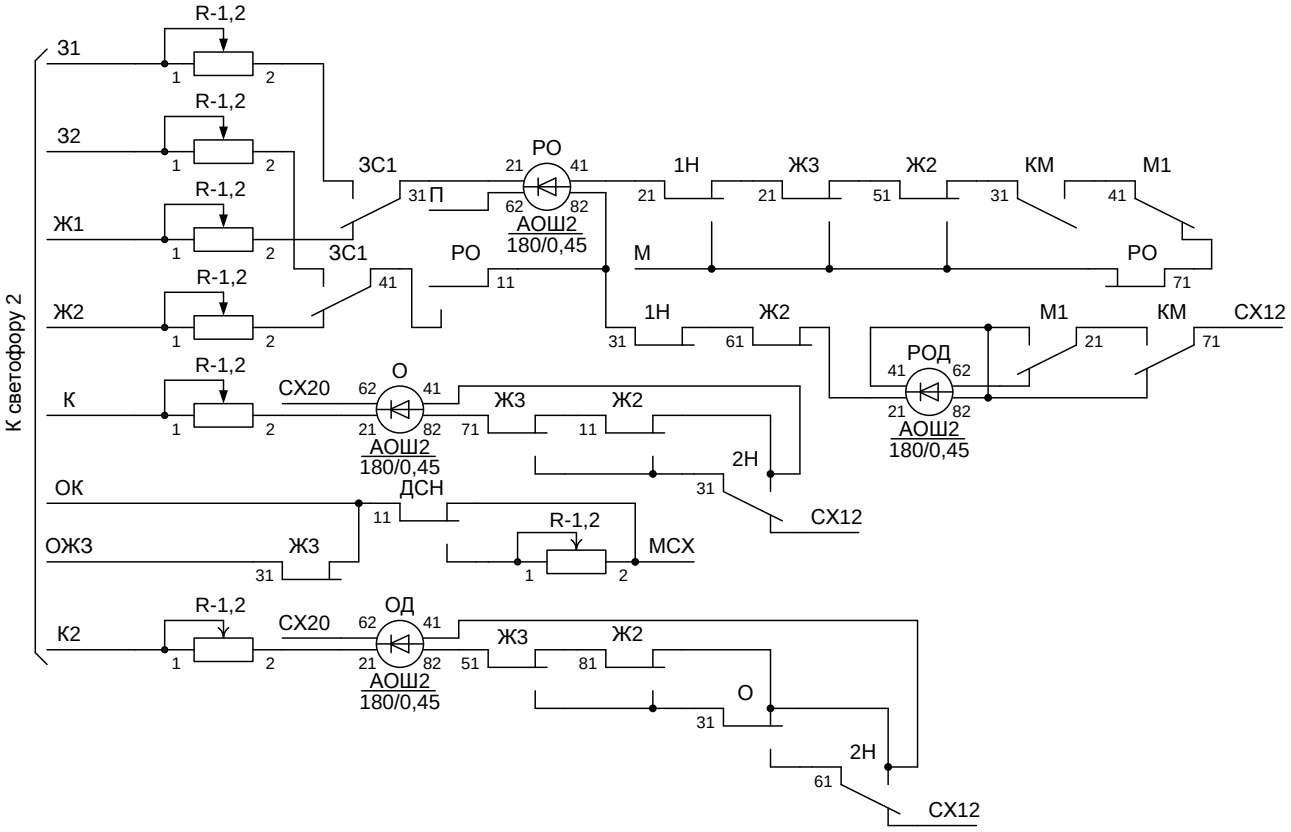

Рис. 2.7. Схема управления огнями светофора 2

При приеме кода «КЖ» на сигнальной установке светофора 4 в режиме данного кода работает реле И (рис. 2.5), при котором на выходе дешифратора срабатывают реле Ж и Ж1, а затем его повторители Ж2 и Ж3 (рис. 2.8). По цепи, проходящей через тыловой контакт реле 2Н, фронтовые контакты реле Ж2 и тыловой контакт реле З, на светофоре 4 включается желтый огонь (рис. 2.9). Целость нитей ламп зеленого и желтого огней контролируют огневые реле РО и РОД.

После включения желтого огня на светофоре 4 (рис. 2.8) образуется цепь кодирования кодом «Ж» рельсовой цепи 6П: полюс П, контакт Ж кодового путевого трансмиттера, тыловой контакт реле З, фронтовые контакты реле Ж2 и Ж3, тыловой контакт реле 2Н, вход 81 БИ-ДА реле ПТ внутри блока, выход 71 БИ-ДА, обмотка реле Т, вход 72 БИ-ДА, выход 4 блока БИ-ДА и полюс М. В режиме кода «Ж» работает реле ПТ в блоке БИ-ДА и его повторитель реле Т. В случае перегорания лампы желтого огня светофора 4 кодирование рельсовой цепи 6П не изменяется, в нее продолжает поступать код «Ж», и светофор погашен.

При приеме кода «Ж» на сигнальной установке светофора 6 в режиме данного кода работает реле И, при котором на выходе дешифратора срабатывают реле Ж и З, а затем его повторители Ж1, Ж2 и Ж3 (рис. 2.8). Тыловым контактом реле 2Н и фронтовыми контактами реле Ж2 и З на светофоре 6 включается лампа зеленого огня (рис. 2.9).

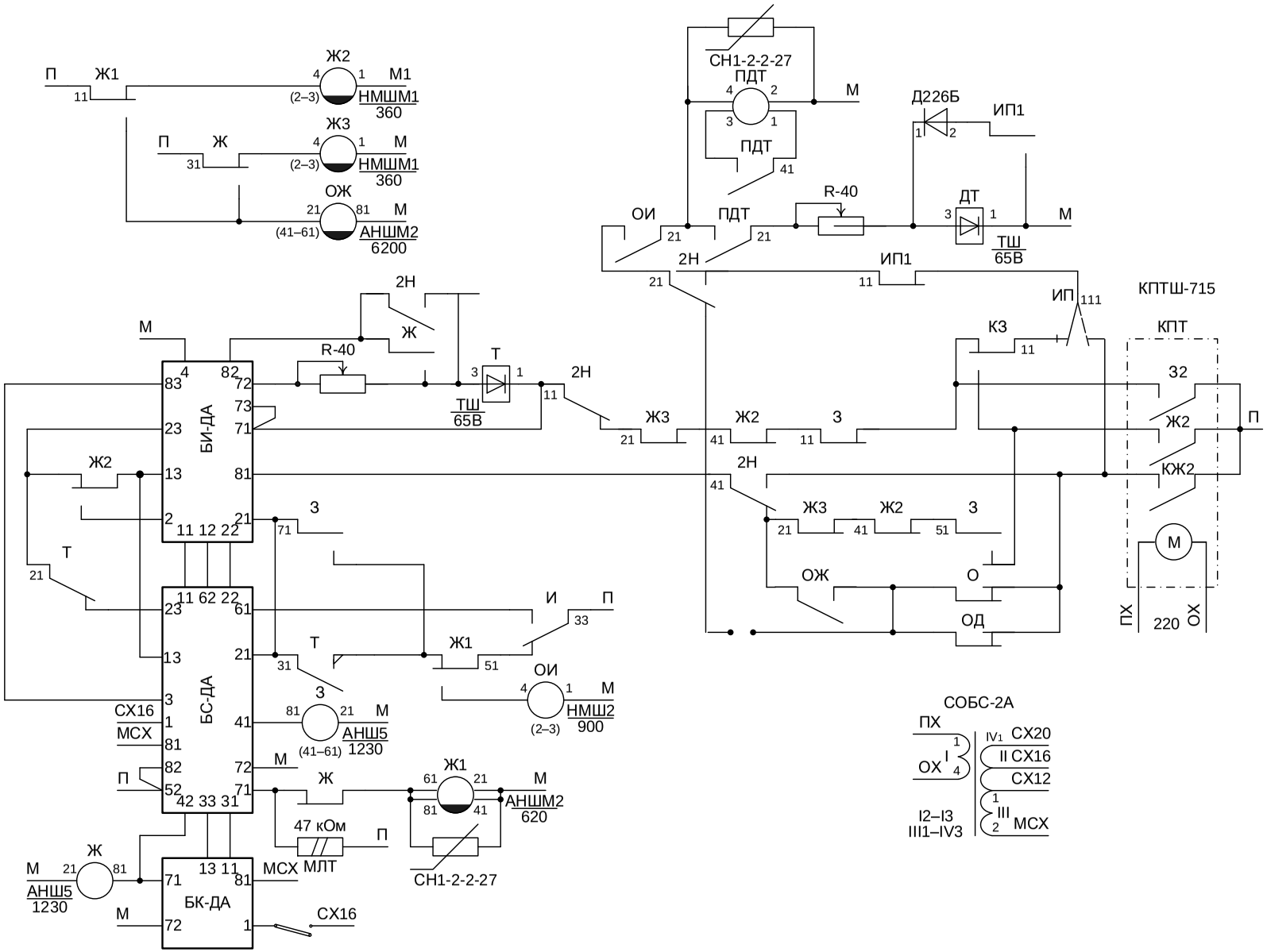

Рис. 2.8. Схема дешифратора и формирования кодовых сигналов сигнальной установки типа Ои

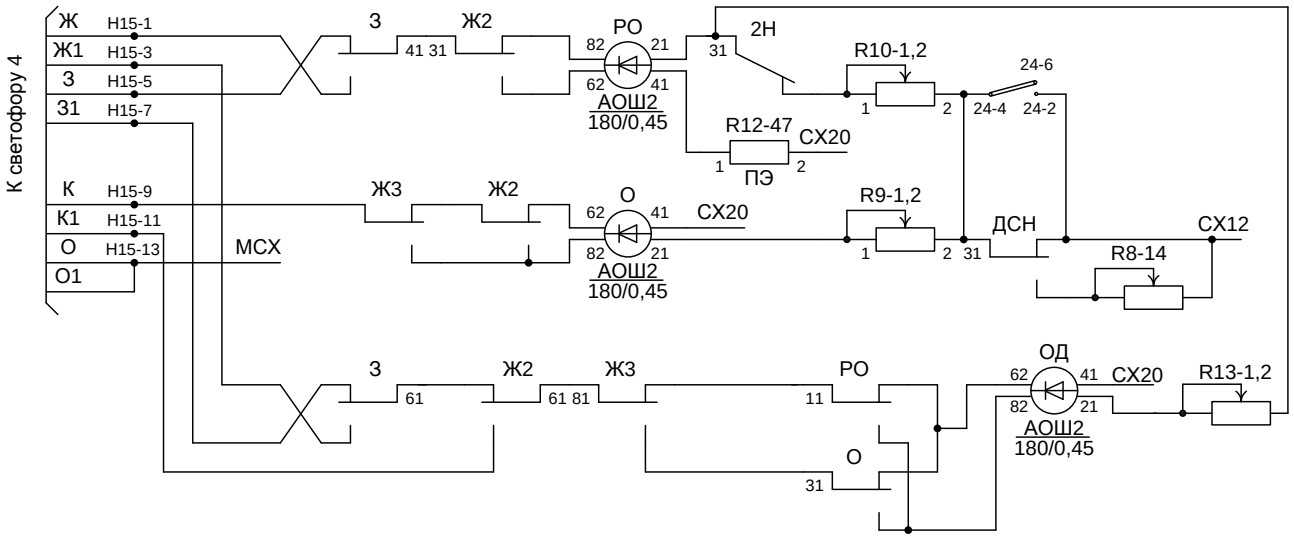

Рис. 2.9. Схема управления огнями светофора сигнальной установки типа Ои

После чего образуется цепь кодирования участка 1УУ кодом «З»: полюс П, контакт З кодового путевого трансмиттера, фронтовые контакты реле З, Ж2, Ж3 тыловой 2Н, обмотка реле Т и через блок БИ-ДА к полюсу М.

2.3. Работа схемы автоблокировки при организации движения поезда по неправильному пути

Для перехода на двустороннее движение на каждой сигнальной установке (рис. 2.10) используются реле ВА, ВБ, 2Н, 1Н, ДТ, ПДТ, ОИ, ИП, ИП1 [1, 9]. Смену направления поездов осуществляют дежурные смежных станций при условии свободного перегона и закрытого входного светофора.

Смена направления движения осуществляется по проводам Н, ОН, К, ОК, в которые включены реле ВА и ВБ (рис. 2.10).

После перевода системы для движения по неправильному пути реле ВБ и 2Н возбуждаются и соответственно реле ВА и 1Н обесточиваются, это приводит к тому, что все рельсовые цепи на перегоне с питающих концов кодируются кодом «КЖ» по цепи: полюс П, контакт КЖ кодового путевого трансмиттера, фронтовой контакт реле 2Н, вход 81 БИ-ДА, выход 71 блока БИ-ДА, обмотка реле Т, вход 72 БИ-ДА, выход 4 блока БИ-ДА и полюс М. При приеме и дешифрации кодов КЖ на всех сигнальных установках перегона возбуждаются реле Ж, Ж1, Ж2 и Ж3, чем контролируется свободность всех блок-участков.

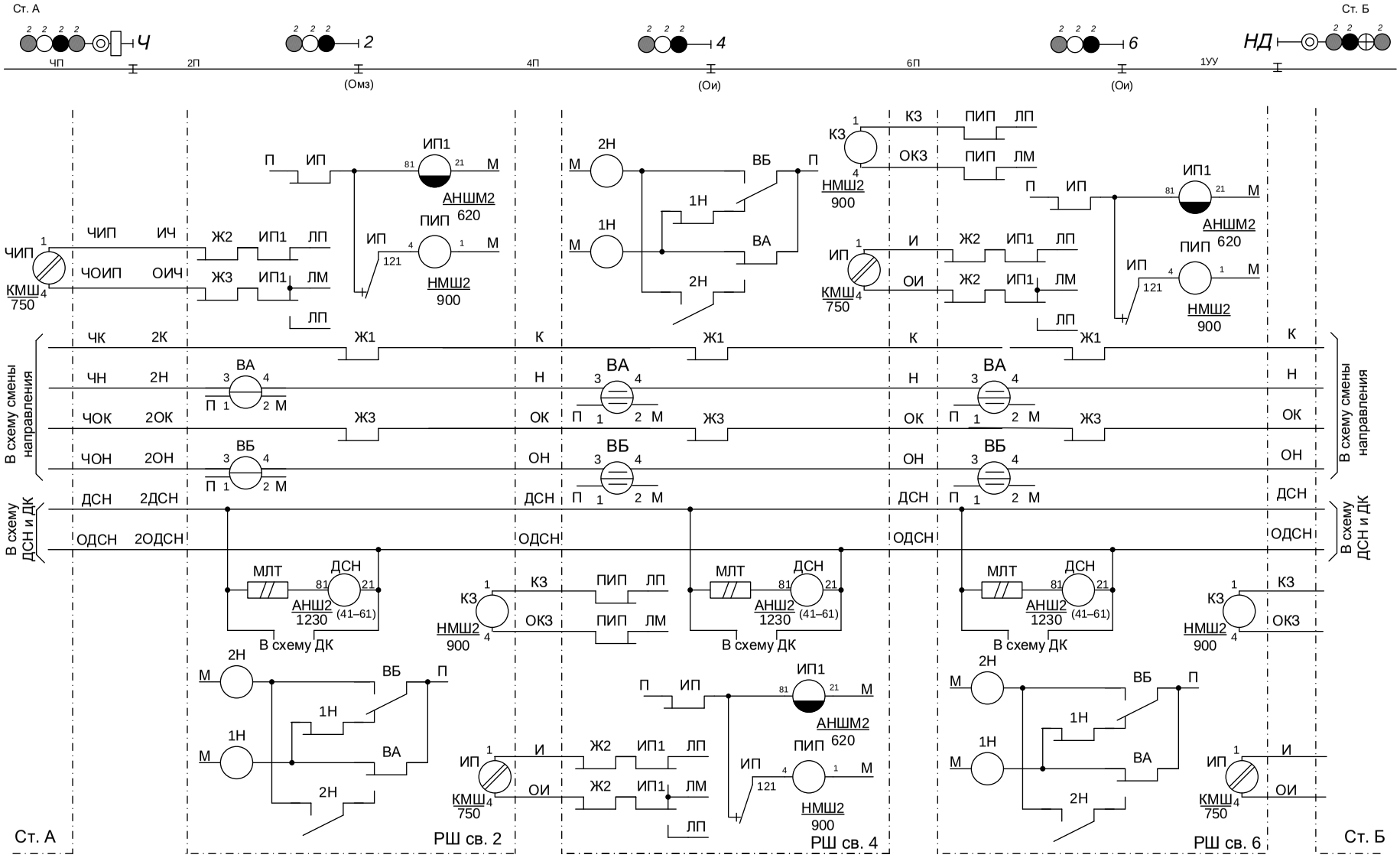

Рис. 2.10. Схема линейных цепей извещения

При неправильном направлении движение поездов регулируется устройствами АЛС. На каждой сигнальной установке цепи кодирования кодами «З», «Ж», «КЖ» включаются фронтовым контактом реле 2Н. Коды передаются с релейного конца каждой рельсовой цепи с момента вступления на нее поезда. При неправильном направлении движения значность кодов выбирается известительными реле ИП, его повторителями ИП1, ПИП и реле КЗ. Реле ИП и КЗ срабатывают по линейным цепям И, ОИ и КЗ, ОКЗ соответственно, связывающим сигнальные установки перегона.

Предположим, что блок-участки 1УУ, 6П, 4П, 2П свободны. Движение в неправильном направлении не началось. Рельсовые цепи 1УУ, 6П, 4П, 2П кодируются кодом «КЖ» в правильном направлении движения.

Поезд вступил на блок-участок 2П при свободных трех блок-участках. Прекращается прием кода «КЖ» у светофора 2, обесточиваются сигнальные реле Ж, Ж1, Ж2 и Ж3, срабатывает реле ОИ (см. рис. 2.6). Фронтовыми контактами реле 2Н и ОИ замыкается цепь трансмиттерных реле ПДТ и ДТ. Эта цепь проходит: от полюса П через контакт З кодового путевого трансмиттера, правый контакт поляризованного якоря реле ИП и фронтовой нейтрального якоря реле ИП1, фронтовые контакты реле 2Н, ОИ, обмотки реле ПДТ, ДТ и полюс М. Переключая контакты в цепи трансформатора, трансмиттерные реле передают в рельсовую цепь 2П навстречу движущемуся в неправильном направлении поезду код «З» (см. рис. 2.5).

Поезд вступает на блок-участок 4П при свободных двух блок-участках. Замыкается цепь кодирования, которая проходит: от полюса П, через контакт Ж кодового путевого трансмиттера, тыловой контакт реле КЗ, левый контакт поляризованного якоря реле ИП, фронтовые контактные реле ИП1, 2Н, ОИ, обмотки реле ПДТ, ДТ и полюс М. В рельсовую цепь 4П навстречу движущемуся поезду передается код «Ж» (см. рис. 2.5 и 2.8).

Поезд вступает на участок 6П при свободном одном (защитном) блок-участке. Замыкается цепь кодирования, проходящая от полюса П, через контакт КЖ кодового путевого трансмиттера, контакт обратной полярности реле ИП, фронтовые контакты ИП1, 2Н, ОИ, обмотки реле ПДТ, ДТ, полюс М. В рельсовую цепь 7П навстречу движущемуся поезду передается код «КЖ».

Если поезд входит на защитный блок-участок 1УУ, то прием кодов на локомотиве прекращается и на локомотивном светофоре загорается красный огонь.

По мере движения поезда и освобождения рельсовых цепей восстанавливается импульсное питание и контролируется свободность блок-участков.

2.4. Работа схем увязки станционных и перегонных устройств автоматики

Поскольку системы регулирования движения поездов на перегонах и станциях строятся на различных принципах, между ними необходимы устройства сопряжения (схемы увязки). Их строят по приему и отправлению поездов двухпутного участка, прилегающего к станции [1, 2, 5]. Они обеспечивают:

1) выбор показаний выходных станционных светофоров и сигналов АЛС для кодирования рельсовых цепей маршрутов отправления в зависимости от состояния двух блок-участков удаления;

2) выбор показаний предвходного светофора в зависимости от показаний входного светофора станции;

3) передачу информации о состоянии двух участков приближения.

Увязка между показаниями входного светофора Ч и предвходного 2 для правильного направления движения поездов осуществляется следующим образом.

Для кодирования рельсовой цепи первого участка приближения использовано трансмиттерное реле 2ППТ, включенное в цепи кодового путевого трансмиттера ЧКТ. В зависимости от установленного маршрута приёма и показания входного светофора Ч реле 2ППТ передает в рельсовую цепь одну из кодовых комбинаций (рис. 2.11–2.13).

При запрещающем показании входного светофора Ч рельсовая цепь участка 2П со стороны станции кодируется кодом «КЖ». После приема и дешифрации этого кода в релейном шкафу светофора 2 возбуждается реле Ж, а затем и его повторители Ж1, Ж2, Ж3, таким образом создается цепь горения лампы желтого огня и возбуждения огневых реле РО и РОД.

В рельсовую цепь участка 4П передается кодовый сигнал Ж по цепи: полюс П, контакт Ж кодового путевого трансмиттера, тыловые контакты реле ЗС1, КМ, фронтовые контакты реле Ж2 и Ж3, тыловые контакты реле 2Н и З, вход 81 БИ-ДА реле ПТ внутри блока, выход 71 БИ-ДА, обмотка реле Т, вход 72 БИ-ДА, выход 4 блока БИ-ДА и полюс М.

При перегорании лампы желтого огня на светофоре 2 кодирование участка 4П не изменяется и машинисту разрешается проследовать темный сигнал предвходного светофора 2 по разрешающему показанию локомотивного светофора.

В случае установки маршрута на боковой путь по стрелкам с маркой крестовин 1/9 и 1/11 на входном светофоре Ч включается два желтых огня или два желтых огня из них верхний – мигающий. В рельсовую цепь участка 2П посылается код «Ж». На сигнальной точке светофора 2 возбуждаются реле Ж, Ж1, Ж2, Ж3 и З.

