

Л.А. Кондратьева, О.Н. Ромашкова

СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Утверждено

*Департаментом кадров
и учебных заведений МПС России
в качестве учебника для студентов
техникумов и колледжей
железнодорожного транспорта*

Москва
2003

УДК 656.22.05

ББК 39.275

К 642

К 642 **Кондратьева Л. А., Ромашкова О. Н.**

Системы регулирования движения на железнодорожном транспорте: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. — М.: Маршрут, 2003. — 432 с.

ISBN 5-89035-094-3

Рассмотрены основные элементы систем автоматики и телемеханики, изложены общие принципы построения систем интервального регулирования движения поездов по перегонам, электрической и диспетчерской централизации стрелок и сигналов, устройств автоматики на сортировочных горках и устройств связи.

Описаны порядок работы на аппаратах управления систем автоматики, телемеханики и связи, а также действия работников, управляющих движением поездов, при нарушениях нормальной работы устройств СЦБ.

Учебник предназначен для студентов техникумов и колледжей железнодорожного транспорта специальности 2401 Организация перевозок и управление на транспорте (по видам транспорта) (на железнодорожном транспорте).

УДК 656.22.05

ББК 39.275

Книгу написали: Введение, раздел I — *Л.А. Кондратьева*; раздел II — *О.Н. Ромашкова*.

Рецензенты: заместитель руководителя Департамента сигнализации, централизации и блокировки МПС России *Н.Н. Балув*; заместитель руководителя Департамента информатизации и связи МПС России *Ю.И. Филиппов*; главный инженер Московско-Смоленской дистанции сигнализации и связи Московской железной дороги *Н.П. Дмитриев*; заместитель начальника Московско-Смоленской дистанции сигнализации и связи Московской железной дороги *А.Ю. Петров*; преподаватель Московского колледжа железнодорожного транспорта *Т.В. Бутова*.

ISBN 5-89035-094-3

© Кондратьева Л.А., Ромашкова О.Н., 2003

© Издательство «Маршрут», 2003

© УМК МПС России, 2003

ВВЕДЕНИЕ

Системы регулирования движения на железнодорожном транспорте используются на перегонах и станциях. Эти системы позволяют увеличить пропускную и провозную способность железных дорог, эффективность использования всех технических средств железнодорожного транспорта, особенно локомотивов и вагонов, повысить перерабатывающую способность сортировочных и грузовых станций, безопасность движения поездов, а также улучшить условия труда работников, связанных с движением поездов.

Основными системами регулирования движения поездов являются *автоблокировка, электрическая и диспетчерская централизация*, а также средства автоматики сортировочных горок. Внедрение устройств автоблокировки и диспетчерской централизации повышает пропускную способность однопутных участков на 50...60 %, двухпутных — в 3—5 раз, а оборудование станций электрической централизацией увеличивает пропускную способность станции на 50...70 %. Участковая скорость при этом на однопутных линиях возрастает на 10...30 %, на двухпутных — на 20...30 %. Кроме того, на каждые 100 км пути высвобождаются 45—55 человек. Оборудование сортировочных станций средствами механизации и автоматизации производственных процессов увеличивает перерабатывающую способность сортировочных горок на 20...30 %.

Внедрение автоматических систем регулирования движения поездов в России началось с 1930-х годов. Системы автоблокировки нашли широкое применение на двух- и однопутных линиях участков с автономной и электрической тягой. Основной системой была автоблокировка (АБ) с рельсовыми цепями переменного тока частотой 50 и 25 Гц. Главным направлением модернизации автоблокировки являлся переход к тональным рельсовым цепям (в системах АБТ, АБТЦ), а также внедрение микропроцессорной элементной базы.

В комплексе с автоблокировкой получила применение система *автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа* АЛСН, которая предотвращает проезд запрещающего сигнала и контролирует

бдительность машиниста и скорость ведения им поезда. Разработана и внедрена автоблокировка без проходных светофоров с централизованным размещением аппаратуры ЦАБ, в которой регулирование движения поездов осуществляется только средствами АЛСН. Для определения начала торможения вместе с АЛСН применяется *система автоматического управления тормозами САУТ*, которая постоянно совершенствуется. В настоящее время разработано и внедряется *комплексное локомотивное устройство безопасности* КЛУБ с бортовыми микропроцессорами взамен устройств АЛСН.

С 1946 года для регулирования движения поездов на станциях стали применять электрическую централизацию релейного типа. Затем была разработана и введена в эксплуатацию маршрутно-релейная централизация МРЦ, которая резко сократила время приготовления маршрута и существенно облегчила работу ДСП. Совершенствование этой системы привело к созданию *блочной маршрутно-релейной централизации* БМРЦ, которая с 1960 года стала типовой для крупных станций.

В настоящее время ведутся разработки и внедрение микропроцессорных систем электрической централизации, которые позволяют реализовать функции автоматизации задания маршрутов управления и контроля за объектами на станции, уменьшить материалоемкость системы и затраты на монтажные работы, использовать автоматизированные рабочие места дежурного по станции АРМ-ДСП и дежурного электромеханика АРМ-ШН. Микропроцессорные системы ЭЦ уже введены в постоянную эксплуатацию на станциях Шоссейная и Калашниково Октябрьской железной дороги.

Для диспетчерского руководства движением поездов получила распространение диспетчерская централизация ДЦ. С ее помощью обеспечиваются телеуправление стрелками и сигналами ряда промежуточных станций и контроль за ними с одного диспетчерского поста.

Первая система ДЦ была введена в эксплуатацию в 1936 г. на однопутном подмосковном участке Люберцы—Куровская.

Системы ДЦ постоянно совершенствовались в части быстродействия и емкости передаваемой емкости информации по управлению объектами и контролю за ними и элементной базы. Разработана и внедрена в эксплуатацию частотная система ДЦ «Нева», а затем более совершенная частотная система ДЦ «Луч». В настоящее время ведутся

разработки и внедрение систем ДЦ на микропроцессорной элементной базе. Примером такой системы ДЦ может служить ДЦ «Сетунь», а также система передачи команд телеуправления «СПОК» и др.

Механизация сортировочных горок началась с 1930-х годов. Затем стала внедряться *горочная автоматическая централизация* ГАЦ. В 1960-х годах был разработан комплекс устройств для автоматизации сортировочных горок, в который вошли ГАЦ, системы автоматического регулирования скорости скатывания отцепов АРС, автоматического задания скорости роспуска АЗСР и телеуправления горочным локомотивом ТГЛ. В соответствии с «Программой обновления и развития технических средств сортировочных станций и горок» создается новое поколение микропроцессорных систем, которые соответствуют современным требованиям и обеспечивают автоматизацию и механизацию практически всех технологических операций по расформированию-формированию составов на сортировочных станциях и горках.

Большое значение для регулирования движения поездов на железнодорожном транспорте имеют устройства *проводной и радиосвязи*. Устройства связи позволяют вести оперативное управление и координировать работу подразделений железнодорожного транспорта. Сеть железных дорог оборудована *поездной диспетчерской связью, а также дорожной диспетчерской связью, магистральной и дорожной связью со-вещаний*. Кроме этого, широкое применение получили участковая избирательная *телефонная связь, многоканальные системы передачи* и автоматизация местной связи. Вся первичная сеть связи как основа цифровой системы связи организуется по *волоконно-оптическим и радиорелейным линиям связи, а также линиям системы спутниковой связи*. Общетеchnологическая сеть связи (ОбТС) строится на базе цифровых автоматических телефонных станций АТС-Ц.

В перспективе предполагается их модернизировать, а технологическая сеть радиосвязи будет организована с помощью цифровой сети подвижной связи на базе разрабатываемой сотовой системы GSM-R.

Раздел I

СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Глава 1. Элементы систем регулирования движения

1.1. Классификация систем

Системы регулирования движения поездов повышают пропускную способность железных дорог, обеспечивают безопасность движения и оперативное руководство перевозочным процессом, оказывают влияние на рост производительности труда работников, связанных с движением поездов.

В зависимости от места применения системы регулирования движения подразделяются на перегонные и станционные (рис. 1.1).

Перегонные системы разрешают или запрещают отправление поезда на перегон, исключают возможность отправления поезда на занятый перегон или блок-участок.

К перегонным устройствам относятся:

- полуавтоматическая блокировка ПАБ, при которой сигналы, разрешающие поезду занять перегон, открываются при определенных действиях работников, управляющих движением поездов, а закрываются автоматически;

- автоматическая блокировка АБ, в которой управление показаниями светофоров, ограждающих блок-участки, осуществляется движущимся поездом (без участия человека);

- диспетчерский контроль за движением поездов, который помогает поездному диспетчеру оперативно руководить движением поездов на участке;

- автоматическая локомотивная сигнализация АЛС и устройства безопасности движения поездов. С помощью системы АЛС показания напольных светофоров кодовыми сигнала-

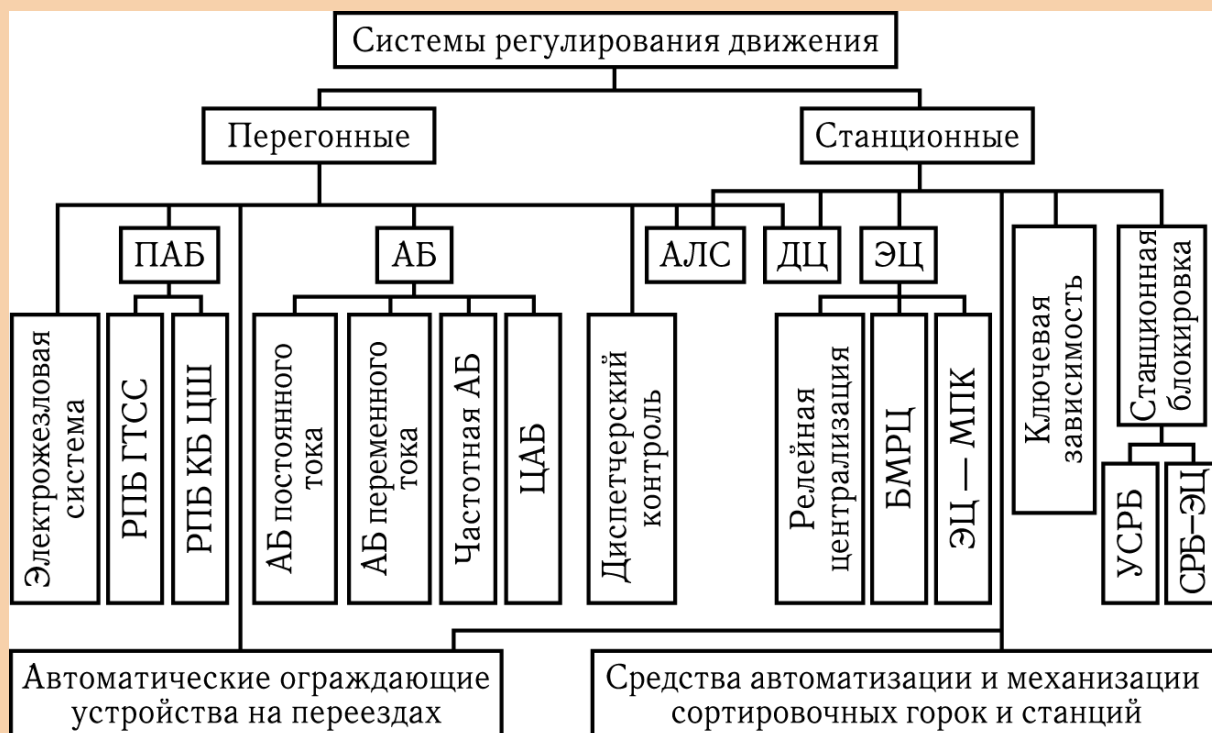


Рис. 1.1. Классификация систем регулирования движения поездов

ми передаются в кабину машиниста. Кроме этого, АЛС дополняется автоостановом с устройством проверки бдительности машиниста и контроля скорости движения поезда;

- автоматическая переездная сигнализация, а также автоматические шлагбаумы, применяемые на железнодорожных переездах для предупреждения водителей транспортных средств о приближении поезда к переезду и запрещающие движение через переезд.

Станционные системы обеспечивают взаимную зависимость стрелок и сигналов при приеме и отправлении поездов, контролируют положение стрелок, не допускают их перевод при уже заданном маршруте, замыкают их в одном из крайних положений, при оборудовании путей и стрелочных участков рельсовыми цепями, контролируют их свободу или занятость подвижным составом. К станционным устройствам относятся:

- ключевая зависимость, используемая на станциях, где сохранено ручное управление стрелками для обеспечения взаимного замыкания стрелок и сигналов посредством контрольных замков;

- **станционная блокировка**, с помощью которой осуществляется взаимное замыкание стрелок и сигналов, управляемых с разных постов;

- **электрическая централизация стрелок и сигналов ЭЦ**, обеспечивающая управление стрелками и сигналами с пульта, их взаимозависимость, контролирующую взрез стрелки и исключающую перевод стрелки под составом, а также открытие светофора на занятый путь. Разновидностями такой системы являются **релейная централизация промежуточных станций**, **блочная маршрутно-релейная централизация БМРЦ крупных станций** и **микропроцессорная ЭЦ-МПЦ**;

- **диспетчерская централизация ДЦ**, позволяющая управлять стрелками и сигналами ряда станций из одного пункта и контролировать положение стрелок, состояние занятости или свободности путей, стрелочных участков и прилегающих блок-участков, изменять показания входных и выходных сигналов в пределах диспетчерского круга;

- **средства автоматизации и механизации сортировочных станций и горок**, позволяющие управлять стрелками и горочными сигналами, регулировать скорости надвига и роспуска составов.

Автоматическая локомотивная сигнализация, диспетчерская централизация и автоматические ограждающие устройства на переездах могут регулировать движение поездов как по перегонам, так и по станциям, поэтому эти системы отнесены к перегонным и к станционным.

Из систем полуавтоматической блокировки наибольшее распространение получила релейная блокировка, в которой все маршрутные зависимости осуществляются электрическим способом, что повышает ее надежность. Наиболее совершенной системой регулирования движения поездов на перегонах является АБ, которая обеспечивает повышение пропускной способности по сравнению с ПАБ.

Среди станционных систем наиболее эффективной с точки зрения сокращения времени на приготовление маршрута является ЭЦ

стрелок и сигналов, которая по сравнению с ключевой зависимостью увеличивает пропускную способность станции на 50...70 %.

Средства механизации и автоматизации сортировочных станций и горок включают системы АРС (автоматическое регулирование скорости скатывания отцепов), ГПЗУ (горочно-программное задающее устройство), ГАЦ-МН на микропроцессорах, ГАЛС Р (горочная АЛС с передачей информации по радиоканалу и телеуправлением локомотивом) и др.

Таким образом, системы регулирования движения служат для автоматизации процессов управления и регулирования движения поездов. Эти системы постоянно совершенствуются, благодаря чему повышаются технико-экономические показатели эксплуатационной работы железнодорожного транспорта. В настоящее время в указанных системах осуществляется переход на новую элементную базу, применяются микроэлектронная и микропроцессорная техника, малогабаритные реле повышенной надежности РЭЛ.

1.2. Общие сведения об элементах систем

Любая система регулирования движения поездов состоит из отдельных элементов, связанных между собой. В этих системах используют в основном электрические элементы, в которых одна из величин (входная или выходная) или обе являются электрическими (ток, напряжение). В дальнейшем будем рассматривать только электрические элементы.

В зависимости от выполняемых функций в системах регулирования движения поездов используются следующие элементы: датчики, электрические фильтры, реле, транзисторы, стабилизаторы, усилители, дешифраторы, трансформаторы, двигатели, распределители и др.

Электрический датчик предназначен для измерения или преобразования неэлектрических величин в электрические и осуществляет качественное преобразование воздействия. Примером таких датчиков могут служить магнитная педаль ПБМ-56, с помощью которой контролируется прибытие поезда на станцию при полуавтоматической блокировке, а также в других системах регу-

лирования движения, и рельсовая цепь, с помощью которой контролируется наличие или отсутствие подвижной единицы на изолированном путевом участке.

Электрический фильтр пропускает электрические сигналы (напряжение, ток) одних частот и препятствует пропуску сигналов других частот; он осуществляет количественное преобразование воздействия, полученного от предыдущего элемента, и передачу его на последующий элемент.

Реле преобразует электрическую величину (ток, напряжение) в механическую (перемещение якоря), которая снова преобразуется в электрическую величину посредством замыкания или размыкания электрического контакта.

Трансмиссивер вырабатывает кодовые сигналы, используемые в работе систем регулирования движения поездов. **Стабилизатор** поддерживает постоянство выходной величины при изменении входной величины в известных пределах. **Усилитель** служит для повышения амплитуды электрических сигналов и осуществляет количественное преобразование воздействия. **Дешифратор** расшифровывает принятый код и передает воздействие на последующий элемент, осуществляя качественное его преобразование. **Трансформатор** осуществляет количественное преобразование напряжения. **Двигатель** преобразует электрическую энергию в механическое движение с целью воздействия на объект автоматического управления или регулирования. **Распределитель** обеспечивает распределение как во времени, так и по отдельным электрическим цепям поданную на его вход серию импульсов.

Таким образом, элементы являются составной частью систем регулирования движения, которые выполняют ответственные функции по регулированию и обеспечению безопасности движения поездов. Поэтому к элементам систем регулирования движения предъявляется ряд требований. Элементы должны быть *простыми* по конструкции и принципу действия, обладать высокой *надежностью* действия и *защищенностью* от помех, иметь малые *габаритные размеры* и массу, *легко заменяться* в системе и быть доступными для *ремонта и профилактических осмотров*. При отказе работы

элемента должны полностью исключаться в системе положения, опасные для движения поездов.

Исходя из конкретных условий эксплуатации, к элементам может предъявляться и ряд дополнительных требований. Например, к элементам, которые размещаются на локомотивах и в релейных шкафах на пути, предъявляются требования по виброустойчивости, защите от атмосферных воздействий и пыли.

1.3. Общие сведения о реле

В системах регулирования движения поездов применяются реле, с помощью которых производят различные переключения электрических цепей для осуществления схемных зависимостей между состоянием пути, положением стрелок и показанием сигнала, необходимых для обеспечения безопасности движения поездов.

Реле представляет собой элемент, в котором при плавном изменении входной величины (тока, напряжения) происходит скачкообразное изменение выходной величины (перемещение якоря у контактных реле, изменение внутреннего электрического или магнитного сопротивления у бесконтактных реле).

Большое распространение получили электрические контактные реле, в частности, электромагнитные, у которых скачкообразное изменение тока во входной цепи достигается физическим ее разрывом. Такие реле просты и надежны в работе и обеспечивают независимое переключение большого числа выходных цепей. Реле имеет два устойчивых состояния: *рабочее* (под током), при котором реле возбуждено и якорь его притянут, т.е. замкнуты верхние (фронтные) контакты; *нерабочее* (без тока), при котором реле обесточено и якорь отпущен, т.е. замкнуты нижние (тыловые) контакты.

По принципу действия реле СЦБ подразделяются на *электромагнитные*, у которых при протекании электрического тока по обмотке возникает магнитное поле, которое действует на подвижный якорь, притягивая его к сердечнику и переключая связанные с якорем контакты, и *индукционные*, которые работают под действием переменного магнитного поля, создаваемого одним элементом реле, с током, индуцированным в подвижном секторе магнитным полем другого элемента.

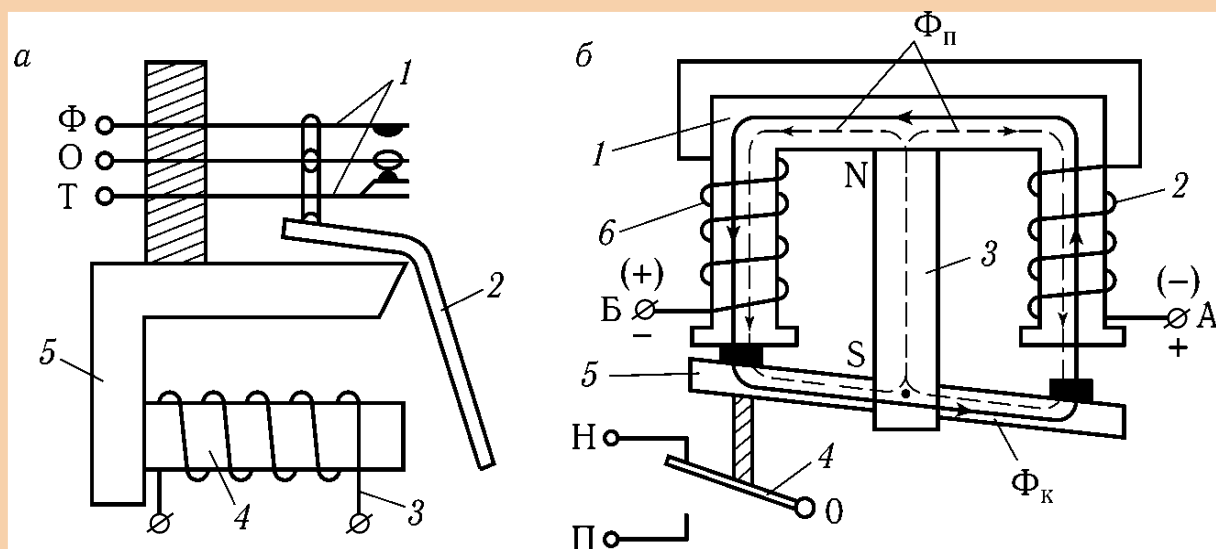


Рис. 1.2. Устройство реле

В зависимости от рода питающего тока реле могут быть постоянного, переменного и постоянно-переменного тока.

Электромагнитное реле постоянного тока (рис. 1.2, а) состоит из катушки 3, надетой на сердечник 4, ярма 5, подвижного якоря 2 и связанных с ним контактов 1. Катушка, или обмотка реле служит для создания магнитного потока, а сердечник — для его усиления. Ярмо предназначено для получения непрерывного магнитопровода, подвижной частью которого является якорь. При отсутствии тока в катушке реле якорь отпущен, замкнут нижний (тыловой) контакт О—Т. При пропускании тока в катушке создается магнитный поток, сердечник намагничивается и притягивает к себе якорь, в результате чего размыкается контакт О—Т и замыкается верхний (фронтальный) контакт О—Φ. У такого реле якорь притягивается при прохождении тока по катушке в любом направлении, поэтому это реле называют *нейтральным*.

Реле, у которого якорь переключается в зависимости от направления прохождения тока в катушке, называется *поляризованным*. Поляризованное реле (рис. 1.2, б) состоит из сердечника 1, на который надеты катушки 2 и 6, соединенные последовательно, из постоянного магнита 3, поляризованного якоря 5 и связанных с ним контактов 4. Постоянный магнит обеспечивает переключение якоря при изменении направления тока в обмотке реле и удерживает якорь в заданном положении при отсутствии тока в обмотке.

Для пояснения работы поляризованных реле применяют два термина: *прямая* и *обратная* полярность постоянного тока. У каждого реле к определенному (основному) выводу катушки подключается плюсовой полюс, а к другому выводу — минусовой полюс источника питания. При таком подключении полюсов источника питания принято считать, что ток в катушке будет проходить всегда от плюсового вывода к минусовому. Такое направление тока в катушке называется *прямой полярностью тока*, а направление тока в катушке реле при подключении к основному ее выводу минусового, а к другому — плюсового полюса источника питания называется *обратной полярностью тока*. Например, если на вывод А катушки (см. рис. 1.2, б) подается плюсовой полюс источника питания (+), а на вывод Б — минусовой (—), то направление тока в катушке от вывода А к выводу Б считается *прямой полярностью тока*. Если же к выводу Б катушки подключен плюсовой полюс источника питания (+), а к выводу А — минусовой (—), то направление тока, протекающего от вывода Б к выводу А, считается *обратной полярностью тока*.

При отсутствии тока в катушках реле якорь под действием потока Φ_{Π} постоянного магнита (показан штриховой линией) удерживается в том положении, в котором он находился в момент выключения тока. На рис. 1.2, б поляризованный якорь занимает левое положение, которое соответствует прохождению в катушках тока *прямой полярности*, и замыкает нормальный контакт О—Н. При прохождении тока *обратной полярности* в катушках создается магнитный поток Φ_K (показан сплошной линией), который имеет направление от вывода Б к выводу А, и под полюсными наконечниками сердечника взаимодействует с магнитным потоком Φ_{Π} постоянного магнита (показан штриховой линией). В левом зазоре сердечника магнитные потоки направлены навстречу друг другу, т.е. Φ_K — Φ_{Π} , в правом — в одну сторону, т.е. Φ_K + Φ_{Π} . Якорь под действием более сильного магнитного поля переключается вправо, замыкая переведенный контакт О—П.

При прохождении тока *прямой полярности* происходит изменение направления магнитного потока Φ_K , отчего в правом зазоре магнитный поток Φ_{Π} вычитается из Φ_K , а в левом Φ_{Π} и Φ_K складываются, как показано на рис. 1.2, б. Вследствие увеличения магнит-

ного поля у левого сердечника якорь переключается к левому сердечнику, замыкая нормальный контакт О—Н.

Включение реле характеризуется напряжением (током) срабатывания, при котором происходит притяжение якоря и замыкание фронтных контактов. Выключение реле характеризуется напряжением (током) отпускания, при котором происходит отпускание якоря и замыкание тыловых контактов.

К конструкции реле предъявляют высокие требования надежности, долговечности и четкости работы, так как от правильной работы реле зависят безопасность движения поездов и бесперебойное действие систем регулирования движения.

По надежности действия реле бывают первого (I) и низшего классов надежности. Класс надежности определяется сочетанием следующих основных факторов: наличием гарантии возврата якоря под действием собственного веса при выключении тока в обмотке реле, степенью несвариваемости фронтных контактов, состоянием контактной системы — открытая или закрытая.

К реле I класса надежности относятся такие, у которых возврат якоря при выключении тока в обмотке обеспечивается с максимальной гарантией под действием веса якоря, а для контактных поверхностей применяются несвариваемые материалы, контактная же система закрытая. Такие реле применяются во всех ответственных схемах, обеспечивающих безопасность движения, без дополнительного схемного контроля отпускания якоря реле.

К реле низших классов надежности относятся такие, у которых отпускание якоря гарантируется в меньшей степени и происходит под действием веса якоря и реакции контактных пружин, и у которых возможно сваривание контактов. Эти реле используют в схемах, непосредственно не связанных с обеспечением безопасности движения поездов (в схемах контроля и индикации). Если такие реле применяют в ответственных цепях, то обязателен схемный контроль притяжения и отпускания якоря реле.

По числу рабочих позиций реле делятся на *двух-* и *трехпозиционные*. По числу контактных групп реле бывают *одноконтактные* (с одной контактной группой) и *многоконтактные* (с двух-, четырех-, шести- и восьмиконтактными группами), а также *одно-*, *двух-* и *многообмоточные*. По времени срабатывания реле подразделя-

ют на: *быстродействующие* — с временем срабатывания на притяжение и отпускание якоря до 0,03 с; *нормальнодействующие* — с временем срабатывания до 0,2 с; *медленнодействующие* — с временем срабатывания до 1,5 с; временные — с временем срабатывания свыше 1,5 с.

По мощности, необходимой для срабатывания реле (притяжение якоря реле), реле подразделяют на *маломощные*, у которых мощность срабатывания 1...3 Вт; *средней мощности* 3...10 Вт; *мощные* — более 10 Вт.

В эксплуатируемых системах регулирования движения используются в основном *штепсельные реле*, которые отличаются от реле с контактно-болтовым соединением конструкцией и способом включения в схемы.

Реле СЦБ имеют определенное условное обозначение (маркировку), состоящее из букв и цифр, занимающих определенное место в обозначении. Первая буква или сочетание двух первых букв в обозначении указывает на физический принцип действия реле: Н — нейтральное, П — поляризованное, К — комбинированное, СК — самоудерживающее комбинированное, И — импульсное, ДС — двухэлементное секторное (индукционное реле переменного тока). Буква М, стоящая на втором месте в условном обозначении штепсельных реле, указывает на малогабаритное исполнение реле. У реле, предназначенных для использования в автоблокировке, на первом месте стоят две буквы АН: первая буква А указывает на то, что реле автоблокировочное малогабаритное, а вторая буква — на принцип действия реле. У пусковых реле в условном обозначении имеется буква П, а у реле с выпрямителем — буква В. Штепсельное соединение реле с другими приборами обозначается буквой Ш.

В обозначении медленнодействующих реле присутствует дополнительная буква: М — обозначает реле с замедлением на отпускание якоря с помощью медной гильзы, Т — реле с замедлением на срабатывание с помощью термoeлемента.

После указанных букв ставится цифра, характеризующая число контактных групп (НМШ1, АНШ2, НМПШ3 и т.д.). Второе число, отделенное дефисом, обозначает сопротивление обмотки реле постоянному току в омах (НМШМ2—640, НМПШ2—400 и т.д.).

У некоторых типов реле эта система обозначений не выдерживается. Так, в обозначении аварийных и огневых реле (АСШ, ОМШ) первая буква характеризует назначение реле.

Наряду с электрическими контактными реле все большее применение получают полупроводниковые приборы релейного действия (бесконтактные реле) и микроэлектронные приборы, использующие интегральные микросхемы и микропроцессорную технику.

1.4. Реле постоянного тока

Реле постоянного тока по принципу действия являются электромагнитными, а по конструкции подразделяются на следующие типы:

Нейтральные реле НМШ, НШ, АНШ. Это двухпозиционные реле с одним якорем, который притягивается к полюсам катушек при прохождении через них постоянного тока в любом направлении, т.е. реле нейтральны к полярности постоянного тока. Все эти реле относятся к 1 классу надежности и могут быть нормально- и медленнодействующими. По принципу действия относятся к электромагнитным.

Нейтральное малогабаритное штепсельное реле типа НМШ (рис. 1.3, а) состоит из сердечника 4 с надетыми на него катушками 5 и 6, Г-образного ярма 2 и якоря 7 с противовесом 3. Бронзовый упор

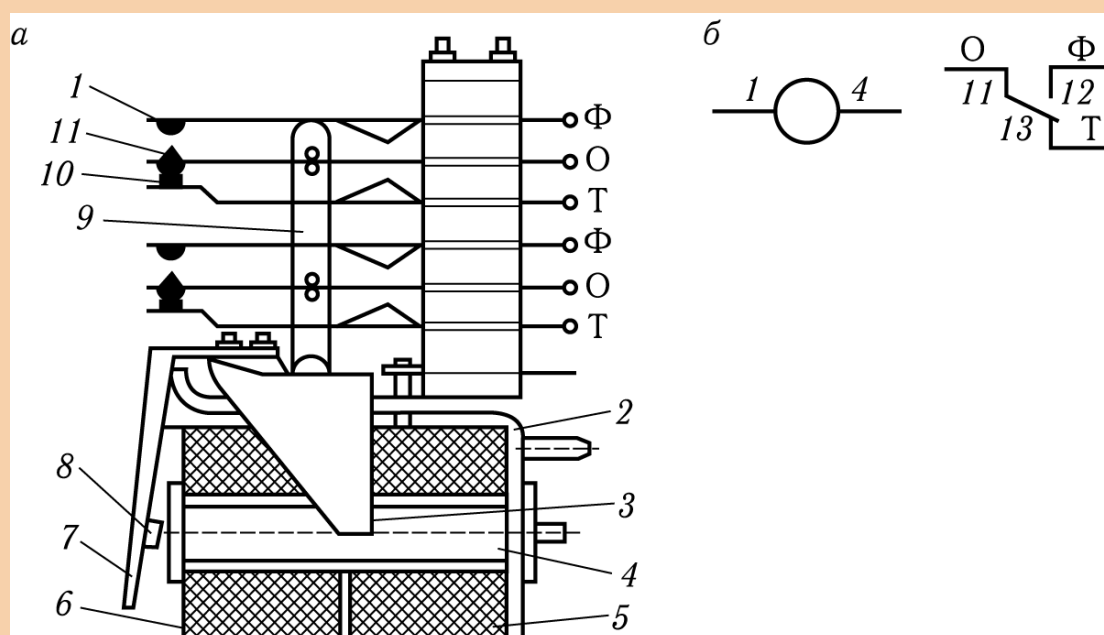


Рис. 1.3. Нейтральное реле НМШ

8 на якоре исключает его залипание, так как он препятствует касанию якоря в притянутом положении к полюсу сердечника 4. Якорь двумя тягами 9 управляет контактной системой. Фронтные контакты Ф-1 изготавливают из угля с серебряным наполнением, а общие О 11 и тыловые Т 10 — из серебра. Такое сочетание мате-

риалов исключает сваривание фронтных контактов с общими при пропускании по ним тока значительной величины.

Условное обозначение реле и его контактов, а также нумерация контактов показаны на рис. 1.3, б.

Реле РЭЛ (рис. 1.4) имеет две независимые обмотки 2, каждая из которых состоит из двух катушек, расположенных на разных сердечниках. Магнитная система реле разветвленная, содержит якорь 5, ярмо 1 и два сердечника 11, на каждом из которых расположено по две катушки. Якорь закреплен на ярме при помощи скобы 6 и может свободно поворачиваться при работе реле. На якоре прикреплена бронзовая пластина 4, которая обеспечивает зазор между якорем и обоими сердечниками. Для утяжеления якоря имеются два груза 3, которые закреплены на якоре изгибом планки 7.

Контактная система содержит восемь независимых контактов. Каждый переключающий контакт состоит из фронтного 8, подвижного 9 и тылового 10 контактов. Контактная система выполнена в виде отдельного узла, закрепленного на ярме. Контакты размещены в один ряд. Реле закрыто прозрачным колпаком и запломбировано.

Поляризованное реле ИМШ. Оно двухпозиционное, имеет в магнитной системе постоянный магнит, под действием которого якорь переключается из одного положения в другое в зависимости от направления тока в обмотке реле. Реле ИМШ быстродействующее и не относится к реле 1 класса надежности. Оно предназначено для

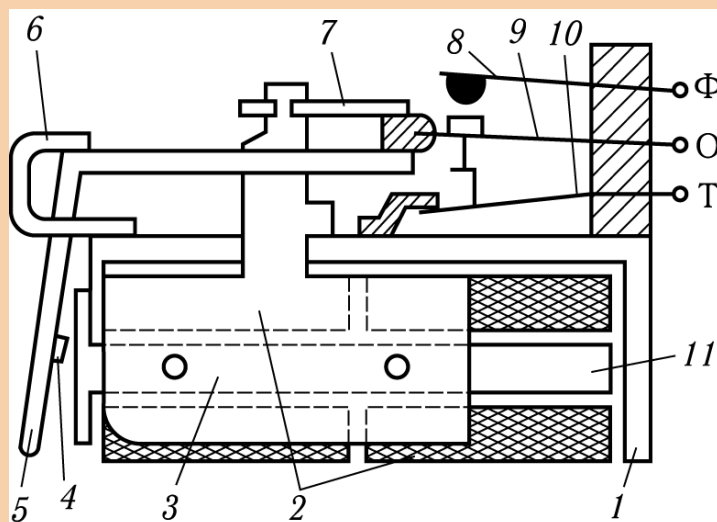


Рис. 1.4. Реле типа РЭЛ

импульсной работы, их магнитная система может выполняться с нейтральной регулировкой якоря и с регулировкой на преобладание, т.е. с возвращением его в исходное положение при выключении тока.

Поляризованные импульсные реле нашли широкое применение в устройствах СЦБ в качестве путевых реле в перегонных рельсовых цепях, так как они обладают высокой чувствительностью и большой скоростью срабатывания от импульсов тока. Импульсные реле в цепях постоянного тока благодаря регулировке положения якоря в магнитной системе могут работать от токов одного направления или токов разных направлений, т.е. обладают избирательностью к направлению постоянного тока. В устройствах СЦБ наибольшее распространение получили импульсные малогабаритные штепсельные реле типа ИМШ.

Импульсное малогабаритное реле ИМШ. Оно состоит (рис. 1.5, а) из постоянного магнита 2, катушки 3, внутри которой расположен легкий якорь, укрепленный снизу на металлическом основании 8 с подвижными контактами 6, магнитопровод 4 с четырьмя полюсными наконечниками 1 в виде винтов. Детали магнитной системы смонтированы на корпусе 7 и закрыты колпаком с ручкой. Контактная система состоит из контактов неподвижных 5 и подвижных 6. Переключение якоря и контактов происходит при прохождении через катушку импульса тока. Условное обозначение импульсного реле

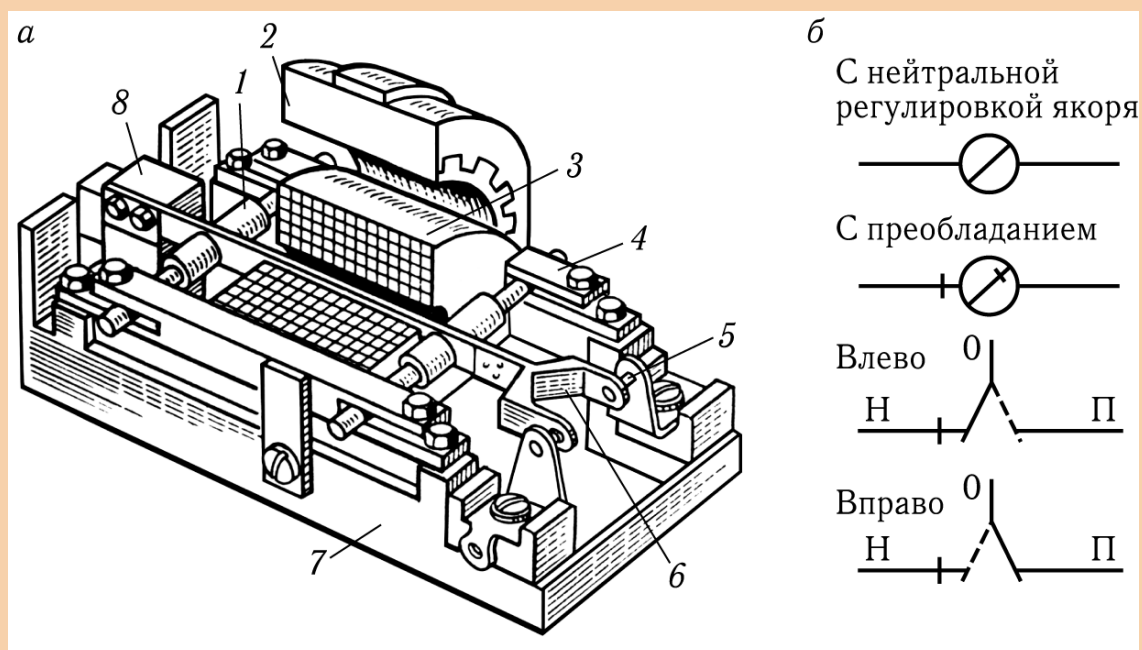


Рис. 1.5. Импульсное реле ИМШ

и его контактов показаны на рис. 1.5, б, где плюсовой вывод обмотки реле и положение контакта Н, замыкающегося при прохождении тока прямой полярности, изображены вертикальной чертой.

Действие импульсного реле аналогично поляризованному, однако при удалении от нейтральной линии верхнего и нижнего левого полюсных наконечников получается регулировка реле с преобладанием влево, а при удалении от нейтральной линии верхнего левого и правого нижнего полюсных наконечников — с преобладанием вправо. В этом случае импульсное реле будет работать только от импульсов определенной полярности и не срабатывать от импульсов другой полярности. Настройка реле на работу с магнитным преобладанием якоря производится посредством смещения винтов полюсных наконечников *1* от нейтральной линии. Это свойство импульсного поляризованного реле используется в импульсных рельсовых цепях постоянного тока для защиты от ложного срабатывания при замыкании изолирующих стыков в смежных рельсовых цепях.

В качестве приемника импульсов переменного тока еще применяется импульсное малогабаритное штепсельное реле ИМВШ-110. Отличительной особенностью этого реле по сравнению с реле ИМШ является то, что внутри ИМВШ-110 на корпусе закреплена панель с выпрямителем, состоящим из четырех кремниевых диодов. Кроме этого, свойство избирательности к направлению тока импульсного поляризованного реле у реле ИМВШ не используется, так как переменный ток поступает в обмотку через выпрямитель, т.е. всегда в одном направлении.

В настоящее время вместо реле ИМВШ распространение получило реле ИВГ (импульсное с выпрямительной приставкой герконовое). Оно имеет нейтральную систему. На полюсном наконечнике сердечника установлен ртутный магнитоуправляемый геркон (герметизированный контакт). Геркон (рис. 1.6) состоит из стеклянного баллона 5, по концам которого впаяны неподвижные 4, 3 и подвижная 1 плоские контактные пружины.

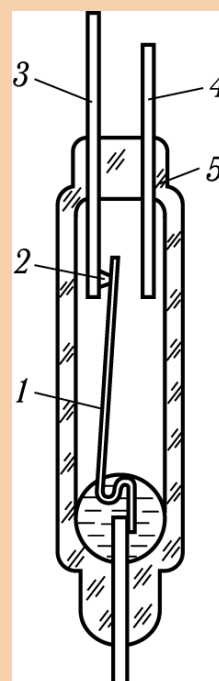


Рис. 1.6. Устройство геркона

При воздействии магнитного поля подвижная контактная пружина 1 перемещается, размыкая тыловой и замыкая фронтowej контакты. На контактную поверхность 2 при работе геркона по капиллярам подвижной контактной пружины 1 постоянно поступает ртуть. Смазывание контактов ртутью обеспечивает их низкое и стабильное переходное сопротивление. Контактные пружины геркона герметизированы и не подвергаются окислению и загрязнению, поэтому геркон обладает высокой надежностью. Число срабатываний герконового реле в десятки и даже сотни раз больше, чем у обычного электромагнитного реле.

Комбинированные реле КМШ, КШ. Они трехпозиционные с нейтрально поляризованной системой, имеющей один нейтральный и один поляризованный якорь. Нейтральный якорь этих реле устроен и работает так же, как и у нейтральных реле, т.е. его переключение не зависит от полярности постоянного тока в обмотке реле. Переключение поляризованного якоря из одного положения в другое у таких реле происходит в зависимости от направления тока в обмотке реле. При возбуждении комбинированных реле первым срабатывает поляризованный якорь, а затем притягивается нейтральный якорь, а при смене полярности тока в обмотке реле происходит кратковременное отпускание якоря. Комбинированные реле по времени срабатывания относятся к нормально действующим.

Комбинированное малогабаритное реле типа КМШ. Оно состоит (рис. 1.7, а) из двух катушек 1 и 4, надетых на сердечники 2, нейтрального якоря 7 и постоянного магнита 3, с которым связан поляризованный якорь 5. Нейтральный и поляризованный якоря с помощью тяг 6 и 8 переключают контакты. Условные обозначения комбинированного реле и его контактов показаны на рис. 1.7, б.

Если ток в катушках реле отсутствует, то поляризованный якорь занимает всегда одно из крайних положений, а именно то, в котором он находился в момент выключения тока; нейтральный якорь при этом отпущен. Магнитный поток постоянного магнита разветвляется на два параллельных магнитных потока $\Phi_{п1}$ и $\Phi_{п2}$. Так как поляризованный якорь находится в крайнем левом положении, то благодаря меньшему воздушному зазору слева магнитный поток $\Phi_{п1}$ в этом сердечнике получает приращение $\Phi_{п}$ и за счет этого превышает магнитный поток $\Phi_{п2}$ в правом сердечнике. Из-за разности

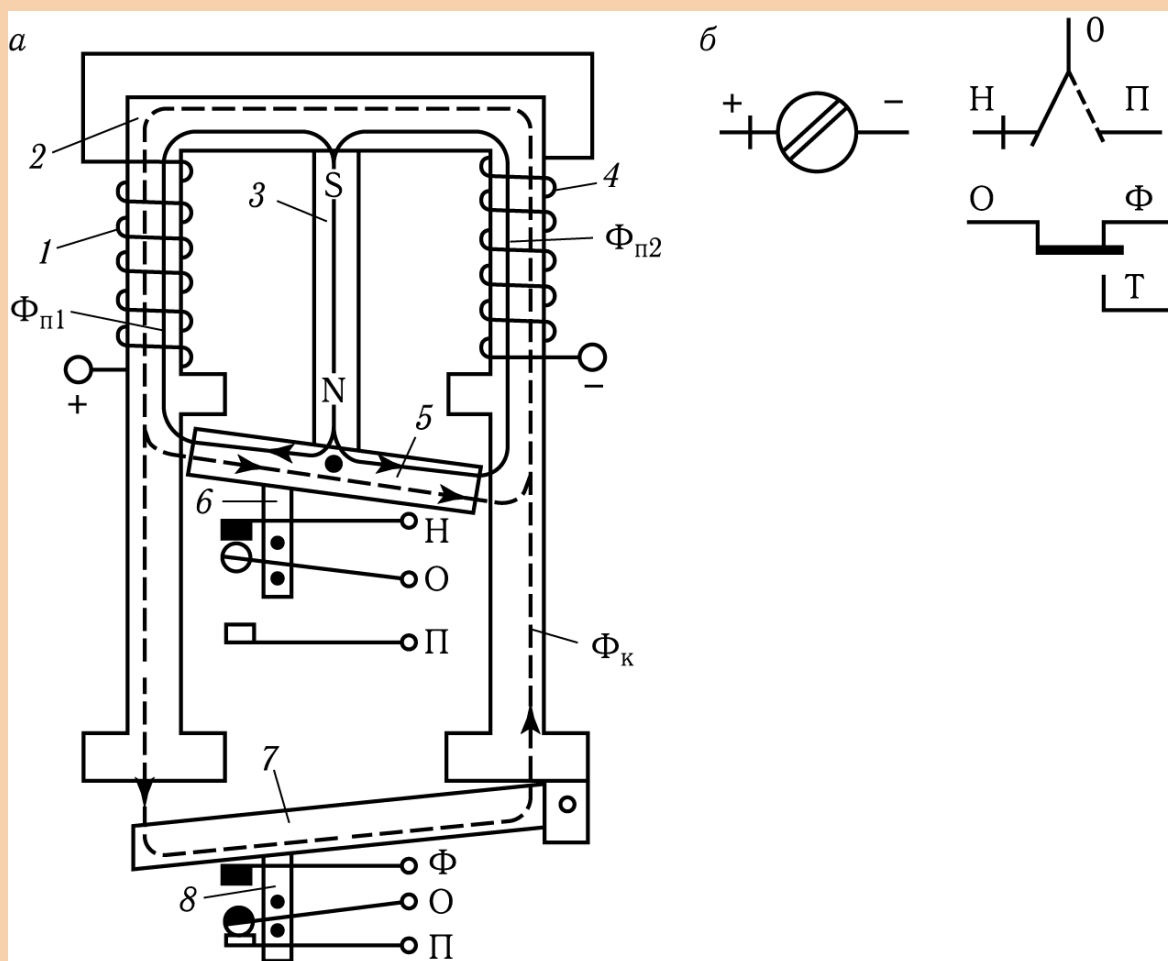


Рис. 1.7. Комбинированное реле КМШ

этих потоков якорь удерживается у левого сердечника. При пропускании тока через катушки в сердечниках возникает магнитный поток Φ_k , который разветвляется по двум параллельным ветвям: через нейтральный и поляризованный якоря. Магнитный поток Φ_k в правом сердечнике совпадает по направлению с магнитным потоком $\Phi_{п2}$, а в левом сердечнике направлен навстречу магнитному потоку $\Phi_{п1}$, поэтому в правом сердечнике магнитный поток усиливается ($\Phi_{п2} + \Phi_k$), а в левом — ослабляется ($\Phi_{п1} - \Phi_k$). Вследствие этого поляризованный якорь переключается в правое положение, замыкая общие контакты с переведенными. Затем под действием части потока Φ_k , проходящего через нейтральный якорь, он притягивается, замыкая общие контакты с фронтowymi.

Изменение направления тока в катушках реле вызывает изменение направления магнитного потока Φ_k , что приводит к усилению магнитного потока в левом сердечнике и ослаблению в правом, в

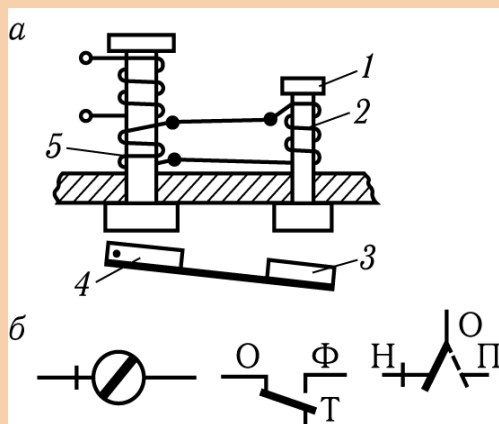


Рис. 1.8. Самоудерживающее комбинированное реле

результате чего поляризованный якорь притянется к левому сердечнику, а нейтральный якорь будет кратковременно отпадать, а затем вновь притягиваться из-за перемагничивания сердечников.

Самоудерживающее комбинированное реле СКШ, СКПШ. Оно трехпозиционное с магнитной системой, аналогичной магнитной системе комбинированного реле, но дополненной самоудерживающей магнитной системой для удержания нейтрального якоря в притяннутом положении в момент изменения направления тока в основных катушках реле.

Самоудерживающая система представляет собой электромагнитное реле, установленное в нижней части контактов нейтрального якоря. Якорь удерживающего электромагнита шарнирно связан специальной тягой с нейтральным якорем основной магнитной системы реле.

Рассмотрим принцип действия самоудерживающего комбинированного реле на примере рис. 1.8, а. При изменении направления тока в катушках реле магнитный поток изменяется, в результате чего в дополнительной обмотке 5 возникает ЭДС, которая создает импульс тока в катушке 2 удерживающего электромагнита 1. Поэтому якорь 3 последнего и связанный с ним жесткой тягой нейтральный якорь 4 некоторое время удерживаются в притяннутом положении. Этого времени достаточно, чтобы при изменении полярности тока в катушках реле нейтральный якорь не был отпущен.

Условное обозначение самоудерживающего комбинированного реле и его контактов показаны на рис. 1.8, б.

Кодовые реле КДРШ — двухпозиционные с одним нейтральным якорем, работающим независимо от направления тока в обмотке реле. Эти реле относятся к низшему классу надежности действия, а по времени срабатывания могут быть нормально- и медленнодействующими.

Кодовые реле КДР, КДРШ представляют собой электромагнитные реле постоянного тока облегченной конструкции. В кодовых

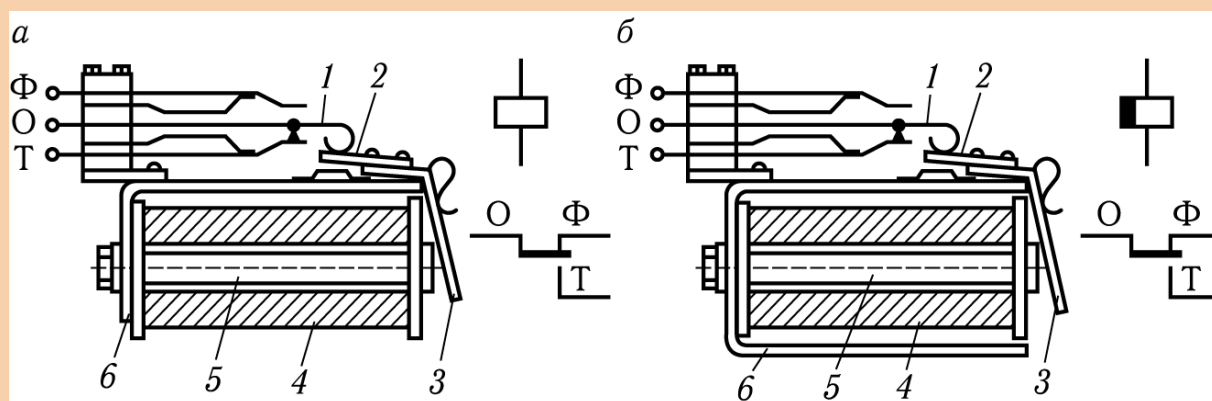


Рис. 1.9. Кодовые реле

реле используются три разновидности магнитной системы: неразветвленная с Г-образным ярмом (рис. 1.9, а), разветвленная с П-образным ярмом (рис. 1.9, б) и усиленная разветвленная в медленнодействующих реле.

Реле типа КДР (см.рис. 1.9, а) состоит из круглого сердечника 5 с надетой на него катушкой 4, ярма 6, якоря 3, контактных пружин 1. Переключение контактов осуществляется бакелитовой пластинкой 2, жестко связанной с якорем. При протекании тока через катушку якорь притягивается к сердечнику, пластинка и пружина поднимаются вверх, размыкая и замыкая фронтальные контакты. При выключении тока якорь под действием давления контактных пружин отпадает. Фронтальные контакты размыкаются, а тыловые замыкаются.