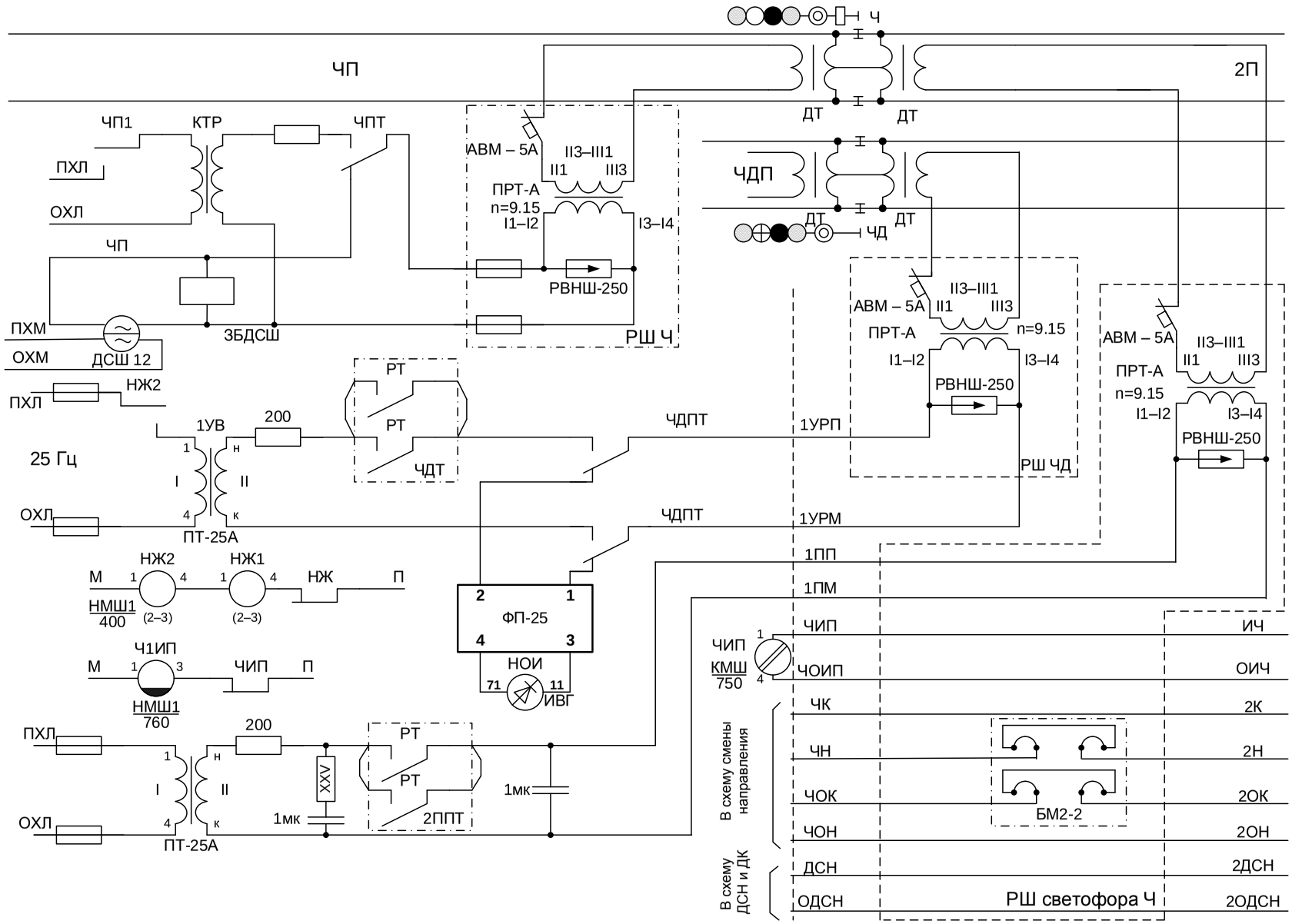

Рис. 2.11. Схема рельсовых цепей входного и входного дополнительного светофоров и линейных цепей

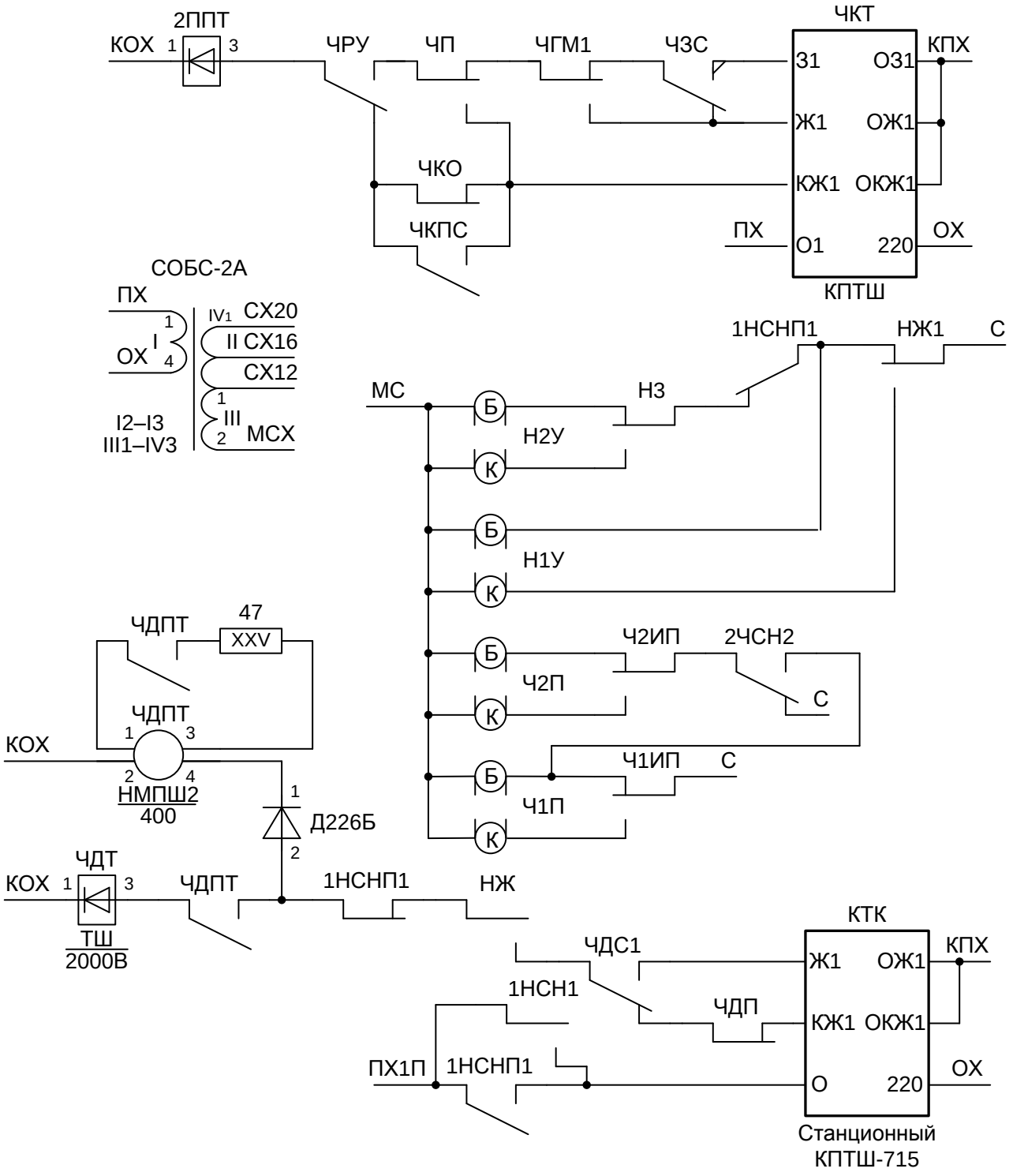

Рис. 2.12. Схема формирования кодовых сигналов, посылаемых от входного и входного дополнительного светофоров, и схема контроля состояния 2 участков приближения и 2 участков удаления

Через фронтовые контакты реле Ж2, З и контакт Ж кодового путевого трансмиттера замыкается цепь импульсного питания реле М. Для получения равномерного мигания реле М одна из его обмоток шунтируется

собственным фронтовым контактом. Импульсная работа мигающего реле М контролируется контрольным мигающим реле КМ. На светофоре 2 будет желтый мигающий огонь.

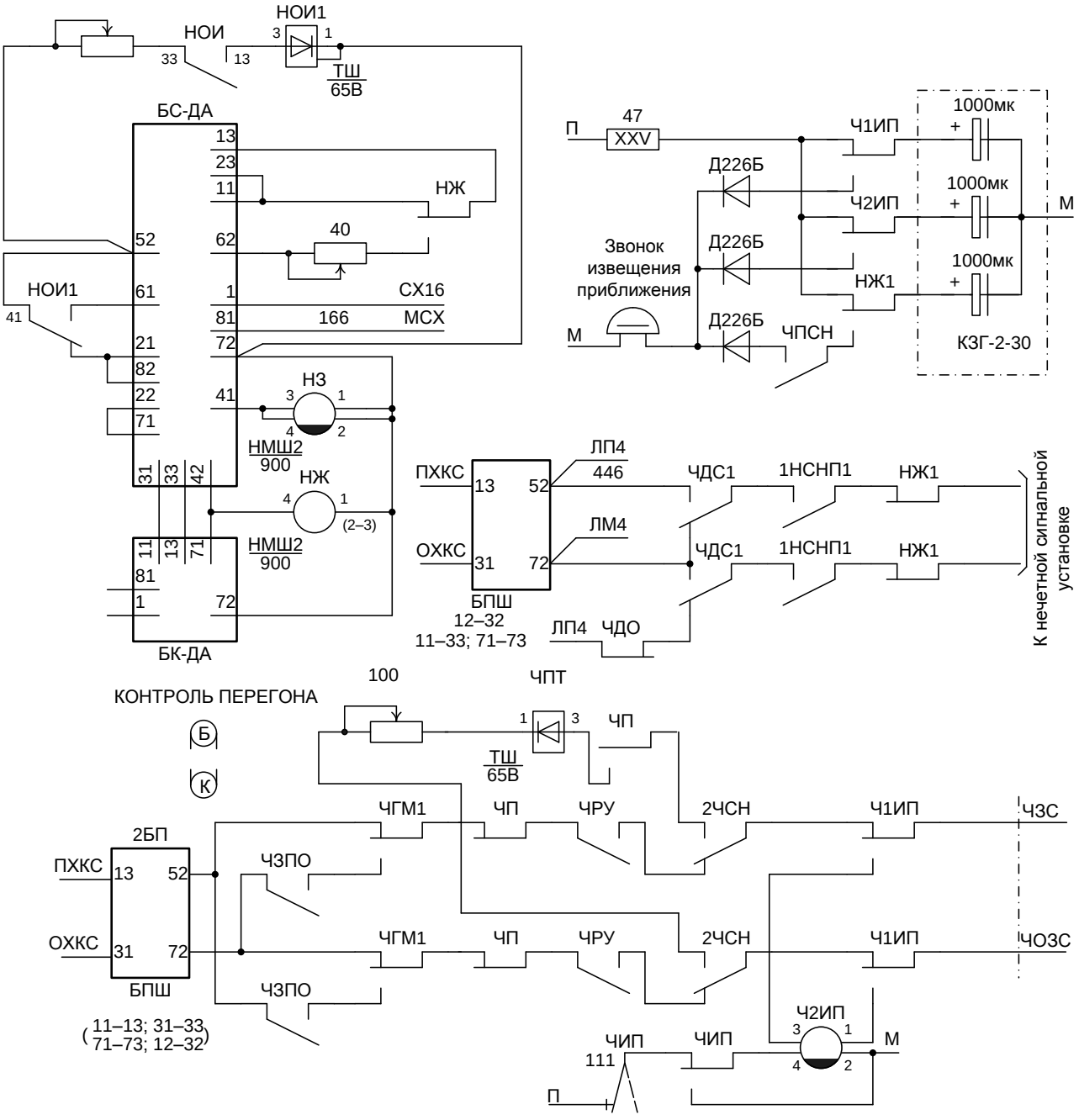

Рис. 2.13. Схема увязки станционных и перегонных устройств автоматической блокировкой

При повреждении питания в цепи реле М огонь реле КМ опустит свой якорь, и на светофоре появится желтый огонь – более запрещающий. Рельсовая цепь участка 4П будет кодироваться кодом «З»

по цепи: полюс П, контакт 3 кодового путевого трансмиттера, фронтовые контакты реле РО, КМ, Ж2 и Ж3, тыловые контакты реле 2Н и 3С1 и фронтовой контакт реле З, вход 81 БИ-ДА реле ПТ внутри блока, выход 71 БИ-ДА, обмотка реле Т, вход 72 БИ-ДА, выход 4 блока БИ-ДА и полюс М.

При перегорании лампы желтого огня обесточивается огневое реле РО и вместо кода «З» в рельсовую цепь участка 4П будет передаваться код «Ж».

В случае установки маршрута на боковой путь по стрелкам с маркой крестовин 1/18 на входном светофоре Ч включается два желтых огня из них верхний мигающий и зеленая полоса. По линейной цепи, замкнутой фронтовыми контактами реле Ч1ИП, ЧРУ, тыловым контактом реле ЧГМ1, и фронтовым контактом реле ЧЗПО (зеленая полоса) подается питание обратной полярности, и у предвходного светофора возбуждается реле ЗС, которое контролирует отключение реле З. В рельсовую цепь 2П подается код «Ж», после расшифровки которого на предвходной установке возбуждается реле Ж, а также Ж1, Ж2, Ж3. Реле ЗС, возбужденное током обратной полярности, переключает поляризованный якорь и включает комплект мигающих реле по цепи (фронтовой контакт реле ЗС, контакт обратной полярности реле ЗС, фронтовой контакт реле Ж2) и контакт Ж кодового путевого трансмиттера. Замыкается цепь импульсного питания реле М. На предвходном светофоре включается зеленый мигающий огонь.

2.5. Лабораторная работа «Двухпутная кодовая автоматическая блокировка переменного тока частотой 25 Гц с возможностью организации движения поездов в неправильном направлении по сигналам АЛС»

Цель работы: исследование работы схем двухпутной кодовой автоблокировки с временной организацией двустороннего движения поездов, схем увязки со станционными устройствами и цепей извещения.

2.5.1. Описание рабочего места

Для выполнения лабораторной работы предоставляется стенд с действующей физической моделью числовой кодовой автоблокировки, на лицевой панели которого размещены принципиальные схемы участка железной дороги, оборудованного устройствами двухпутной двухсто-

ронней числовой кодовой автоблокировки переменного тока частотой 25 Гц и схемы увязки со станционными устройствами. Здесь же расположена аппаратура, задействованная в работе указанных схем.

Рис. 2.14. Внешний вид лабораторного стенда

Включение стенда производится нажатием кнопочного переключателя «СЕТЬ». Для приведения схем в исходное состояние используется переключатель «ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ».

Состояние реле на принципиальных схемах сигнальных установок отображается с помощью светодиодных индикаторов. Также на станции посредством индикаторов красного и белого цветов контролируется состояние участков приближения и удаления Н1У, Н2У и Ч1П, Ч2П.

Повторители напольных сигналов (светофор Ч, 2, 4, 6 и НД), выполненные с использованием светодиодной техники, полностью повторяют цветность и режим горения самих напольных сигналов. Выбор сигнальных показаний светофоров Ч и НД осуществляется тумблером.

Имитация занятия и освобождения путевых участков осуществляется путем нажатия кнопочных переключателей ЧП, 2П, 4П, 6П и 1УУ, закрепленных на соответствующих блок-участках. Индикаторы «КОНТОЛЬ ПЕРЕГОНА» позволяют определить состояние перегона при смене направления движения.

На панели стенда имеется ряд вспомогательных кнопок, с помощью которых можно осуществить: включение на входном светофоре Ч пригласительного сигнала (ПРИГЛАСИТЕЛЬНЫЙ ОГОНЬ ВХ. СВЕТОФОРА Ч); смену направления движения (ДАЧА СОГЛАСИЯ и СМЕНА НАПРАВЛЕНИЯ); короткое замыкание изолирующего стыка, на границе блок-участков у светофора 6 (СГОН ИЗОЛИРОВАННЫХ СТЫКОВ); смоделировать перегорание основной и резервной нити красного огня светофора 2; отключение основного и резервного электропитания.

2.5.2. Методика выполнения работы

1. Перед выполнением работы студентам необходимо изучить назначение и принцип действия двухпутной числовой кодовой автоматической блокировки, схемы смены направления движения, а также схемы увязки со станционными устройствами. Перед исследованием системы необходимо привести схему в исходное состояние для этого на стенде предусмотрен специальный переключатель.

2. Исследовать работу схем увязки станционных и перегонных устройств автоматики. Для этого необходимо проследить работу схем по состоянию реле на посту ЭЦ и реле на сигнальной установке 2 при различных показаниях входного светофора. Результаты отразить в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Результаты исследования схем увязки перегонных и станционных цепей

Показания входного светофора Ч	Показание светофора 2	Коды на участке 2П	Состояние реле						Коды на участке 4П
			Сигнальная установка 2						
			Ж	З	ЗС	ЗС1	М	КМ	
Красный									
Зелёный									
Желтый									
Два жёлтых									
Два жёлтых, из них верхний мигающий									
Два жёлтых, из них верхний мигающий и зеленая полоса									

3. Произвести исследование работы схемы числовой кодовой автоблокировки при движении поезда в правильном направлении (при последовательном занятии блок-участков на перегоне). Перед исследова-

нием необходимо на входном светофоре Ч установить разрешающее показание (по заданию преподавателя). Результаты исследования отобразить в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Результаты исследования работы схем числовой кодовой автоблокировки

Наличие поезда на участке	Коды в РЦ				Показания светофоров			Состояния сигнальных реле			
	2П	4П	6П	1УУ	2	4	6	РШ св. 2		РШ св. 4	
								Ж	З	Ж	З
1УУ											
6П, 1УУ											
6П											
4П, 6П											
4П											
2П, 4П											
2П											
Все блок-участки свободны											

4. Исследовать работу схем автоматической блокировки при перегорании основной и резервной нити красного огня на светофоре 2.

5. Провести исследования работы автоблокировки при коротком замыкании изолирующего стыка между рельсовыми цепями 6П и 1УУ (около светофора 6).

6. Изучить работу цепей извещения о состоянии участков приближения. Для этого необходимо проанализировать состояние реле ЧИП, Ч1ИП, Ч2ИП (на станции), а также реле ИП, Ж, Ж1, Ж3 (в РШ светофора 2). Состояние реле Ж3 необходимо определять теоретически по схеме, приведенной на стенде. Результаты зафиксировать в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Результаты исследований цепей извещения

Наличие поезда на участке	Состояние реле						
	В РШ светофора 2				На посту ЭЦ		
	Ж3	ИП	Ж	Ж1	ЧИП	Ч1ИП	Ч2ИП
Участки 2П и 4П свободны							
Участок 2П занят, 4П – свободен							
Участки 2П и 4П заняты							
Участок 2П свободен, 4П – занят							

7. Исследовать работу схемы смены направления. Произвести смену направления (предварительно зафиксировать состояние реле ВБ и ВА в цепи Н-ОН). Для смены направления необходимо выполнить следующие действия:

– убедиться в свободности перегона;

– установить на входном светофоре Ч запрещающее показание;

– на станции отправления необходимо нажать кнопку «Дача согласия»;

– на станции приема нажать кнопку «Смена направления»;

– обратить внимание на состояние реле ВБ и ВА в цепи Н-ОН и показания проходных светофоров;

– убедиться, что все рельсовые цепи кодируются кодом «КЖ» с питающего конца.

После смены направления необходимо проследить работу схем автоматической блокировки при движении в неправильном направлении. Для этого установить разрешающее показание на входном светофоре «НД» и осуществить последовательное занятие поездом блок-участков. Результаты отразить в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Результаты исследования работы схемы смены направления

Наличие поезда на участке	Коды в РЦ					Состояния сигнальных реле			
	«ЧП»	«2П»	«4П»	«6П»	«1УУ»	РШ св. 2		РШ св. 4	
						ИП	КЗ	ИП	КЗ
ЧП									
ЧП, 2П									
2П									
2П, 4П									
4П									
4П, 6П									
6П									
6П, 1УУ									
1УУ									
Перегон свободен									

2.5.3. Требования к отчету по результатам выполнения работы

Отчет должен содержать следующее.

1. Наименование и цель работы.
2. Краткое описание алгоритма работы рассмотренных схем.
3. Таблица с результатами исследований и подробные выводы по п. 2.5.2.

Контрольные вопросы

1. Почему на входном дополнительном светофоре не предусмотрено зеленое сигнальное показание?
2. От чего зависит тип сигнальной установки?
3. Какие огни горят на светофорах при установленном движении по неправильному пути?
4. Какие условия проверяются при смене направления движения?
5. Какова роль защитных участков и как они выполняют свою функцию?
6. Используется ли цепь ЗС-ОЗС для выбора мигающего режима горения желтого огня на предвходном светофоре?
7. Чем вызвана необходимость контроля исправности схемы мигания на предвходном светофоре?
8. Опишите порядок действий дежурных по станциям при смене направления движения.
9. В каких случаях осуществляется перенос красного огня на предыдущий светофор?
10. Какое реле исключает появление желтого огня вместо красного при сходе изолирующих стыков и занятом блок-участке?
11. Как контролируется свободность блок-участков при установлении движения по неправильному пути в автоблокировке с двусторонним движением?
12. Как контролируется нахождение поезда на втором участке приближения при двухпутной автоблокировке переменного тока?
13. По какой цепи контролируется второй участок приближения при занятом подвижным составом первом участке на линиях, оборудованных автоблокировкой переменного тока?
14. При помощи каких приборов создается мигающий режим горения ламп при двухпутной автоблокировке переменного тока?
15. Каково назначение проводов линейных цепей воздушной линии АБ или магистрального кабеля связи?
16. Каково назначение цепи ДСН-ОДСН?
17. Опишите работу схемы в правильном (установленном) направлении движения.
18. Опишите работу схемы в неправильном направлении движения.
19. Опишите работу схемы при перегорании основной нити зеленого огня.
20. Опишите работу схемы при перегорании резервной нити зеленого огня.
21. Опишите работу схемы при перегорании основной нити желтого огня.
22. В чем заключается работа схемы при перегорании резервной нити желтого огня?
23. Как происходит работа схемы при перегорании основной нити красного огня?

24. Опишите работу схемы увязки при приеме поезда на главный путь с остановкой и без остановки.

25. Опишите работу схемы увязки при приеме поезда на боковой путь с остановкой и без остановки.

3. АВТОБЛОКИРОВКА С ТОНАЛЬНЫМИ РЕЛЬСОВЫМИ ЦЕПЯМИ И ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ АБТЦ

3.1. Особенности систем автоматической блокировки с тональными рельсовыми цепями

Анализ работы рельсовых цепей на сети железных дорог показывает, что изолирующие стыки являются наименее надежными элементами в их конструкции. Число отказов рельсовых цепей по причине выхода из строя изолирующих стыков составляет около 30% общего числа отказов [16]. Наличие изолирующих стыков отрицательно сказывается также на канализации обратного тягового тока, особенно на участках обращения тяжеловесных поездов. Для устранения данных недостатков широкое применение находят рельсовые цепи тональной частоты (ТРЦ), использование которых является обязательным при новом строительстве систем автоматической блокировки и электрической централизации. Одной из систем автоматической блокировки, рекомендуемых к строительству на сети железных дорог и использующих тональные рельсовые цепи, является система АБТЦ. Автоблокировка с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением оборудования (АБТЦ) предназначена для интервального регулирования движения поездов по проходным светофорам и кодам автоматической локомотивной сигнализации на однопутных и многопутных линиях при любом виде тяги поездов. Основные достоинства системы АБТЦ обусловлены использованием тональных рельсовых цепей и централизованным расположением оборудования. За счет централизованного расположения аппаратуры АБТЦ упрощаются функциональные связи с другими техническими средствами, применяемыми для регулирования и обеспечения безопасности движения поездов, а также улучшаются условия труда обслуживающего персонала при общем сокращении затрат времени на обслуживание устройств. Следует также отметить, что централизованный способ размещения оборудования обладает недостатком, проявляющимся в необходимости использования большого количества кабеля и высокой зависимости системы от его работоспособности.

Помимо прочего, технические решения системы АБТЦ позволяют [10]:

– организовать двухстороннее движение по каждому пути двухпутного перегона;

– обеспечить наличие защитного участка за светофором с запрещающим показанием протяженностью не менее длины тормозного пути автостопного торможения;

– осуществить контроль исправности жил кабелей рельсовых цепей и проходных светофоров;

– контролировать последовательность занятия рельсовых цепей при включении кодовых сигналов АЛС;

– исключить возможность включения разрешающего сигнального показания на светофоре и появления разрешающих кодовых сигналов в рельсовых цепях при потере шунта на ограждаемом участке.

Для качественного понимания принципов построения и работы системы рассмотрим структурную схему системы АБТЦ.

3.2. Структурная схема системы АБТЦ

В состав системы АБТЦ входит станционная аппаратура, соединенная кабельной линией с напольным оборудованием (рис. 3.1) [14]. Станционная аппаратура АБТЦ размещается на постах электрической централизации на станциях, ограничивающих перегон, либо в транспортабельных модулях. При длине перегона до 10 км станционная аппаратура АБТЦ может быть размещена на одной из станций, ограничивающих перегон. Если длина перегона составляет до 20 км, станционное оборудование располагается на станциях, прилегающих к перегону, причем деление перегона при этом производится по сигнальной установке, расположенной в его середине. При бóльшей длине перегона возможно размещение части аппаратуры в транспортабельном модуле. Максимальная протяженность кабельной линии, обеспечивающей управление светофорами, составляет 9 км, а для рельсовых цепей – 12 км при автономной тяге и 10 км при электрической тяге.