Реле КДРШ по конструкции аналогичны реле КДР, но имеют штепсельное включение. На базе кодовых реле типа КДРТ сконструированы **трансмиттерные реле Т**, которые предназначены для передачи сигнальных кодов в рельсовые цепи в устройствах автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации. Трансмиттерное реле ТШ-65В работает от импульсов постоянного тока: $U = 12 \text{ В}$, а реле ТШ-2000В работает от импульсов переменного тока напряжением 110 или 220 В. Отличительной особенностью трансмиттерных реле от кодовых является наличие усиленных контактов и их схемной защиты, обеспечивающей бездуговое коммутирование, благодаря чему эти реле более надежны в эксплуатации, чем кодовые реле.

Все реле постоянного тока рассчитаны для работы в электрических цепях напряжением 12 или 24 В. Некоторые реле постоянного тока используют для работы в цепях переменного тока. К таким реле относятся реле типа НМВШ и АНВШ, АОШ и ОМШ, АПШ и АСШ,

ИМВШ. По принципу действия и конструкции эти реле аналогичны соответствующим типам реле постоянного тока. Отличие состоит в том, что внутри этих реле установлены выпрямительные элементы, которые преобразуют переменный ток в постоянный. В обозначениях этих реле внутри кружочка, изображающего обмотку реле, показывается условное обозначение выпрямительного элемента.

Основными электрическими характеристиками перечисленных типов реле являются: напряжение или ток полного подъема якоря; напряжение переброса поляризованного якоря; напряжение или ток отпускания якоря.

1.5. Реле переменного тока

В устройствах железнодорожной автоматики и телемеханики применяют двухэлементные секторные реле переменного тока типа ДСШ. Эти реле используются в качестве путевых в рельсовых цепях переменного тока частотой 50 и 25 Гц. По принципу действия двухэлементные секторные реле относятся к индукционным. Магнитная система реле выполняется на сердечниках из листовой стали для уменьшения потерь на гистерезис. Эти реле относятся к реле 1 класса надежности, а по времени срабатывания — к нормальнодействующим.

Двухэлементное секторное реле ДСШ со штепсельным включением (рис. 1.10, *а*) состоит из электромагнитной системы, представляющей собой два разных по назначению железных сердечника с намотанными на них обмотками. Один из них называется местным элементом, другой — путевым. Эти элементы располагаются симметрично один относительно другого.

Местный элемент состоит из Ш-образного сердечника 1 с обмоткой 2, которая подключается к местному источнику переменного тока напряжением 110—220 В. Путевой элемент состоит из сердечника 8 с обмоткой 9, которая подключается через рельсовую цепь к путевому трансформатору. Между полюсами сердечников местного и путевого элемента располагается алюминиевый сектор 4, который вращается на оси и при помощи коромысла 3 и тяги 5 управляет контактной системой 6. В реле имеются упорные ролики 7 и 10, ограничивающие движение сектора соответственно вниз и вверх.

Принцип действия реле основан на взаимодействии магнитного потока путевого элемента с током, индуцированным в секторе магнитным потоком местного элемента. Когда один из элементов реле находится без тока, то сектор под действием собственного веса находится в нижнем крайнем положении и своим ребром нажимает на нижний упорный ролик. При прохождении переменного тока по катушке местного элемента магнитный поток, созданный током местного элемента, пересекая сектор, наводит в нем ЭДС, отстоящую по фазе на 90° от вызвавшего его потока. В результате этого в секторе возникают вихревые токи, которые проходят под полюсами путевого элемента, вступают во взаимодействие с его магнитным потоком и создают вращающий момент, стремящийся повернуть сектор. К аналогичным результатам приводит взаимодействие вихревых токов, созданных магнитным потоком путевого элемента, с магнитным потоком местного элемента. При равенстве магнитных потоков и совпадении их по фазе силы взаимодействия магнитных потоков и

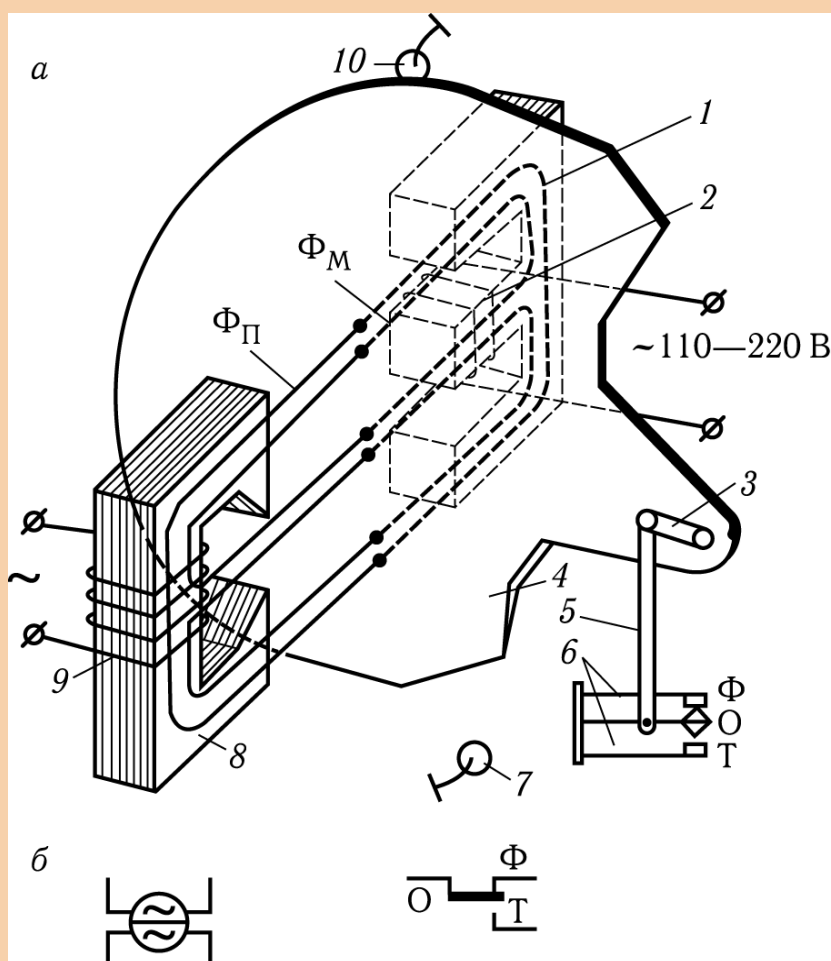


Рис. 1.10. Устройство и работа реле ДСШ

вихревых токов будут равны и противоположно направлены, в результате чего сектор останется в нижнем положении.

Для приведения сектора во вращение в направлении его подъема необходимо создать определенный сдвиг фаз между магнитными потоками местного и путевого элементов или между их токами. Таким образом, максимальный вращающий момент будет при угле сдвига фаз $\varphi = 90^\circ$ между токами или магнитными потоками в местном и путевом элементах. Этот вращающий момент перемещает сектор в верхнее положение. Вместе с сектором поворачиваются коромысло и тяга, которая переключает контакты: размыкает тыловые Т и замыкает фронтовые Ф. При выключении тока в путевом элементе магнитный поток исчезает, и под действием собственного веса сектор опустится вниз и возвратит контакты в исходное положение: разомкнет фронтовые Ф и замкнет тыловые Т.

Условные обозначения реле ДСШ и его контактов приведены на рис. 1.10, б. Основным достоинством реле ДСШ является надежная фазовая избирательность, поэтому эти реле называют фазочувствительными. Свойство избирательности надежно исключает ложное срабатывание фазочувствительного путевого реле от источника питания смежной рельсовой цепи при замыкании изолирующих стыков, так как путевые обмотки реле включаются таким образом, чтобы положительный вращающий момент и подъем сектора вверх создавались только от тока своей рельсовой цепи.

Кроме этого, фазочувствительные реле обеспечивают надежную защиту от влияния помех тягового тока, отличающихся по частоте от тока сигнальной частоты всего на несколько герц. Фазочувствительные реле срабатывают от тока той частоты, что и частота тока в обмотке местного элемента, при определенных фазовых соотношениях между ними.

1.6. Трансмиттеры и электронные приборы

Трансмиттеры используются в устройствах автоматики и телемеханики в качестве датчиков импульсов. Они служат для преобразования непрерывного постоянного или переменного тока в импульсный. Наибольшее распространение получили маятниковые МТ и кодовые трансмиттеры КПТ.

Маятниковые трансмиттеры МТ. Они вырабатывают равномерные импульсы постоянного тока. Трансмиттер МТ-1 используется для импульсного питания рельсовых цепей, а МТ-2 служит для получения мигающего режима горения огней светофоров в устройствах ЭЦ, АБ и переездной сигнализации. Трансмиттер МТ-2 отличается от МТ-1 длительностью вырабатываемых импульсов и интервалов. Маятник трансмиттера МТ-1 за 1 мин. совершает 105 ± 10 колебаний, а МТ-2 — 40 ± 2 колебания.

Маятниковый трансмиттер (рис. 1.11, а) представляет собой электромагнитный механизм постоянного тока с качающимся якорем. Основными его частями являются: магнитопровод 1 с катушками, якорь 2, на оси 3 которого находятся маятник 7 и гетинаксовые кулачковые шайбы 4, 5, 6.

Ось якоря О1—О2 повернута относительно оси М1—М2 и вертикальной оси маятника. Когда в обмотках электромагнита тока нет, маятник 7 занимает вертикальное положение, а кулачковая шайба 4 замыкает управляющий контакт УК, образуя цепь питания обмоток.

При нажатой кнопке К сердечники трансмиттера намагничиваются и якорь 2 поворачивается, стремясь к совмещению своей оси О1—О2 с осью магнитопровода М1—М2. Вместе с якорем поворачиваются маятник 7 (вправо) и все кулачковые шайбы, вследствие чего шайба 4 размыкает контакт УК и, следовательно, цепь питания обмотки электромагнита, а шайбы 5 и 6 замыкают контакты 31—32 и 41—42. При исчезновении магнитного поля маятник 7 по инерции продолжает движение. Достигнув максимального отклонения, он начинает движение в обратном направлении и по инерции отклоняется вправо на некоторый угол от вертикального по-

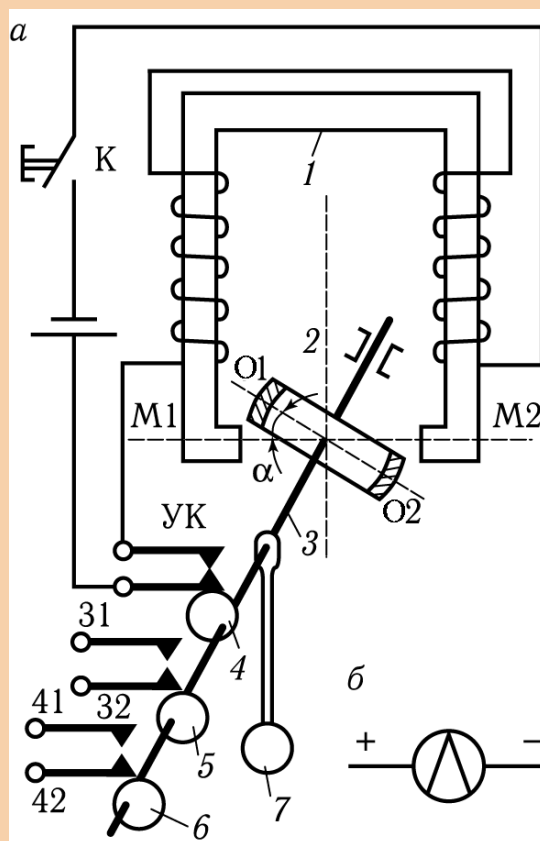


Рис. 1.11. Маятниковый трансмиттер МТ-1

ложения. В тот момент, когда маятник 7 проходит вертикальное положение, управляющий контакт УК замыкается и через обмотку электромагнита опять протекает ток, создающий магнитный поток, а контакты 31—32 и 41—42 размыкаются. Якорь 2 под действием магнитного поля вновь повернется, стремясь занять положение М1—М2, раскачивая маятник. Таким образом, возникают незатухающие колебания маятника трансмиттера. При работе трансмиттера происходит поочередное замыкание и размыкание контактов 31—32 и 41—42, которые формируют равномерные импульсы постоянного тока.

Условное обозначение маятникового трансмиттера в электрических схемах показано на рис. 1.11, б.

Кодовые путевые трансмиттеры КПТ. Их применяют в устройствах кодовой автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации для преобразования непрерывного переменного тока в кодовые импульсы для питания рельсовых цепей. КПТ выпускаются нескольких типов, различающихся частотой переменного тока, от которого работает электродвигатель, и продолжительностью кодовых циклов, вырабатываемых трансмиттером.

Трансмиттер КПТ (рис. 1.12, а) состоит из однофазного асинхронного двигателя 1 переменного тока, редуктора, состоящего из червяка 2, червячного колеса 3, трех кулачковых шайб 4, 5, 6, имеющих выступы и впадины, и контактной системы 7. Двигатель через редуктор приводит во вращение кодовые кулачковые шайбы 4, 5, 6, отличающиеся одна от другой числом выступов и впадин. По поверхности этих шайб катятся ролики, укрепленные на нижних контактных пружинах. Кулачковая шайба 4 за один оборот создаст три замыкания контактов, вырабатывая числовой код, состоящий из трех импульсов и трех интервалов в цикле. Такой код (рис. 1.12, б) называется кодом З (зеленого огня). Кулачковая шайба 5 за один оборот замыкает контакты два раза, вырабатывая числовой код, состоящий из двух импульсов и двух интервалов в цикле. Такой код называется кодом Ж (желтого огня). Кулачковая шайба 6 за один кодовый цикл (пол-оборота шайбы) вырабатывает числовой код, состоящий из одного импульса и одного интервала. Такой код называется кодом КЖ (красно-желтого огня).

Существенными недостатками контактных реле и трансмиттеров являются зависимость срока службы от числа срабатываний и

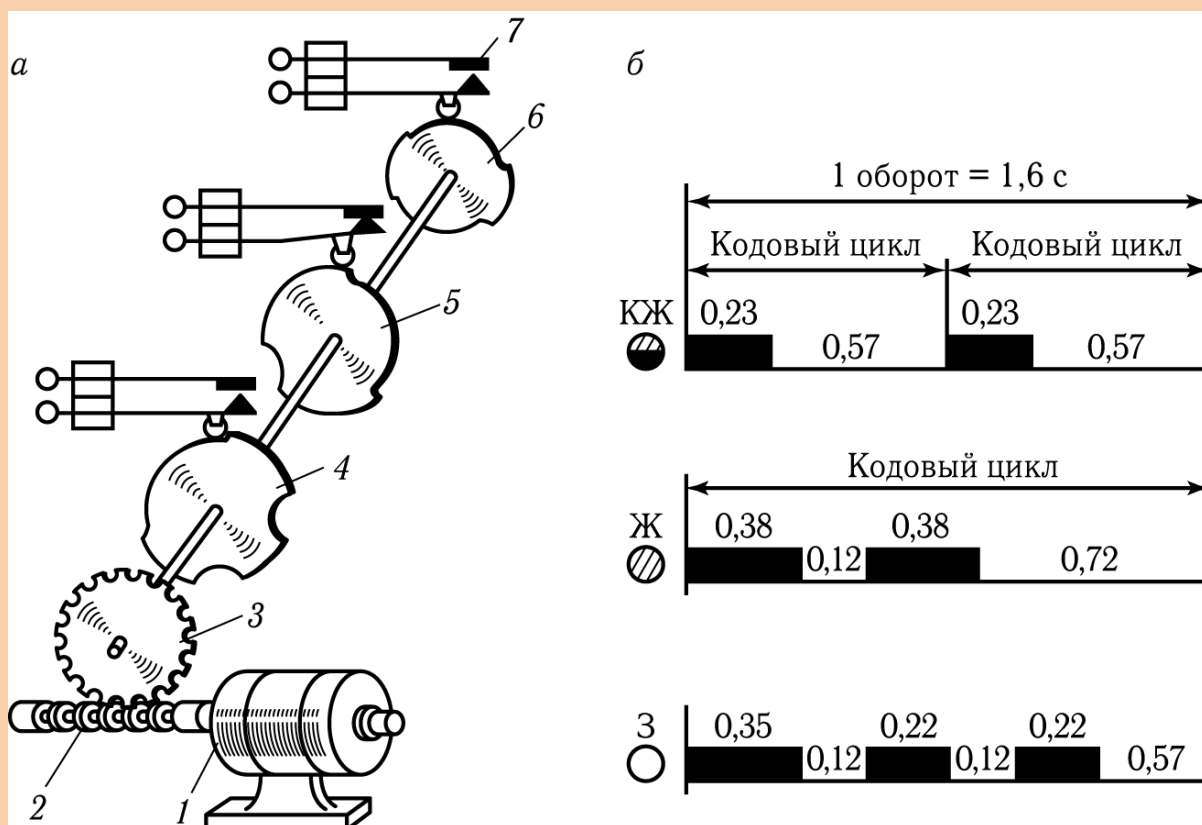


Рис. 1.12. Кодовый путевого трансмиситтер

недостаточное быстродействие из-за наличия механических перемещений при работе этих приборов. Указанные недостатки можно устранить применением электронных приборов, у которых отсутствуют подвижные трущиеся элементы.

В настоящее время электронные приборы получают все большее внедрение в устройствах СЦБ. Элементами электронных приборов служат диоды, транзисторы, тиристоры, стабилитроны, логические элементы, интегральные микросхемы, микропроцессоры.

Примерами применения таких элементов могут служить следующие электронные приборы:

- **бесконтактный коммутатор тока (БКТ)**, который является более современным переключающим устройством для коммутации кодового тока в рельсовых цепях переменного тока частотой 25 и 50 Гц. Он состоит из двух тиристоров и управляющей цепи. Принцип действия этого прибора аналогичен принципу действия бесконтактного реле;

- **микроэлектронный датчик импульсов (ДИМ)**, который выпускается взамен маятниковых трансмиситтеров МТ-1, МТ-2;

• **бесконтактный кодовый путевой трансмиттер (БКПТ)**, который применяется в системах кодовой автоблокировки и служит для формирования числовых кодов КЖ, Ж, и З с помощью полупроводниковых приборов и логических элементов.

Логические элементы, которые осуществляют логические зависимости. Каждый логический элемент имеет входы, на которые поступают сигналы, управляющие его работой, и выходы, с которых снимаются выходные сигналы. Уровень выходного сигнала зависит от уровня входного сигнала. Такие зависимости между входными и выходными сигналами называются логическими, а элементы, которые осуществляют эти зависимости, — логическими схемами. В них используются элементы, которые могут находиться в двух различных состояниях. Например, транзистор или тиристор может находиться в открытом или закрытом состоянии; на входе схемы либо есть сигнал (1), либо он отсутствует (0).

Основными логическими схемами являются схемы логического умножения И, логического сложения ИЛИ и отрицания НЕ. Схемы И и ИЛИ имеют несколько входов и один выход. У схемы И на выходе появится 1, если на всех его входах будут 1. Отсутствие 1 хотя бы на одном входе вызывает появление на выходе 0. В схеме ИЛИ на выходе появится 1, если хотя бы на одном из входов будет 1. Если на всех входах будет 0, то на выходе также появится 0. Схема НЕ при подаче на вход 1 (0) обеспечивает появление на выходе обратного (инверсного) значения 0 (1).

Широкое применение находят интегральные микросхемы (ИМС), имеющие высокую плотность элементов. Интегральная схема — это микроэлектронное изделие из монокристалла, выполняющее преобразование и обработку большого числа сигналов. Оно состоит из множества элементов, изготовленных в едином технологическом цикле. Применение ИМС и микропроцессоров позволяет значительно снизить размеры и массу электронных устройств, повысить надежность действия систем, снизить потребление электроэнергии.

Микросхемы и микропроцессоры применяют в автоматической локомотивной сигнализации (АЛСН-ЕН), микропроцессорных системах АБ и ЭЦ, горочных устройствах автоматики и в других системах регулирования движения поездов.

Глава 2. Светофоры

2.1. Назначение, виды и места установки светофоров

Светофор является одним из основных сигналов, которые служат на железнодорожном транспорте для обеспечения безопасности и четкой организации движения поездов и маневровой работы.

Сигнал представляет собой условный знак, с помощью которого подается приказ. Требования сигналов подлежат беспрекословному выполнению. Работники железнодорожного транспорта должны выполнять требования сигналов всеми возможными средствами.

На железнодорожном транспорте применяются только сигналы, утвержденные Министром путей сообщения. Сигнальные приборы должны быть утвержденного МПС типа, а цвет их — строго соответствовать установленным стандартам и образцам. Показания сигналов должны легко восприниматься, быстро и четко опознаваться как днем, так и ночью при самых неблагоприятных климатических условиях.

Светофор относится к круглосуточным сигналам. **Круглосуточные сигналы** подаются одинаково в светлое и темное время суток. По характеру установки светофоры являются постоянными сигналами. **Постоянные сигналы** характеризуются установкой в определенной точке железнодорожного пути или в кабине локомотива. Светофор служит для регулирования движения поездов посредством световых сигналов и передает приказы на расстояние с помощью сигнальных огней определенного цвета.

Основными цветами, принятыми для сигнализации поездных светофоров, являются красный, желтый и зеленый. Зеленый цвет разрешает движение с установленной скоростью; желтый разрешает движение и требует уменьшения скорости; красный требует остановки. Для организации маневровой работы на станции применяют следующие сигнальные цвета: белый разрешает маневровое движение, синий запрещает производить маневры.

Условное обозначение цветов и режимов горения сигнальных огней светофоров приведено на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Поездные и маневровые светофоры и их расположение на станции.

Светофоры по назначению подразделяются на **входные, выходные, маршрутные, проходные, прикрытия, предупредительные, заградительные, повторительные, маневровые, локомотивные и горочные**.

По значению запрещающего показания светофоры делятся на:

- **абсолютные**, проезд которых при запрещающем их показании не разрешается (входные, выходные, маршрутные, горочные, прикрытия, заградительные и проходные при полуавтоматической блокировке);
- **остановочно-разрешающие**, проезд которых при запрещающем показании, а также при непонятном или погасшем сигнальном огне разрешается только после обязательной остановки поезда перед светофором. Дальнейшее движение разрешается до следующего светофора со скоростью не более 20 км/ч с особой бдительностью и готовностью остановиться при появлении препятствия для дальнейшего движения (предупредительные и проходные светофоры при АБ);
- **условно-разрешающие**, запрещающее показание которых требует остановки поездов одних категорий и разрешает проезд поездам других категорий (проходные светофоры автоблокировки, установленные на затяжных подъемах, и маневровые).

Все светофоры имеют наименование в виде буквенных и цифровых обозначений или только буквенных обозначений. Входным светофорам в зависимости от направления движения (четное или нечетное) присваивают буквы **Ч** или **Н**; выходные светофоры обо-

значают буквой **Н** или **Ч** в зависимости от направления движения и дополняют номером пути отправления (**Н3, Н5, ЧП, Ч3** и т.д.). Маневровые светофоры обозначают буквой **М** с порядковым четным или нечетным номером в зависимости от направления приема поездов в горловине станции (**М2, М4** и т.д. — четное; **М1, М3, М5** и т.д. — нечетное). Маршрутные светофоры имеют буквенное обозначение **НМ** или **ЧМ** в зависимости от направления движения. Проходные светофоры автоблокировки нумеруются порядковыми четными (2, 4, 6 и т.д.) или нечетными (1, 3, 5, 7 и т.д.) номерами в зависимости от направления движения.

Входные светофоры Н и Ч служат для ограждения станций со стороны прилегающих перегонов и разрешают или запрещают поезду следовать с перегона на станцию. На входных светофорах применяются следующие цвета сигнальных огней: зеленый, желтый, красный, лунно-белый (пригласительный) и зеленая полоса. Входные дополнительные светофоры **НД, ЧД** (см. рис. 2.1) разрешают поезду следовать с перегона на станцию по неправильному пути, когда во время капитального ремонта одного из путей двухпутного перегона движение поездов организуется по одному свободному пути перегона в обоих направлениях. На дополнительных входных светофорах **НД, ЧД** применяются красный и два желтых сигнальных огней.

Выходные светофоры Н1, Н3, Н5, ЧП разрешают или запрещают поезду отправиться со станции на перегон и устанавливаются у каждого отправочного пути. Они используют следующие цвета сигнальных огней: зеленый, желтый, красный. Маршрутные светофоры **НМ** (см. рис. 2.1) сигнализируют как и входные светофоры, разрешая или запрещая поезду следовать из одного района станции в другой.

Проходные светофоры 7, 8 (рис. 2.2, а) разрешают или запрещают поезду следовать с одного блока-участка на другой. В сигнализации проходных светофоров применяются следующие цвета сигнальных огней: зеленый, желтый и красный. На проходных светофорах автоблокировки, установленных на затяжных подъемах, где тяжеловесный поезд после остановки не сможет тронуться с места, укрепляют дополнительный щит с отражательным знаком прозрачно-белого цвета в виде буквы **Т**. Проследование такого проходного светофора при запрещающем показании без остановки разрешается лишь грузовому поезду определенной весовой категории со скоростью не бо-

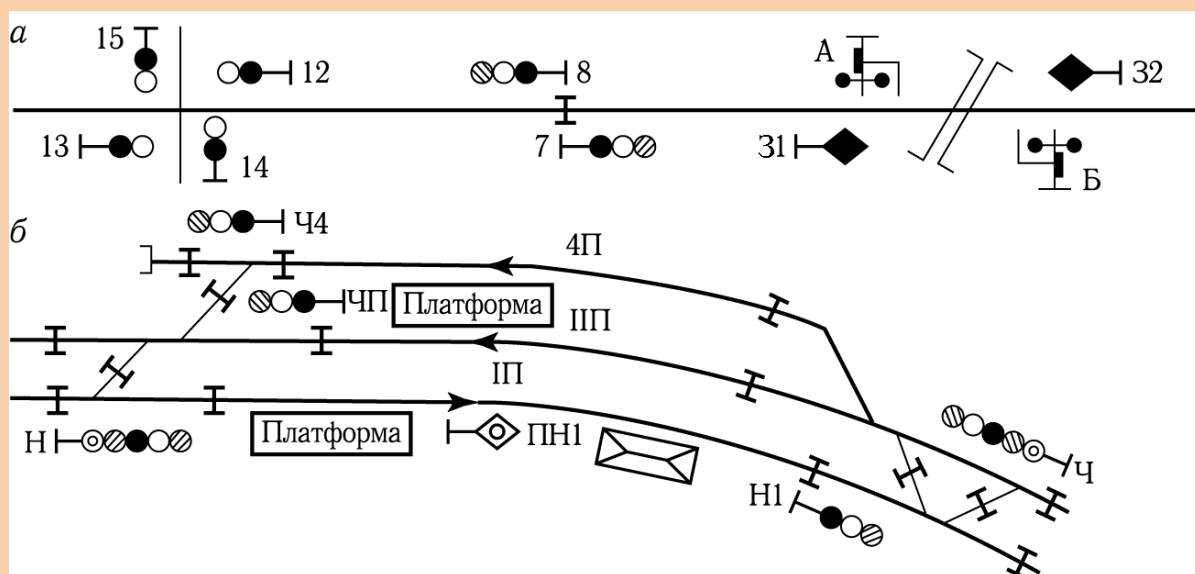


Рис. 2.2. Типы светофоров и их места установки

лее 20 км/ч с особой бдительностью и готовностью остановиться, если встретится препятствие для дальнейшего движения.

Светофоры прикрытия 12...15 применяются на малодеятельных линиях и подъездных путях для ограждения мест, опасных для движения поездов. Они ограждают места пересечений железных дорог в одном уровне с другими железными дорогами, трамвайными путями, троллейбусными линиями, разводные мосты и участки, проследуемые с проводником. Светофоры прикрытия устанавливаются на расстоянии 50 м от места ограждения и сигнализируют красными и зелеными огнями.

Предупредительные светофоры ПН, ПЧ (см. рис. 2.1) заблаговременно уведомляют (на расстоянии не менее тормозного пути) о показании входных, проходных светофоров, светофоров прикрытия (при автоблокировке каждый проходной светофор является предупредительным по отношению к следующему светофору).

Заградительные светофоры 31 и 32 (рис. 2.2, а) требуют остановки поезда при опасности для движения, возникшей на переездах, крупных искусственных сооружениях и обвальных местах, а также при ограждении составов для осмотра и ремонта вагонов на станциях. Их устанавливают с обеих сторон пути на расстоянии не менее 50 м от ограждаемого места. Нормально заградительный светофор погашен, а при возникновении опасности для движения поездов на нем вручную включают красный огонь.

Повторительные светофоры ПНІ (рис. 2.2, б) сигнализируют о показании выходного, маршрутного или горочного светофора, когда по местным условиям необходимая видимость основного светофора не обеспечивается. Включение зеленого огня на повторительном светофоре указывает, что выходной или маршрутный светофор открыт. Нормально сигнальные огни повторительных светофоров не горят, и в этом положении светофоры сигнального значения не имеют. Ромбовидная форма щита повторительного светофора указывает, что он скоростного значения не имеет и устанавливается на произвольных расстояниях от попутных светофоров, и машинист не может руководствоваться им как предупредительным светофором.

Маневровые светофоры М1, М3, М5, М7, М2, М4 (см. рис. 2.1) устанавливают в стрелочных зонах станции, имеющей маршрутизированные маневры. Эти сигналы разрешают или запрещают маневровые передвижения. Маневровые светофоры сигнализируют синим или белым огнем: синий запрещает производить маневры; белый разрешает их производить. Маневровые светофоры относятся к условно-разрешающим, так как их запрещающий огонь (синий) не разрешает следовать маневровому составу, но не является запрещающим для магистральных и пригородных поездов. На маневровых светофорах приемо-отправочных путей, тупиков и вытяжек для повышения безопасности движения в качестве запрещающего огня может применяться красный (М5, М7 на рис. 2.1).

Локомотивный светофор, устанавливаемый в кабине машиниста, разрешает или запрещает следование поезда по перегону с одного блока-участка на другой и сигнализирует о показании путевого светофора, к которому приближается поезд. На участках, оборудованных АБ и АЛС, или на участках, где АЛС применяется как самостоятельное средство сигнализации при движении поездов, локомотивные светофоры используют следующие сигнальные огни: зеленый, желтый, желтый с красным, красный и белый.

Горочные светофоры применяются на сортировочных станциях и горках для разрешения или запрещения роспуска состава с горки и имеют сигнальные огни: зеленый, желтый и красный.

Светофоры устанавливают с правой стороны по направлению движения поездов или над осью ограждаемого ими пути с учетом соблюдения габарита приближения строений. Места их установки

должны быть выбраны так, чтобы подаваемые сигналы нельзя было принять с поезда за сигналы, относящиеся к смежным путям.

При определении места установки светофоров должны учитываться требования к дальности видимости их сигналов. Она определяется размером, формой, а также прозрачностью атмосферы и восприятием данного сигнального цвета человеком. Наиболее хорошо опознаваемыми цветами оказались красный, желтый, зеленый и синий. Эти цвета и приняты для сигнализации светофоров. Лунно-белый и синий огни используются лишь для маневровых и пригласительных сигналов.

Для безопасности движения поездов красные, желтые и зеленые сигнальные огни светофоров входных, проходных, заградительных и прикрытия на прямых участках пути должны быть днем и ночью отчетливо различимы из кабины локомотива приближающегося поезда на расстоянии не менее 1000 м. На кривых участках показания этих светофоров должны быть отчетливо различимы на расстоянии не менее 400 м. В сильно пересеченной местности (горы, глубокие выемки) допускается видимость перечисленных сигналов на расстоянии менее 400 м, но не менее 200 м. Сигнальные показания выходных и маршрутных светофоров главных путей должны быть отчетливо различимы на расстоянии не менее 400 м, показания боковых путей, а также пригласительные сигналы и показания маневровых светофоров — на расстоянии не менее 200 м.

Входные светофоры устанавливаются на расстоянии не менее 50 м от острьяка противошерстного или предельного столбика пошерстного первого входного стрелочного перевода в створе с изолирующим стыком. На электрифицированных участках железных дорог входные светофоры устанавливают перед воздушным промежутком, отделяющим контактную сеть станции от контактной сети перегона, на расстоянии до 300 м.

Выходные, маршрутные, повторительные светофоры устанавливают впереди места, предназначенного для стоянки локомотива отправляющегося поезда. Места установки проходных светофоров АБ определяют в соответствии с тяговыми расчетами, которые являются границами блок-участков. Горочные светофоры устанавливают на горках и вытяжках специального профиля, когда роспуск составов производится подталкиванием их локомотивом при использовании действия силы тяжести вагонов.

2.2. Сигнализация светофоров

Светофорная сигнализация на железнодорожном транспорте строится по скоростному принципу, в соответствии с которым машинисту поезда каждым сигнальным показанием передается приказ не только о запрещении или разрешении движения, но и о величине разрешаемой скорости следования. При этом каждое разрешающее показание передает одновременно два приказа: *основной* — о допустимой скорости проследования данного светофора, и *предупредительный* — о скорости следующего светофора.

Весь диапазон скоростей, используемых в движении, разбит на ступени: максимальная (установленная) скорость V_y ; нулевая (остановка) V_0 ; промежуточные, обусловленные движением поездов по стрелочным переводам с отклонением на боковой путь: уменьшенную V_1 (40...50 км/ч) при движении по стрелкам с марками крестовин 1/9, 1/11; повышенную V_2 (60...80 км/ч) — при марке крестовины 1/18. Сигнализация и ее скоростные значения для наиболее характерных случаев приведены на рис. 2.3 и 2.4.

Передача необходимого числа приказов о допустимых скоростях движения достигается за счет цвета, числа и режима горения (мигающий или немигающий) огней светофора, а также числа дополнительных светящихся зеленых полос. При этом цвет и режим горения одного огня светофора или верхнего при двух одновременно горящих огнях всегда указывают на требование сигнала последующего светофора. Например, зеленый огонь означает, что следующий светофор открыт и предусматривается проследование данного и следующего светофоров с установленной скоростью; зеленый мигающий — этот светофор можно проследовать с установленной скоростью, следующий светофор открыт и требует проследования его с уменьшенной скоростью (не более 80 км/ч); желтый мигающий — данный светофор можно проследовать с установленной скоростью, следующий светофор открыт и требует проследование его с уменьшенной скоростью (не более 50 км/ч); желтый — разрешается движение с готовностью остановиться, следующий светофор закрыт.

Требования снижения скорости при подходе к входному светофору передаются двумя одновременно горящими огнями, из них

Приказы, передаваемые светофором А		Графики скоростей и сигнализация
Основной: скорость у светофора А	Предупредительный: скорость у светофора Б	
V_y	V_y	
V_y	V_0	
V_y	V_1	
V_y	V_2	

Рис. 2.3. Сигнализация перегонных светофоров и ее скоростные значения

нижний всегда желтый и немигающий. Промежуточная скорость, с которой разрешается проследование входного светофора, конкретизируется наличием или отсутствием зеленой светящейся полосы: уменьшенная скорость (не более 50 км/ч — отсутствие зеленой полосы при горении двух огней на светофоре), повышенная (не более 60—80 км/ч) — наличием светящейся зеленой полосы при горении двух огней на светофоре. Сигнал остановки — один красный — не содержит предупреждения и только запрещает движение.

На рис. 2.5, а показана сигнализация входного и выходных светофоров для станции со стрелочными переводами с крестовинами марок 1/9, 1/11, расположенной на участке, оборудованном автоблокировкой. При горении на входном светофоре **Н** красного огня или одновременно горящих красного и пригласительного, или од-

ного пригласительного огня на предупредительном светофоре *1* горит желтый огонь.

Пригласительный сигнал — мигающий лунно-белый огонь включает на входном светофоре **Н** дежурный по станции в случаях неисправности устройств автоматики и телемеханики, приводящих к невозможности открыть светофор на разрешающий огонь. Пригласительный сигнал разрешает проследовать входной светофор **Н** с красным огнем или при неработающем светофоре со скоростью не более 20 км/ч с особой бдительностью и готовностью остановиться, если встретится препятствие для дальнейшего движения.

Приказы, передаваемые светофором А		Графики скоростей и сигнализация
Основной: скорость у светофора А	Предупредительный: скорость у светофора Б	
V_1	V_0	
V_1	V_1	
V_2	V_0	
V_2	V_1	
V_2	V_2	

Рис. 2.4. Сигнализация входного и выходного светофоров и ее скоростные значения

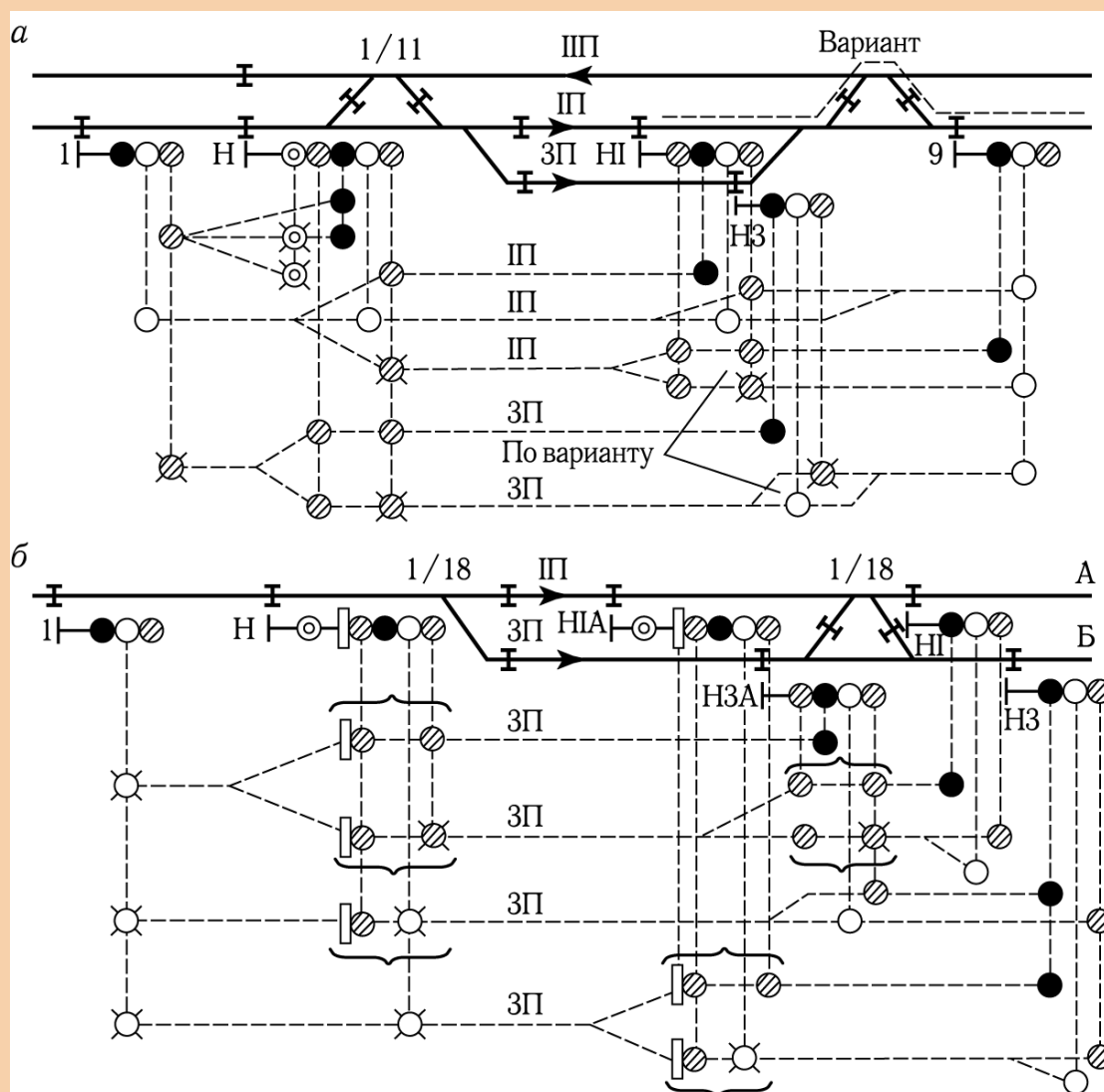


Рис. 2.5. Сигнализация входного и выходных светофоров на станциях

Пригласительный сигнал на выходных светофорах применяется для отправления поездов только по правильному пути двухпутных линий, оборудованных автоблокировкой. На участковых и других крупных станциях таких линий с интенсивным движением поездов пригласительный сигнал может применяться на выходных и маршрутных светофорах главных и боковых путей, по которым производится безостановочный пропуск поездов. На промежуточных станциях участка с интенсивным движением поездов пригласительный сигнал применяется только на выходных светофорах главных путей. Пригласительный огонь на перегон загорается одновременно с красным огнем или без него (см. рис. 2.1, светофор НП).

Прием поезда на главный путь ПП с остановкой разрешается горением одного желтого огня на входном светофоре Н, без остано-

ки (сквозной пропуск) — горением зеленого огня. Если на входном светофоре **Н** горит желтый мигающий огонь, то это означает, что на выходном светофоре **НЗ** горят два желтых огня (установлен вариантный маршрут отправления). В этом случае поезду разрешается следовать на станцию с установленной скоростью, но выходной светофор **НЗ** требует проследования его с уменьшенной скоростью.

При приеме поезда на боковой путь 3П на входном светофоре **Н** горят два желтых огня, разрешающих движение с уменьшенной скоростью с готовностью остановиться у закрытого светофора **НЗ**. При этом на предупредительном светофоре **Л** включается желтый мигающий огонь, означающий, что поезд проследует по станции по боковому пути. При горении двух желтых огней, из которых верхний мигающий, разрешается проследовать по боковому пути 3П без остановки с уменьшенной скоростью.

На рис. 2.5, б показана сигнализация при приеме и отправлении поездов с проследованием по стрелочным переводам с крестовиной марки 1/18.

Прием поезда на боковой путь 3П по стрелочному переводу с крестовиной марки 1/18 разрешается включением на входном светофоре **Н** двух желтых огней и одной зеленой полосы. Поезд должен следовать на станцию со скоростью не более 60 км/ч с готовностью остановиться у выходного светофора **НЗ**.

Безостановочное проследование поезда по боковому пути 3П разрешается горением на входном светофоре **Н** одного зеленого мигающего огня, одного желтого и одной зеленой полосы. Поезд может следовать на станцию со скоростью не более 80 км/ч, выходной светофор **НЗ** открыт и требует проследования со скоростью не более 80 км/ч. Безостановочное проследование поезда по боковому пути 3П с отклонением разрешается горением на входном светофоре **Н** двух желтых огней, из них верхнего мигающего, и одной зеленой полосы. Поезд может следовать на станцию со скоростью не более 80 км/ч на боковой путь, выходной светофор **НЗ** открыт и требует проследования его с уменьшенной скоростью.

В трех перечисленных случаях сигнализации входного светофора **Н** с зеленой полосой на предупредительном светофоре **Л** горит зеленый мигающий огонь, означающий, что поезд принимается на станцию со стрелочными переводами, имеющими пологую марку крестовины.

Сигнализация маршрутных светофоров **НМ, ЧМ** в основном аналогична сигнализации входного светофора.

Проходными светофорами на участках, оборудованных трехзначной автоблокировкой, подаются сигналы: один зеленый — разрешается движение с установленной скоростью, впереди свободны два и более блок-участков; один желтый огонь — разрешается движение с готовностью остановиться, следующий светофор закрыт; один красный — запрещается проезжать сигнал. При четырехзначной сигнализации проходные светофоры имеют следующие сигналы: один зеленый — впереди свободны три и более блок-участков; один желтый и один зеленый огни — впереди свободны два блок-участка, один желтый — впереди свободен один блок-участок. Значение красного огня то же, что и при трехзначной автоблокировке.

На участках, оборудованных АБ и АЛС, локомотивными светофорами подаются сигналы: зеленый огонь — «Разрешается движение; на путевом светофоре, к которому приближается поезд, горит зеленый огонь»; желтый огонь — «Разрешается движение; на путевом светофоре, к которому приближается поезд, горит один или два желтых огня»; желтый огонь с красным — «Разрешается движение с готовностью остановиться; на путевом светофоре, к которому приближается поезд, горит красный огонь»; красный огонь указывает, что локомотив движется по занятому блок-участку; белый огонь указывает, что локомотивные устройства включены, но сигналы с пути на локомотивный светофор не передаются.

На участках, где АЛС применяется как самостоятельное средство сигнализации при движении поездов, локомотивными светофорами подаются сигналы: зеленый огонь — разрешается движение с установленной скоростью, впереди свободны два или более блок-участков; желтый огонь — разрешается движение с уменьшенной скоростью, впереди свободен один блок-участок; желтый огонь с красным — разрешается движение с готовностью остановиться на блок-участке, следующий блок-участок занят.

Горочные светофоры сигнализируют: один зеленый — «Разрешается роспуск вагонов с установленной скоростью»; один желтый огонь — «Разрешается роспуск вагонов с уменьшенной скоростью»; один красный огонь — «Стой»; красный огонь и буква **Н** на световом указателе белого цвета — «Осадить вагоны с горки на пути парка приема или вытяжной путь».

2.3. Классификация и устройство светофоров

Светофоры являются оптическими сигналами. В зависимости от вида оптической системы светофоры подразделяются на линзовые и прожекторные. Линзовый светофор для каждого сигнального показания имеет отдельную оптическую систему — линзовый комплект. Прожекторный светофор имеет оптическую систему, совмещенную со специальным механизмом, который позволяет при одной оптической системе получить три различных по цвету сигнальных показания. Ввиду сложности конструкции и меньшей надежности работы по сравнению с линзовыми светофорами прожекторные при новом строительстве не применяют, а при реконструкции устройств СЦБ на станциях и перегонах заменяют их линзовыми.

По конструкции светофоры могут быть мачтовые (рис. 2.6 и 2.7, а), карликовые (рис. 2.7, б) и консольные (рис. 2.8). Мачтовые светофоры устанавливают на перегонах, главных путях станций и на боковых путях, по которым осуществляется безостановочный пропуск поездов со скоростью более 50 км/ч, а также в качестве групповых и горочных светофоров и их повторителей, заградительных светофоров и маневровых с подъездных путей и из тупиков. Карликовые светофоры используют на станциях в качестве выходных с путей, по которым не предусматривается безостановочный пропуск поездов, маневровых и входных светофоров для приема поездов и подталкивающих локомотивов по неправильному пути на двухпутном участке. Консольные светофоры применяют там, где по условиям габарита нельзя установить светофор в междупутье.

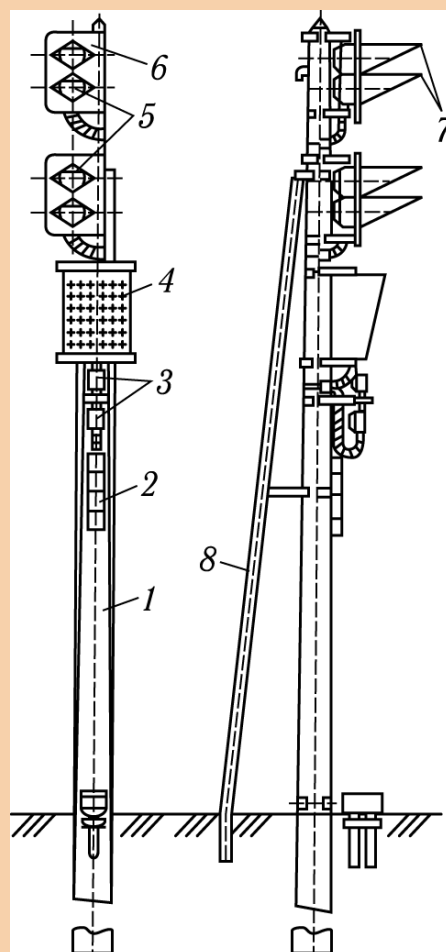


Рис. 2.6. Светофор линзовый четырехзначный на железобетонной мачте

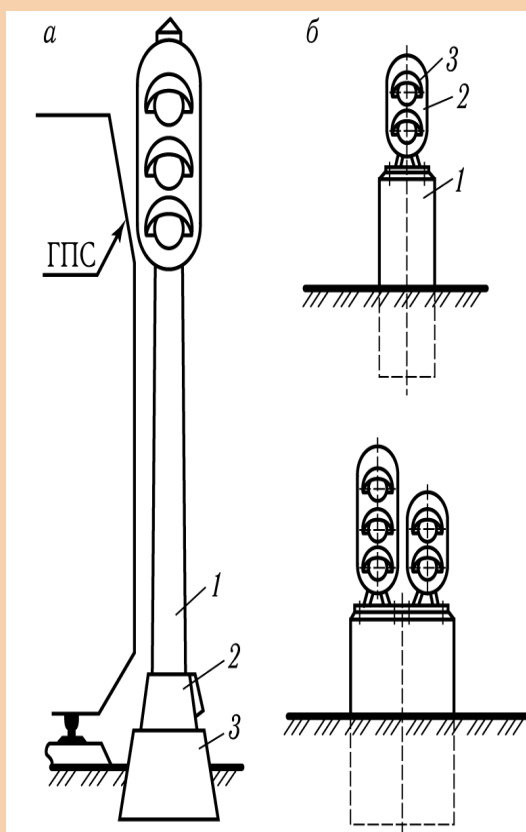


Рис. 2.7. Конструкция светодоров

Металлическая мачта 1 закрепляется в стяжном стакане 2, размещенном на бетонном фундаменте 3.

Головки линзовых светодоров (см. рис. 2.6 и 2.7, а) в зависимости от числа показаний выполняют одно-, двух- и трехзначными и собирают из одного, двух или трех корпусов из алюминиевого сплава либо

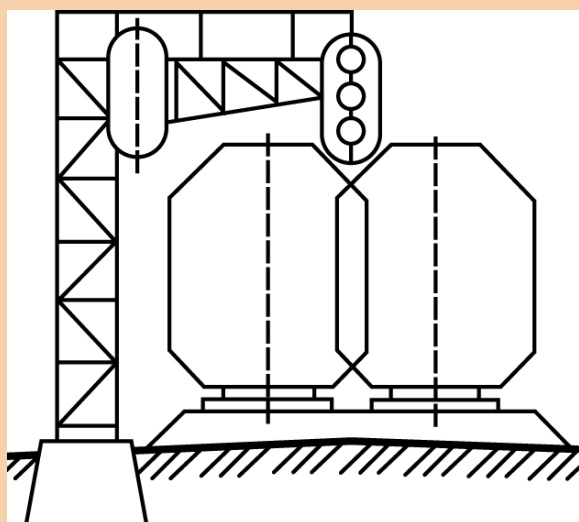


Рис. 2.8. Светодор консольный

Мачтовый светодор (см. рис. 2.6) состоит из мачты 1, на которой с помощью кронштейнов крепится одна или несколько светодорных головок 5. Мачта светодора может быть железобетонной или металлической. Железобетонная мачта (см. рис. 2.6) представляет собой полую коническую бесстыковую стойку, которая устанавливается непосредственно в грунт. Металлические мачты (рис. 2.7, а) используют тогда, когда светодоры с железобетонными мачтами нельзя применять по условиям габарита или длина их недостаточна для установки требуемого количества светодорных головок и указателей.

из цельнолитого чугуна корпуса, линзовых комплектов, козырьков и деталей фонового щита. Фоновый щит б черного цвета устанавливается на корпусе светодорной головки для улучшения видимости сигнальных огней. Для защиты от прямых солнечных лучей, вызывающих отблески на линзах, каждый линзовый комплект снабжается козырьком 7.

Мачтовые светодоры могут иметь различные указатели (см.

рис. 2.6), которые размещаются под нижней светофорной головкой: зеленая светящаяся полоса, световой или маршрутный указатель. Зеленая светящаяся полоса включается с показанием светофора и указывает скорость, если поезд принимается на боковой путь по стрелкам с пологой маркой крестовины.

Световые указатели 3 применяют на светофорах, когда расстояние между смежными светофорами менее тормозного пути. При этом на светофоре, ограждающем участок менее тормозного пути, устанавливают световой указатель с двумя вертикальными светящимися стрелками белого цвета, а на предупредительном к нему светофоре — такой же указатель в виде одной стрелки белого цвета.