Напольное оборудование включает в себя напольные светофоры, путевые ящики и дроссель-трансформаторы, а при наличии переездов – релейные шкафы управления устройствами переездной сигнализации. Соединение постовой и перегонной аппаратуры, а также увязка аппаратуры, расположенной на смежных станциях, для каждого пути перегона осуществляется двумя сигнально-блокировочными кабелями с парной скруткой жил. Причем питающие и релейные концы рельсовых цепей, а также прямые и обратные жилы для включения удаленных светофоров размещаются в разных кабелях.

Питание рельсовых цепей осуществляется от генераторов ТРЦ. Каждый генератор питает две смежные рельсовые цепи, расположенные по обе стороны от точки его подключения к рельсовой линии (исключение составляют рельсовые цепи, граничащие со станционными РЦ, когда генератор подключается непосредственно у входного сигнала стан-

ции). Состояние смежных рельсовых цепей контролируется отдельными приемниками ТРЦ, подключенными к рельсовой линии общей парой жил и воспринимающими сигналы от генераторов двух смежных рельсовых цепей. Основная аппаратура рельсовых цепей располагается на станциях, при этом в путевых ящиках ПЯ, устанавливаемых непосредственно у пути, размещаются согласующие трансформаторы, разрядники или выравниватели, защитные резисторы, а на участках с электротягой – автоматические выключатели многоразового действия (АВМ). Для контроля исправности жил кабеля рельсовых цепей предусмотрена схема контроля жил кабеля РЦ, которая обеспечивает отключение питания рельсовых цепей при замыкании жил кабеля, а при их обрыве – включение соответствующей индикации на пульте дежурного по станции. Путевые реле, включенные на выходе приемников ТРЦ, воздействуют на сигнальные и блокирующие реле, схемы включения кодовых сигналов в рельсовые цепи; обеспечивают выбор требуемых показаний проходных светофоров и кодовых сигналов АЛС, а также управляют схемами контроля последовательного занятия и освобождения рельсовых цепей.

Схемы включения огней светофоров (рис. 3.1) обеспечивают включение сигнальных показаний на светофорах и коммутируются контактами сигнальных и огневых реле. Для исключения опасных ситуаций при сообщении между жилами кабеля, понижении сопротивления изоляции жил по отношению к земле или при обрыве кабеля применяется схема контроля жил кабеля светофоров. Данная схема обеспечивает отключение питания ламп светофора при замыкании жил кабеля, а также включение на пульте дежурного по станции индикации о перегорании нити лампы светофора. При обрыве прямой жилы основной нити двухнитевой лампы осуществляется подключение к ее резервной нити.

Схемы кодирования рельсовых цепей (рис. 3.1) обеспечивают передачу на локомотив информации о показаниях впередилежащих светофоров. Формирователем сигналов АЛС являются кодовые путевые трансмиттеры КПТШ-515 и КПТШ-715, тип которых чередуется на соседних блок-участках. Выбор кодовых сигналов АЛС осуществляется контактами сигнальных реле, при этом включение разрешающего кода выполняется только с проверкой соблюдения последовательности занятия рельсовых цепей в пределах блок-участка. Данная проверка обеспечивается схемой контроля последовательного занятия рельсовых цепей. При нарушении последовательности занятия рельсовых цепей подача разрешающего кода в рельсовые цепи блок-участка исключается схемой групповых кодововключающих реле. Схема индивидуальных кодововключающих реле определяет рельсовую цепь в пределах блок-участка, в которую должен передаваться код АЛС. Непосредственная передача кодов АЛС в рельсовую цепь производится схемой подачи кодов в РЦ и осуществляется по жилам питающего и релейного кабелей рельсовых цепей.

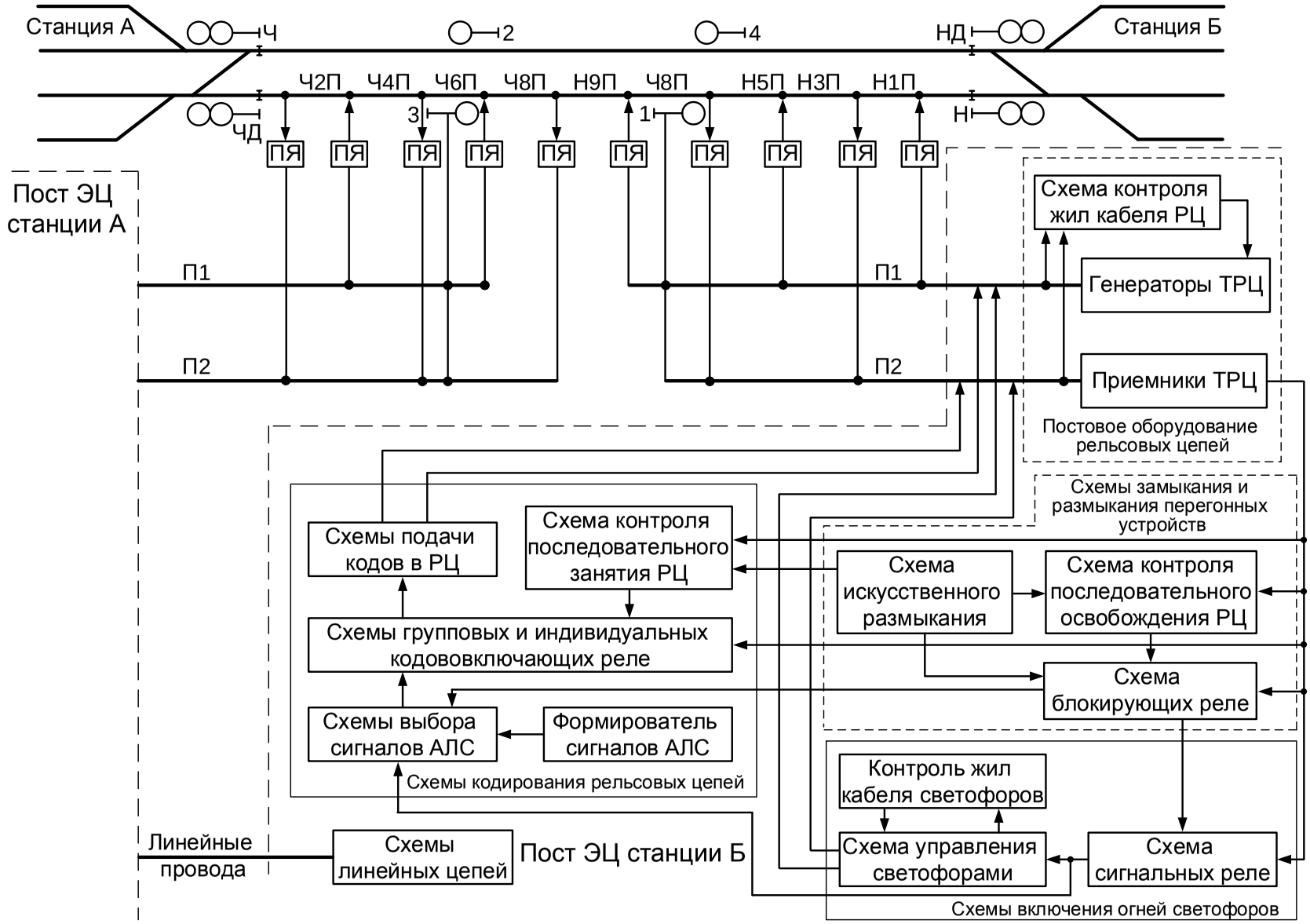

Рис. 3.1. Структурная схема АБТЦ: П1 – питающие концы РЦ, прямые жилы светофоров; П2 – релейные концы РЦ, обратные жилы светофоров

Схемы замыкания и размыкания перегонных устройств (рис. 3.1) включают в себя схемы блокирующих реле и контроля последовательного освобождения рельсовых цепей. Результатом замыкания блок-участка является выключение блокирующего реле и исключение возможности включения разрешающих значений сигнальных устройств (светофоров и кодирования) на ограждаемом блок-участке. При вступлении поезда на блок-участок блокирующее реле воздействует на сигнальные реле этого блок-участка, исключая возможность открытия светофора, ограждающего данный блок-участок и выбор разрешающего кодового сигнала для предыдущего блок-участка (замыкание блок-участка). Размыкание блок-участка осуществляется автоматически с участием схемы контроля последовательного освобождения рельсовых цепей этого блок-участка и защитного участка. Нарушение указанной последовательности при освобождении блок-участка может быть следствием потери шунта при фактически занятом блок-участке или защитном участке. При этом размыкание блок-участка не происходит и разрешающий сигнал не включается. Для размыкания блок-участка при ложной занятости или наличии неисправности в системе АБТЦ предусмотрена схема искусственной разделки. Данная схема позволяет дежурному по станции отправления выполнить искусственное размыкание перегона или первых участков удаления станции.

Схемы линейных цепей обеспечивают увязку устройств АБТЦ между станциями, ограничивающими перегон, или между станцией и транспортабельным модулем, располагаемым на перегоне.

3.3. Путевой план перегона и кабельная сеть системы АБТЦ

Путевой план перегона является основным документом, на основании которого осуществляется строительство и эксплуатация систем автоматической блокировки. На путевом плане перегона (рис. 3.2) изображают:

– ординаты установки оборудования;

– сигнальные точки и границу деления перегона;

– рельсовые цепи в двухниточном изображении с указанием их наименования, длины, комбинации несущих и модулирующих частот путевых генераторов, а также размещение питающих и релейных концов;

– переезды и дополнительную информацию о переездной сигнализации;

– путевые устройства систем контроля подвижного состава;

– кабельную сеть перегона с указанием марки кабеля, его назначения, длины, числа рабочих и запасных жил и их схемного обозначения.

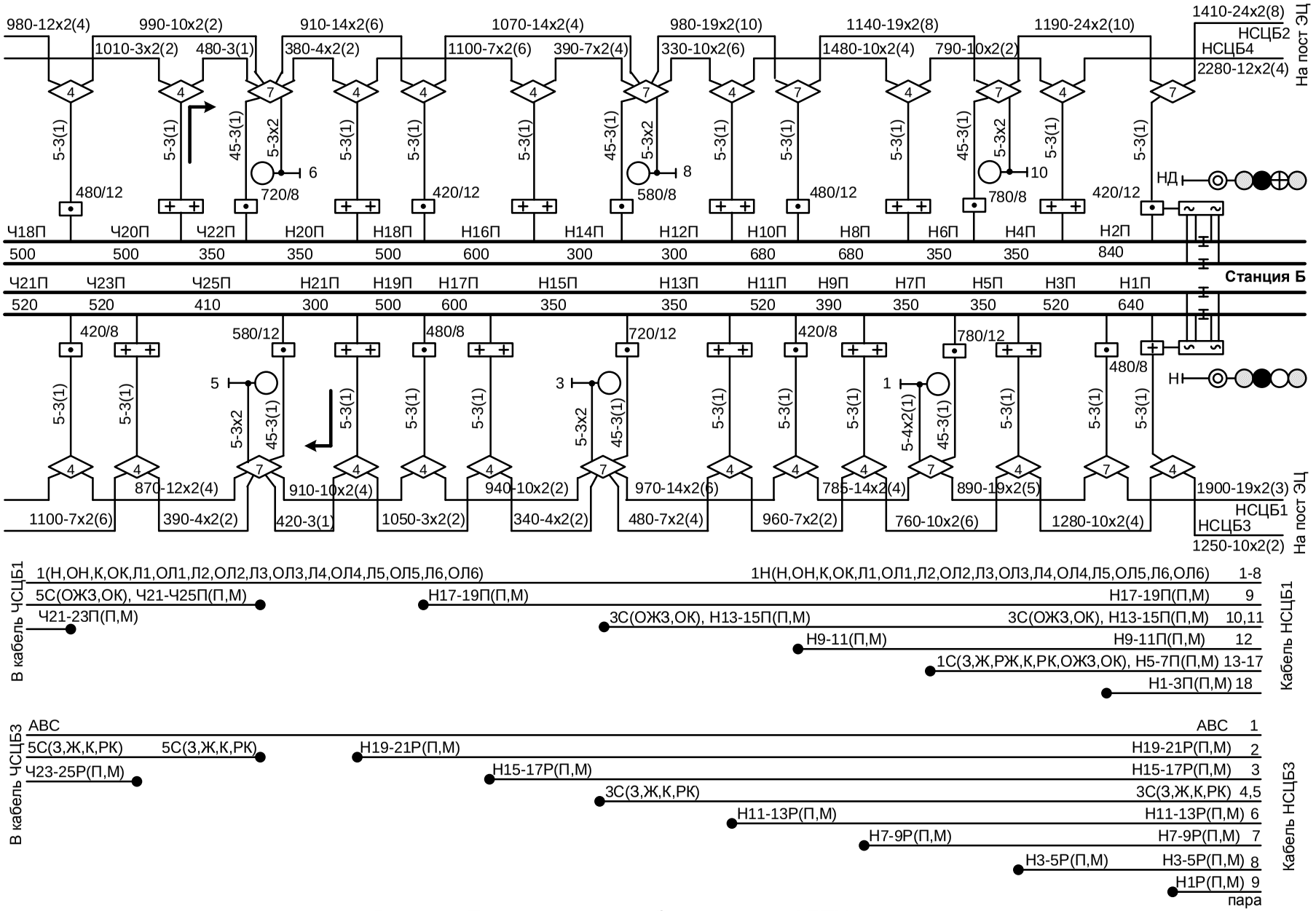

Рис. 3.2. Путевой план и кабельная сеть АБТЦ

Для обеспечения работы АБТЦ вдоль перегона со стороны своего пути прокладывают два раздельных сигнально-блокировочных кабеля с парной скруткой жил: СЦБ1, СЦБ3 – для нечетного пути и СЦБ2, СЦБ4 – для четного пути. В наименовании кабеля также отражается его принадлежность к соответствующей горловине станции (Н, Ч). Жилы питающих и релейных концов рельсовых цепей, а также прямые и обратные жилы управления светофорами размещаются в разных кабелях. При этом если длина кабеля не превышает 4 км, то все жилы управления светофорами могут размещаться в одном кабеле.

В кабелях СЦБ1 и СЦБ2 предусматривают жилы для организации следующих цепей:

– Н-ОН – прямой и обратный провода цепи смены направления;

– К-ОК – прямой и обратный провода цепи контроля перегона;

– Л-ОЛ – прямой и обратный провода линейной цепи с указанием ее номера, например Л1-ОЛ1. Данные цепи предназначены для организации передачи необходимой информации между аппаратурой АБТЦ, расположенной на станциях ограничивающих перегон;

– П(П, М) – прямой и обратный провода питающего конца ТРЦ с указанием номера смежных рельсовых цепей, получающих питание от одного генератора. Например, Н5-7П(П,М), Ч21-23П(П,М);

– С(ОЖЗ, ОК) – обратные жилы управления зеленым и желтым, красным огнями светофора с указанием номера светофора. Например, 3С(ОЖЗ, ОК).

Кроме того, в одном из указанных кабелей предусматриваются жилы для управления переездными устройствами:

– ДСН-ОДСН – цепь двойного снижения напряжения на лампах переездных и заградительных светофоров. Данная цепь используется также для передачи на станцию информации о состоянии переезда и об исправности основных переездных устройств;

– В-ОВ – цепь управления автоматической переездной светофорной сигнализацией;

– 1В-1ОВ, 2В-2ОВ – дублированные цепи управления автоматической светофорной сигнализацией с автошлагбаумами;

– ЗГ-ОЗГ – цепь передачи на станцию информации о состоянии заградительных светофоров.

В кабелях СЦБ3 и СЦБ4 предусматривают жилы для организации следующих цепей:

● Р(П, М) – прямой и обратный провода релейного конца ТРЦ с указанием номера смежных рельсовых цепей, получающих питание от одного общего генератора. Например, Н7-9Р(П,М), Ч23-25Р(П,М);

● С(З, Ж, РЖ, К, РК) – прямые провода управления соответствующими огнями светофора с указанием его номера, например, 3С(З, Ж, РЖ, К, РК).

В одном из кабелей предусматриваются также жилы для цепи аварийно-восстановительной связи (АВС).

Для всех цепей СЦБ, кроме сигнальных (цепи управления огнями светофоров), жил рельсовых цепей и цепей управления переездными устройствами, указывается принадлежность к кабелю нечетного (цифра 1) или четного (цифра 2) пути.

На рис. 3.2 приведена кабельная сеть первого пути части перегона, относящегося к станции Б. На станции Б установлены генераторы ТРЦ, осуществляющие питание рельсовых цепей Н1П, Н3П, … Н19П, и приемники рельсовых цепей Н1П, Н3П, …Н21П. Управление светофорами 1, 3 и 5 также осуществляется со станции Б. Поскольку длина кабеля, необходимого для управления светофором 1, не превышает 4 км, прямые 1С(З, Ж, РЖ, К, РК) и обратные 1С(ОЖЗ, ОК) сигнальные жилы располагаются в одном кабеле НСЦБ1.

3.4. Рельсовые цепи системы АБТЦ

Для контроля состояния участков пути в системе АБТЦ используются тональные рельсовые цепи типа ТРЦ3 с несущими частотами 420, 480, 580, 720 и 780 Гц и модулирующими частотами 8 и 12 Гц [10]. В пределах блок-участка, как правило, организуется от 2 до 4 тональных рельсовых цепей. При этом в зависимости от места расположения рельсовой цепи в границах блок-участка (рис. 3.3) выделяют следующие виды рельсовых цепей:

– РЦ1 – короткая РЦ, примыкающая к границе блок-участка своим релейным или питающим концом и обеспечивающая на этом конце зону дополнительного шунтирования до 40 м. Для четкого определения границы блок-участка в РЦ1 рекомендуется применять несущие частоты 780, 720 или 580 Гц;

– РЦ2 – рельсовая цепь, имеющая общий с РЦ1 генератор и обеспечивающая работу приемника РЦ1 в условиях допустимой расчетной перегрузки, при которой выполняются все режимы работы ТРЦ;

– РЦ3 – одна из двух смежных РЦ с общим генератором, работающих без перегрузки и расположенных в середине блок-участка.

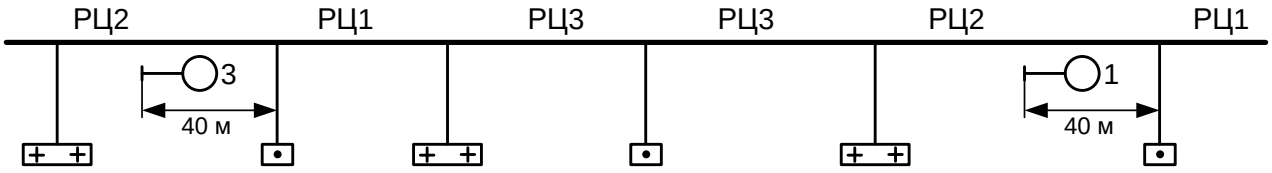

Рис. 3.3. Структурная схема размещения рельсовых цепей в пределах блок-участка

Длины рельсовых цепей РЦ1, РЦ2 и РЦ3 зависят от частоты несущей $f_н$ и длины соединительного кабеля $L_{каб}$ и не должны превышать значений, приведенных в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Предельные длины рельсовых цепей

$L_{каб}$, км	$f_н$ = 580 Гц		$f_н$ = 720 Гц		$f_н$ = 780 Гц		$f_н$ = 420 или 480 Гц	$f_н$ = 580, 720 или 780 Гц
	РЦ1, м	РЦ2, м	РЦ1, м	РЦ2, м	РЦ1, м	РЦ2, м	РЦ3, м	РЦ3, м
До 6,0	300	550	350	600	350	600	1000	800
6,0–9,0	300	500	350	500	350	500	800	600
9,0–12	–	–	200	400	200	400	700	500

Реальная длина рельсовых цепей может быть уменьшена в 1,5 раза по сравнению с предельно допустимой при расположении в ее пределах дроссель-трансформаторов, предназначенных для выравнивания обратного тягового тока, включения междупутных перемычек, отсасывающих фидеров или устройства заземлений. В пределах РЦ1 такие дроссель-трансформаторы устанавливать не рекомендуется. Для исключения влияния обходных цепей на основные режимы работы РЦ подключение к средней точке основной обмотки дроссель-трансформаторов отсасывающих фидеров, заземляющих устройств должно осуществляться не чаще чем через 5–6 км [10].

При выборе частот рельсовых цепей необходимо обеспечить разделение двух рельсовых цепей с одинаковыми значениями несущей частоты не менее чем двумя парами рельсовых цепей с частотами, отличающимися от рассматриваемой. Например, это условие выполняется при следующем чередовании несущих частот: 580, 720, 780 Гц и т. д. При выборе модулирующих частот необходимо обеспечить их чередование на соседних путях. Например, для одного пути двухпутного перегона рекомендуются следующие комбинации несущих и модулирующих частот – 580/8, 480/12, 780/8, 420/12, 720/8 Гц, а для другого – 580/12, 480/8, 780/12, 420/8, 720/12 Гц.

Аппаратура тональных рельсовых цепей ТРЦ3 (рис. 3.4) включает в себя передающие и приемные устройства, а также согласующие элементы для подключения устройств кодирования и защиты от перенапряжений [11]. В состав передающей аппаратуры входит генератор ГП3, обеспечивающий формирование амплитудно-модулированных сигналов тональной частоты, и путевой фильтр ФПМ. Путевой фильтр обеспечивает защиту выходных цепей генератора от влияния токов локомотивной сигнализации, тягового тока и перенапряжений; требуемое обратное входное сопротивление питающего конца, а также гальваническое разделение выходных цепей генератора от кабельной линии. Настройка генераторов и фильтров на свои частоты осуществляется внешними перемычками. Последовательно с выходами путевого фильтра устанавливаются конденсаторы $C_и$ сопротивления $R_к$, являющиеся согласующими элементами передающих устройств АЛС. Амплитудно-модулированный сигнал с выхода путевого фильтра по кабельной линии поступает на первичную обмотку путевого трансформатора (ПТ), вторичная обмотка которого подключена к рельсовой линии.