Маршрутные указатели 4 предназначены для указания направления движения поезда и маневровых составов (направо, налево или прямо) и номера пути приема или отправления. Перед указателями располагается литерная табличка 2 с обозначением светофора.

В отличие от мачтового светофора карликовый линзовый светофор (рис. 2.7, б) не имеет мачты и состоит из светофорной головки 3 с линзовыми комплектами, козырьками 2 и без фоновой щита, устанавливаемой непосредственно на бетонный фундамент 1.

Основной частью светофорной головки является линзовый комплект (рис. 2.9), который состоит из корпуса 1, наружной бесцветной ступенчатой линзы 2, внутренней цветной линзы 5 красного, зеленого, желтого, синего или лунно-белого цвета, ламподержателя 3 с лампой накаливания 4.

Нить светофорной лампы находится в фокусе линз комплекта. За счет ступенчатых линз рассеивающийся световой поток электрической лампы собирается и концентрируется. Проходя через линзу-светофильтр, световой поток окрашивается, а пройдя через бесцветную линзу, преобразуется в прямолинейный сиг-

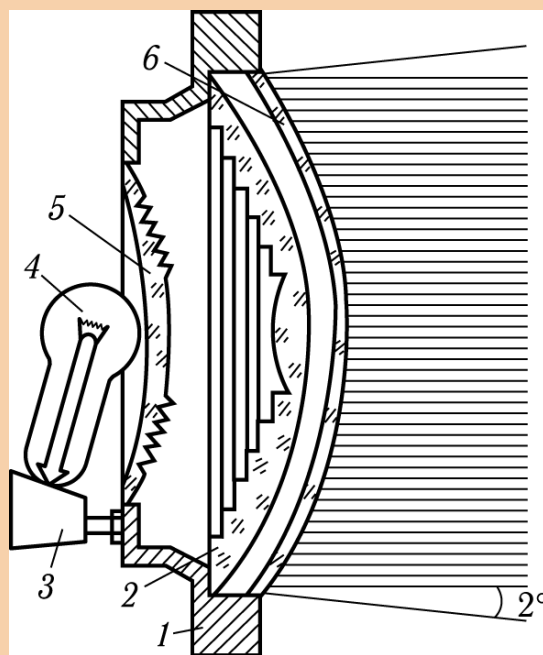


Рис. 2.9. Линзовый комплект

нальный луч с малым углом рассеивания. Если светофор расположен на кривых участках пути, в линзовый комплект перед наружной линзой устанавливают рассеивающую линзу δ с углом рассеивания 10° или 20° .

Глава 3. Электропитание устройств автоматики и телемеханики

3.1. Аппаратура электропитания

Электропитание устройств железнодорожной автоматики и телемеханики осуществляется от высоковольтно-сигнальной линии напряжением 6 или 10 кВ, а также от электрических сетей напряжением 220 или 380 В. Для питания устройств используют выпрямители, трансформаторы, преобразователи и аккумуляторы.

Выпрямители служат для преобразования однофазного переменного тока в постоянный. В устройствах СЦБ они предназначены для работы с аккумуляторными батареями по буферной системе и непосредственно для питания релейных цепей постоянным током. Широкое применение получили выпрямители типа ВАК.

Выпрямитель ВАК состоит из понижающего трансформатора и выпрямительного столбика (или выпрямительного моста). Первичную обмотку трансформатора включают в цепь переменного тока 110 или 220 В частотой 50—75 Гц. Вторичную обмотку подключают к выпрямительному мостику. С выхода выпрямителя получают выпрямленный постоянный ток.

Для зарядки аккумуляторных батарей напряжением 12 В используется зарядно-буферное устройство ЗБУ. Оно может работать в буферном режиме или в режиме форсированного заряда. Переход из одного режима в другой происходит автоматически. При снижении напряжения на аккумуляторе до 2,1 В устройство начинает работать в режиме форсированного заряда, в случае повышения напряжения до 2,5 В оно переключается на буферный режим.

На станциях для питания стрелочных электроприводов с электродвигателями постоянного тока 160 В применяется выпрямительное устройство типа ВУС-1,3, которое выпрямляет однофазный переменный ток частотой 50—400 Гц. Это устройство представляет собой выпрямитель мостового типа с двумя диодами в каждом плече. Номинальная мощность на выходе ВУС-1,3 кВт.

Т р а н с ф о р м а т о р ы служат для питания переменным током различных цепей автоблокировки и электрической централизации и подразделяются на линейные, путевые, сигнальные, релейные, изолирующие и вспомогательные. Все трансформаторы, кроме линейных типа ОМ, имеют естественное охлаждение и могут устанавливаться на полке или закрепляться на стене.

Линейный трансформатор типа ОМ (однофазный масляный) устанавливается на выносной силовой опоре высоковольтной трехфазной линии автоблокировки и служит для преобразования высокого напряжения 6 или 10 кВ в низкое 230 или 115 В. Мощность трансформатора может быть 0,63 и 1,25 кВА.

Путевые трансформаторы типа ПОБС (путевой однофазный с броневым сердечником сухой), ПТ и ПРТ служат для питания рельсовых цепей переменного тока. Трансформаторы типа ПОБС предназначены для работы от сети переменного тока 110 или 220 В частотой 50 или 75 Гц. Трансформаторы ПТ и ПРТ работают от переменного тока 110/220 В частотой 25 Гц. Вторичная обмотка путевых трансформаторов секционированная, что позволяет получить различные напряжения. Трансформаторы типа ПОБС широко применяются в кодовых рельсовых цепях на участках с автономной и электрической тягой постоянного тока, их вторичные обмотки (рис. 3.1) состоят из двух секционированных обмоток II и III.

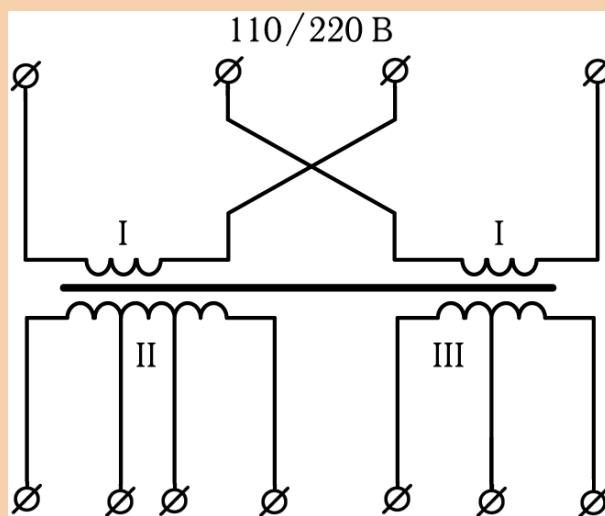


Рис. 3.1. Схема обмоток путевого трансформатора типа ПОБС-2АУЗ

Устанавливая перемычки между выводами II и III обмоток, можно получить различные напряжения. Например, для ПОБС-2 в пределах 0,55...17,6 В, для ПОБС-3 — в пределах 5,5...247 В. Трансформаторы типа ПТ и ПРТ применяются в качестве путевых и релейных трансформаторов в рельсовых цепях переменного тока 25 Гц на участках с электротягой переменного тока.

Сигнальные трансформаторы типа СОБС и СТ предназначены для питания светофорных ламп. В трансформаторе СОБС к первичной обмотке подключается напряжение 110 или 220 В, а на вторичной обмотке можно получить напряжение 20 В, 18 В и 38 В. Сигнальный трансформатор типа СТ предназначен для центрального питания светофорных ламп; его первичная обмотка включается в цепь 220 В последовательно с огневым реле.

К **релейным трансформаторам** относятся трансформаторы типа РТ и РТЭ, которые применяются в станционных рельсовых цепях переменного тока в качестве повышающих трансформаторов.

Трансформаторы типа ТС (трансформатор силовой) применяются в устройствах электрической централизации. Они имеют естественное воздушное охлаждение и выпускаются различной мощности. В устройствах СЦБ применяются трансформаторы мощностью 25 кВА.

Для аварийного питания цепей постоянного тока используются **кислотные аккумуляторы** в стеклянных сосудах: при автоблокировке — аккумулятор типа АБН-80 (автоблокировочный с намазными пластинами). Напряжение на аккумуляторе 2,2 В; номинальная емкость 80 А·ч. На станциях применяют аккумуляторы типа С соответствующей емкости.

Преобразователи электромагнитные статические ПЧ 50/25 (рис. 3.2) предназначены для преобразования переменного тока частотой 50 Гц в переменный ток частотой 25 Гц и используются для питания рельсовых цепей при электротяге переменного тока. Преобразователи изготавливают в виде двух блоков: в одном размещаются магнитопровод с обмотками и диодами, в другом — конденсаторы. Действие преобразователя основано на использовании явления возбуждения параметрических колебаний в контуре с индуктивностью и емкостью. Первичная обмотка I подключается к сети переменного тока 50 Гц напряжением $U_H = 220$ В. Выходная об-

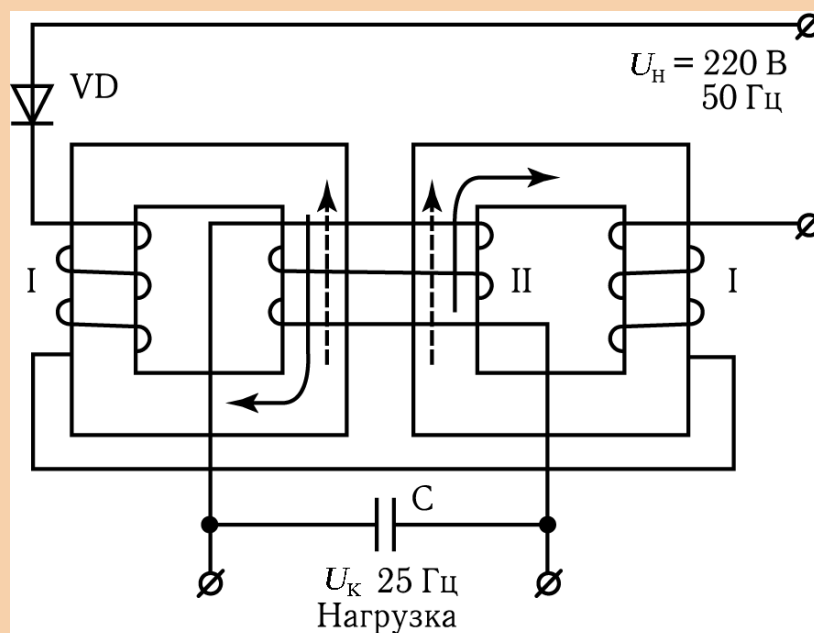


Рис. 3.2. Схема преобразователя частоты ПЧ 50/25

мотка II вместе с конденсатором С образует контур, настроенный на частоту 25 Гц, охватывает одновременно оба сердечника и поэтому находится под действием их магнитных потоков, которые не наводят в ней ЭДС, так как направлены навстречу друг другу. Последовательно с первичной обмоткой включают диод, преобразующий переменный ток частотой 50 Гц в пульсирующий. Магнитный поток в сердечниках будет изменяться 50 раз в 1 с. Точно так же будет изменяться и индуктивность выходной обмотки II. При условии настройки выходного контура на частоту 25 Гц на выходе преобразователя получается переменный ток частотой 25 Гц напряжением U_K .

Полупроводниковые преобразователи позволяют получить из постоянного тока низкого напряжения постоянный ток более высокого напряжения. Преобразователь ППШ-3 преобразует постоянный ток напряжением 12 В в постоянный ток напряжением 22, 55 или 77 В. Он допускает небольшой ток нагрузки 77 мА и используется для питания контрольных и линейных цепей.

3.2. Системы электропитания

Устройства СЦБ относятся к электроприемникам, в которых нарушение электроснабжения может повлечь за собой: опасность для жизни людей, ущерб экономике, перебои в движении поездов, повреждение оборудования. Поэтому электропитание устройств СЦБ

обеспечивается электроэнергией от двух *независимых источников* питания: основного и резервного. Для этого применяют две *системы питания*: смешанную (батарейную) и переменного тока (безбатарейную).

Основное электропитание устройств в обеих системах осуществляется от высоковольтной линии ВЛ напряжением 10 кВ, сооружаемой вдоль железнодорожного пути и станций.

Резервное питание устройств по смешанной системе осуществляется от аккумуляторных батарей, при системе переменного тока — от линии электропередачи (ЛЭП), которая подвешивается на опорах контактной сети на участках с электротягой постоянного тока, или от проводов системы ДПР на участках с электротягой переменного тока.

Смешанная система питания применяется в устройствах автоблокировки на участках с автономной тягой. На рис. 3.3, а показана схема электропитания сигнальной установки автоблокировки по смешанной (батарейной) системе. С помощью линейного трансформатора типа ОМ напряжение с высоковольтной линии ВЛ снижается до 220 В и от кабельного ящика КЯ, установленного на силовой опоре ВЛ, кабелем подается в релейный шкаф светофора. В релейном шкафу напряжение 220 В поступает на сигнальный трансформа-

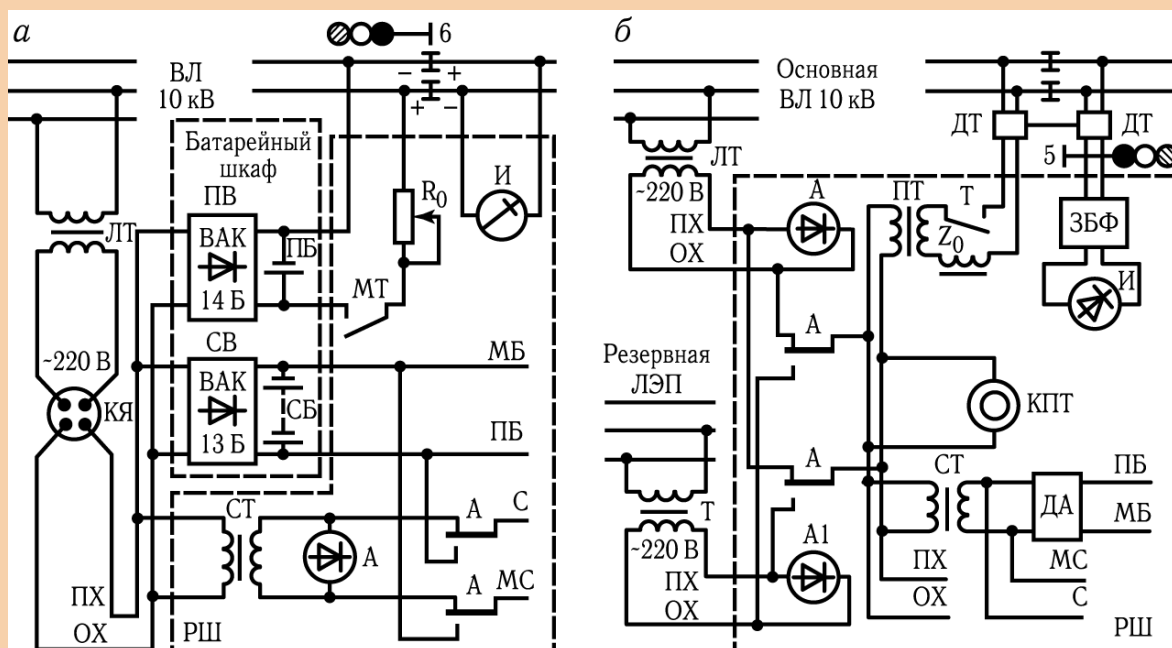


Рис. 3.3. Схемы электропитания сигнальной установки по батарейной (а) и безбатарейной (б) системам

тор СТ, а также в батарейный шкаф на путевой ПВ и сигнальный СВ выпрямители. Сигнальный трансформатор СТ понижает напряжение переменного тока 220 В до переменного напряжения переменного тока 12 В, которое используется для питания светофорных ламп (С, МС). От выпрямителя ПВ питаются рельсовые цепи, а выпрямитель СВ питает линейную цепь и реле сигнальной установки (ПБ, МБ). В буферном режиме с выпрямителями работают аккумуляторные батареи: путевая ПБ и сигнальная СБ.

Наличие основного питания от линии ВЛ контролирует аварийное реле А. При прекращении подачи переменного тока выключается реле А, которое, замыкая тыловые контакты, переключает питание ламп светофора от резервной сигнальной батареи СБ, от которой в этом случае получают питание линейная цепь и все реле сигнальной установки. Резервное питание рельсовой цепи в аварийном режиме осуществляется от путевой батареи ПБ. На рис. 3.3, б приведена схема электропитания сигнальной установки по безбатарейной системе, которая применяется на участках с электротягой постоянного тока. Для питания приборов сигнальной установки используют две высоковольтные линии: основную ВЛ 10 кВ и резервную ЛЭП, которая располагается на опорах контактной сети. От линейного трансформатора ЛТ основной высоковольтной линии ВЛ 10 кВ напряжение 220 В подается в релейный шкаф на аварийное реле А. Далее через фронтные контакты реле А напряжение 220 В (провода ПХ и ОХ) поступает на сигнальный трансформатор СТ, понижающий его до напряжения 12 В, которым питаются лампы светофора (С, МС) и дешифратор ДА. Напряжение 220 В также подается на двигатель кодового путевого трансмиттера КПТ и на путевой трансформатор ПТ, питающий переменным током рельсовую цепь.

В случае прекращения подачи переменного тока от основной высоковольтной линии ВЛ обесточивается реле А, которое, замыкая тыловые контакты, переключает питание приборов сигнальной установки на резервную высоковольтную линию ЛЭП. Достоинство системы питания переменным током состоит в том, что не требуются местные источники питания — аккумуляторы.

Устройства электрической централизации крупных станций относятся к потребителям особой группы. В современных релейных схемах нельзя допускать даже кратковременные (менее 1 с) переры-

вы в электропитании, так как размыкаются, например, цепи самоблокировки. Кроме того, при случайном перерыве электроснабжения по всем питающим фидерам должна остаться возможность управления с пульта хотя бы пригласительными сигналами и получения минимальной информации на табло о движении поездов по прилегающим перегонам.

Электроснабжение ЭЦ крупных станций осуществляется по безбатарейной системе. Устройства ЭЦ получают электропитание от двух независимых источников (фидеров) питания от внешних сетей. Для аварийного питания аппаратуры ЭЦ предусматривается местное резервирование в виде автоматизированного дизель-генераторного агрегата ДГА и контрольной батареи 24 В. Назначение контрольной батареи состоит в поддержании питания реле, имеющих цепи самоблокировки, на время, необходимое для запуска дизель-генератора, и осуществлении резервного питания красных и пригласительных ламп входных светофоров. Включение ДГА на нагрузку контролируется лампочками зеленого цвета на табло. При пуске ДГА лампочки загораются мигающим светом. С момента появления питания на одном из фидеров электростанция ДГА выключается.

Для ввода на пост ЭЦ электроэнергии от внешних источников переменного тока и преобразования ее в переменный и постоянный ток различных напряжений, необходимых для питания устройств ЭЦ, подзарядки аккумуляторной батареи и включения ДГА, применяется щитовая питающая установка. Одним из основных элементов питающей установки является силовой трансформатор типа ТС, с помощью которого напряжение питающего фидера снижается до напряжения 220 В.

Глава 4. Рельсовые цепи

4.1. Устройство, принцип действия и назначение рельсовых цепей

Рельсовые цепи (РЦ) являются основным элементом железнодорожной автоматики и телемеханики, действие которого заложено в устройство всех автоматических и телемеханических систем регулирования движения поездов и в значительной степени определяет надежность работы устройств и безопасность движения поездов.

Рельсовая цепь представляет собой электрическую цепь, в которой есть источник питания и нагрузка (путевое реле), а проводниками электрического тока являются рельсовые нити железнодорожного пути. Электрическая схема простейшей рельсовой цепи (рис. 4.1) состоит из питающего конца, рельсовой линии и релейного конца. На питающем конце рельсовой цепи устанавливается аккумулятор 2, работающий в буферном режиме с выпрямителем 1 типа ВАК, или путевой трансформатор ПТ. Питание поступает в рельсовую линию через резистор R_0 , который обеспечивает отпущение якоря путевого реле при занятии рельсовой цепи поездом.

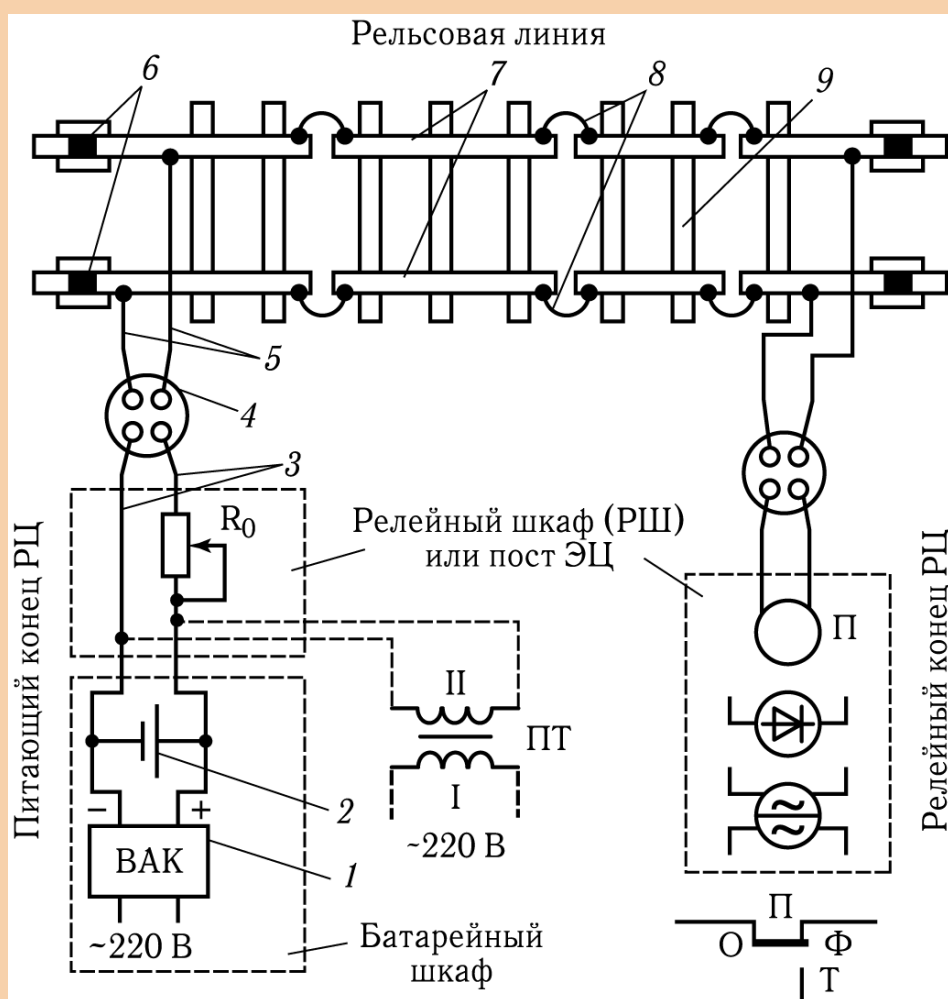
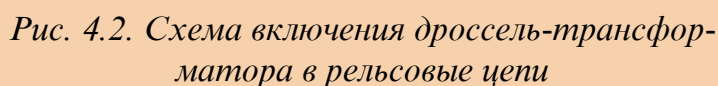


Рис. 4.1. Устройство рельсовой цепи

Рельсовые нити располагаются на деревянных или железобетонных шпалах 9. Рельсовые линии смежных рельсовых цепей разделяют с помощью изолирующих стыков 6 с металлическими накладками или клееболтовых стыков. Изолирующие стыки должны обеспечивать надежную электрическую изоляцию и механическую прочность верхнего строения пути. Поэтому их изготавливают из изолирующих материалов, обладающих значительной механической прочностью и сохраняющих достаточную работоспособность в условиях увлажнения. Клееболтовой изолирующий стык, изготавливаемый в заводских условиях, обладает высокой механической прочностью, так как он составляет единое целое вместе с рельсом.

ную. Основная обмотка имеет три вывода — два крайних подключают к рельсовым нитям, а средний соединяют со средним выводом дроссель-трансформатора смежной рельсовой цепи. К выводам дополнительной обмотки подключают приборы рельсовой цепи.



На релейном конце (см. рис. 4.1) сигнальный ток из рельсовой линии принимает путевое реле П постоянного или переменного тока, которое фиксирует состояние рельсовой цепи (занятое или свободное от подвижного состава) и передает эту информацию для работы различных систем регулирования движения поездов.

Между путевым реле и рельсами в некоторых видах рельсовых цепей могут включаться следующие приборы: изолирующий или повышающий трансформатор, защитный фильтр и др. Аппаратура питающего и релейного концов, расположенная в релейном шкафу или на посту ЭЦ, кабелем 3 (см. рис. 4.1) через кабельную стойку 4 или путевую коробку, установленных вблизи пути, тросовую перемычку 5 подключается к рельсовым нитям пути.

Принцип работы рельсовой цепи заключается в том, что величина тока, поступающего от источника к путевому реле через рельсовую линию, зависит от состояния участка пути. При свободном участке сигнальный ток от источника питания по рельсовым нитям протекает по обмотке путевого реле П, отчего реле возбуждается и притягивает якорь, замыкая фронтные контакты и фиксируя свободу и исправность рельсовой цепи. Возбужденное состояние реле П продолжается до момента вступления на рельсы подвижного состава или разрыва рельсовой нити пути вследствие изъятия или излома рельса, обрыва стыкового соединителя или другого повреждения.

При занятости путевого изолированного участка подвижным составом происходит шунтирование рельсовых нитей малым сопротивлением скатов поезда. Сигнальный ток в обмотке путевого реле резко снижается, так как сопротивление обмотки путевого реле намного больше сопротивления скатов поезда. Путевое реле отпускает якорь, размыкает фронтные и замыкает тыловые контакты, чем и осуществляет контроль занятости рельсовой цепи поездом. Отпуск якоря путевого реле при вступлении поезда на рельсовую цепь называют **шунтовым эффектом** рельсовой цепи, а сопротивление колесной пары с учетом переходного сопротивления между поверхностью колеса и головкой рельса — сопротивлением шунта. В случае обрыва рельсовой нити путевое реле П также обесточивается и замыкает тыловые контакты, фиксируя неисправность рельсовой нити.

Таким образом, рельсовые цепи предназначены для непрерывного контроля свободности или занятости путевых изолированных участков на станциях и перегонах, электрической целостности рельсовых нитей, связи движущегося поезда с путевыми и локомотивными светофорами, а также для исключения перевода стрелок во время прохода подвижного состава. Так как рельсовые цепи обеспечивают контроль целостности рельсовой нити, они являются надежным и эффективным средством повышения безопасности движения на перегонах и станциях.

4.2. Классификация рельсовых цепей

Существует большое число различных видов рельсовых цепей (РЦ), что обусловлено необходимостью обеспечения безопасности движения в конкретных условиях эксплуатации. Все РЦ классифицируют по принципу действия, роду питающего тока, способу подачи сигнального тока в рельсы, способу пропускания обратного тягового тока, способу наложения работы устройств АЛС, а также по месту применения.

По принципу действия рельсовые цепи подразделяются на нормально замкнутые и нормально разомкнутые. Под **нормальным состоянием** рельсовой цепи подразумевается такое состояние, когда рельсовая цепь свободна от подвижного состава и исправна.

В нормально замкнутой рельсовой цепи (см. рис. 4.1) путевое реле и источник питания включены на разных ее концах. Поэтому при

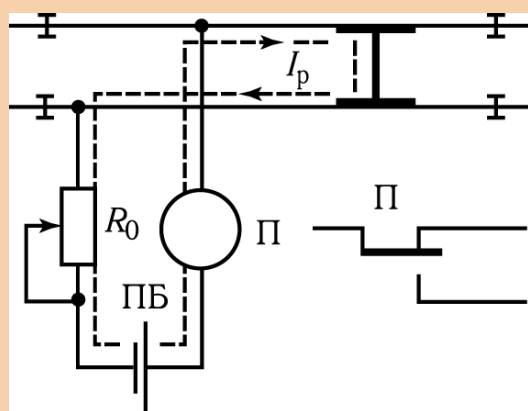


Рис. 4.3. Схема нормально разомкнутой рельсовой цепи

свободном состоянии рельсовой цепи путевое реле находится под током, контролируя свободу рельсовой цепи и исправность всех ее элементов, а при занятии рельсовой цепи подвижным составом путевое реле отпускает якорь, чем фиксируется занятость рельсовой цепи.

В нормально разомкнутой РЦ (рис. 4.3) путевое реле П нормально не возбуждено, так как источник пи-

тания ПБ и само реле размещаются на одном конце рельсовой цепи. Прохождение тока I_p в рельсовой цепи и возбуждение путевого реле происходит только при нахождении на рельсовой цепи ска- тов поезда. При свободном состоянии в нормально разомкнутой рельсовой цепи отсутствует контроль исправности ее элементов, поэтому такие рельсовые цепи применяются лишь на сортировоч- ных горках.

Так как в нормально замкнутой РЦ при свободном ее состоянии есть контроль исправности ее элементов, такие РЦ являются основ- ными. Дальнейшая классификация РЦ будет относиться к нормаль- но замкнутым РЦ.

По роду питающего тока РЦ бывают постоянного и переменного тока. РЦ постоянного тока применяются только на участках с автономной тягой. РЦ переменного тока получили наибольшее рас- пространение и применяются они на участках как с электрической тягой, так и с автономной. РЦ переменного тока различаются меж- ду собой частотой подаваемого в рельсы сигнального тока.

По способу подачи сигнального тока в рельсы различают РЦ с непрерывным, импульсным и кодовым питанием.

В РЦ с *непрерывным питанием* при свободной рельсовой цепи сигнальный ток непрерывно поступает в рельсовую линию и путе- вое реле находится в возбужденном состоянии. В РЦ с *импульсным питанием* при свободной РЦ сигнальный ток поступает в рельсы периодически равномерными импульсами и путевое реле работает в импульсном режиме. В РЦ с *кодовым питанием* при свободной рельсовой цепи сигнальный ток поступает в рельсы в виде кодово- го сигнала, содержащего один, два или три импульса различной про- должительности, и путевое реле работает в кодовом режиме в такт принимаемым кодам.

По способу пропускания обратного тягового тока в обход изо- лирующих стыков различают двухниточные и однопниточные РЦ. В двухниточных РЦ обратный тяговый ток протекает по обеим рель- совым нитям. Для этого по обе стороны изолирующего стыка меж- ду рельсовыми нитями включаются два дроссель-трансформатора ДТ (см. рис. 4.2). Их средние точки соединяются между собой пере- мычкой, обеспечивая пропуск обратного тягового тока в обход изо-

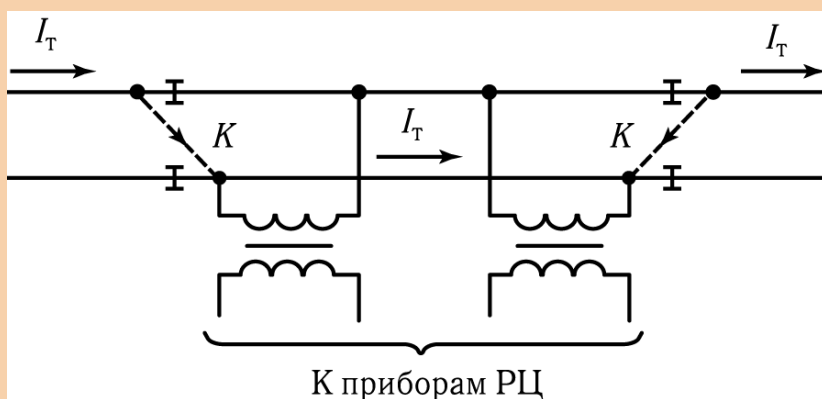


Рис. 4.4. Схема пропуска обратного тягового тока в однопутной рельсовой цепи

лирующих стыков. Такие двухниточные РЦ обеспечивают работу АЛС и меньше подвержены влиянию тягового тока. Поэтому они применяются на кодируемых путях станций и перегонах.

В однопутных РЦ обратный тяговый ток пропускается по одной рельсовой нити пути (рис. 4.4). Для пропуска обратного тягового тока I_T между нитями, относящимися к смежным РЦ, устанавливаются тяговые рельсовые соединители K . Однопутные РЦ наиболее подвержены влиянию тягового тока, что снижает надежность их работы. Такие РЦ применяют на станциях на неответственных путях и стрелочных участках при длине рельсовой цепи до 500 м.

По способу наложения работы устройств АЛС рельсовые цепи могут быть кодированными с релейного или питающего конца, кодированными с релейного и питающего концов.

По месту применения РЦ подразделяют на неразветвленные и разветвленные. **Неразветвленные** РЦ не имеют ответвлений и такими РЦ оборудуют неразветвленные участки: приемо-отправочные пути, бесстрелочные участки в горловинах станций и блоки-участки на перегонах. **Разветвленные** РЦ устраивают на разветвленных участках пути, т.е. в стрелочных зонах станций.

4.3. Основные режимы работы рельсовых цепей

РЦ обеспечивают надежность действия систем регулирования и условия безопасности движения поездов, поэтому к их работе предъявляют ряд требований. При свободной от подвижного состава РЦ путевое реле должно надежно фиксировать ее свободное состояние при самых неблагоприятных условиях работы. При нахождении на РЦ хотя бы одной колесной пары или при полном изло-

ме рельса путевое реле должно отпускать якорь и фиксировать занятое состояние РЦ при самых неблагоприятных условиях ее работы. В случае электрического замыкания изолирующих стыков и поступления в РЦ тока от источника питания смежной РЦ путевое реле не должно притягивать якорь и надежно фиксировать в этом случае ложную занятость РЦ, т.е. ее неисправное состояние.

В соответствии с этими требованиями РЦ должна работать в трех основных режимах: нормальном, шунтовом и контрольном. На условия работы РЦ в этих режимах влияют независимые переменные величины: сопротивление балласта и рельсов, напряжение источника питания, причем каждая из переменных величин в том или ином режиме влияет по-разному.

Нормальный (регулируемый) режим соответствует свободному от подвижного состава состоянию РЦ. В этом режиме через путевое реле П (рис. 4.5, а) протекает ток, при котором якорь реле надежно удерживается в притянутом положении или надежно притягивается (при импульсном питании) при самых неблагоприятных для данного режима условиях работы.

Неблагоприятными условиями для работы РЦ в нормальном режиме являются те, которые приводят к снижению тока I_p в путевом

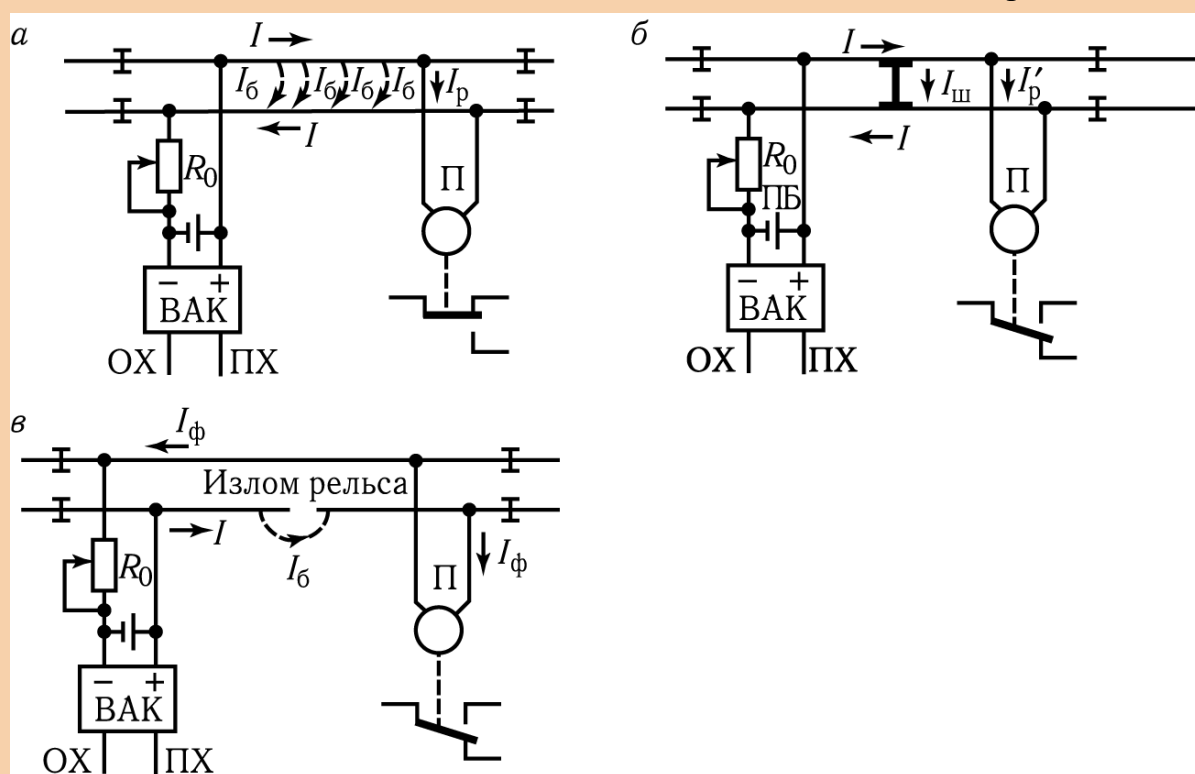


Рис. 4.5. Режимы работы рельсовой цепи

реле до величины тока отпускания или не притяжения якоря реле. К снижению рабочего тока I_p в путевом реле приводят: увеличение сопротивления РЦ при нарушении целостности стыковых соединителей, увеличение тока утечки I_6 через балласт из-за уменьшения сопротивления балласта (вследствие загрязнения балласта и неблагоприятных метеорологических условий), снижение напряжения источника питания.

Для определения требуемого напряжения на зажимах реле при свободной РЦ в зависимости от ее длины и состояния балласта производятся расчеты РЦ. На основании этих расчетов составлены регулировочные таблицы, с помощью которых регулируют РЦ с учетом всех неблагоприятных условий работы в нормальном режиме.

Шунтовой режим соответствует занятому подвижным составом состоянию РЦ. В этом режиме при занятии рельсовой цепи подвижным составом (рис. 4.5, б) происходит электрическое соединение (шунтирование) рельсовых нитей колесными парами, имеющими незначительное сопротивление по сравнению с сопротивлением обмотки путевого реле. При этом напряжение на реле П должно снижаться до значения напряжения отпускания и якорь должен быть надежно отпущен при самых неблагоприятных условиях шунтового режима. Неблагоприятными условиями для работы РЦ в шунтовом режиме являются те, которые приводят к увеличению тока в путевом реле, а именно: наибольшее напряжение источника питания, наименьшее сопротивление рельсов, наибольшее сопротивление балласта.

Основной характеристикой работы рельсовой цепи в шунтовом режиме является шунтовая чувствительность. Она представляет собой наибольшее сопротивление поездного шунта, при замыкании которым рельсовой линии происходит снижение тока (напряжения) в путевом реле до величины тока (напряжения) отпускания якоря реле. Эта величина всегда переменная и зависит от числа колесных пар на РЦ и величины переходного сопротивления между бандажом колеса и головкой рельса. По действующим техническим условиям шунтовая чувствительность не должна быть менее 0,06 Ом. Эта наименьшая величина шунтовой чувствительности проверяется наложением на рельсы испытательного нормативного шунта со-

противлением 0,06 Ом. При наложении этого шунта в любой точке на рельсовую линию путевое реле должно отпустить якорь.

Контрольный режим (рис. 4.5, в) соответствует свободному, но неисправному состоянию РЦ (*лопнувший рельс*, изъятие рельса). В этом случае прекращается нормальное прохождение тока по рельсовой линии и путевое реле должно отпустить свой якорь при самых неблагоприятных условиях работы в контрольном режиме. При лопнувшем рельсе через путевое реле продолжает протекать ток $I_{\text{ф}}$ (фактический) по обходному пути через балласт (см. рис. 4.5, в). Несмотря на уменьшение величины этого тока он может оказаться достаточным для удержания якоря путевого реле и контроля лопнувшего рельса не получится.

Таким образом, наихудшими условиями контрольного режима, которые приводят к увеличению тока $I_{\text{ф}}$, будут: наибольшее напряжение источника питания, наименьшее сопротивление рельсов и критическое сопротивление балласта (сопротивление балласта при определенном расстоянии от конца РЦ до места повреждения, когда цепь тока сохраняется благодаря утечке его через балласт и настолько велико, что приводит к увеличению тока реле).

4.4. Надежность работы рельсовых цепей

Бесперебойная работа систем регулирования движения в значительной степени зависит от надежного действия электрических РЦ. Отказы в работе РЦ вносят значительные сбои в движение поездов, усложняют работу работникам службы движения, способствуют возникновению аварийных ситуаций.

Наиболее распространенными отказами в работе РЦ являются повреждения типов «ложная занятость» и «ложная свобода».

«*Ложная занятость*» появляется, когда при отсутствии на РЦ подвижного состава путевое реле не притягивает свой якорь. В этом случае стрелки не переводятся, светофоры по маршрутам не открываются, на перегонах закрывается автоблокировка, т.е. происходят сбои в движении поездов, влияющие на пропускную способность железнодорожных линий.

Одной из главных причин такого отказа в работе РЦ является ухудшение состояния верхнего строения пути, в результате чего на-

рушается нормальная работа изолирующих стыков, рельсовых стыковых соединителей, которые часто выходят из строя. Засорение балласта сыпучими грузами, особенно солями и минеральными удобрениями, приводит к резкому снижению сопротивления балласта и увеличению токов утечки через балласт, а также к разрушению элементов верхнего строения пути (рельсов, болтов, подкладок, шпал). Таким образом, ложная занятость РЦ может быть по причине отсутствия или плохого контакта в рельсовом соединителе, при замыкании рельсов металлическим предметом, пробое изоляции в изолирующих стыках, загрязненности и плохой подрезке балласта, ненадежном электропитании, обрыве кабельных и дроссельных перемычек.

«**Ложная свобода**» появляется, когда при занятой подвижным составом РЦ путевое реле не отпускает свой якорь. В этом случае резко нарушается безопасность движения поездов, что приводит к возникновению аварийных ситуаций, приводящих к крушению поездов, к появлению возможности перевода стрелки под составом, открытию светофора на занятый путь или блок-участок. Причинами такого отказа РЦ являются: не обеспечение шунтовой чувствительности РЦ и срабатывание путевого реле от другого постороннего источника питания (источника питания смежной РЦ при замыкании изолирующих стыков и нарушении чередования полярностей, помехи тягового тока на участках с электротягой, вагонного освещения и др.).

Необеспечение шунтовой чувствительности РЦ происходит из-за резкого увеличения сопротивления поездного шунта. Причинами увеличения сопротивления поездного шунта являются ржавчина, напрессованный снег, лед и грязь на головке рельсов, наличие битума и песка на колесах подвижного состава, что увеличивает переходное сопротивление между бандажом колеса и головкой рельса. Одиночный локомотив и автодрезина также плохо шунтируют РЦ, так как сопротивление скатов двух или трех тележек слишком велико и напряжение на путевом реле снижается, но не до величины напряжения отпускания якоря реле, и якорь путевого реле остается притянутым, фиксируя «ложную свободу пути».

Во избежание потери шунтовой чувствительности нельзя допускать загрязнения головок рельсов песком, снегом, шлаком и други-

ми материалами; работы, связанные с загрязнением головок рельсов, необходимо выполнять с согласия дежурного по станции после записи руководителя работ в Журнале осмотра; периодически обкатывать малодеятельные РЦ с тем, чтобы не допускать ржавчины на головке рельсов; не оставлять одиночные локомотивы и дрезины на загрязненных рельсах; дополнительно проверять при снегопадах свободу малодеятельных путей перед приемом поезда, внимательно следить по табло за шунтированием РЦ подвижным составом; если путь приема или стрелочный участок занят подвижным составом более суток, сообщить об этом электромеханику.

Для повышения надежности работы РЦ устанавливают дополнительные реле на ответвлениях разветвленных РЦ; сокращают предельную длину РЦ, что позволяет улучшить их работоспособность при пониженном сопротивлении балласта, или используют тональные РЦ; применяют водоструйные путевые машины для полного удаления солей и других загрязнителей с элементов верхнего строения пути; используют клееболтовые изолирующие стыки, которые работают дольше и надежнее, а также изолирующие стыки из стеклопластика; внедряют более надежные конструкции стыкового соединителя (токопроводящего стыка) — пружинные соединители, втулочные алюминиевые соединители и др., дублируют рельсовые соединители на станциях. Для повышения безопасности движения поездов и надежности действия РЦ устраивается чередование полярности постоянного тока или чередование фаз переменного тока в смежных РЦ. Это делается для того, чтобы в случае повреждения изоляции (электрическое замыкание или пробой изолирующих стыков) путевое реле одной РЦ не смогло получить питание из смежной РЦ и дать ложный контроль свободы и исправности собственной РЦ.

4.5. Схемы рельсовых цепей

Неразветвленные рельсовые цепи на участках с автономной тягой.

Основным типом РЦ, применяемой на перегонах с автономной тягой, является РЦ постоянного тока с импульсным питанием. Импульсные РЦ просты по устройству, потребляют малую мощность и обеспечивают возможность их резервирования от аккумуляторов, что особенно важно для участков с ненадежным электроснабжением.

РЦ постоянного тока с импульсным питанием (рис. 4.6) применяется на перегонах, оборудованных автоблокировкой. Такая РЦ на питающем конце имеет аккумулятор, выпрямитель ВАК, маятниковый транзмиттер типа МТ-1 и ограничивающий резистор R_0 , а на релейном конце — импульсное путевое реле И типа ИМШ1-0,3. Питание РЦ осуществляется постоянным током. Периодическое замыкание и размыкание цепи питания производится контактом маятникового транзмиттера МТ-1, который непрерывно работает в импульсном режиме. На релейном конце импульсы, поступившие в рельсовую линию, принимает импульсное путевое реле И. Контакты импульсного реле И из-за их работы в импульсном режиме не могут быть использованы в цепях контроля свободности блок-участков и включения ламп светофоров. Поэтому на релейном конце через контакт импульсного реле И и дешифратор Д дополнительно включается путевое реле П первого класса надежности, которое удерживает свой якорь непрерывно притянутым при импульсной работе контакта реле И.

При вступлении на РЦ поезда или появлении какой-либо неисправности в рельсовой линии прекращается импульсная работа реле И и на выходе дешифратора Д обесточивается реле П, которое, замыкая тыловые контакты, фиксирует занятость РЦ.

Рельсовая цепь постоянного тока с импульсным питанием обладает высокой шунтовой чувствительностью и ее надежная работа

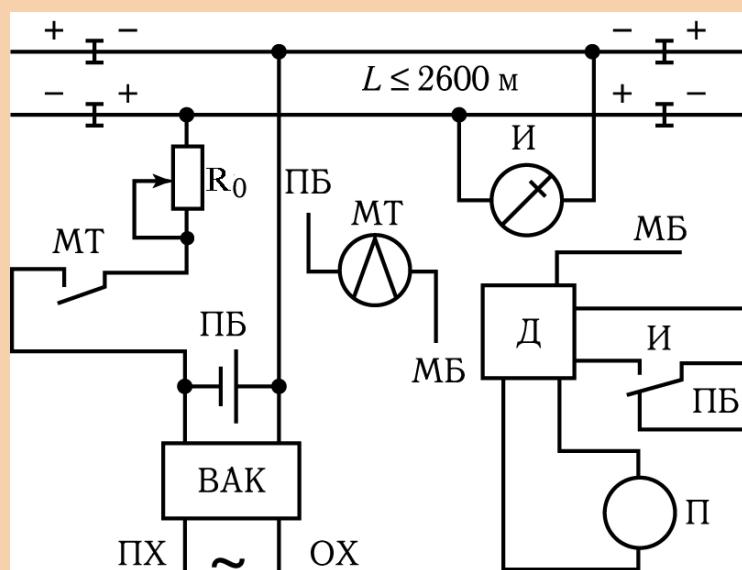


Рис. 4.6. Схема рельсовой цепи постоянного тока с импульсным питанием

обеспечивается при длине до 2600 м при сопротивлении балласта не ниже 1 Ом по сравнению с непрерывным питанием. Кроме этого, импульсное питание повышает чувствительность путевого реле И к излому рельса. Рельсовые цепи с импульсным питанием имеют более надежную защиту путевого реле И от

ложного срабатывания при замыкании изолирующих стыков смежных РЦ, так как импульсное реле имеет регулировку якоря с преобладанием влево или вправо и работает от импульсов, поступающих только из собственной РЦ.

На станциях при автономной тяге применяются РЦ с непрерывным питанием переменным током частоты 50 или 25 Гц. Использование переменного тока для питания РЦ на станциях позволяет экономить кабель по сравнению с применением РЦ постоянного тока.

Основным видом таких РЦ является фазочувствительная РЦ переменного тока с путевым реле типа ДСШ, которая наиболее надежна в эксплуатации (рис. 4.7). Питание РЦ осуществляется от трансформатора ПТ, который трансформирует переменный ток 220 В в меньший по величине сигнальный переменный ток, который через резистор R_0 поступает в рельсы. На релейном конце такой РЦ устанавливают релейный трансформатор РТ и путевое реле П типа ДСШ. С помощью релейного трансформатора РТ напряжение из рельсовой линии повышается до напряжения срабатывания реле П. С помощью конденсатора C_p достигается сдвиг фазы напряжения на путевой обмотке по отношению к напряжению местной обмотки на угол примерно 90° , необходимый для нормальной работы реле ДСШ. Если РЦ свободна и исправна, то путевое реле П непрерывно удерживает свой сектор в поднятом положении. При вступлении поезда на рельсовую цепь путевое реле П шунтируется малым сопротивлением скатов поезда и напряжение на обмотке путевого реле П снижается настолько, что сектор опускается вниз, чем и фиксируется занятость РЦ подвижным составом. Предельная длина РЦ переменного тока частотой 50 Гц, при которой обеспечивается надежная ее работа, составляет 1500 м.

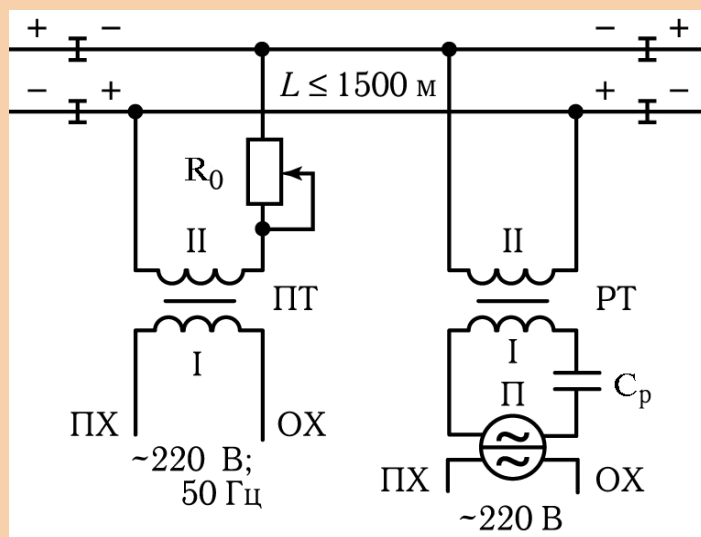


Рис. 4.7. Схема рельсовой цепи переменного тока частотой 50 Гц

Неразветвленные РЦ на участках с электрической тягой. На участках с электрической тягой рельсовые нити железнодорожного пути являются обратным проводом для пропускания тягового тока на подстанцию, поэтому в РЦ таких участков следует обеспечить непрерывное прохождение тягового тока, несмотря на то, что рельсы разделены изолирующими стыками для обеспечения работы РЦ. Для этой цели применяют двухниточные и однониточные РЦ. Двухниточные РЦ получили наибольшее распространение и используются на перегонах и станциях. В таких рельсовых цепях тяговый ток непрерывно пропускается по обеим рельсовым нитям пути с помощью дроссель-трансформаторов, которые устанавливаются по обе стороны изолирующего стыка.