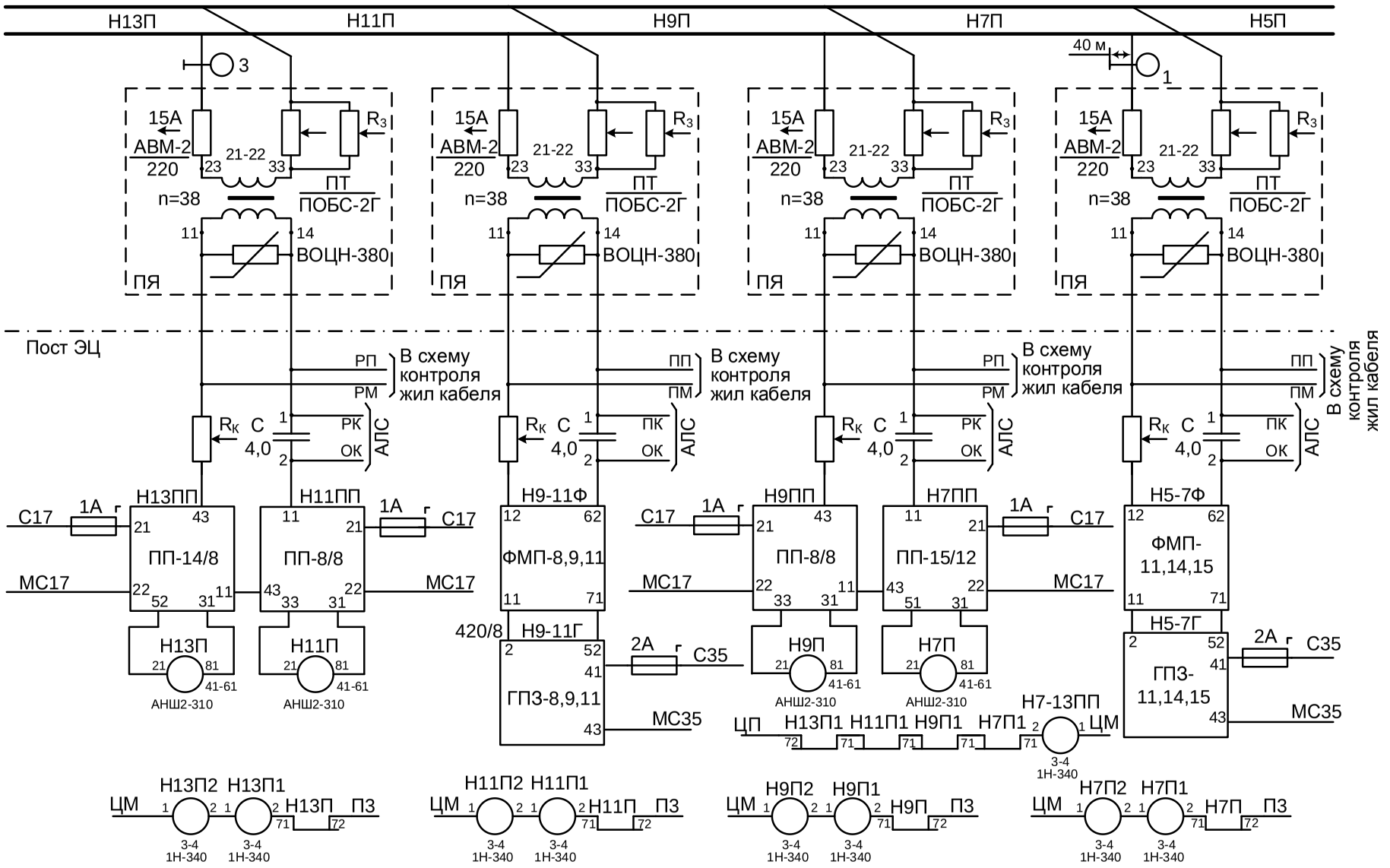

Рис. 3.4. Схемы рельсовых цепей АБТЦ

Приборы релейных концов рельсовых цепей имеют общие согласующие трансформаторы ПТ типа ПОБС-2Г, ко вторичным обмоткам которых подключены последовательно путевые приемники ПП частотных сигналов смежных рельсовых цепей. Путевые приемники обеспечивают прием и дешифрацию амплитудно-модулированных сигналов и управление путевыми реле.

Для обеспечения требуемых входных сопротивлений питающего и приемного концов ТРЦ, а также для защиты от воздействий тягового тока, последовательно со вторичной обмоткой ПТ устанавливаются защитные резисторы $R_з$ или дополнительные резисторы в кабельной линии.

С целью защиты аппаратуры ТРЦ от перенапряжений на питающем и приемном концах устанавливаются автоматические выключатели (АВМ) и разрядники (ВОЦН-380).

Для увеличения количества контактных групп используются повторители путевых реле: П1, П2 – повторители путевых реле каждой РЦ (например, Н7П1, Н7П2); ПП – групповой повторитель всех РЦ одного блок-участка (например, Н7-13ПП); ЗУ – повторитель путевых реле рельсовых цепей, образующих защитный участок за светофором в правильном направлении; ЗУН – повторитель путевых реле рельсовых цепей, образующих защитный участок за светофором в неправильном направлении.

3.5. Схема контроля жил кабеля рельсовых цепей

Для исключения опасной ситуации, возникающей при понижении сопротивления изоляции кабеля или непосредственном сообщении между его жилами, в системе АБТЦ предусмотрена схема контроля жил кабеля рельсовых цепей (рис. 3.5).

Данная схема строится для каждого пути перегона и состоит из двух идентичных цепей контроля для питающих и релейных концов рельсовых цепей. Рассмотрим работу схемы контроля жил кабеля рельсовых цепей первого нечетного пути двухпутного перегона.

Каждая цепь содержит общее контрольное реле питающих (1НПКЛ) и релейных (1НРКЛ) концов, обеспечивающих контроль обрыва любой из цепей. В контрольную цепь также включаются резисторы R1-R6, обмотки индивидуальных контрольных реле (…ПКЛ, …РКЛ) и согласующих трансформаторов (ПТ) рельсовых цепей, включенных по жилам кабеля. Контрольные реле ПКЛ (РКЛ) применяются типа АНШ2-1230 с напряжением отпускания якоря не менее 1,4 В. Питание в схему подается от блоков выпрямителей 1НБПК (1НБРК), типа БВз, на которые раздельно

подается переменное напряжение 220 В от изолирующих трансформаторов типа СТ-5МП. На выходе блока выпрямителей устанавливается напряжение около 200 В, при этом на обмотках контрольных реле присутствует напряжение от 3,7 до 4,3 В, что на 40% больше напряжения отпускания якоря.

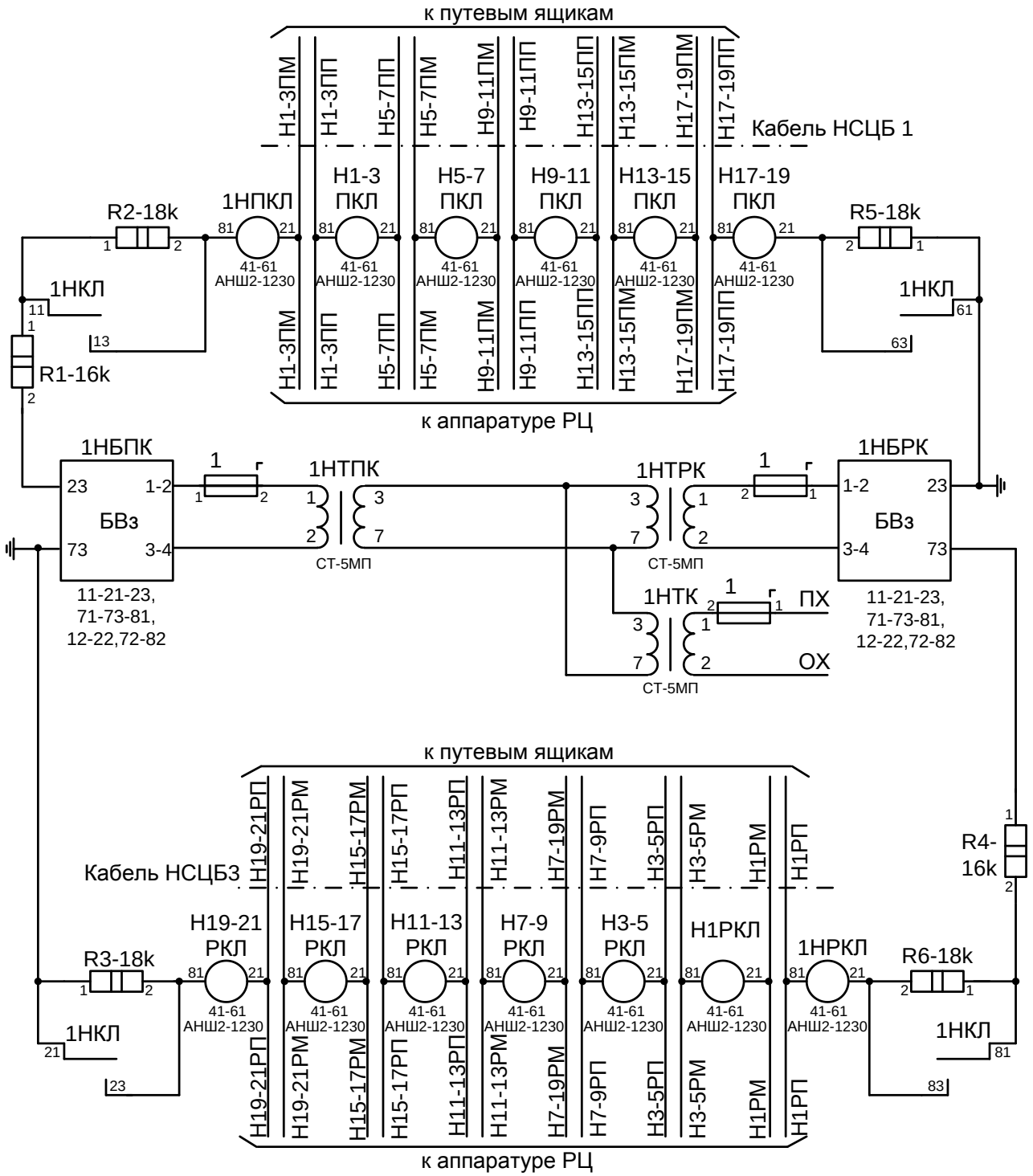

Рис. 3.5. Схема контроля жил кабеля РЦ

При исправном состоянии кабеля все контрольные реле включены и получают питание от блоков 1НБПК и 1НБРК через контролируемые цепи и резисторы R1 в питающей и R4 в релейной контрольных цепях. По цепи, проходящей через контакты всех индивидуальных контрольных реле ПКЛ и РКЛ, включено общее контрольное реле 1НКЛ (рис. 3.6). На пульте дежурного по станции включается белая лампа контроля кабеля. Фронтовым контактом повторителя медленно действующего реле 1НКЛМ замыкается цепь питания генераторов рельсовых цепей (на схеме не показано).

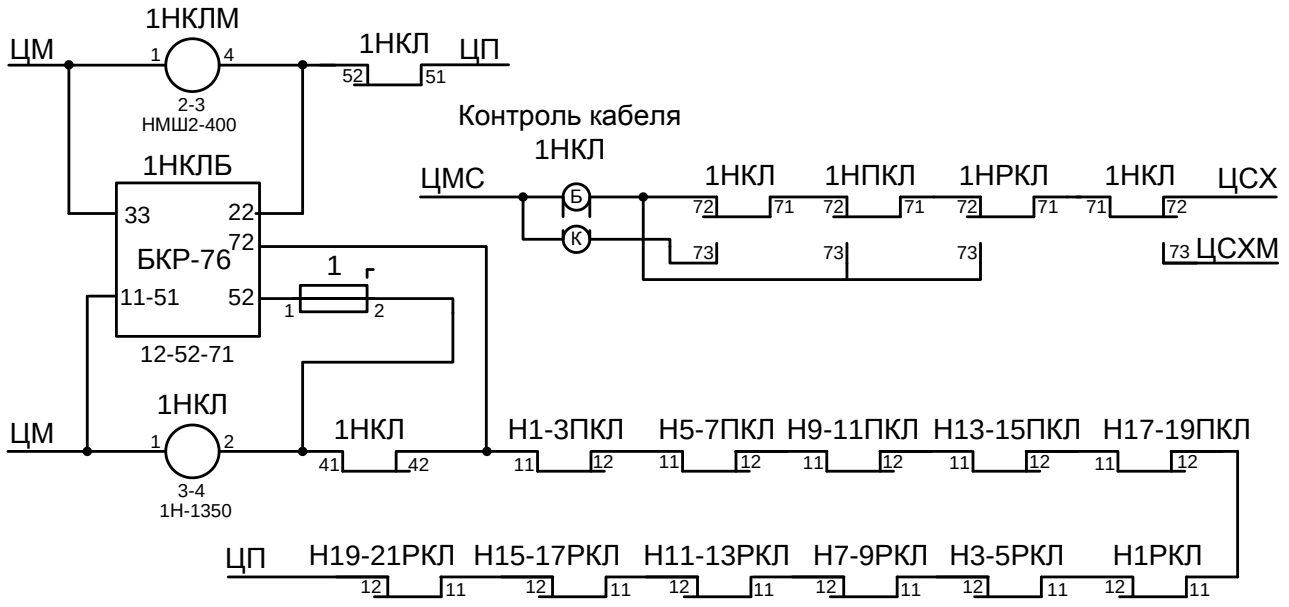

Рис. 3.6. Схема общего повторителя контрольных реле и включения индикации на табло дежурного по станции

В случае замыкания между жилами, понижения изоляции между ними или сообщения одной из жил с землей одно или несколько контрольных реле выключается. При этом выключается общее контрольное реле 1НКЛ, и от полюса питания ЦСХМ на табло включается красная лампа контроля кабеля в мигающем режиме, фиксируя неисправность. Включение контрольного реле 1НКЛ происходит автоматически через фронтовые контакты контрольных реле после устранения неисправности. В случае размыкания контролируемой цепи, например, при обрыве жилы или изъятии одного из путевых трансформаторов, все контрольные реле обесточиваются. На табло включается белая лампочка в мигающем режиме, при этом питание рельсовых цепей сохраняется, так как этот отказ не является опасным.

При выключении контрольного реле 1НКЛ резисторы R2, R3, R5, R6 оказываются зашунтированными его тыловыми контактами. В результа-

те напряжение на обмотках каждого контрольного реле достигает 8,7–11,0 В, обеспечивая надежное притяжение якоря. Напряжение на обмотках контрольных реле обеспечивается выбором соответствующего значения сопротивления резисторов R1 в питающей и R4 в релейной цепях. Кроме того, их включение обусловлено необходимостью защиты цепи от чрезмерного возрастания тока, например, в случае замыкания на землю крайней по схеме кабельной жилы. Сопротивления резисторов R2, R3, R5, R6 принимается равными 18 кОм, а сопротивления резисторов R1 и R4 – в зависимости от числа контролируемых цепей и определяются по табл. 3.2.

Таблица 3.2

Номинал резисторов R1 и R4

Число контролируемых цепей	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сопротивление R1 и R4, кОм	20	20	18	16	16	15	13	12	11

3.6. Схемы включения огней светофоров

В системе АБТЦ на перегоне устанавливаются проходные светофоры (рис. 3.7), управление огнями которых осуществляется по 6 жилам сигнально-блокировочного кабеля (для управления предвходным светофором используется 7 жил). Прямые (З, Ж, К, РК) и обратные (ОЖЗ, ОК) сигнальные жилы при длине кабеля более 4 километров должны находиться в разных кабелях. Питание ламп светофоров осуществляется с поста ЭЦ от питающего изолирующего трансформатора СТ, типа ПРТ-МП-2. При установленном неправильном направлении движения питание ламп светофоров отключается контактами повторителя реле направления 1НП в первичной обмотке питающего трансформатора СТ (рис. 3.8). Напряжение на вторичной обмотке трансформатора СТ устанавливается в зависимости от удаленности светофора. Регулировка напряжения на лампах светофора осуществляется сигнальными трансформаторами СТ-4Г, установленными в трансформаторном ящике у светофора.

Работу схемы управления проходными светофорами (рис. 3.8) рассмотрим применительно к проходному светофору 3.

Выбор сигнального показания на проходном светофоре 3 осуществляется контактами сигнальных реле 3Ж и 33. Сигнальным реле 3Ж осуществляется проверка условий включения желтого огня на проходном светофоре 3. Реле 3 возбуждается при свободном состоянии ограждаемого блок-участка (проверяется фронтовым контактом общего повторителя путевых реле третьего блок-участка Н7-11ПП) и защитного блок-

участка (фронтовой контакт 1ЗУ), а также разомкнутом состоянии ограждаемого блок-участка (фронтовой контакт 3Б1). Проверку условий включения зеленого огня на светофоре 3 осуществляет сигнальное реле 3З. Состояние сигнального реле 3З определяется состоянием сигнального реле 3Ж данного блок-участка и 1Ж следующего блок-участка 1БУ.

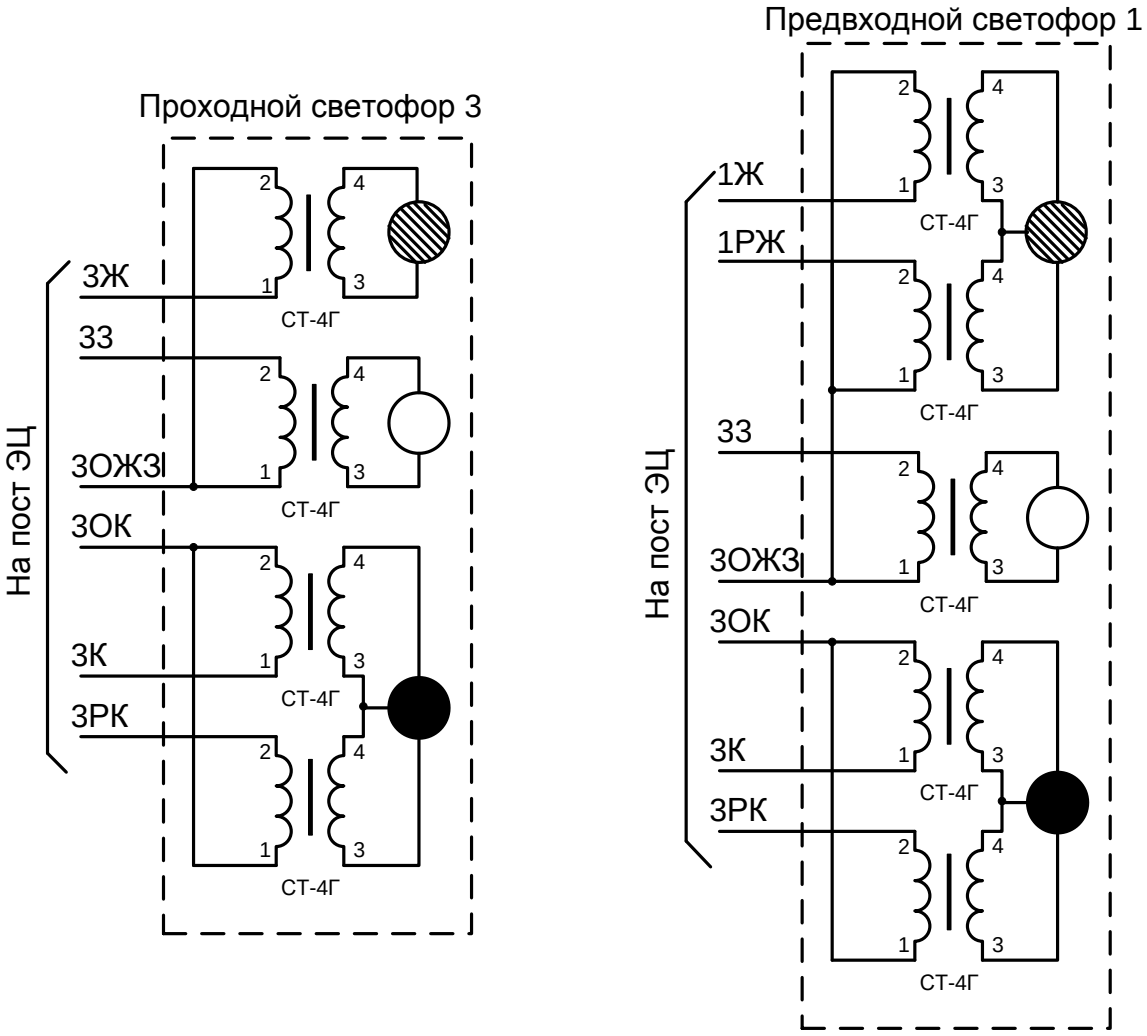

Рис. 3.7. Включение сигнальных огней светофоров

Включение разрешающих огней светофора при смене показаний выполняется повторителями сигнальных реле 3Ж1 и 3З1 с контролем исправности огневого реле 3О. Огневое реле 3О осуществляет контроль целостности нитей разрешающих огней и основной нити красного огня светофора 3. Например, при включении желтого огня на светофоре 3, после возбуждения реле 3Ж, реле 3Ж1 остается обесточенным за счет разомкнутого собственного фронтового контакта в цепи включения. Это приводит к разрыву цепи огневого реле 3О, которое отпускает свой якорь и обеспечивает включение реле 3Ж1. После включения реле 3Ж1

создается цепь питания лампы желтого огня светофора 3 и возбуждения огневого реле 3О. Если огневое реле 3О не отпустит свой якорь, включение желтого огня не произойдет, что свидетельствует о неисправности, например замыкании жил кабеля. Аналогично работает схема реле 3З1 при включении зеленого огня.

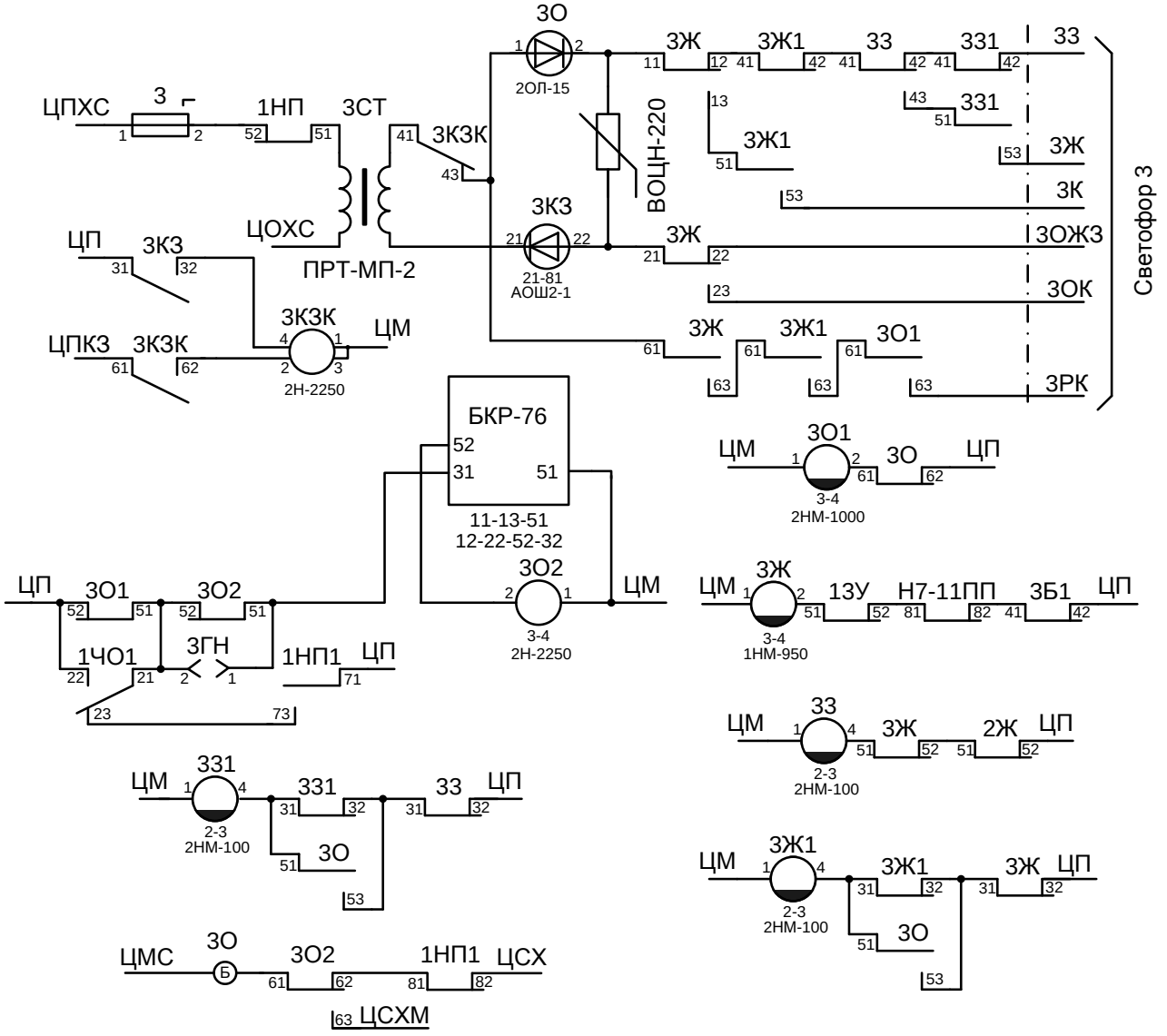

Рис. 3.8. Схема управления огнями проходного светофора

Перегорание нитей ламп при любом сигнальном показании фиксируется схемой повторителя огневого реле 3О2, которое включает на табло контрольную лампу 3О светофора 3 в мигающем режиме. Информация о перегорании нити лампы светофора сохраняется до устранения неисправности. После замены перегоревшей лампы восстановление работы реле 3О2 осуществляется кратковременной установкой перемычки в гнездо 3ГН. При перегорании основной нити красного огня питание по-

дается на резервную нить через тыловой контакт 3О1 с проверкой обесточенного состояния сигнальных реле 3Ж и 3Ж1.

Для исключения короткого замыкания между прямыми и обратными жилами кабеля в схеме управления светофором предусмотрен контроль короткого замыкания. Для этого предусмотрено реле контроля замыкания 3КЗ типа АОШ2-1, срабатывающее при протекании тока по его обмотке величиной 0,265 А. Нормально реле 3КЗ обесточено. При понижении сопротивления изоляции и коротком замыкании между прямыми и обратными сигнальными жилами ток, протекающий по обмотке реле 3КЗ, увеличивается, и реле срабатывает. Реле 3КЗ включает свой повторитель 3КЗК, который отключает питание прямых жил кабеля. При длине кабеля менее 3 км вместо реле КЗ устанавливается предохранитель 0,3 А.

Схема включения огней предвходного светофора 1 (рис. 3.9) в целом работает аналогично схеме включения огней проходного светофора, однако имеет ряд отличий.

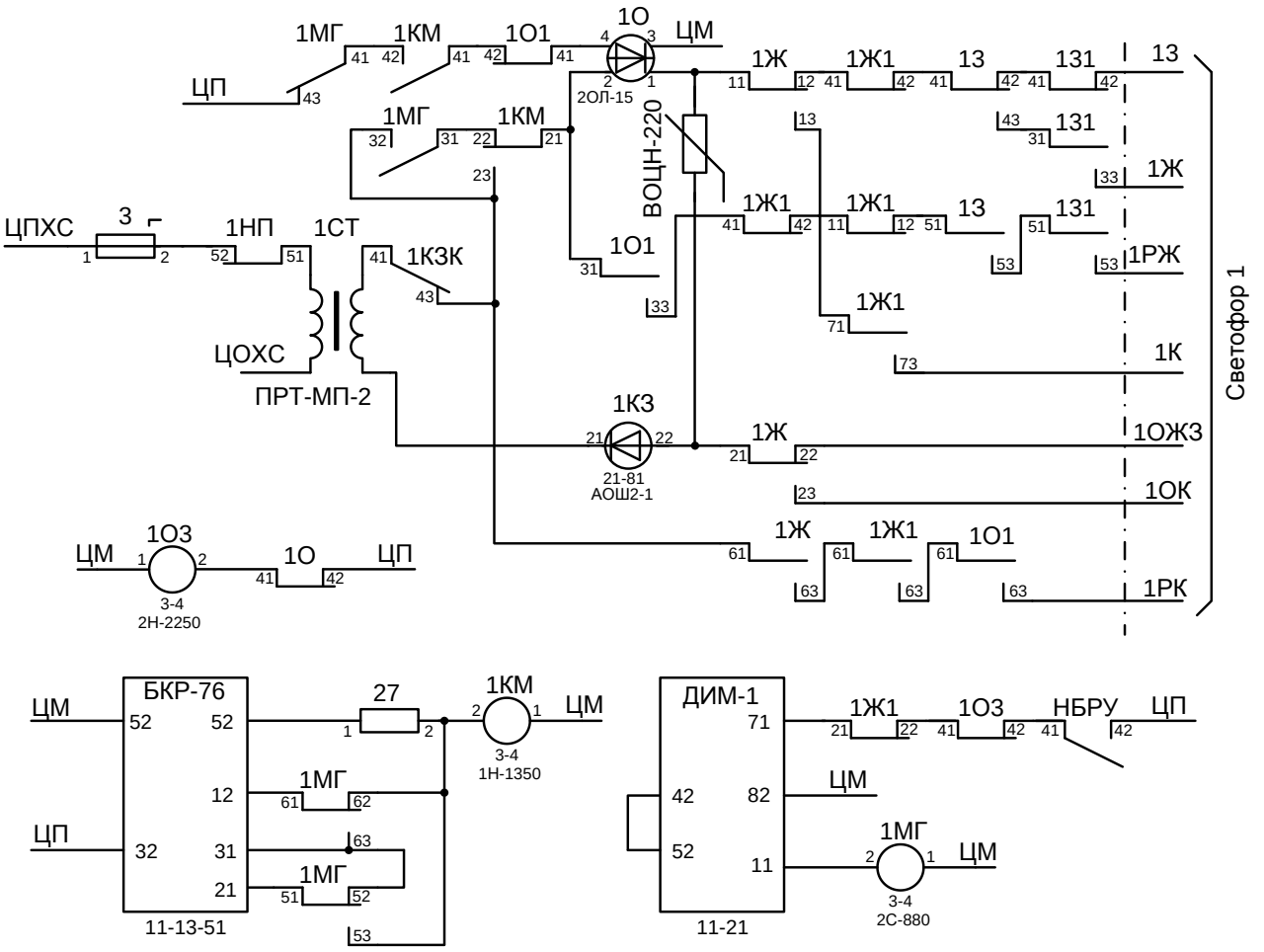

Рис. 3.9. Схема управления огнями предвходного светофора

Данные отличия обусловлены применением двухнитевой лампы желтого огня и наличием дополнительных сигнальных показаний. При перегорании основной нити желтого огня включается резервная нить. В цепи резервной нити желтого огня 1РЖ проверяется выключенное состояние первого повторителя огневого реле 1О1, а также состояние сигнальных реле 1Ж, 13 и их повторителей 1Ж1, 131, соответствующее условию включения желтого огня на светофоре 1.

Мигание желтой лампы обеспечивается контактом мигающего реле 1МГ, которое работает в импульсном режиме от датчика импульсов типа ДИМ1. Реле 1МГ включается с проверкой возбужденного состояния повторителя сигнального реле 1Ж1 и реле НБРУ, контролирующего показание «два желтых» на входном светофоре Н и исправности основной нити лампы желтого огня (фронтовой контакт третьего повторителя огневого реле 3О1). При перегорании основной нити желтого огня на светофоре 1, резервная нить включается в режиме непрерывного горения.

Импульсный режим работы реле 1МГ в пределах заданных временных параметров контролирует реле 1КМ. При неисправности комплекта мигания желтый огонь переходит в режим непрерывного горения.

3.7. Схемы кодирования рельсовых цепей

Для передачи на локомотив информации о показании впередилежащего светофора рельсовые цепи тональной частоты дополняются устройствами автоматической локомотивной сигнализации АЛС. В системе АБТЦ передача сигналов АЛС на локомотив осуществляется из каждой точки подключения приборов рельсовых цепей и начинается в момент вступления поезда на рельсовую цепь.

Схемы кодирования рельсовых цепей включают в себя [1]:

– схемы выбора кодовых сигналов, обеспечивающие выбор кодовых сигналов АЛС в соответствии с показанием впередилежащего светофора или количеством свободных блок-участков;

– схемы групповых кодововключающих реле, исключающие подачу разрешающего кода в рельсовые цепи блок-участка при нарушении последовательности их занятия;

– схемы индивидуальных кодововключающих реле, обеспечивающие подачу кодов в рельсовую цепь блок-участка, на которую непосредственно вступил поезд;

– схемы подачи кодовых сигналов в рельсовую цепь, предназначенные для подключения приборов кодирования к схемам рельсовой цепи.

Рассмотрим работу схем кодирования рельсовых цепей применительно к блок-участку 3БУ (рис. 3.10).

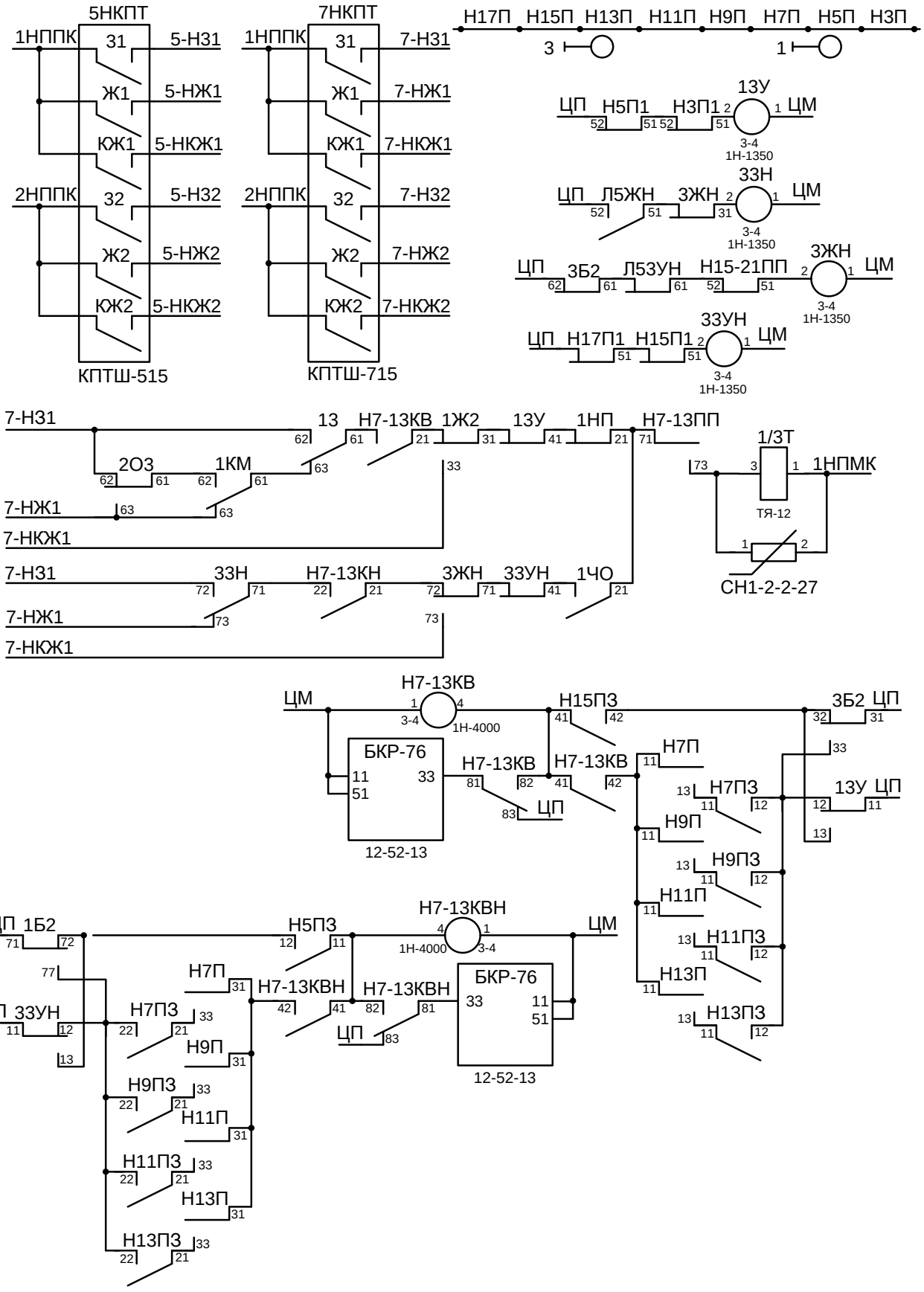

Рис. 3.10. Схема выбора кодовых сигналов и включения групповых кодововключающих реле

Формирование кодов АЛС выполняется кодовыми путевыми трансмиттерами КПТШ-515 или КПТШ-715, тип которых чередуется в смежных блок-участках. Выбор кодовых сигналов осуществляется контактами сигнальных реле 1З и 1Ж2, обеспечивающих подключение трансмиттерного реле 1/3Т к соответствующим контактам КПТШ. Подключение трансмиттерного реле 1/3Т к контактам путевого трансмиттера осуществляется с контролем наличия поезда на блок-участке (тыловой контакт общего повторителя путевых реле рельсовых цепей блок-участка Н7-13ПП) и свободности защитного участка (фронтовой контакт 1ЗУ). Для разрешающих кодовых сигналов также проверяется включенное состояние группового кодововключающего реле Н7-13КВ. Трансмиттерное реле 1/3Т используется для кодирования рельсовых цепей при движении как в правильном (замкнут фронтовой контакт реле 1НП) направлении, так и при движении по неправильному пути (замкнут фронтовой контакт реле 1ЧО). При движении в неправильном направлении выбор кодовых сигналов осуществляется контактами сигнальных реле неправильного направления 3ЖН и 3ЗН с контролем возбуждения группового кодововключающего реле неправильного направления Н7-13КВН и свободности защитного участка в неправильном направлении (фронтовой контакт 3ЗУН).

Групповые кодововключающие реле для правильного (Н7-13КВ) и неправильного (Н7-13КВН) направления осуществляют контроль последовательности занятия рельсовых цепей в пределах блок-участка. Рассмотрим работу групповых кодововключающих реле на примере реле Н7-13КВ. Реле Н7-13КВ первоначально срабатывает по цепи, в которой проверяется разомкнутое состояние данного блок-участка (фронтовой контакт повторителя блокирующего реле 3Б2), а также соблюдение последовательности занятия последней рельсовой цепи предыдущего блок-участка (фронтовой контакт реле Н15ПЗ). После срабатывания реле Н7-13КВ получает питание по дополнительным цепям, в которых тыловыми контактами путевых реле проверяется фактическое занятие каждой рельсовой цепи (например, Н7П) и соблюдение последовательности их занятия (фронтовыми контактами реле последовательного занятия, например Н7ПЗ). Конденсаторы, установленные в блоке БКР-76, обеспечивают замедление на отпускание якоря реле Н7-13КВ, необходимое для исключения срыва кодирования при кратковременной потере шунта. Реле Н7-13КВ выключается при вступлении поезда на защитный участок, тыловым контактом 1ЗУ. Таким образом, исключается подача разрешающего кода от светофора с запрещающим показанием при ложной занятости рельсовой цепи. Аналогично работает групповое кодововключающее реле Н7-13КВН при движении поезда по неправильному пути.

Для подачи кодов в рельсовую цепь блок-участка, на которую непосредственно вступил поезд, при движении как в правильном, так и в неправильном направлении, служит схема индивидуальных кодововклю-

чающих реле (рис. 3.11). Данная схема строится для каждого блок-участка и имеет две цепи включения индивидуальных кодововключающих реле, которые коммутируются контактами повторителей реле направления 1ЧП4 и 1НО4. Цепь включения каждого индивидуального кодововключающего реле замыкается через тыловой контакт путевого реле рельсовой цепи перед точкой подачи кодового сигнала и кодововключающего реле предыдущей точки включения. Например, при установленном правильном направлении движения (замкнут фронтовой контакт повторителя реле направления 1НП4) цепь возбуждения реле Н9-11КВ замкнется через тыловой контакт реле Н11П1 при вступлении поезда на рельсовую цепь Н11П и выключении кодововключающего реле Н11-13КВ предыдущей рельсовой цепи Н13П. Включение каждого кодововключающего реле только после выключения предыдущего исключает возможность кратковременного объединения релейных и питающих концов рельсовых цепей через схему подачи кодовых сигналов в рельсовую цепь.

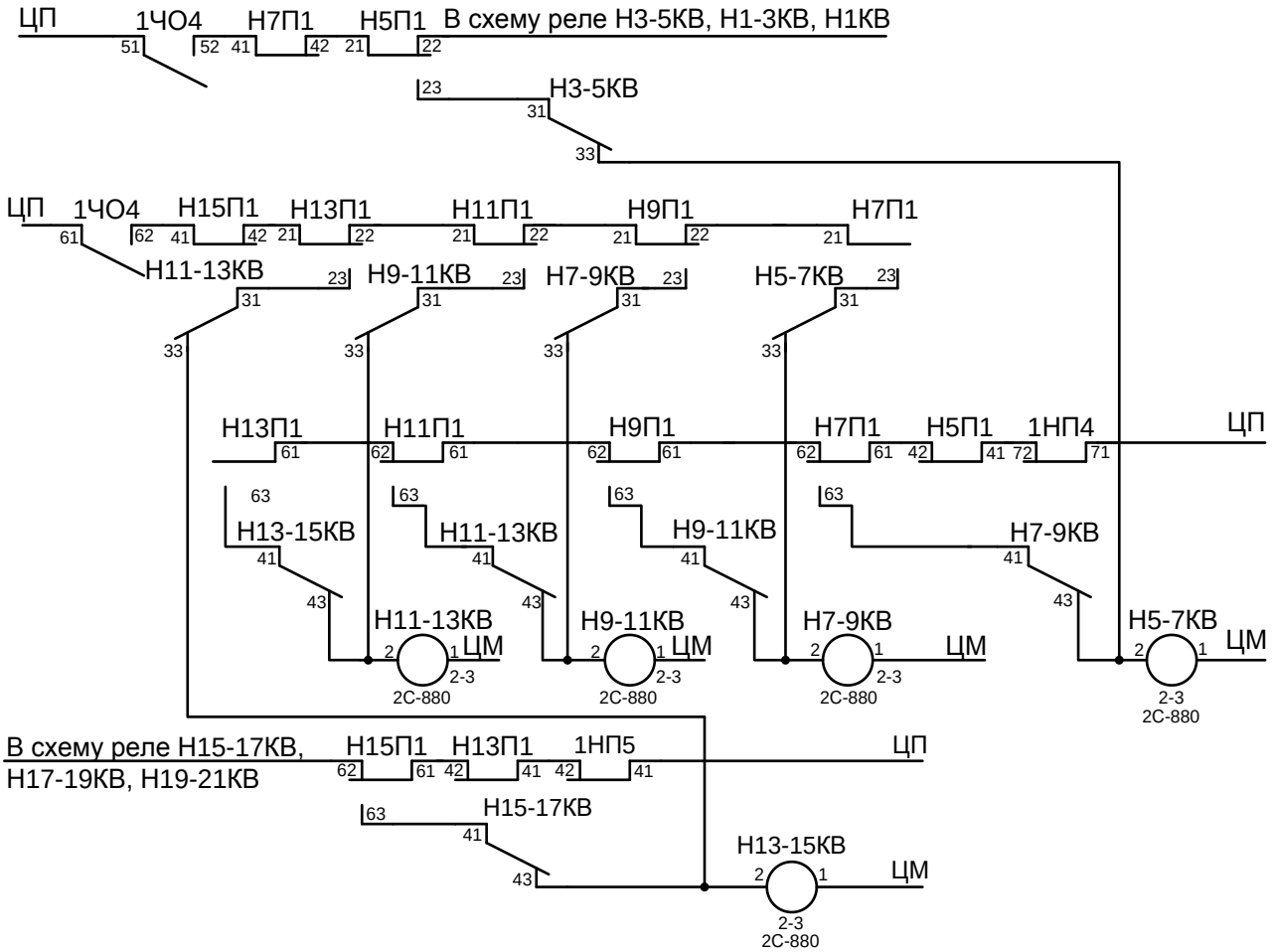

Рис. 3.11. Схема индивидуальных кодововключающих реле

Контактами трансмиттерного реле Т (1/3Т) осуществляется подача кодовых сигналов АЛС в рельсовую линию. Схема подачи кодовых сигналов в рельсовую цепь (рис. 3.12) строится отдельно для каждого

блок-участка и работает в обоих установленных направлениях движения. Работа схемы начинается при вступлении поезда на рельсовую цепь блок-участка. При этом первичная обмотка кодового трансформатора 1/3КТ подключается к источнику питания тыловым контактом общего повторителя путевых реле (Н7-13ПП). Напряжение на вторичной обмотке кодового трансформатора КТ (1/3КТ) устанавливается в соответствии с нормалями рельсовых цепей. Во вторичную обмотку кодового трансформатора 1/3КТ включен искрогасящий контур, состоящий из дросселя типа РОБС-3А, конденсатора емкостью 2 мкФ (при частоте кодовых сигналов 25 Гц), тылового контакта кодового трансмиттерного реле 1/3ТИ и включенного параллельно ему резистора 39 Ом.

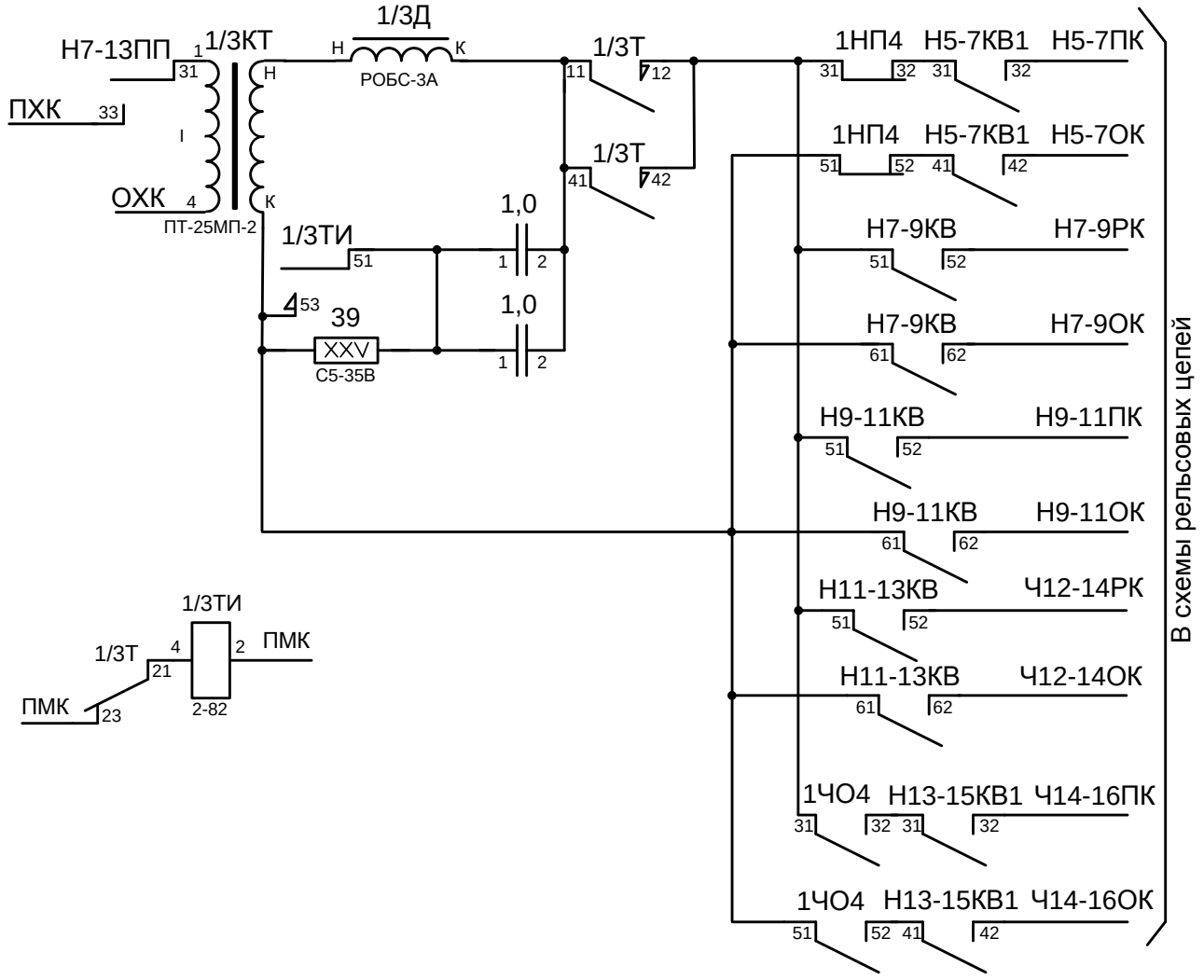

Рис. 3.12. Схема подачи кодовых сигналов в рельсовую цепь

Посылка кодовых сигналов в рельсовую цепь происходит через контакты индивидуальных кодововключающих реле и осуществляется по питающим и релейным жилам кабеля. Сопряжение схемы подачи кодовых сигналов со схемами рельсовых цепей осуществляется через конденсатор С емкостью 4 мкФ (см. рис. 3.4)

3.8. Схема контроля последовательного занятия рельсовых цепей

Схемой контроля последовательного занятия рельсовых цепей осуществляется контроль последовательности вступления поезда на рельсовые цепи блок-участка. Рассмотрим работу схемы контроля последовательного занятия рельсовых цепей на примере блок-участка 3БУ (рис. 3.13).