Для обеспечения нормальной и надежной работы РЦ на участках с электротягой род и частота сигнального тока должны отличаться от рода и частоты тягового тока. Поэтому на участках с электротягой на постоянном токе РЦ питают переменным током промышленной частоты 50 Гц, а на участках с электротягой на переменном токе 50 Гц — переменным током частотой 25 Гц. Тяговые токи $1/0.5I_T$ (рис. 4.8) протекают по обеим полуобмоткам ДТ во встречных направлениях, чем исключается влияние тягового тока на работу РЦ. В практических условиях тяговые токи в обеих рельсовых нитях не равны друг другу, так как сопротивление рельсовых нитей неодинаковое. Поэтому сердечник дроссель-трансформатора подвергается под-

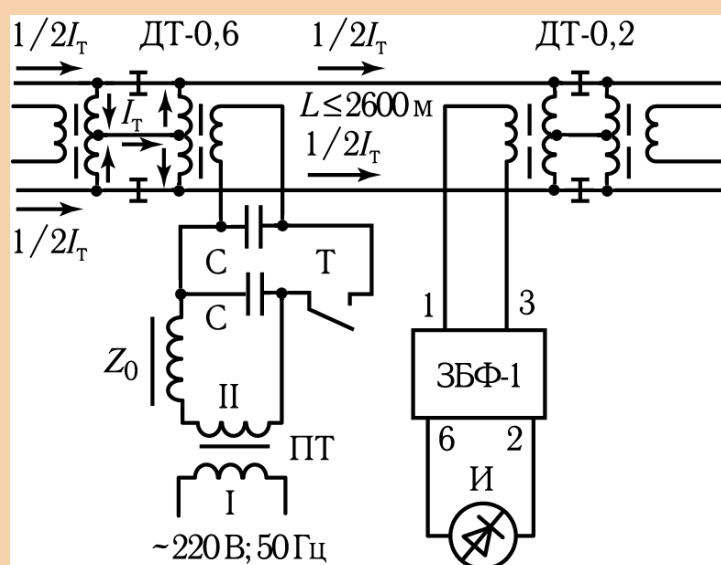


Рис. 4.8. Схема кодовой рельсовой цепи 50 Гц

магничиванию, а аппаратура РЦ — влиянию гармоник тягового тока. Для исключения влияний гармоник тягового тока РЦ с путевым реле типа ИМВШ или ИВГ на электрифицированных участках делают с кодовым питанием, а для защиты от этого влияния самого реле устанавливаются

фильтры, настроенные только на частоту сигнального тока и задерживающие гармоники тягового тока.

На перегонах при электротяге на постоянном токе устраивается кодовая РЦ переменного тока частотой 50 Гц (см. рис. 4.8), которая служит для контроля состояния блок-участков, обеспечивая беспроводную связь между показаниями попутных проходных светофоров и передачи на локомотив кодов АЛС. Основными элементами такой РЦ являются: путевой трансформатор ПТ типа ПОБС—3А; ограничитель Z_0 типа РОБС; дроссель-трансформаторы типов ДТ-0,6 (на питающем конце) и ДТ-0,2 (на релейном конце); трансмиттерное реле Т, трансмиттер КПТ (на рисунке не показан); конденсаторы С, которые служат для компенсации реактивной составляющей тока и уменьшения потребляемой мощности от путевого трансформатора; фильтр типа ЗБФ-1, служащий для защиты путевого реле И от гармоник тягового тока и ограничения на нем напряжения при коротком замыкании изолирующих стыков; импульсное путевое реле И типа ИМВШ-110 или ИВГ, которое принимает кодовые сигналы из рельсовой линии.

Питание РЦ переменным током 50 Гц осуществляется от путевого трансформатора ПТ. Со вторичной обмотки ПТ сигнальный ток через контакт трансмиттерного реле Т, который работает в режиме кода КЖ, Ж или З, подается через дроссель-трансформатор ДТ-0,6 в рельсовую линию. На релейном конце кодовые сигналы из рельсовой линии через дроссель-трансформатор ДТ-0,2 и фильтр ЗБФ-1, который пропускает сигнальный ток частотой 50 Гц, а гармоники тягового тока задерживает, воспринимаются импульсным путевым реле И, которое при свободном состоянии РЦ работает в кодовом режиме в такт принимаемым из рельсовой линии кодовым импульсам. При вступлении поезда на РЦ происходит шунтирование обмотки путевого реле И малым сопротивлением скатов поезда, напряжение на обмотке реле снижается до напряжения непритяжения якоря реле, и оно прекращает импульсную работу, чем и фиксируется занятое состояние РЦ. Надежная работа кодовой РЦ 50 Гц обеспечивается при длине до 2600 м и при сопротивлении балласта не ниже 1 Ом·км.

Кодовая РЦ переменного тока 25 Гц (рис. 4.9) применяется на перегонах при электротяге на переменном токе 50 Гц. Питание РЦ

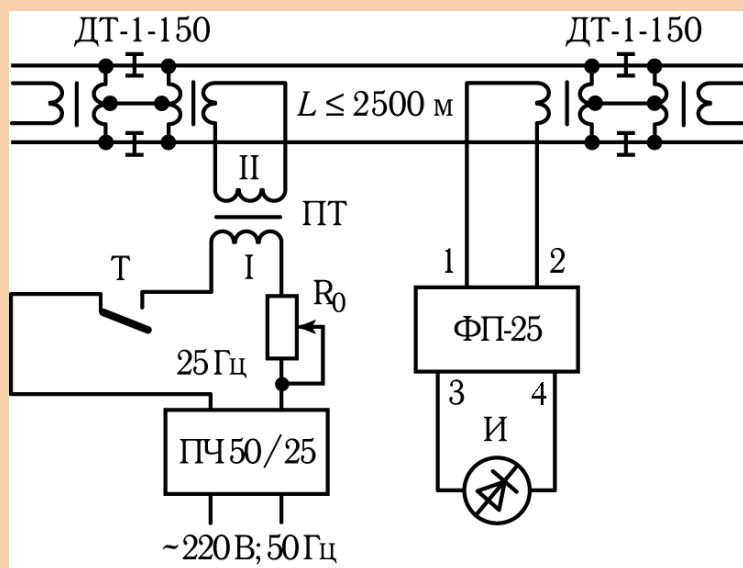


Рис. 4.9. Схема кодовой рельсовой цепи 25 Гц

переменным током 25 Гц осуществляется от статического преобразователя частоты ПЧ—50/25 мощностью 100 Вт. С выхода преобразователя сигнальный ток частотой 25 Гц через контакт транзитного реле Т, работающего в кодовом режиме, ограничитель R_0 , путевой трансформатор ПТ типа ПРТ-А и дроссель-трансформатор

ДТ1-150 поступает в рельсовую линию. На релейном конце кодовые импульсы через дроссель-трансформатор ДТ1-150 и фильтр ФП-25, который пропускает сигнальный ток частотой 25 Гц, а гармоники переменного тока задерживает, воспринимаются импульсным путевым реле И, которое при свободном состоянии блок-участка работает в импульсном режиме. Кодовая РЦ 25 Гц имеет предельную длину 2500 м.

На станциях при электротяге применяют РЦ переменного тока 50 и 25 Гц с непрерывным питанием и реле типа ДСШ. Двухэлементные секторные реле ДСШ при электротяге постоянного тока не требуют дополнительных мер защиты от влияния тягового тока, так как попадание в путевую обмотку этого реле постоянного тока приводит к его отпусканию. Основным типом РЦ на таких станциях является фазочувствительные двухниточные РЦ переменного тока частотой 50 и 25 Гц с реле ДСШ.

Фазочувствительная двухниточная РЦ переменного тока 25 Гц с реле ДСШ (рис. 4.10) является основным видом РЦ. На питающем и релейном концах такой РЦ установлены дроссель-трансформаторы ДТ и согласующие трансформаторы ПТ и ИТ. Питание путевой и местной обмоток путевого реле ДСШ разделено и осуществляется от отдельных преобразователей с помощью фазирующего устройства. На релейном конце параллельно путевому элементу реле П включен защитный фильтр ЗБ для защиты реле от воздействия

тягового тока 50 Гц. При наличии помехи возможна вибрация сектора реле ДСШ, что ухудшает условия работы реле. Поэтому и установлен фильтр ЗБ, настроенный на частоту тягового тока 50 Гц, через который этот ток замыкается, чем исключается попадание его в обмотку реле. При электротяге постоянного тока фильтр не устанавливается.

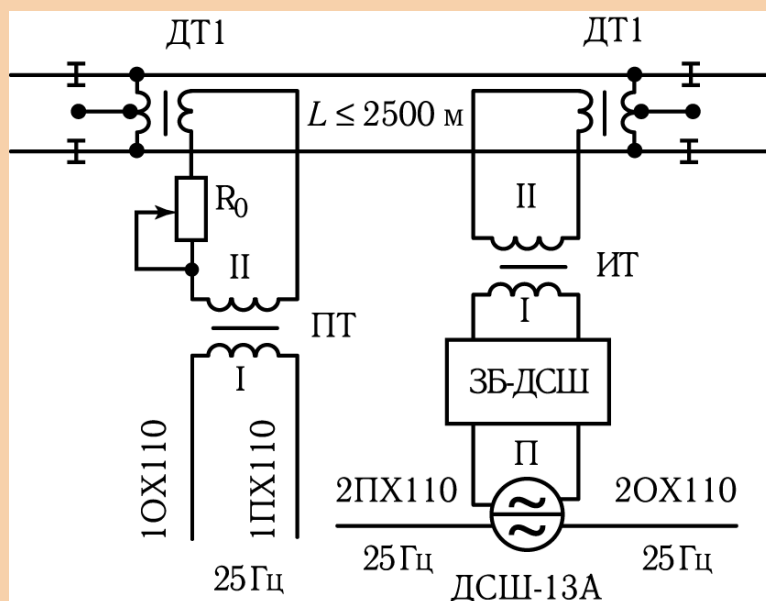


Рис. 4.10. Схема фазочувствительной рельсовой цепи 25 Гц

Схема фазочувствительной РЦ переменного тока частотой 25 Гц допускает наложение кодирования с питающего и релейного концов. Предельная длина такой РЦ, при которой обеспечивается надежная ее работа, составляет 1200 м.

На станциях при электротяге могут применяться и однониточные РЦ переменного тока частотой 50 и 25 Гц, в которых для пропускания обратного тягового тока выделяется одна рельсовая нить. В смежную РЦ тяговый ток пропускается по рельсовому соединителю, который соединяет тяговые рельсовые нити смежных РЦ (см. рис. 4.4). Аппаратура такой РЦ аналогична предыдущей, но без установки дроссель-трансформаторов. Надежность работы таких рельсовых цепей из-за сильного влияния тягового тока невысокая, поэтому длина их не превышает 500 м и они находят применение на неответственных путях и стрелочных участках средних и крупных станций.

Тональные рельсовые цепи. Надежность работы существующих РЦ в большой степени зависит от состояния изолирующих стыков и балласта. Из-за нарушения нормальной работы изолирующих стыков происходит большое количество отказов работы РЦ. Кроме этого, из-за снижения сопротивления балласта на некоторых участках железных дорог до величины 0,2...0,3 Ом·км (при норме мини-

мального сопротивления балласта 1 Ом·км) нарушается нормальная работа рассмотренных выше типов РЦ.

В настоящее время разработаны и внедряются тональные РЦ. Такие РЦ работают в случае низкого сопротивления балласта без изолирующих стыков при любом виде тяги поездов. Аппаратура тональных рельсовых цепей (ТРЦ) обеспечивает формирование и прием амплитудно-модулированных сигналов с частотами манипуляции (модуляции) 8 и 12 Гц и несущими частотами в диапазоне 420...780 Гц. Особенностью устройства ТРЦ является то, что в такой РЦ устанавливается один источник питания на две РЦ, а передающая и приемная аппаратура располагается на станциях, примыкаемых к перегону.

Рассмотрим схемы смежных РЦ с несущими и модулированными частотами 480/8 и 580/12 (каждая из которых с двумя приемниками), расположенные на одном пути перегона при электротяге постоянного тока (рис. 4.11). Схема каждой РЦ имеет передающую и приемную аппаратуру, а также согласующие элементы передающих устройств АЛС. Передающая аппаратура ТРЦ состоит из генератора

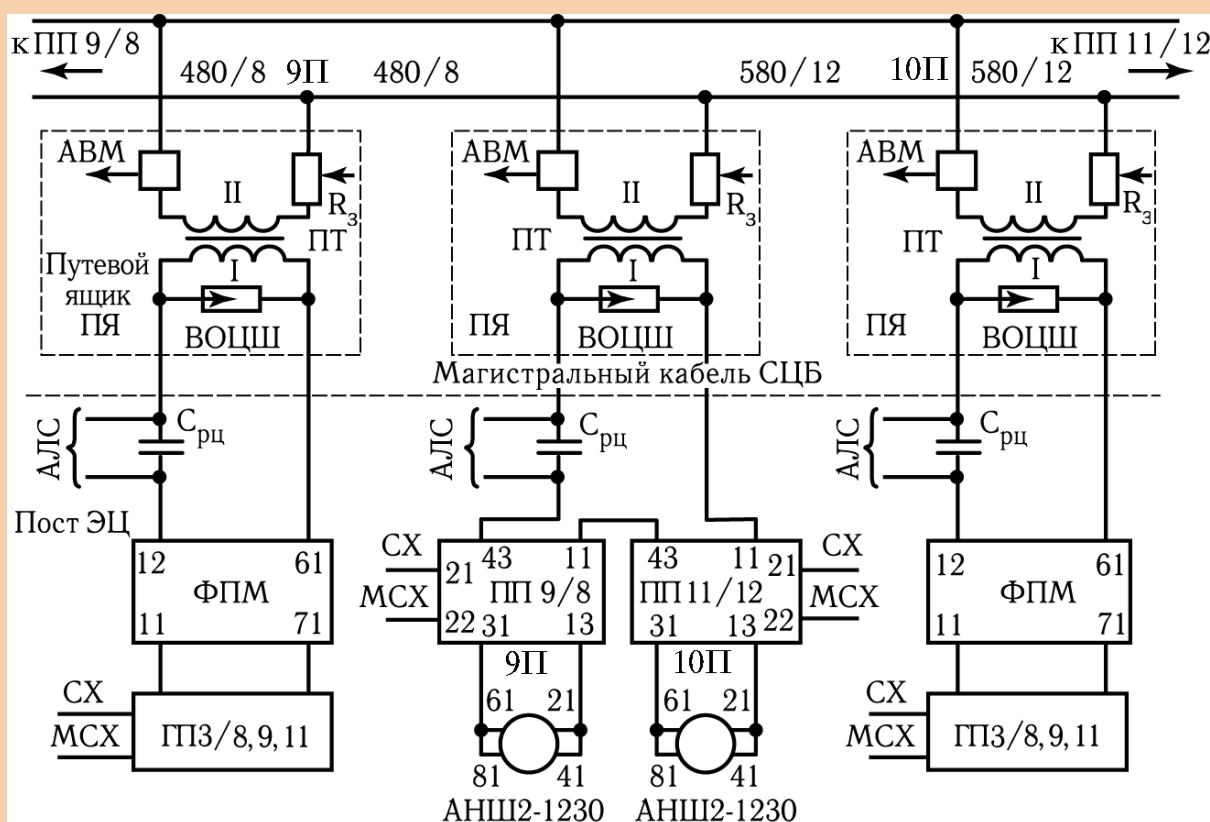


Рис. 4.11. Схема тональных рельсовых цепей

ГП и путевого фильтра ФПМ. Генератор обеспечивает формирование амплитудно-модулированных сигналов тональной частоты требуемого уровня. Путьевой фильтр обеспечивает защиту выходных цепей генератора от влияния токов АЛС, тягового тока и атмосферных перенапряжений и формирует требуемое по условиям работы РЦ обратное входное сопротивление питающего конца, а также служит для гальванического разделения выходной цепи генератора от кабеля и получения на нем требуемых напряжений. Последовательно с выходом путевого фильтра включен конденсатор $C_{рц}$, который является согласующим элементом передающих устройств АЛС. Амплитудно-модулированный сигнал от генератора поступает в кабельную линию, а затем на первичную обмотку путевого трансформатора ПТ. Со вторичной обмотки ПТ он поступает в рельсовую линию 9П и 8П, а затем на ПТ релейного конца 9П. Далее сигнал поступает в кабельную линию, а пройдя ее, на путьевой приемник ПП 9/8, который принимает амплитудно-модулированный сигнал и возбуждает путьевое реле 9П при свободном состоянии РЦ. Аналогично происходит работа тональной РЦ 10П.

Разветвленные рельсовые цепи. На станциях в зоне стрелочных переводов устраиваются разветвленные РЦ. Они кроме изолирующих стыков по границам рельсовой цепи имеют дополнительные изолирующие стыки 4 (рис. 4.12, а) на рамных рельсах, исключая замыкание рельсовых нитей крестовиной стрелочного перевода. Для образования электрической цепи устанавливаются стрелочные рельсовые соединители: 3 — между рамными рельсами и острьяками и переводными кривыми, 5 — между крайними рельсовыми нитями, 6 — на крестовине стрелочного перевода.

Основной задачей изоляции разветвленных рельсовых цепей является обеспечение контроля наличия подвижных единиц на ответвленных рельсовых нитях. Для осуществления такого контроля наиболее распространен параллельный способ изоляции (см. рис. 4.12, а и б), при котором сигнальный ток протекает только по рельсовым нитям одного пути А, где включено путьевое реле СП, а рельсовые нити ответвления В находятся лишь под напряжением.

При свободной РЦ сигнальный ток протекает по цепи (см. 4.12, а) плюс батареи ПБ, рельсовые нити 1, 9, обмотка реле СП, рельсовая нить 10, рельсовый соединитель 5, рельсовая нить 2 и минус бата-

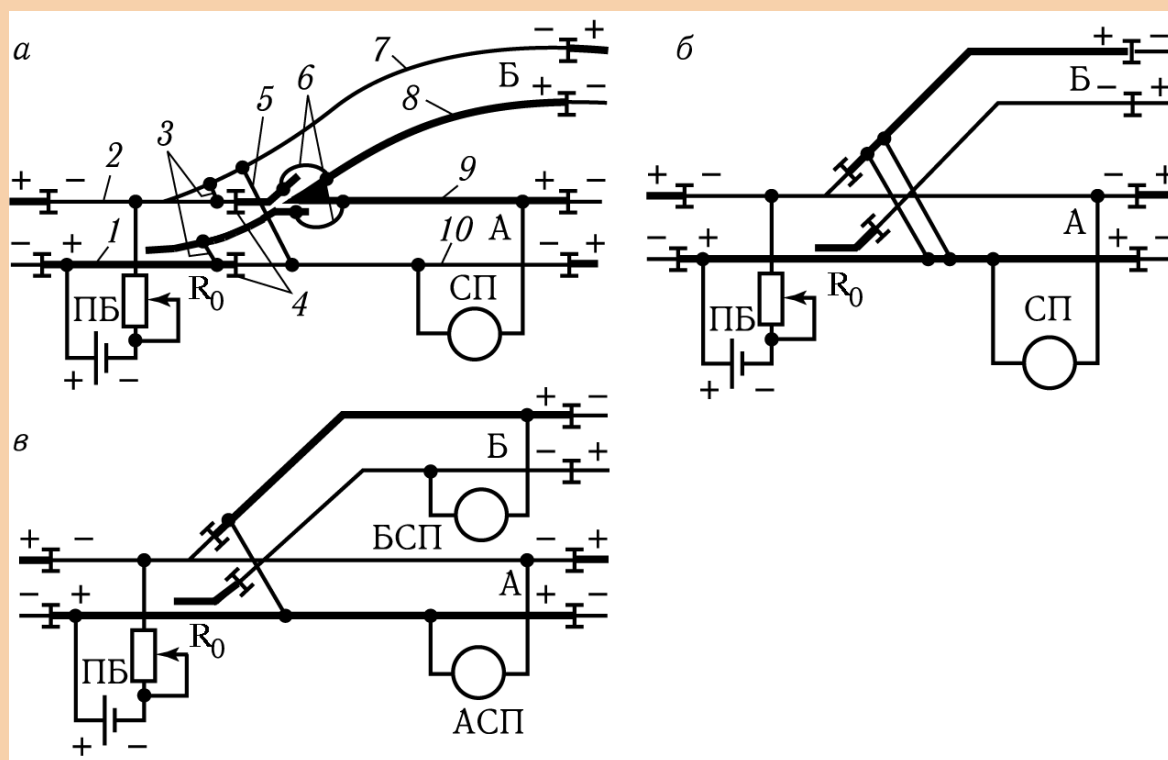


Рис. 4.12. Устройство разветвленной рельсовой цепи

реи ПБ. Реле СП, находясь в возбужденном состоянии, контролирует свободу стрелочного участка и исправность стрелочного соединителя. В случае обрыва рельсового соединителя реле СП отпускает якорь и дает контроль неисправности рельсовой цепи. Если дополнительные изолирующие стыки установлены по боковому ответвлению (см. 4.12, б), то рельсовый соединитель становится неконтролируемым и для надежности дублируется. При занятии рельсовой цепи поездом происходит шунтирование рельсовых нитей 1—2, или 7—8, или 9—10 малым сопротивлением скатов поезда. Реле СП, лишаясь питания, отпускает якорь и контролирует занятость стрелочного участка.

В разветвленной РЦ в случае обрыва рельсовой нити бокового пути Б и нахождении подвижной единицы на ответвлении путевое реле СП остается возбужденным и дает ложный контроль свободного стрелочного участка, что отрицательно влияет на безопасность движения поездов. Для повышения надежности действия таких РЦ на всех неконтролируемых ответвлениях устанавливаются дополнительные реле (БСП на рис. 4.12, в).

Используются разветвленные РЦ с непрерывным питанием переменным током частотой 50 Гц с реле типа АНВШ (при автоном-

ной тяге), частотой 25 Гц с реле типа ДСШ (при электротяге) или тональной частоты при любом виде тяги. Примерная схема разветвленной РЦ при электротяге показана на рис. 4.13. Свободность и исправность стрелочного участка определяются возбуждением реле АСП и БСП. Общее путевое реле СП возбуждается через последовательно включенные фронтовые контакты путевых реле АСП и БСП, включенных по концам ответвлений. Пропадание тока в любом из путевых реле расценивается как занятость изолированного участка.

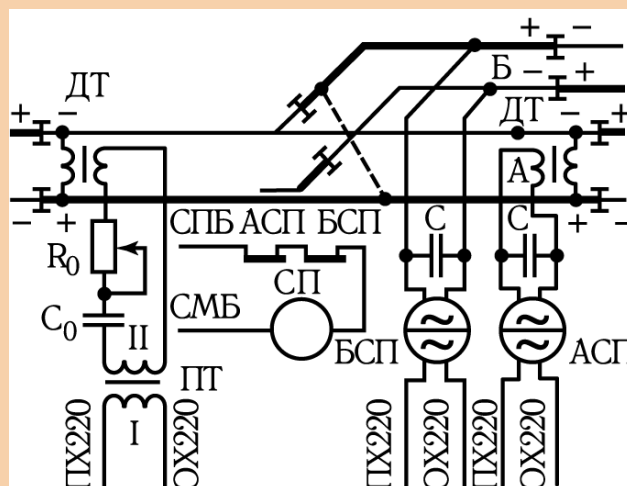


Рис. 4.13. Схема разветвленной рельсовой цепи

Глава 5. Полуавтоматическая блокировка

5.1. Назначение и принципы построения полуавтоматической блокировки

Полуавтоматическая блокировка (ПАБ) относится к перегонным устройствам и служит для регулирования движения поездов на однопутных и двухпутных линиях железных дорог. При ПАБ управление сигналами осуществляется частично вручную работниками службы перевозок, а частично автоматически от воздействия движущегося поезда на путевые приборы и рельсовые цепи. Ограждаемым (блокируемым) отрезком пути при полуавтоматической блокировке является межстанционный (между отдельными пунктами) или межпостовой перегон (часть перегона между станцией и блоком-постом). Право на занятие поездам межстанционного или межпостового перегона при ПАБ появляется при разрешающем показании выходного или проходного сигнала. При ПАБ наиболее часто

применяются светофоры с двужначной сигнализацией: красный огонь, запрещающий движение, и зеленый огонь, разрешающий.

Устройства ПАБ не допускают открытия выходного или проходного сигнала до освобождения ограждаемого ими межстанционного или межпостового перегона, а на однопутных перегонах после открытия на станции выходного светофора исключается возможность отправления поезда с соседней станции во встречном направлении. При ПАБ межстанционный перегон на блок-участки, как правило, не делится, рельсовыми цепями не оборудуется, ограждается выходными светофорами примыкаемых к нему станций. На перегоне блокируется один поезд. ПАБ обеспечивает небольшую пропускную способность участка и невысокую безопасность движения поездов.

На двухпутных участках по каждому пути поезда движутся только в одном направлении, поэтому при ПАБ поезда следует ограждать только с «хвоста» (рис. 5.1, *а*), так как встречное столкновение исключается. Выходные светофоры (например, **ЧП** или **НП**) на двухпутном участке при свободном перегоне нормально закрыты, но не замкнуты. Для отправления поезда в нечетном направлении готовится маршрут и выходной светофор **НП** открывается. После занятия перегона поездом выходной светофор **НП** закрывается и замыкается. Замыкание светофора **НП** снимается дежурным соседней станции *Б* после фактического прибытия туда отравленного со станции *А* поезда.

На однопутных участках движение поездов осуществляется по одному пути в обоих направлениях, поэтому при ПАБ поезд на перегоне должен ограждаться с «хвоста» и «головы» (рис. 5.1, *б*). Для исключения одновременного встречного отправления поездов на свободный перегон выходные светофоры нормально не только закрыты, но и замкнуты. Для открытия светофора, например **НП**, в нечетном направлении необходимо с соседней станции *Б*, на которую предполагается отправить поезд, получить блокировочный сигнал ПС («Путевое согласие»). С помощью этого блокировочного сигнала происходит отмыкание выходных светофоров станции отправления, чем и обеспечивается безопасность движения. После приготовления маршрута отправления и нажа-

послать по линейной цепи на соседнюю станцию блокировочный сигнал. От этого сигнала срабатывает релейная аппаратура ПАБ, которая обеспечивает зависимость по управлению светофором. В устройствах ПАБ, кроме сигнала ПС, применяются блокировочные сигналы «Путевое отправление» (ПО) и «Путевое прибытие» (ПП). Блокировочный сигнал ПО вызывает электрическое замыкание выходного светофора станции отправления после открытия и прохождения его поездом, обеспечивая невозможность повторного его открытия на занятый перегон. Блокировочный сигнал ПП посылается со станции приема на станцию отправления после прибытия поезда. Этим сигналом снимается электрическое замыкание с выходных светофоров станции отправления на двухпутном участке, а на однопутном участке этим блокировочным сигналом ПП устройства ПАБ приводятся в исходное состояние.