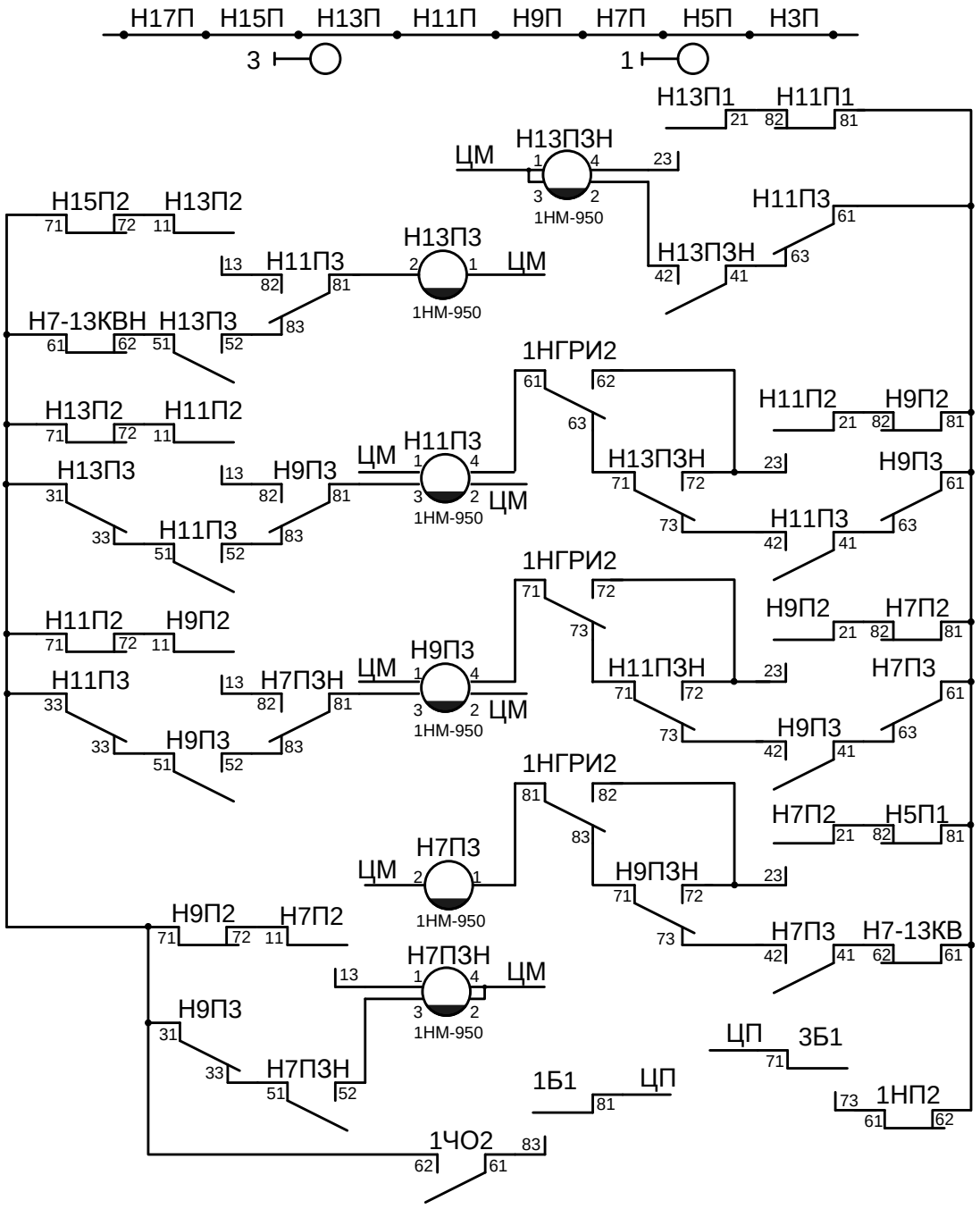

Рис. 3.13. Схема контроля последовательного занятия рельсовых цепей

Схема контроля последовательного занятия рельсовых цепей строится отдельно для каждого блок-участка. При этом для каждой рельсовой цепи предусмотрено индивидуальное реле последовательного занятия ПЗ, которое фиксирует ее занятие при условии занятия предыдущей рельсовой цепи. Кроме того, в схеме присутствуют начальные реле Н13ПЗН и Н7ПЗН, фиксирующие вступление подвижной единицы на блок-участок 3БУ соответственно при правильном и неправильном направлении движения. Начальные реле последовательного занятия позволяют секционировать схемы последовательного занятия так, чтобы сбой последовательности занятия рельсовых цепей на одном блок-участке не приводил к отсутствию кодирования при дальнейшем движении поезда по перегону.

Нормально, при отсутствии поезда на блок-участке, все реле ПЗ находятся в выключенном состоянии. В зависимости от установленного направления движения цепь возбуждения каждого реле последовательного занятия (кроме Н13ПЗ и Н17ПЗ) проходит по одной из двух цепей, которые определяются состоянием повторителей реле направления 1НП2 и 1ЧО2. Первоначально реле последовательного занятия, при условии, что блок-участок заблокирован (выключено реле 3Б1), возбуждается по цепи, проходящей через тыловой контакт повторителя путевого реле данной рельсовой цепи и фронтовой контакт реле последовательного занятия предыдущей по ходу движения поезда рельсовой цепи. В этой цепи также проверяется свободность следующей по ходу движения рельсовой цепи. После возбуждения реле последовательного занятия образуется цепь самоблокировки, проходящая через тыловые контакты реле последовательного занятия предыдущей и последующей рельсовой цепи. Например, возбуждение реле Н9ПЗ происходит при вступлении поезда на рельсовую цепь Н9П, при свободности Н7П и выключенном состоянии реле Н11ПЗ. После включения реле Н9ПЗ своими контактами разрывает цепь самоблокировки реле Н11ПЗ, которое обесточивается и переключает реле Н9ПЗ с цепи возбуждения на цепь самоблокировки. Кроме того, реле Н9ПЗ подготавливает цепь возбуждения следующего реле Н7ПЗ. При вступлении головы поезда на следующую рельсовую цепь Н7П схема работает аналогично. При этом, поскольку рельсовая цепь Н7П является последней в блок-участке 3БУ, цепь самоблокировки реле Н7ПЗ разрывается тыловым контактом группового кодововключающего реле Н7-13КВ при вступлении поезда на защитный участок 1ЗУ (см. рис. 3.10).

В случае нарушения алгоритма последовательного занятия рельсовых цепей блок-участка нарушается работа схемы групповых кодововключающих реле (см. рис. 3.10) и исключается подача разрешающего кода в рельсовые цепи данного блок-участка. Для восстановления возможности включения разрешающих кодовых сигналов в системе АБТЦ

предусмотрена схема искусственного размыкания (см. подразд. 3.10). При выполнении искусственного размыкания контактами повторителя группового реле искусственного размыкания 1НГРИ2 в цепи возбуждения реле ПЗ создается цепь в обход фронтового контакта реле последовательного занятия предыдущей по ходу движения поезда рельсовой цепи, что позволяет привести схему в исходное состояние.

3.9. Схема замыкания перегонных устройств

Схема замыкания перегонных устройств (рис. 3.14) предназначена для блокирования цепей управления проходными светофорами и схем кодирования рельсовых цепей. Этим исключается возможность включения разрешающего сигнального показания на светофоре, ограждающем данный блок-участок; включения разрешающих кодовых сигналов в рельсовые цепи перед этим светофором и кодирования рельсовых цепей ограждаемого блок-участка при потере шунта [14].

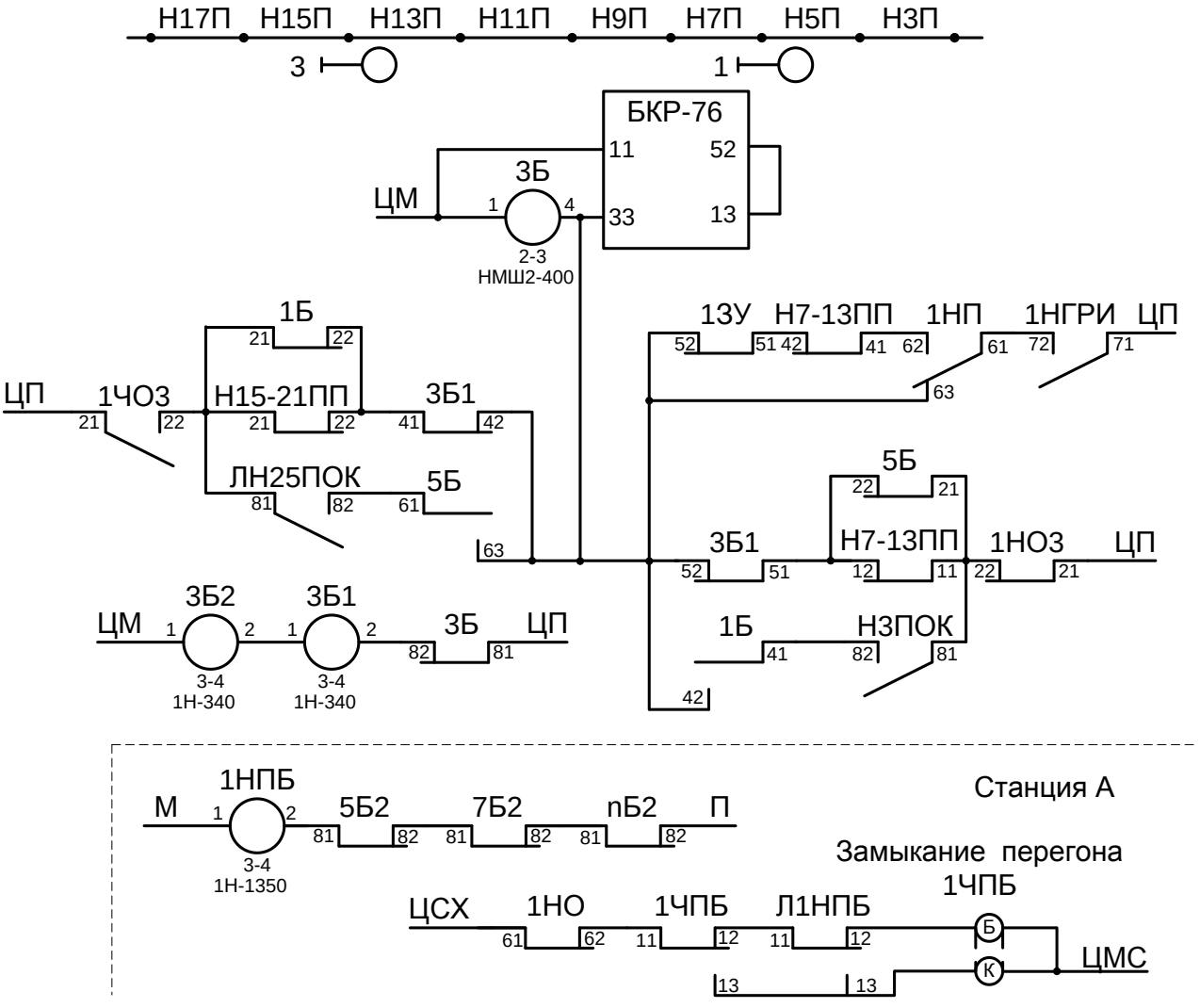

Рис. 3.14. Схема блокирующих реле

Результатом замыкания блок-участка является выключение блокирующего реле Б. Поскольку фронтовые контакты реле Б включены в схемы сигнального реле Ж (см. рис. 3.8) и группового кодововключающего реле КВ (см. рис. 3.10), исключается возможность включения разрешающих сигнальных показаний светофоров и посылки кодовых сигналов в рельсовые цепи. Размыкание блок-участка и возбуждение реле Б производится с проверкой выполнения последовательности занятия и освобождения рельсовых цепей данного блок-участка и защитного участка при условии замыкания следующего блок-участка. Если эти условия будут нарушены, то реле Б останется в обесточенном состоянии.

Схемы блокирующих реле Б предусматриваются на каждый блок-участок и состоят из двух цепей управления – для установленного правильного и неправильного направлений движения. Нормально – реле 3Б блок-участка 3БУ включено (рис. 3.14). При вступлении поезда на предыдущий блок-участок 5БУ блокирующее реле 5Б этого блок-участка обесточивается и размыкает свой контакт в цепи питания реле 3Б. Наступает предварительное замыкание блок-участка 3БУ. После вступления поезда на 3БУ контактом общего повторителя путевых реле Н7-13ПП разрывается цепь питания реле 3Б, и оно выключается. Наступает режим окончательного замыкания блок-участка.

Возбуждение реле 3Б и размыкание блок-участка 3БУ произойдет через тыловой контакт реле 1Б (проверка замыкания 1БУ) и фронтовой контакт конечного реле последовательного освобождения рельсовых цепей Н3ПОК (контроль правильности освобождения рельсовых цепей блок-участка и защитного участка).

Если эти условия будут нарушены, то блокирующее реле 3Б останется в обесточенном состоянии, а блок-участок 3БУ замкнут. В системе АБТЦ предусмотрена возможность искусственного размыкания блок-участка. При выполнении искусственного размыкания возбуждается групповое реле искусственного размыкания 1НГРИ (на схеме не показано). При установленном правильном направлении движения (замкнут фронтовой контакт повторителя реле направления 1НП3) искусственное размыкание блок-участка 3БУ осуществляется с контролем свободности всех рельсовых цепей данного участка (проверяется фронтовым контактом общего повторителя путевых реле блок участка Н7-13ПП) и защитного участка (фронтовой контакт 1ЗУ). При установленном неправильном направлении движения (замкнут тыловой контакт 1НП3) данные условия не проверяются, и реле 3Б возбуждается сразу после срабатывания реле 1НРИ.

Информация о замыкании блок-участков выводится на пульт дежурного по станции отправления (станция А). При отсутствии замкнутых блок-участков в пределах части перегона, относящейся к данной стан-

ции (возбужден общий повторитель блокирующих реле первого пути 1ЧПБ) и смежной станции (возбужден линейный повторитель Л1НПБ (рис. 3.14), с контролем установленного направления движения (фронтовой контакт повторителя реле направления 1НО) световая ячейка «замыкание перегона» горит белым огнем, сигнализируя об отсутствии замкнутых блок-участков в пределах перегона. Если же замкнут хотя бы один блок-участок, световая ячейка горит красным огнем.

3.10. Схема контроля последовательного освобождения рельсовых цепей

Схема контроля последовательного освобождения рельсовых цепей предназначена для контроля последовательности освобождения рельсовых цепей блок-участка и защитного участка за следующим по ходу движения поезда светофором. Данная схема строится индивидуально для каждого блок-участка и содержит следующие реле:

– реле последовательного освобождения ПО каждой рельсовой цепи блок-участка, например Н7ПО;

– дополнительные реле последовательного освобождения рельсовой цепи защитного участка, например Н5ПОД, используются в том случае, если в защитный блок-участок входит более двух рельсовых цепей;

– конечные реле последовательного освобождения рельсовой цепи защитного участка, например Н3ПОК, соответствуют последней рельсовой цепи защитного участка.

Нормально – все реле находятся в выключенном состоянии. При установленном правильном направлении движения (замкнут фронтовой контакт повторителя реле направления 1НП3) работа схемы последовательного освобождения, для блок-участка 3БУ (рис. 3.15), начинает работать при вступлении поезда на рельсовую цепь Н13П. Контактом общего повторителя путевых реле Н7-13ПП разрывается цепь питания реле 3Б, и оно выключается (см. рис. 3.14). Тыловым контактом повторителя блокирующего реле 3Б1 подготавливается цепь включения реле последовательного освобождения. После освобождения рельсовой цепи Н13П, с контролем занятости рельсовой цепи Н11П, включится реле Н13ПО и перейдет на цепь самоблокировки, проходящую через собственный фронтовой контакт и тыловой контакт реле Н11ПО. После освобождения рельсовой цепи Н11П аналогично включится реле Н11ПО. Реле Н11ПО после возбуждения своим тыловым контактом размыкает цепь блокировки реле Н13ПО, и оно выключается. При дальнейшем следовании поезда поочередно срабатывают реле последовательного освобождения данного блок-участка и защитного участка. После включения реле Н3ПОК при условии замыкания следующего блок-участка (1БУ) возбуждается реле 3Б (см. рис. 3.14), и блок-участок 3БУ размыкается.

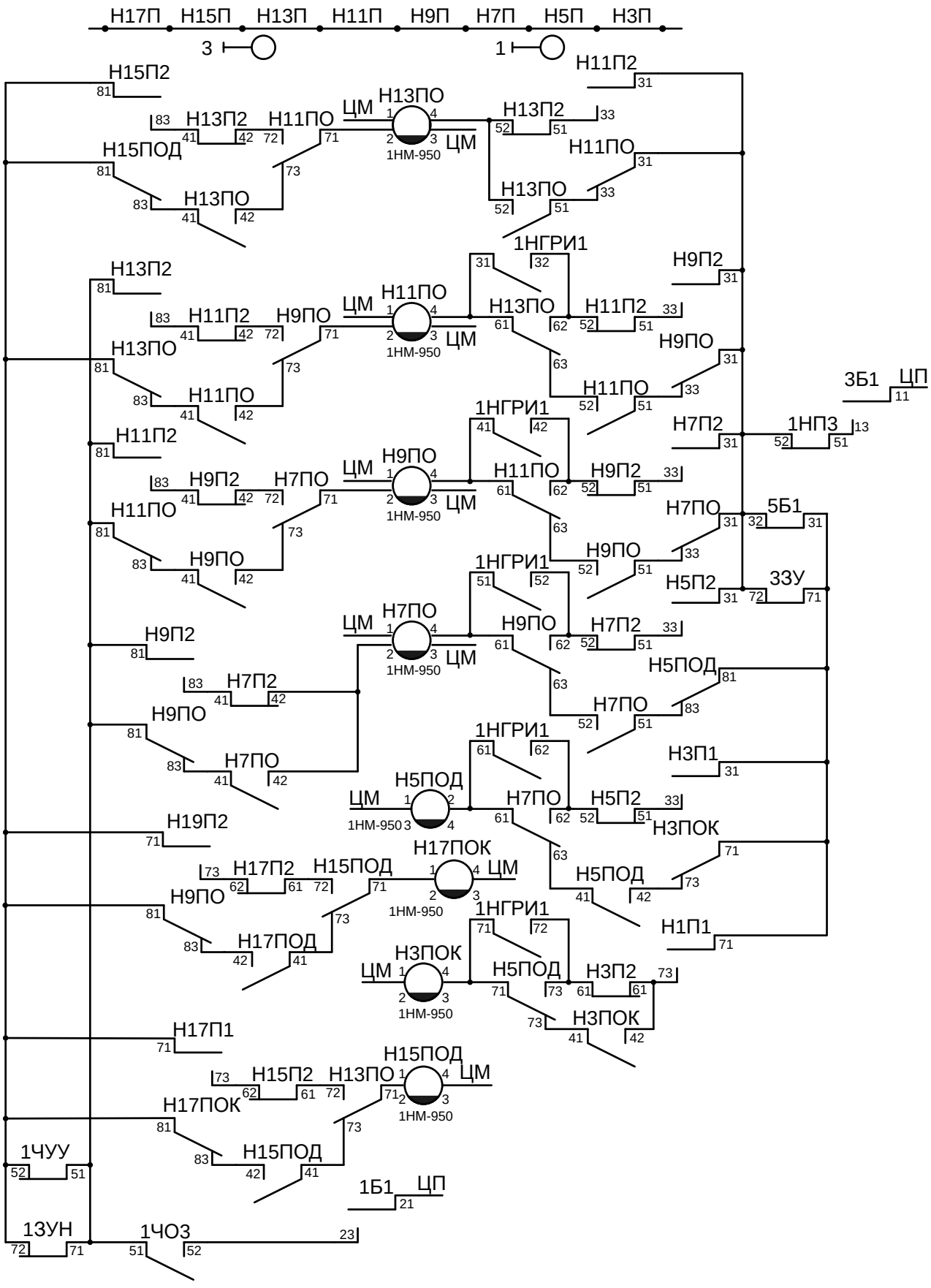

Рис. 3.15. Схема контроля последовательного освобождения рельсовых цепей

Инструкцией по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах РФ предусмотрен порядок проследования проходного светофора с запрещающим сигнальным показанием. В том случае, если на одном блок-участке находятся два поезда, необходимо обеспечить работу схем размыкания таким образом, чтобы освобождение рельсовых цепей блок-участка первым поездом не оказывало влияния на их работу. Размыкание блок-участка должно выполняться в результате последовательного освобождения его вторым поездом. Для выполнения этих условий в схеме реле последовательного освобождения предусмотрен узел защиты от нагона поезда. Защита от нагона обеспечивается параллельным включением контактов блокирующего реле предыдущего блок-участка (5Б1) и защитного участка (ЗЗУ) светофора, ограждающего данный блок-участок. Таким образом, при нагоне одного поезда другим, реле последовательного освобождения, включенные при движении первого поезда, будут выключаться при вступлении на блок-участок второго поезда [10]. Схема реле последовательного освобождения для первого участка удаления строится без дополнительных схемных решений, обеспечивающих защиту от нагона. Это обусловлено тем, что Инструкцией по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах РФ запрещается отправлять поезд при запрещающем сигнальном показании выходного светофора.

Таким образом, размыкание блок-участка в результате последовательного освобождения поездом рельсовых цепей является частью алгоритма работы системы АБТЦ. При нарушении данного алгоритма имеется возможность искусственной разделки схемы реле последовательного освобождения. Контактами повторителя группового реле искусственного размыкания 1НГРИ1 в цепи возбуждения реле ПО создается цепь в обход фронтового контакта реле последовательного освобождения предыдущей по ходу движения поезда рельсовой цепи, что позволяет привести схему в исходное состояние.

3.11. Схема искусственного размыкания

При соблюдении алгоритма последовательного занятия и освобождения рельсовых цепей замыкание и размыкание блок-участков осуществляется автоматически. В случае нарушения данного алгоритма нарушается нормальная работа блокирующих реле и перегон остается замкнут. Для восстановления возможности включения разрешающих показаний сигнальных устройств в системе АБТЦ предусматривается схема искусственного размыкания (рис. 3.16), позволяющая дежурному по станции отправления выполнить искусственное размыкание перегона или первых участков удаления.

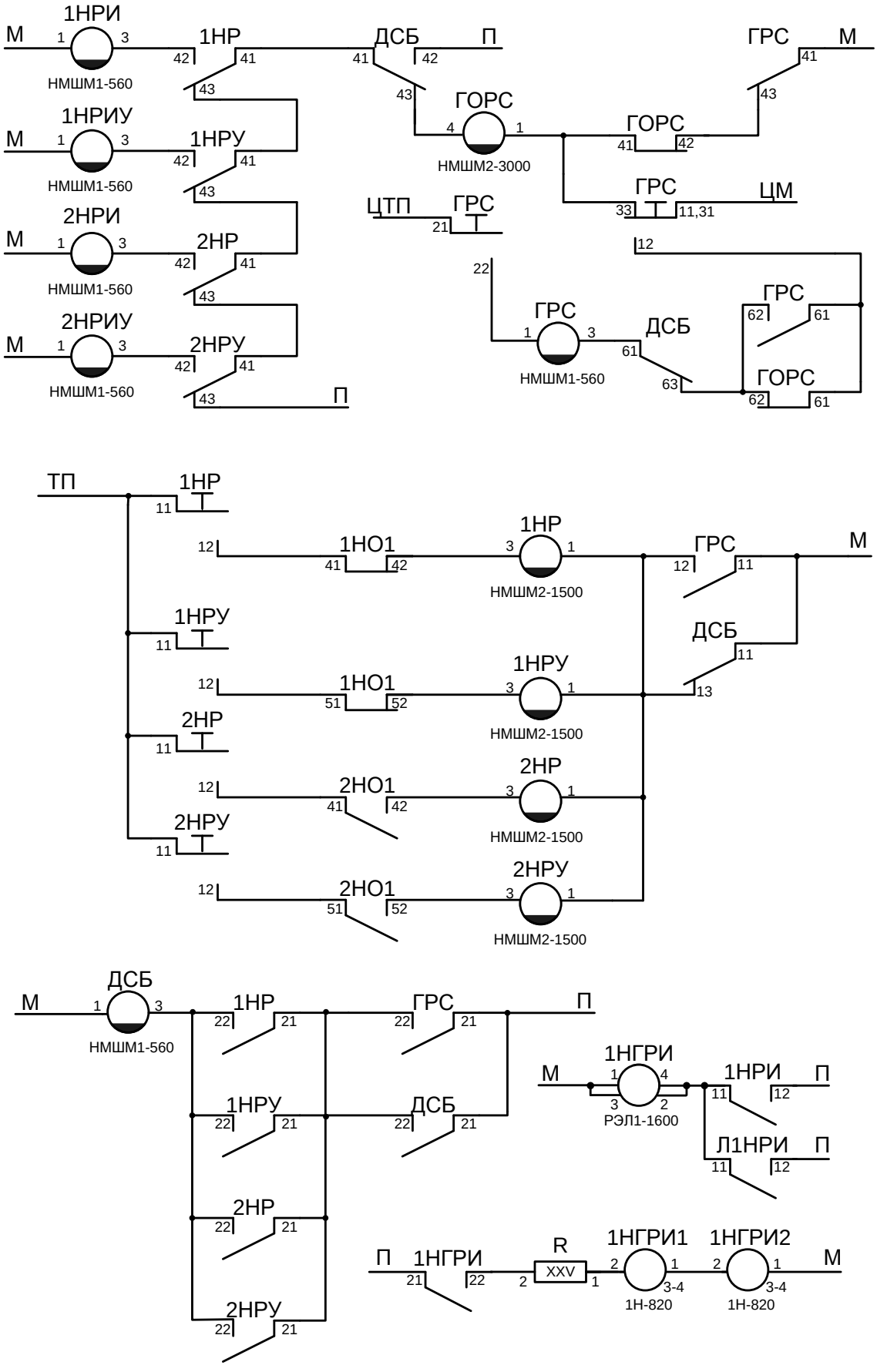

Рис. 3.16. Схема искусственного размыкания перегона

В инструктивном порядке ДСП станции отправления убеждается в фактической свободности перегона и выполняет его искусственное размыкание. Искусственная разделка осуществляется последовательным нажатием групповой кнопки со счетчиком числа нажатий ГРС и одной из кнопок разделки пути перегона НР (ЧР) в зависимости от того, какой из путей перегона необходимо разомкнуть. При размыкании участка удаления, после нажатия групповой кнопки ГРС нажимается кнопка разделки участка удаления НРУ (ЧРУ).

Например, при искусственном размыкании первого пути перегона сначала нажимается групповая кнопка ГРС. При этом по цепи, проходящей через фронтовой контакт обратного повторителя группового реле ГОРС и тыловой контакт вспомогательного реле ДСБ, срабатывает реле ГРС. Обратный повторитель группового реле искусственного размыкания ГОРС обеспечивает контроль выключенного состояния группового (ГРС) и индивидуальных реле искусственного размыкания (1НР, 2НР, 1НРУ, 2НРУ). Вспомогательное реле ДСБ проверяет корректность последовательности действий дежурного по станции при искусственном размыкании. После нажатия кнопки 1НР с контролем возбужденного состояния ГРС и соответствующего направления движения возбуждается индивидуальное реле разделки первого пути 1НР.

После срабатывания реле 1НР возбуждается реле ДСБ, и создается цепь включения соответствующего реле искусственного размыкания первого пути 1НРИ, которое включает групповое реле искусственной разделки схем первого пути 1НГРИ. Контактами группового реле искусственной разделки 1НГРИ и его повторителей 1НГРИ1 и 1НГРИ2 осуществляется искусственная разделка схем блокирующих реле, реле последовательного занятия и освобождения рельсовых цепей.

3.12. Схемы линейных цепей

Для увязки устройств АБТЦ, расположенных на станциях, ограничивающих перегон, или в транспортабельном модуле на перегоне, требуется организация линейных цепей. По этим цепям передается информация о состоянии реле, контакты которых участвуют в работе схем, размещенных на другой станции. Информация по линейным цепям передается с использованием полярного признака и коммутируется в зависи-

мости от установленного направления движения контактами повторителей реле направления НП1 и ЧП1. Питание каждой линейной цепи осуществляется от отдельного блока питания БПШ, напряжение на выходе которого определяется в зависимости от длины перегона.

Рассмотрим работу линейных цепей первого пути примерного участка перегона (рис. 3.17) с учетом того, что деление данного перегона выполнено по сигнальной установке 5 [10]. При этом установлено правильное нечетное направление движения, т. е. станция Б установлена на прием, а станция А – на отправление.

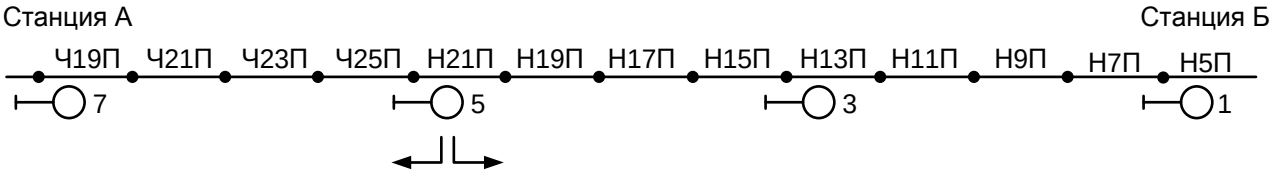

Рис. 3.17. Примерный участок перегона

Передача на станцию отправления (станцию А) информации о состоянии сигнальных реле граничного светофора 5 обеспечивает увязку сигнальных показаний светофоров всего перегона и кодирование рельсовых цепей перед граничным светофором соответствующим кодом АЛС. Питание ламп и огневых реле светофора 5 осуществляется от трансформатора, расположенного на станции отправления, при этом сигнальные реле этого светофора установлены на станции приема (станция Б). Фронтовыми контактами сигнальных реле 5Ж и 53, расположенных на станции Б, по первой линейной цепи 1НЛ1-1ОНЛ1 (рис. 3.18) замыкается цепь питания двух линейных реле 1Ч1Л1 и 1Ч1Л2, размещенных на станции А. В качестве линейных реле используются комбинированные реле типа КМШ-750. Через фронтовые контакты нейтральных якорей этих реле замыкается цепь питания линейного повторителя сигнального реле Л5Ж, а через контакты нейтральных и поляризованных якорей – цепь питания линейного повторителя сигнального реле Л53. При обесточенном состоянии реле 5Ж на станции Б, его линейный повторитель Л5Ж на станции А также будет обесточен из-за размыкания в его цепи контактов нейтральных якорей реле 1Ч1Л1 и 1Ч1Л2. При обесточенном состоянии основного реле 53 на станции Б линейные реле 1Ч1Л1 и 1Ч1Л2 возбуждаются током обратной полярности и своими переведенными контактами выключают линейный

повторитель Л53. Аналогичным образом на станцию Б передается информация о состоянии сигнальных реле 5ЖН и 53Н при установленном неправильном направлении движения.

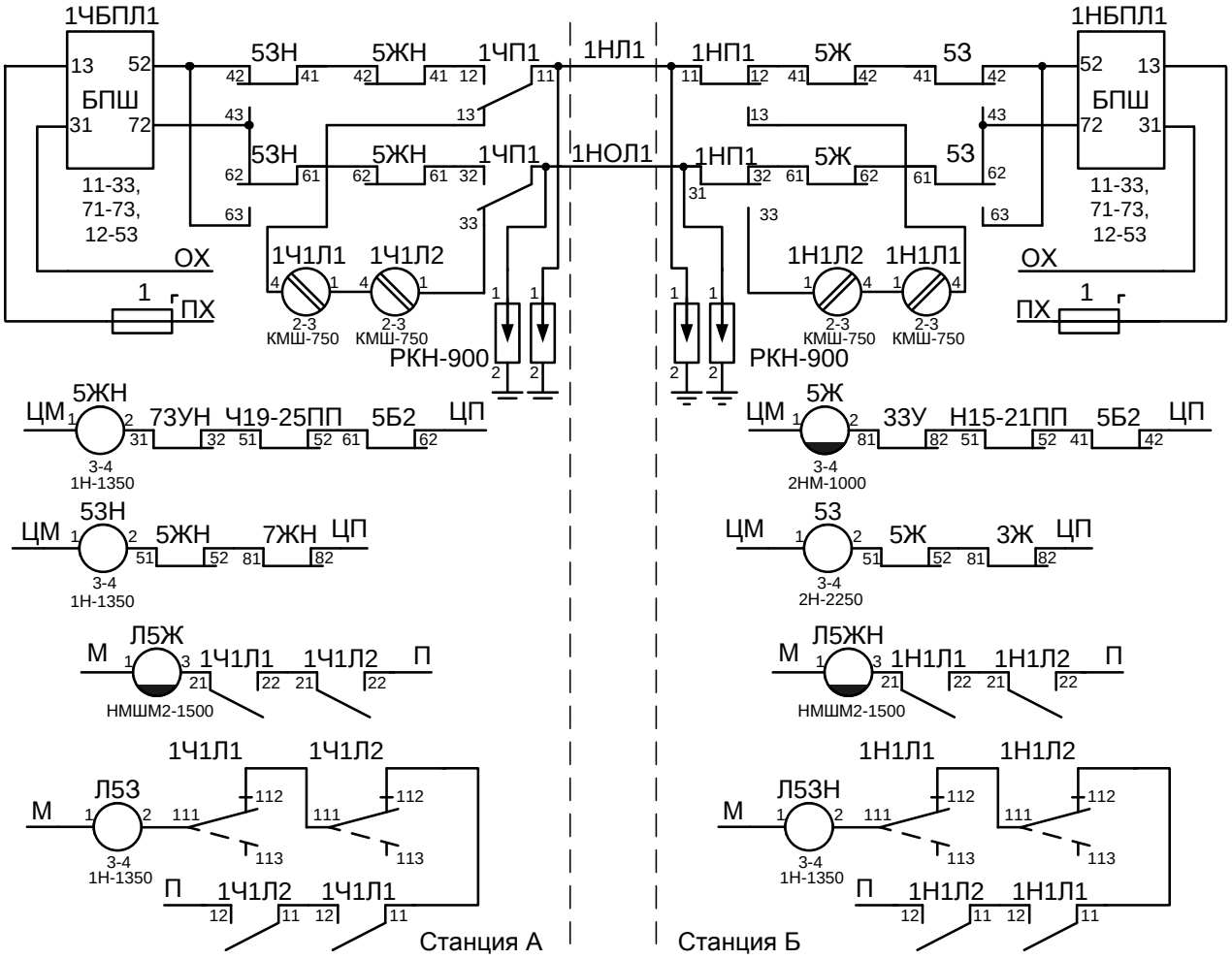

Рис. 3.18. Схема первой линейной цепи

Вторая линейная цепь (рис. 3.19) предназначена для передачи на станцию отправления (станция А) информации о состоянии повторителя блокирующего реле 5Б2 граничного блок-участка 5БУ. Эта информация необходима для работы схемы блокирующих реле блок-участка 7БУ, поскольку его размыкание осуществляется с контролем замыкания следующего блок-участка 5БУ. Вторая линейная цепь также используется для передачи на станцию отправления информации о состоянии общего повторителя блокирующих реле блок-участков (1НПБ или 1ЧПБ), относящихся к станции, установленной на прием. Эта информация используется для включения на пульте дежурного по станции отправления индикации о наличии на перегоне замкнутых блок-участков.

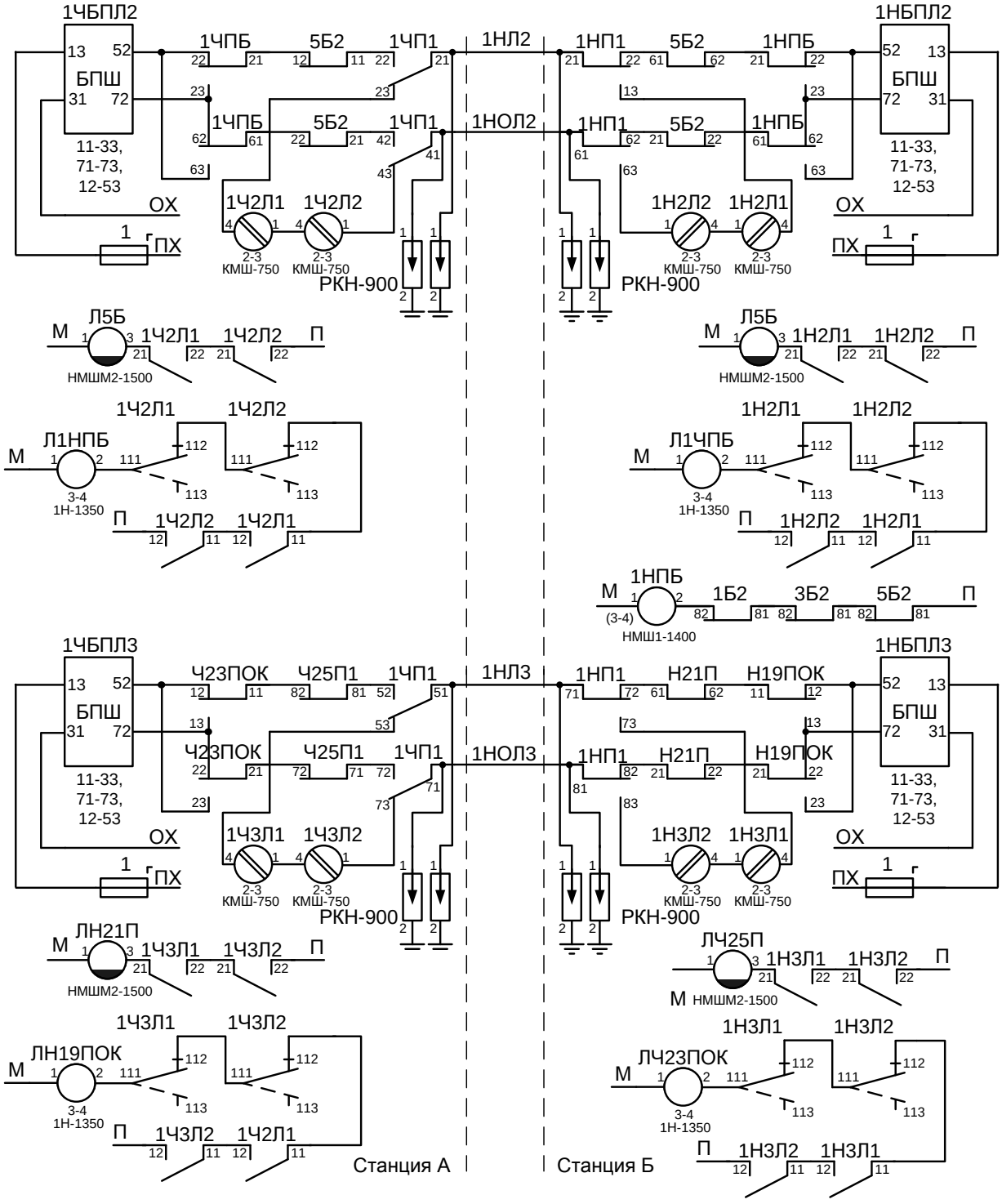

Рис. 3.19. Схема второй и третьей линейной цепи

Передача информации по линейной цепи 1НЛ2-1ОНЛ2 осуществляется способом, рассмотренным выше. При этом нейтральными контактами линейных реле 1Ч2Л1 и 1Ч2Л2 на станции А включается линейный повторитель Л5Б, являющийся повторителем блокирующего реле 5Б2, расположенного на станции Б. Через нейтральные и поляризованные контакты реле 1Ч2Л1 и 1Ч2Л2 включается линейный повторитель обще-

го блокирующего реле Л1НПБ. Аналогичным образом на станции Б включаются линейные реле Л5Б и Л1ЧПБ.

Третья линейная цепь (рис. 3.19) позволяет передать на станцию отправления информацию о состоянии путевого реле Н21П, первой РЦ блок-участка 5БУ, ограждаемого граничным светофором 5. Эта информация на станции А необходима для работы схемы последовательного освобождения и кодирования рельсовых цепей блок-участка 7БУ. По линейной цепи 1НЛЗ-1ОНЛЗ также передается информация о состоянии конечного реле последовательного освобождения Н19ПОК последней рельсовой цепи защитного участка за граничным светофором 5. Контакт линейного повторителя ЛН19ПОК на станции А используется в схеме блокирующего реле Б блок-участка 7БУ.

По четвертой линейной цепи (рис. 3.20) на станцию приема передается информация о состоянии; размещенных на станции отправлениях; реле последовательного освобождения Ч25ПО блок-участка 7БУ, расположенного перед граничным светофором; повторителя блокирующего реле 9Б2 и реле защитного участка 73У предыдущего блок-участка. Информация о состоянии реле Ч25ПО на станции Б необходима для работы схемы реле последовательного освобождения рельсовых цепей защитного участка за граничным светофором 5, а состояние реле 9Б2 и 73У используется в схемах блокирующего реле 5Б и последовательного освобождения рельсовой цепи Ч25П, последней по ходу движения поезда блок-участка перед граничным светофором.

Пятая линейная цепь (рис. 3.20) предназначена для передачи на станцию приема информации о состоянии блокирующего реле Б блок-участка 7БУ, предыдущего по ходу движения поезда перед граничным светофором (используется контакт второго повторителя блокирующего реле данного блок-участка 7Б2), и исполнительного реле искусственной разделки нечетного пути перегона 1НРИ. Информация о состоянии реле 7Б используется в схеме блокирующего реле 5Б, расположенной на станции Б для предварительного замыкания блок-участка 5БУ. Реле 1НРИ используется в схеме искусственной разделки перегона (см. подразд. 3.10).

По шестой линейной цепи (рис. 3.21) на станцию приема передается информация о состоянии реле последовательного занятия Ч25ПЗ для своевременного включения группового кодововключающего реле Н15-21КВ блок участка 5БУ. При установленном четном направлении движения по первому пути перегона (реле 1ЧО1 под током, реле 1НО1 обесточено) на станцию приема А, помимо информации о состоянии реле последовательного занятия Н21ПЗ, передается информация о состоянии группового кодововключающего реле Н15-21КВН, контакт которого используется в работе схемы реле последовательного занятия рельсовых цепей блок-участка 5БУ.

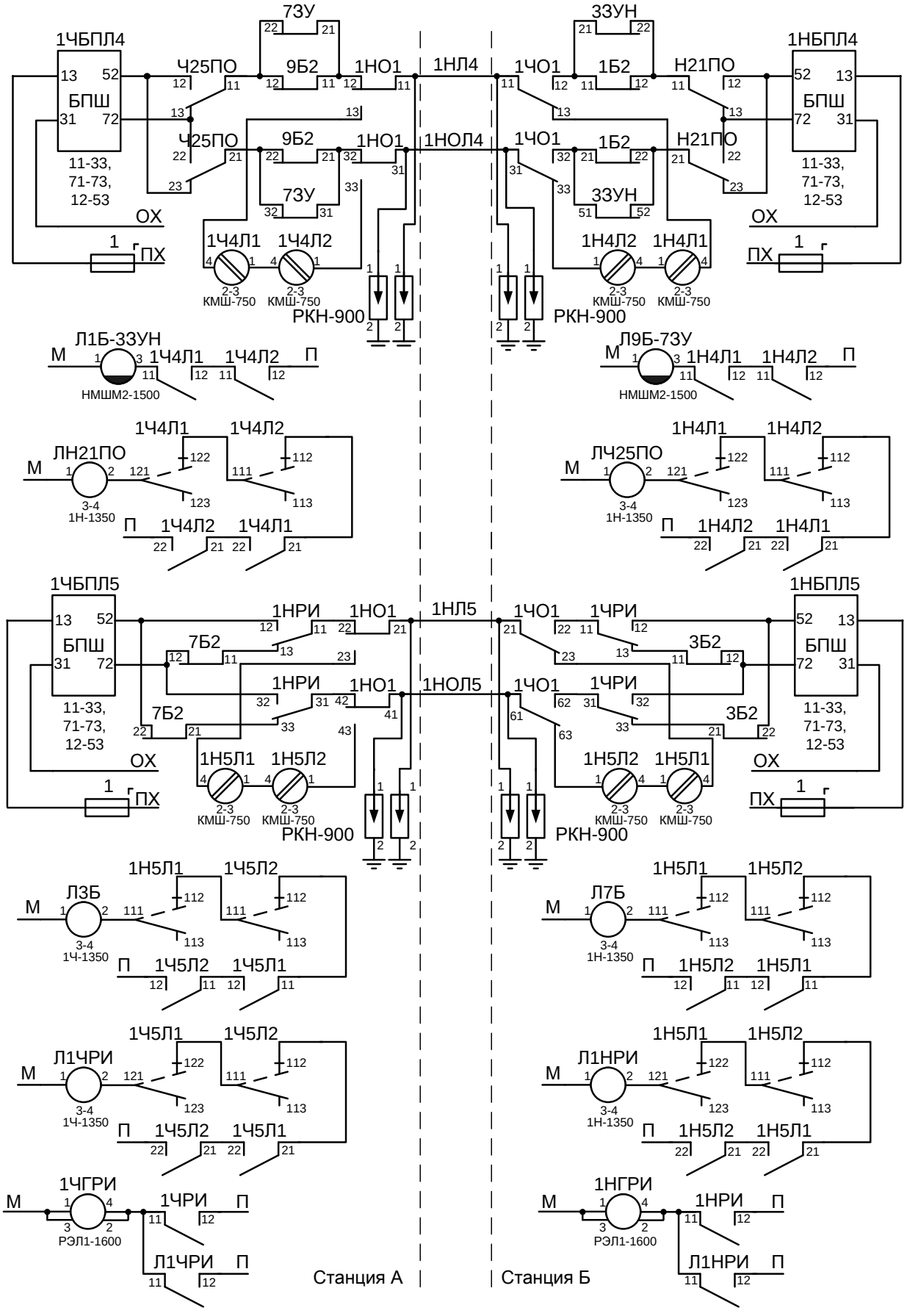

Рис. 3.20. Схема четвертой и пятой линейной цепи

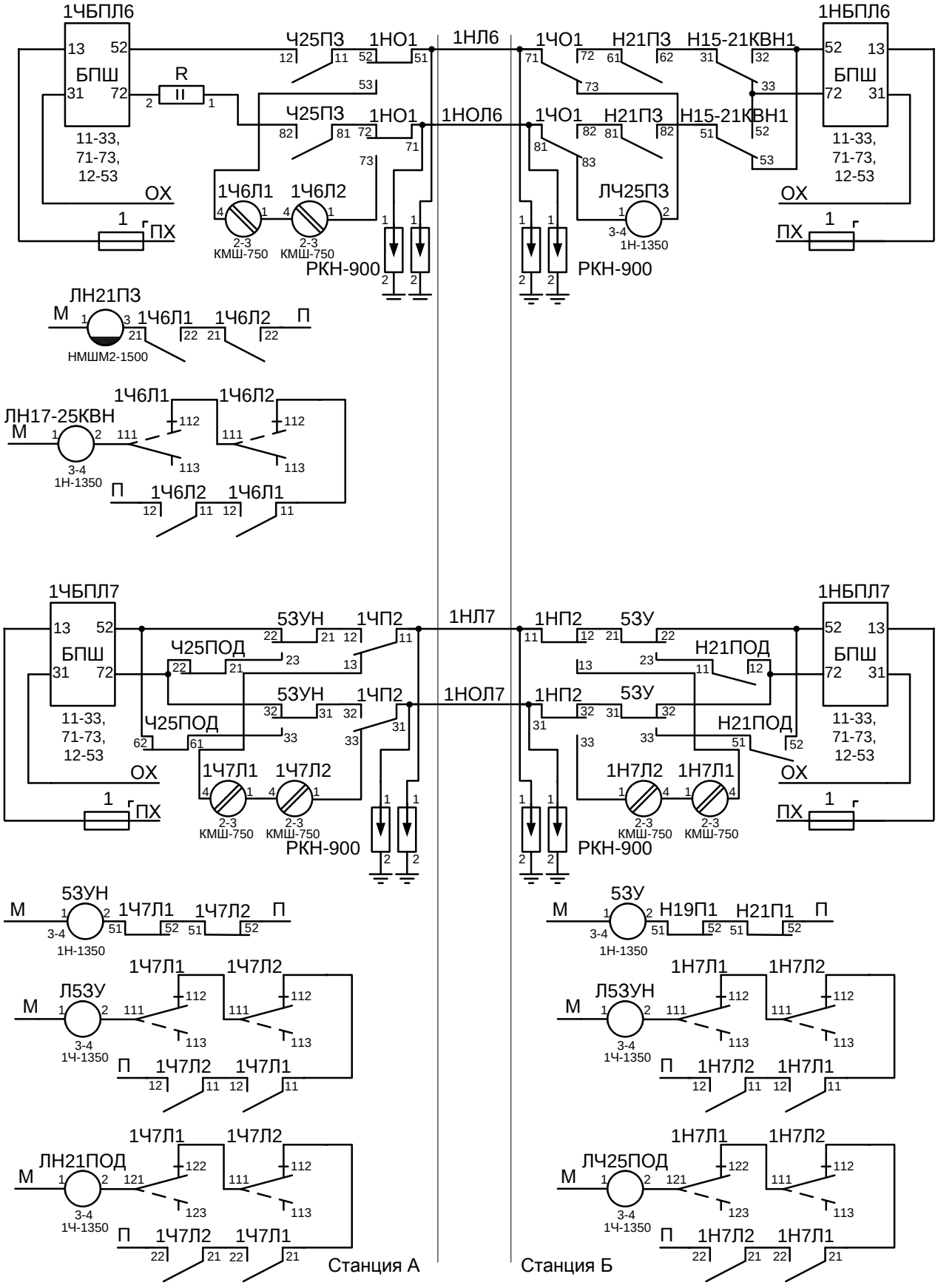

Рис. 3.21. Схема шестой и седьмой линейной цепи

Седьмая линейная цепь (рис. 3.21) позволяет передать информацию о состоянии реле 53У и 53УН защитного участка за граничным светофором 5 в зависимости от установленного направления движения. Информация о состоянии защитного участка используется в схемах реле последовательного занятия и освобождения рельсовых цепей блок-участка, ограждаемого граничным светофором 5, а также в схеме группового кодововключающего реле предыдущего блок-участка.

По восьмой линейной цепи (рис. 3.22) на станцию отправления передается информация о состоянии первой рельсовой цепи Н21П блок-участка 5БУ, ограждаемого граничным светофором 5, которая используется в схемах выбора кодовых сигналов на блок-участке 7БУ и в управлении огнями светофора 7.

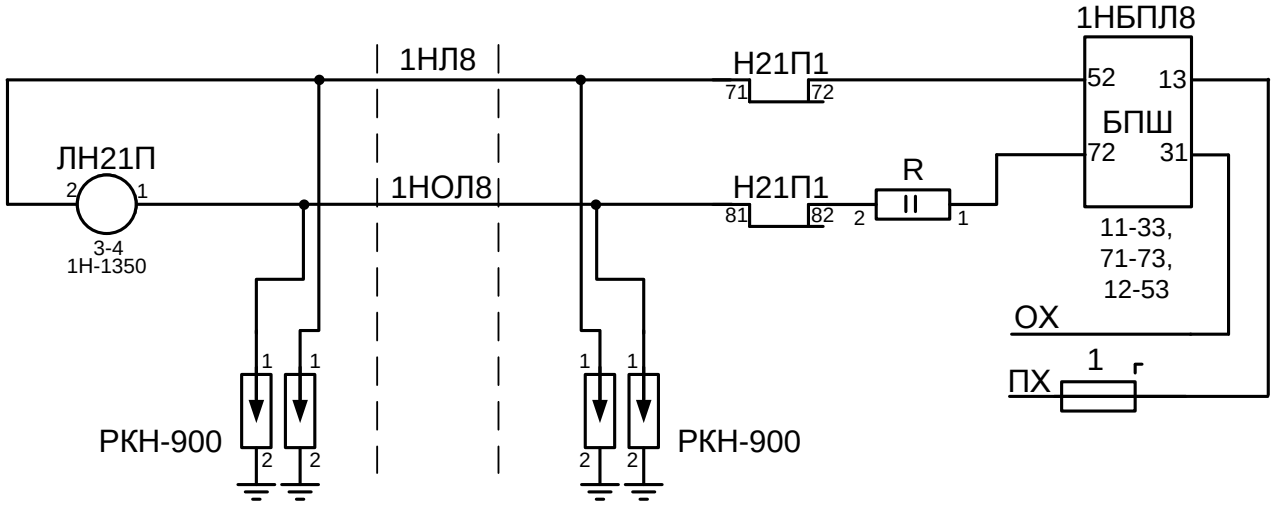

Рис. 3.22. Схема восьмой линейной цепи

Кроме рассмотренных линейных цепей в системе АБТЦ для каждого пути перегона применяется типовая четырехпроводная схема смены направления. В отличие от кодовой автоблокировки, в АБТЦ контроль рельсовых цепей осуществляется станционными устройствами, поэтому в цепи смены направления используется контакт общего повторителя путевых реле, расположенных на данной станции. При изменении направления движения поездов на перегоне питающие и релейные концы рельсовых цепей тональной частоты не переключаются, поскольку их работа не зависит от установленного направления движения. Контактами повторителей реле отправления (НО, ЧО) и приема (НП, ЧП) переключаются сигнальные, линейные и другие схемы, а также определяется направление посылки кодового сигнала АЛС при занятии рельсовой цепи – с питающего или с релейного концов ТРЦ.

3.13. Лабораторная работа «Автоблокировка с тональными рельсовыми цепями и централизованным расположением аппаратуры АБТЦ»

Цель работы: исследование алгоритма работы схем замыкания и размыкания перегонных устройств и управления проходными светофорами в системе АБТЦ.

3.13.1. Описание рабочего места

Работа выполняется на действующем макете (рис. 3.23), позволяющем имитировать работу системы АБТЦ для примерного участка перегона [13].

Рис. 3.23. Внешний вид макета для изучения системы АБТЦ

Принципиальная схема макета включает в себя следующие схемы:

– питания путевых реле;

– срабатывания блокирующих реле 6Б, 6Б1, 4Б, 4Б1;

– включения реле последовательного освобождения ПО и ПОК;

– включения реле последовательного занятия ПЗН и ПЗ;

– цепи питания сигнальных реле.

В рассматриваемой схеме (рис. 3.24) к блок-участку 6БУ относятся следующие реле:

– 6Б и 6Б1 – блокирующее реле и его повторитель;

– 18П, 16П, 14П – повторители путевых реле соответствующих рельсовых цепей;

– 14-18ПП – общий повторитель путевых реле блок-участка;

– 18ПО, 16ПО, 14ПО – реле последовательного освобождения рельсовых цепей блок-участка;

– 12ПОК – конечное реле последовательного освобождения, относящееся к рельсовой цепи защитного участка;

– 18ПЗН – начальное реле последовательного занятия рельсовых цепей блок-участка;

– 16ПЗ и 14ПЗ – реле последовательного занятия соответствующих рельсовых цепей блок-участка.

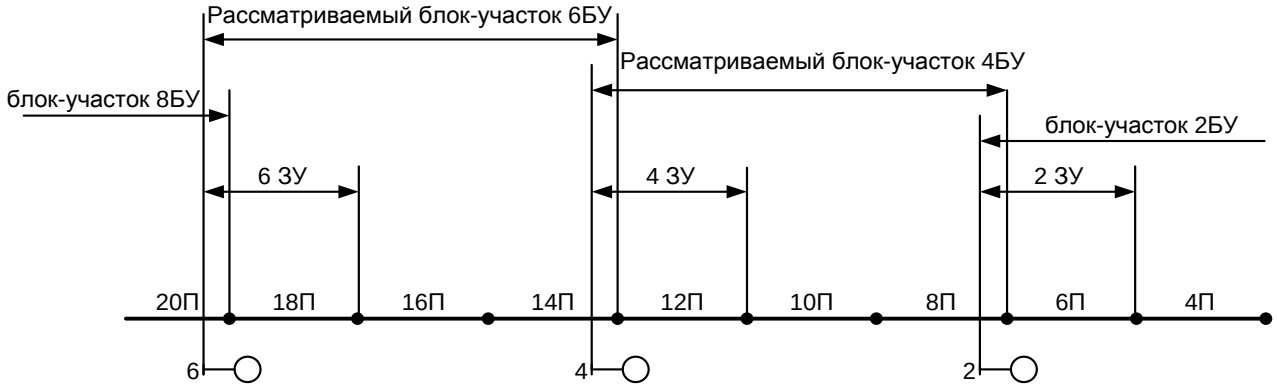

Рис. 3.24. Примерный участок перегона

К блок-участку 4БУ относятся следующие реле:

– 4Б и 4Б1 – блокирующее реле и его повторитель;

– 12П, 10П, 8П – повторители путевых реле соответствующих рельсовых цепей;

– 8–12ПП – общий повторитель путевых реле блок-участка;

– 12ПО, 10ПО, 8ПО – реле последовательного освобождения рельсовых цепей блок-участка;

– 6ПОК – конечное реле последовательного освобождения, относящееся к рельсовой цепи защитного участка;

– 12ПЗН – начальное реле последовательного занятия рельсовых цепей блок-участка;

– 10ПЗ и 8ПЗ – реле последовательного занятия соответствующих рельсовых цепей блок-участка.

Срабатывание и выключение реле, имитирующих контроль свободности и занятости рельсовых цепей блок-участка, производится посредством тумблеров. При этом тумблерами 18П, 16П, 14П, 12П, 10П, 8П, 6П, 4П включаются повторители путевых реле соответствующих рельсовых цепей. Тумблером 20П имитируется занятие последней рельсовой цепи блок-участка 8БУ.

Тумблер РИ (искусственная разделка) используется для первоначального возбуждения реле 4Б и 6Б после подачи напряжения на стенд и последующего переключения тумблеров путевых реле в положение контроля свободности рельсовых цепей. Также тумблер РИ используется для искусственного размыкания блок-участка при имитации нарушения алгоритма работы схемы реле освобождения пути.

3.13.2. Методика выполнения работы

1. Ознакомиться с принципом построения и работой основных схемных узлов системы АБТЦ (см. разд. 3).

2. Перевести схемы макета в состояние, соответствующее свободности всех рельсовых цепей блок-участков. Для этого тумблеры 20П, 18П, 16П, 14П, 12П, 10П, 8П, 6П, 4П переключаются в положение «свободно». Тумблер РИ переключается в положение «восстановление реле Б» (верхнее положение тумблера). После срабатывания реле 4Б и 6Б тумблер РИ возвращается в нижнее положение.

3. Проанализировать работу схем реле последовательного занятия и освобождения рельсовых цепей путем имитации последовательного движения поезда по рельсовым цепям. Переключателем «показание входного светофора» устанавливается любое показание входного светофора и проверяется соответствие сигнальных показаний проходных светофоров. Затем тумблер 20П переключают в положение «занято», чем имитируется занятость предыдущего блок-участка 8БУ. Переключением тумблера 18П в положение «занято» имитируется занятие рельсовой цепи 18П. Затем последовательно в положение «занято» переводятся тумблеры 16П, 14П. После этого в положение «свободно» переводятся тумблеры 18П и 20П, чем имитируется освобождение рельсовых цепей и размыкание блок-участка 8. Далее в положения «занято» или «свободно» переводятся и другие тумблеры, имитирующие контроль рельсовых цепей, в определенной последовательности: 12П↑, 10П↑, 16П↓, 8П↑, 14П↓, 6П↑, 12П↓, 4П↑, 10П↓, 8П↓, 6П↓, 4П↓. При этом необхо-

димо проследить работу реле ПЗН, ПЗ и ПО, ПОК. После освобождения рельсовой цепи 4П считается, что освободился и разомкнулся блок-участок 2БУ.

4. Исследовать работу схемы реле последовательного освобождения рельсовых цепей при ложной занятости одной рельсовой цепи блок-участка 4БУ. Для этого один из тумблеров 12П, 10П или 8П из положения «свободно» переключается в положение «занято». При этом реле 4Б должно остаться под током, т. е. блок-участок не должен заблокироваться. Имитация проследования поезда осуществляется по алгоритму, приведенному в п. 3.

5. Проанализировать работу схемы реле последовательного освобождения рельсовых цепей при кратковременной потере поездного шунта.

5.1. Повторите алгоритм, приведенный в п. 3, имитировав кратковременную потерю шунта на первой рельсовой цепи блок-участка 6БУ, когда впередилежащая рельсовая цепь свободна. Для этого тумблер 20П переключают в положение «занято», чем имитируется занятость предыдущего блок-участка 8БУ. Переключением тумблера 18П в положение «занято» имитируется занятие рельсовой цепи 18П. Затем тумблер 18П возвращается в положение «свободно». Проследите, в каком положении находятся реле 6Б, 14–18ПП и реле ПО. Снова переключите тумблер 18П в положение «занято», проследите в каком положении находятся реле 6Б, 14–18ПП и реле ПО. Далее продолжается алгоритм действий, соответствующий движению поезда, приведенный в п. 3.

5.2. Повторите алгоритм, приведенный в п. 3, допустив кратковременную потерю шунта на первой рельсовой цепи любого блок-участка 4БУ или 6БУ, когда она и впередилежащая рельсовая цепь заняты.

3.13.3. Требования к отчету по результатам выполнения работы

Отчет должен содержать следующее.

1. Наименование и цель работы.
2. Структурное изображение примерного участка перегона.
3. Краткое описание принципа действия рассмотренных схем.
4. Диаграмма работы блокирующих реле, реле последовательного занятия и освобождения рельсовых цепей и сигнальных реле для рассмотренных вариантов работы схем (по заданию преподавателя).
5. Выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Поясните диапазон частотных сигналов, используемых в тональных рельсовых цепях в системе АБТЦ, а также порядок их чередования в смежных рельсовых цепях.

2. Приведите структурную схему системы, поясните назначение станционных и перегонных устройств АБТЦ.

3. Объясните алгоритм работы схемы замыкания перегонных устройств.

4. Приведите алгоритм работы схемы реле последовательного освобождения рельсовых цепей.

5. Приведите алгоритм работы схемы реле последовательного занятия рельсовых цепей.

6. Поясните принципиальную схему включения ламп проходного светофора.

7. Поясните принципиальную схему включения ламп предвходного светофора.

8. Объясните назначение линейных цепей в системе АБТЦ и принцип передачи информации по ним.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За последнее столетие системы автоматической блокировки получили развитие от простейших механических устройств до систем, построенных на микропроцессорной базе. Увеличение интенсивности и скорости движения поездов предъявляет высокие требования по надежности и безопасности систем АБ, что способствует их дальнейшему развитию.

В основном развитие современных систем АБ происходит по следующим направлениям: модернизации эксплуатируемых систем с целью повышения их надежности и безопасности функционирования; улучшения характеристик существующих систем; модернизации с целью повышения удобства и снижения расходов на обслуживание устройств и с целью расширения функциональных возможностей; разработке систем АБ с новыми принципами построения или с существенными отличительными признаками для комплексного решения всех перечисленных задач.

Материал данного учебного пособия может быть использован при курсовом и дипломном проектировании, а также быть полезным работникам хозяйства СЦБ, так как содержит описание работы двух разновидностей современных систем АБ и отдельных схемных узлов, описание сопровождается принципиальными схемами в соответствии с действующими типовыми проектными решениями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Казаков, А.А. Автоматизированные системы интервального регулирования движения поездов [Текст] / А.А. Казаков, В.Д. Бубнов, Е.А. Казаков. – М. : Транспорт, 1995. – 320 с.

2. Кириленко, А.Г. Двухсторонние системы автоматической блокировки : курс лекций // Автоматика и телемеханика на перегонах [Электронный ресурс] / А.Г. Кириленко. – Хабаровск : ДВГУПС, 2005. – Режим доступа : www.dvgups.ru

3. Кириленко, А.Г. Трехзначная автоблокировка переменного тока 25 и 50 Гц на двухпутных участках с двусторонним движением по каждому пути : курс лекций // Автоматика и телемеханика на перегонах [Электронный ресурс] / А.Г. Кириленко. – Хабаровск : ДВГУПС, 2005. – Режим доступа : www.dvgups.ru

4. И-220-93 Устройства организации движения в порядке регулировки по правильному пути для двухпутных участков кодовой автоблокировки по сигналам АЛС АБ-2-К-93 [Текст] : метод. указания. – М. : ГУП Гипротранссигналсвязь, 1993.

5. Системы управления движением поездов на перегонах [Текст] : учебник для вузов ж.-д тр-та. В 3 ч. Ч. 1 Функциональные схемы систем / В.М. Лисенков [и др.] ; под ред. В.М. Лисенкова. – М. : ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. – 160 с.

6. Двухпутная кодовая автоблокировка переменного тока 25 и 50 Гц с электротягой АБ-2-К-25-50-ЭТ-82 [Текст] : типовые проектные решения 501-05-36.83. Альбом 1, 2. – М. : ГУП Гипротранссигналсвязь, 1983.

7. Ушакова, А.В. Новые системы интервального регулирования движения поездов [Текст] : учебно-метод. пособие / А.В. Ушакова. – Хабаровск : Изд-во ДВГАПС, 1997. – 39 с

8. Ушакова, А.В. Системы автоматики и телемеханики на перегонах [Текст] : метод. указания к лабораторным работам по дисциплине «Автоматика и телемеханика на перегонах» / А.В. Ушакова, В.Д. Мирсанов. – Хабаровск : Изд-во ДВГАПС, 1986. – 55 с.

9. Ушакова, А.В. Современные системы интервального регулирования движения поездов и обеспечения безопасности движения [Текст] : метод. пособие / А. В. Ушакова. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2006. – 37 с.

10. Автоблокировка с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением оборудования АБТЦ-03 [Текст] : типовые материалы для проектирования № 410306-ТМП, утв. письмом № ЦШ Тех-14/14 от 16.02.2005 / Институт по проектированию сигнализации, цен-

трализации, связи и радио на железнодорожном транспорте «Гипротранссигналсвязь». – М. : филиал ОАО «РЖД», 2004. – Альбомы 1–3.

11. Войнов, С.А. Методические указания к выполнению лабораторной работы № 9 по дисциплине «Перегонные системы автоматики» для специальности 220204 «Автоматика и телемеханика на транспорте (по видам транспорта) (на железнодорожном транспорте)» [Текст] / С.А. Войнов. – Уфа : ИВЦ УТЖТ, 2007.

12. Войнов, С.А. Методические указания к выполнению лабораторной работы № 10 по дисциплине «Перегонные системы автоматики» для специальности 220204 «Автоматика и телемеханика на транспорте (по видам транспорта) (на железнодорожном транспорте)» [Текст] / С.А. Войнов. – Уфа : ИВЦ УТЖТ, 2007.

13. Кириленко, А.Г. Рельсовые цепи тональной частоты ТРЦ3 [Текст] : метод. пособие по выполнению лабораторной работы / А.Г. Кириленко. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2004.

14. Кириленко, А.Г. Электрические рельсовые цепи [Текст] : учеб. пособие / А.Г. Кириленко, Н.А. Пельменева. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2006.

15. Перегонные системы автоматики [Текст] : учебник для техникумов и колледжей ж.-д. тр-та / В.Ю. Виноградова [и др.] ; под ред. В.Ю. Виноградовой. – М. : Маршрут, 2005.

16. Ушакова, А.В. Современные системы интервального регулирования движения поездов и обеспечения безопасности движения [Текст] : метод. пособие / А.В. Ушакова. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2006.

17. Федоров, Н.Е. Современные системы автоблокировки с тональными рельсовыми цепями [Текст] : учеб. пособие / Н.Е. Федоров. – Самара : СамГАПС, 2004.

18. Федоров, Н.Е. Релейные и микроэлектронные системы интервального регулирования движения поездов [Текст] : учеб. пособие. Часть 1 / Н.Е. Федоров. – Самара : СамГАПС, 2006.

19. Шорохов, Н.С. Эксплуатационные отказы изолирующих стыков / Н.С. Шорохов // Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта : 2-я междунар. науч.-практ. конф. – Самара : СамГАПС, 2006. – С. 196–197.

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ 3
ВВЕДЕНИЕ 5
1. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ БЛОКИРОВКИ 6
1.1. Развитие систем автоматической блокировки 6
1.2. Принцип построения кодовой автоблокировки 8
1.3. Современные системы автоматической блокировки 9
2. ЧИСЛОВАЯ КОДОВАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ БЛОКИРОВКА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ЧАСТОТОЙ 25 Гц 17
2.1. Характеристика системы, состав, принцип действия 17
2.2. Работа схемы автоблокировки сигнальных установок различных типов при организации движения поезда по правильному пути 20
2.3. Работа схемы автоблокировки при организации движения поезда по неправильному пути 28
2.4. Работа схем увязки станционных и перегонных устройств автоматики 31
2.5. Лабораторная работа «Двухпутная кодовая автоматическая блокировка переменного тока частотой 25 Гц с возможностью организации движения поездов в неправильном направлении по сигналам АЛС» 35
3. АВТОБЛОКИРОВКА С ТОНАЛЬНЫМИ РЕЛЬСОВЫМИ ЦЕПЯМИ И ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ АБТЦ 41
3.1. Особенности систем автоматической блокировки с тональными рельсовыми цепями 41
3.2. Структурная схема системы АБТЦ 42
3.3. Путевой план перегона и кабельная сеть системы АБТЦ 45
3.4. Рельсовые цепи системы АБТЦ 48
3.5. Схема контроля жил кабеля рельсовых цепей 51
3.6. Схемы включения огней светофоров 54
3.7. Схемы кодирования рельсовых цепей 58
3.8. Схема контроля последовательного занятия рельсовых цепей ...63
3.9. Схема замыкания перегонных устройств 65
3.10. Схема контроля последовательного освобождения рельсовых цепей 67
3.11. Схема искусственного размыкания 69
3.12. Схемы линейных цепей 71
3.13. Лабораторная работа «Автоблокировка с тональными рельсовыми цепями и централизованным расположением аппаратуры АБТЦ» 79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 84
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 85

Учебное издание

Епифанова Елена Петровна
Прохоренко Артем Геннадьевич
Яковлева Анна Сергеевна

СИСТЕМЫ ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА ПЕРЕГОНАХ

Учебное пособие

Редактор *Н.В. Смышляева*
Технический редактор *С.С. Заикина*

План 2013 г. Поз. 2.16. Подписано в печать 09.10.2013.
Уч.-изд. л. 5,5. Усл. печ. л. 5,1. Зак. 272. Тираж 30 экз. Цена 491 руб.

Издательство ДВГУПС
680021, г. Хабаровск, ул. Серышева, 47.