Рассмотрим принцип действия путевой ПАБ на двухпутном участке. В исходном состоянии входные и выходные светофоры на станциях *А* и *Б* (см. рис. 5.1, *а*) находятся в закрытом положении. Отправление поезда со станции *А* на свободный путь перегона к станции *Б* осуществляется в следующей последовательности.

На станции *А* ДСП готовит маршрут отправления (например, с I пути). Для открытия выходного светофора **НІ** ДСП станции *А* нажимает сигнальную кнопку, и при свободном перегоне на выходном светофоре **НІ** загорается зеленый огонь. На двухпутном участке открытие выходного светофора происходит без участия устройств блокировки соседней станции. После открытия выходного светофора **НІ** со станции *А* по линейной цепи устройств ПАБ на станцию *Б* посылается блокировочный сигнал ПО. Этот сигнал подтверждает открытие выходного светофора **НІ**, извещает об отправлении поезда и занятии им перегона. На станции *А* включается лампочка ПО красного цвета, а на станции *Б* — лампочка ПП красного цвета.

При выходе поезда со станции *А* на перегон выходной светофор **НІ** закрывается (ДСП станции *А* вытягивает сигнальную кнопку) и замыкается устройствами ПАБ, с помощью которых исключается теперь его повторное открытие. На станции *А* разделяется маршрут отправления. На станции *Б* готовится маршрут приема на сво-

бодный путь (например, на *I* путь). Дежурный по станции *Б* нажимает сигнальную кнопку входного светофора, на светофоре *Н* загорается желтый огонь.

Поезд, освобождая перегон, проходит контрольный путевой участок у входного светофора *Н*, входной светофор закрывается и у ДСП станции *Б* на аппарате включается лампочка **НП** белого цвета, контролирующая прибытие поезда на станцию. Прибытие поезда в полном составе проверяется лично ДСП или техническими средствами. После этого ДСП станции *Б* разделявает маршрут приема. После разделки маршрута ДСП нажимает кнопку ДП («Дача прибытия») и по линейной цепи устройств ПАБ на станцию *А* посылается блокировочный сигнал ПП, который контролирует свободу перегона и снимает замыкание с выходных светофоров станции *А*.

На станциях однопутных линий отправление поезда на свободный перегон возможно только с согласия ДСП станции приема. Поэтому ДСП станции отправления *А* в установленном порядке запрашивает по телефону станцию приема *Б* о даче согласия на отправление поезда на свободный перегон. Дежурный по станции приема *Б* посылает с аппарата управления блокировочный сигнал ДС. При условии свободы перегона этот блокировочный сигнал принимается на станции отправления *А* как сигнал ПС. После получения на станции отправления *А* блокировочного сигнала ПС замыкание с выходных светофоров снимается. После приготовления маршрута и открытия выходного светофора сигнал ПС полностью используется, следовательно, при наличии блокировочного сигнала ПС на станции можно открыть выходной светофор один раз и отправить на перегон только один поезд.

Дальнейшие действия при отправлении и приеме поезда аналогичны действиям, рассмотренным для двухпутного участка.

На железных дорогах используются в основном релейные системы ПАБ Гипротрансигнальсвязи (РПБ ГТСС). В релейных системах все блокировочные зависимости и необходимые замыкания осуществляются с помощью реле, что повышает надежность действия этих систем, производительность и культуру труда обслуживающего персонала. При релейных системах ПАБ используется светофорная сигнализация.

5.2. Способы фиксации проследования и контроля прибытия поезда

В ПАБ имеются устройства, фиксирующие проследование поездов и осуществляющие при приеме и отправлении автоматическое закрытие входных и выходных светофоров. Прибытие поезда с перегона на станцию контролируется приборами блокировки, позволяющими после разделки маршрута приема послать на станцию отправления блокировочный сигнал ПП.

В связи с повышением требований к безопасности движения поездов при ПАБ на приемо-отправочных путях станций и в стрелочных горловинах устраивают рельсовые цепи. В этом случае автоматическое закрытие входных и выходных сигналов осуществляется от воздействия колесных пар поезда на рельсовую цепь (РЦ).

Широкое применение получили схемы фиксации, основанные на воздействии поезда в определенном порядке на РЦ. Такие схемы фиксации проследования поезда строят с использованием двух или трех РЦ. Они осуществляют автоматическое закрытие сигналов после освобождения поездом РЦ, исключают возможность перекрытия от случайных замыканий РЦ, не допускают появления ложного сигнала прибытия поезда при повреждении изолирующих стыков. Срабатывание всей схемы фиксации должно происходить при приеме только от прибывших поездов, а при отправлении только от отправляющихся поездов. При этом для срабатывания всех приборов необходимо, чтобы поезд последовательно по ходу своего движения занимал и освобождал РЦ путевых участков.

Контрольные устройства фиксации фактического прибытия поезда на станцию не позволяют определить, прибыл ли поезд в полном составе или часть его осталась на перегоне. Поэтому ДСП, прежде чем дать сигнал прибытия, обязан убедиться в том, что поезд прибыл в полном составе. На станциях с ручным управлением стрелками он делает это через дежурного стрелочного поста, который проверяет прибытие поезда в полном составе по хвостовым сигналам. На станциях же с ЭЦ такой возможности нет. Поэтому для повышения безопасности движения поездов при ПАБ используются устройства автоматического контроля прибытия поезда в полном составе. В настоящее время разработана и внедряется в качестве интервального регулирования движения поездов при ПАБ

система устройств контроля состояния свободности перегона методом счета осей подвижного состава (УКП СО). Действие этой системы основано на применении путевых датчиков, которые не используют рельсовую линию для определения местонахождения поезда. Система УКП СО обеспечивает контроль состояния свободности перегона и автоматизацию процесса контроля прибытия поезда на станцию в полном составе.

Система УКП СО состоит из двух счетных пунктов СП1 и СП2, расположенных на границах контролируемого перегона, и контролирующего устройства КУ. Счетные пункты СП1 и СП2 с контролирующим устройством КУ связаны линейной цепью. Принцип действия системы основан на счете осей подвижного состава в каждом счетном пункте и последующем автоматическом сравнении результатов счета контролирующим устройством КУ. При одинаковых результатах счета на каждом СП после прохода поезда по перегону и исправности аппаратуры системы вырабатывается сигнал об освобождении подвижным составом контролируемого перегона и возбуждается реле КП.

Аппаратура каждого СП состоит из путевого датчика ПД, реагирующего на перемещение колесных пар в контролируемой зоне, счетного устройства СУ, обрабатывающего электрические сигналы датчика ПД и выдает информацию на ППДИ (приемопередатчик дискретной информации), который с требуемой достоверностью передает ее в КУ, где непрерывно производится сравнение информации, поступающей со счетных пунктов.

Для увязки УКП СО с ПАБ на аппарате управления у ДСП устанавливаются две кнопки: ИВК — «искусственного» восстановления исходного состояния системы УКП СО и ВСОК — выключения устройства счета осей из действия. Кнопка ИВК не пломбируемая, без фиксации со счетчиком числа нажатий. Кнопка ВСОК пломбируемая, с фиксацией. На пульте-табло ДСП каждой станции установлены лампочки контроля перегона ЛКП. Горение красной лампочки означает занятость перегона, зеленой — его свободности. При свободном перегоне информация об этом и об исправности системы имеется на обеих станциях (на пульте-табло ДСП каждой станции горит зеленая лампочка ЛКП. При занятом перегоне на пульте-табло обеих станций горит красная лампочка ЛКП (кнопки ВСОК не нажаты).

Если после прохода поезда по перегону (или проведения планово-профилактических работ) контрольно-путевое реле КП осталось обесточенным («ложная занятость» перегона) из-за каких-либо ошибок в передаче информации, то систему УКП СО необходимо привести в исходное состояние. Для этого ДСП станции приема, убедившись установленным порядком, что поезд прибыл в полном составе, делает запись в журнале ДУ-46 и нажимает кнопку ИВК. При этом показание ее счетчика увеличивается на единицу. Устройствами КУ формируется передача на станции *А* и *Б* сигнала ОК (обратного канала), который несет информацию о положительном результате сравнения данных, полученных от обоих счетных пунктов. На пульте-табло обеих станций вместо красной загорается зеленая лампочка ЛКП. Система восстановилась и может нормально функционировать.

Если в системе произошел необратимый отказ и она не восстанавливается при помощи кнопок ИВК, то ДСП нажимает пломбируемую кнопку ВСОК. Kontakтами этой кнопки исключается влияние неисправной аппаратуры УКП СО на работу ПАБ. После восстановления работоспособности системы ДСП вытягивает кнопку ВСОК и оформляет пломбирование кнопки установленным порядком.

5.3. Релейная полуавтоматическая блокировка системы ГТСС

Релейная ПАБ системы ГТСС применяется на одно- и двухпутных участках со станциями, оборудованными стрелочными централизователями, маршрутно-контрольными устройствами или ЭЦ стрелок и сигналов. В этой системе все блокировочные зависимости выполняются с помощью релейной аппаратуры. Блокировочные сигналы подаются с помощью нажатия кнопок, а прохождение этих сигналов контролируется лампочками на аппарате управления.

В РПБ ГТСС применяют аппараты двух типов: пульт-статив РПБ на станциях, оборудованных маршрутно-контрольными устройствами (МКУ), и пульт-статив ПСРБ-2 на станциях, оборудованных стрелочными централизователями.

Пульт-статив ПСРБ-2 (рис. 5.2) представляет собой пульт управления и индикации, в верхней части которого изображается схематический план станции с повторителями сигналов и контрольными лампочками свободы перегона, занятости перегона по отправлению, занятости перегона по прибытию, контроля прибы-

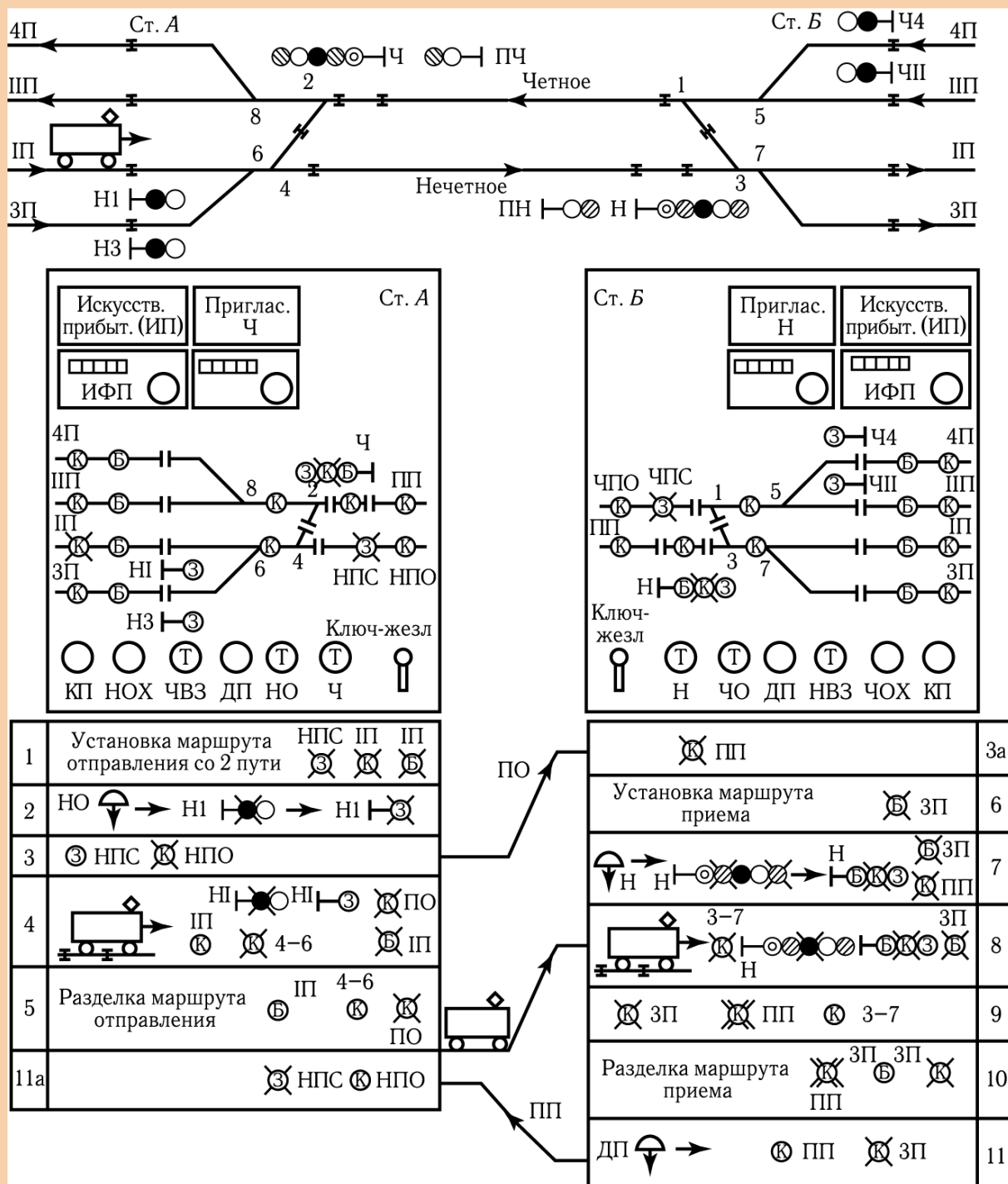


Рис. 5.2. Таблица последовательности работы устройств и индикации на пульте при двухпутной релейной полуавтоматической блокировке

тия поездов на станцию, дачи и получения согласия. Для контроля состояния и установки маршрута на схеме станционных путей размещают по три контрольные лампочки. По концам изображения приемо-отправочного пути устанавливают белую лампочку, которая контролирует правильность установки маршрута приема или отправления и свободное состояние пути, в середине — красную лампочку, которая контролирует занятость приемо-отправочного пути. Красные лампочки устанавливаются также в середине изображения стрелочной горловины для контроля ее свободности. Такие красные лампочки устанавливаются на аппарате управления, если на станции для повышения безопасности движения поездов используют рельсовые цепи.

У каждого станционного светофора на аппарате управления есть повторитель. Повторители входных светофоров **Н** и **Ч** имеют три лампочки: зеленую, контролирующую открытое положение входного светофора; белую, контролирующую включение пригласительного лунно-белого огня на входном светофоре. Повторитель выходного светофора имеет одну зеленую лампочку, которая контролирует только открытое положение выходного светофора.

Ниже схематического плана станции размещаются кнопки для открытия сигналов («Прием» и «Отправление»), «дачи согласия» и его отмены, «дачи прибытия» и «дачи контроля» состояния приемо-отправочного пути КП, при нажатии которой контрольные лампочки свободных путей загораются белым мигающим огнем, а занятых — остаются темными. Над схематическим планом станции располагаются счетчики с кнопкой для включения пригласительного огня на входном светофоре, искусственной разделки маршрута и искусственного возбуждения реле прибытия. В нижней части аппарата по его концам располагаются ключи-жезлы, которые дают возможность отправить на перегон хозяйственный поезд или толкач. Если поезд отправился с толкачом, то ключ-жезл дает право толкачу после подталкивания возвратиться с перегона обратно на станцию. Ключ-жезл, выданный машинисту хозяйственного поезда, дает право выезда на перегон под закрытый выходной светофор и возвращения обратно с перегона на станцию. Изъятие ключа-жезла ставится в зависимость от свободного перегона на двухпутных

участках или от получения согласия с соседней станции на однопутных участках. Для извлечения ключа-жезла следует нажать кнопку на аппарате ОХ (отправление хозяйственного поезда).

Пульт-статив РПБ имеет такие же лампочки и кнопки, как и пульт-статив ПСРБ-2, но схематический план путей станции отсутствует. На станциях, оборудованных ЭЦ, кнопки управления и контрольные лампочки РПБ размещаются на пульте управления, а релейная аппаратура — на стативах ЭЦ.

При РПБ ГТСС в качестве входных, выходных, проходных и предупредительных сигналов служат светофоры. Пульты-стативы станций, ограничивающих перегон, связаны между собой линейной цепью. Для этой цели используются провода межстанционной связи или специально подвешенные провода. Электропитание станционных устройств РПБ осуществляется постоянным током через преобразователь типа ППШ и выпрямительные устройства.

Двухпутная релейная полуавтоматическая блокировка. Для управления устройствами РПБ и контроля работы на пульте-табло для каждой горловины станции (см. рис. 5.2) устанавливаются: трехпозиционные кнопки **Н(Ч)** — для открытия входного светофора; **ЧО(НО)** — для открытия выходного светофора; кнопка ДП с возвратной пружиной — дача прибытия; кнопки «Приглас. Н(Ч)» для включения пригласительного огня и ИП — искусственного срабатывания реле прибытия (с возвратной пружиной и счетчиком нажатий); кнопка **ЧОХ(НОХ)** — для отправления хозяйственного поезда; кнопка **НВЗ(ЧВЗ)** — для выключения звонка; зеленая лампочка **ЧПС(НПС)**, показывающая, что перегон свободен (разрешено отправление); красная **ЧПО(НПО)**, контролирующая занятость перегона отправленным поездом; красная **ПП**, контролирующая (непрерывным горением) занятость перегона прибывающим поездом и (миганием) прибытие поезда на станцию. Мигание этой лампочки напоминает ДСП о необходимости дать блокировочный сигнал прибытия.

В нормальном состоянии (отсутствие поездов и установленных маршрутов на станции) на пульте-табло горят контрольные лампочки: зеленая **ЧПС(НПС)** и красная в повторителе входного светофора **Н(Ч)**. При занятии пути (например, ИП на станции *А*) поез-

дом в середине этого пути загорается красная лампочка ИП. Последовательность работы устройств РПБ показана в виде таблицы на рис. 5.2.

Для отправления поезда со станции *А* на станцию *Б* на свободный перегон (горит зеленая лампочка НПС) ДСП станции *А* готовит маршрут отправления, правильность приготовления которого контролируется загоранием белой лампочки на пути ИП (действие 1). Далее нажимает сигнальную кнопку НО и открывает выходной светофор **НП** на зеленый огонь. В повторителе выходного светофора **НП** на пульте загорается зеленая лампочка, контролирующая действительное открытие выходного светофора (действие 2). После открытия выходного светофора **НП** со станции *А* по линейной цепи РПБ посылается на станцию *Б* блокировочный сигнал «Путевое отправление» (ПО), который подтверждает открытие выходного светофора, занятие перегона поездом и производит замыкание на выходные светофоры станции *А*. На ней включается красная лампочка НПО и гаснет зеленая лампочка НПС (действие 3). На станции *Б* сигнал ПО извещает об отправлении поезда со станции *А* и занятии им перегона и включает красную лампочку ПП (действие 3а).

При выходе поезда на перегон и проследовании по рельсовой цепи 4—6 выходной светофор **НП** перекрывается на красный огонь, а в его повторителе на пульте гаснет зеленая лампочка, гаснет красная лампочка занятости пути ИП и загорается красная лампочка 4—6 занятости стрелочной горловины. Продолжают гореть красная лампочка НПО и белая установки маршрута с ИП (действие 4). После полного освобождения маршрута и выхода поезда на перегон (гаснет красная лампочка 4—6) ДСП станции *А* разделяет маршрут отправления; гаснет белая лампочка установки маршрута ИП, а красная лампочка НПО продолжает гореть (действие 5).

Для приема поезда на станцию *Б* ДСП готовит маршрут приема на путь 3П, правильность приготовления которого контролируется загоранием белой лампочки на пути 3П (действие 6). Затем ДСП нажимает сигнальную кнопку Н, входной светофор **Н** открывается на два желтых огня, а в его повторителе на пульте красная лампочка гаснет и загорается зеленая. На пульте станции *Б* продолжают гореть белая лампочка установки маршрута 3П и красная лампочка ПП (действие 7).

После прохода поезда по устройствам фиксации его проследования входной светофор закрывается, а в его повторителе **Н** включается красная лампочка и гаснет зеленая (действие 8). После полного освобождения стрелочной горловины станции и нахождения поезда на пути 3П красная лампочка ПП переходит в режим мигания, чем фиксируется прибытие поезда на станцию и дается указание ДСП о необходимости подачи сигнала ПП (действие 9).

Дежурный по станции *Б* разделяет маршрут приема и нажимает кнопку ДП (действие 10). По линейной цепи устройств РПБ посылается блокировочный сигнал ПП, от которого на станции *Б* гаснет красная лампочка ПП, и устройства РПБ приходят в исходное состояние (действие 11). На станции *А* блокировочным сигналом ПП контролируется свобода перегона, снимается замыкание с выходных светофоров, гаснет красная лампочка ПО, загорается зеленая лампочка НПС и устройства РПБ приходят в исходное состояние (действие 11, *а*).

Однопутная релейная полуавтоматическая блокировка. Для управления устройствами РПБ и контроля работы на пульте-табло для каждого направления движения по перегону (рис. 5.3) устанавливаются: трехпозиционные кнопки **Н(Ч)** для открытия входного светофора; **ЧО(НО)** — для открытия выходного светофора; **ДС/ОС** — для дачи (при нажатии) и отмены (при вытягивании) согласия на отправление поезда; **НВЗ (ЧВЗ)** — для выключения звонка; двухпозиционные кнопки **ДП** для дачи блокировочного сигнала прибытия поезда; **ЧОХ (НОХ)** — для отправления хозяйственного поезда; **ИП** — для искусственного возбуждения реле прибытия поезда (с возвратной пружиной и счетчиком нажатий); кнопка **Приглас. Н(Ч)** — для включения на входном светофоре пригласительного огня (с возвратной пружиной и счетчиком нажатий); контрольные лампочки: желтая **ДС**, контролирующая дачу согласия на отправление поезда со смежной станции; зеленая **ПС**, контролирующая получение согласия на отправление поезда со станции приема; красная **ПО**, контролирующая занятость перегона отправленным со станции поездом; красная **ПП**, контролирующая занятость перегона прибывающим на станцию поездом; белая **ФП**, контролирующая фактическое прибытие поезда на станцию; белые лампочки по концам изображения приемо-отправочных путей, контролирующие установку маршрута.

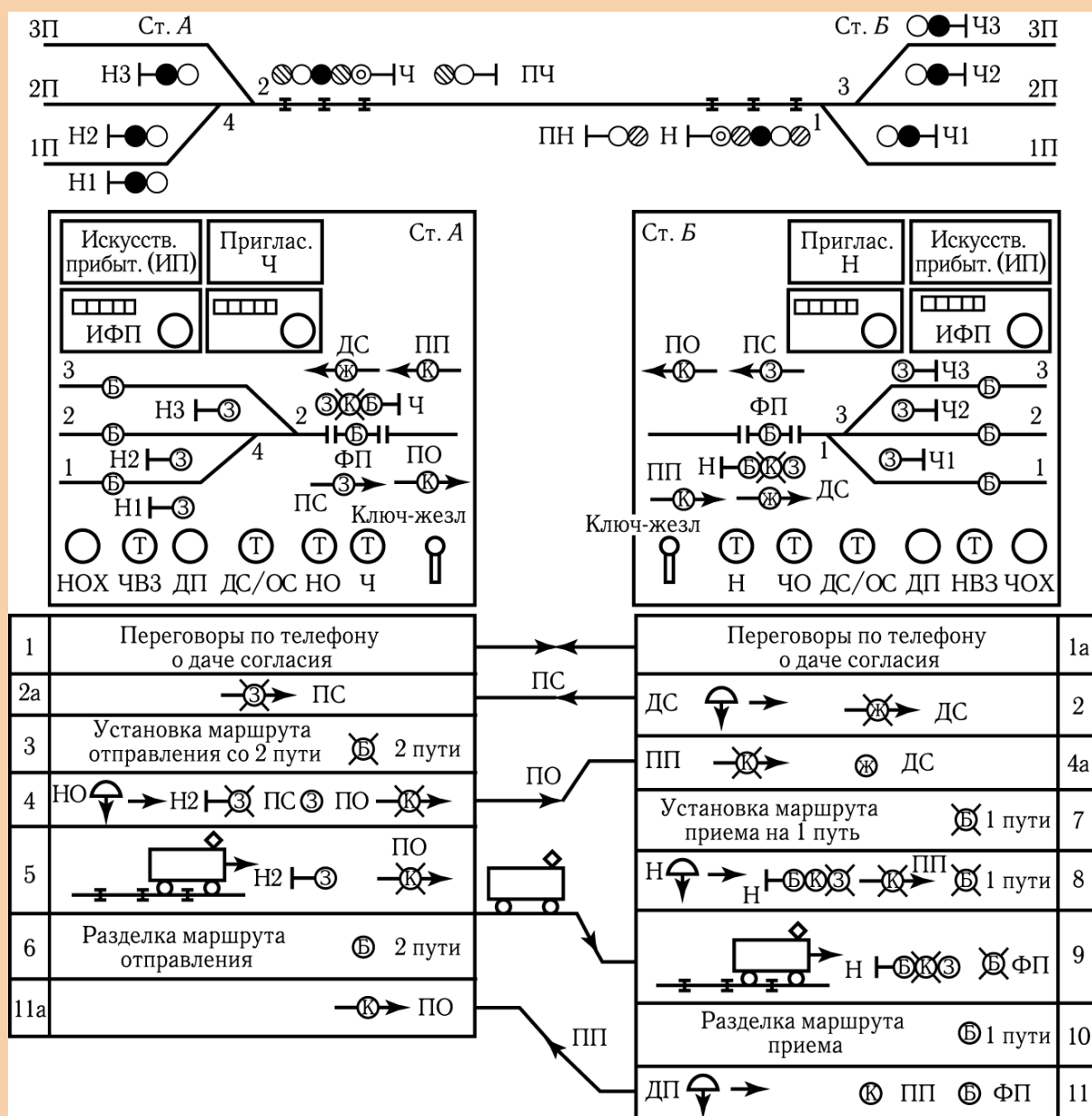


Рис. 5.3. Таблица последовательности работы устройств и индикации на пульте при однопутной релейной полуавтоматической блокировке

В нормальном состоянии на пульте-табло горит красная лампочка в повторителе входного светофора Н(Ч). Последовательность работы устройств однопутной РПБ показана в виде таблицы на рис. 5.3.

Отправление поезда со станции А на однопутном участке возможно лишь после получения согласия от ДСП станции Б. После запроса по телефону (действие 1) дежурный по станции Б дает устное согласие (действие 1a) на отправление к нему поезда со станции А и

нажимает кнопку дачи согласия ДС (действие 2). По линейной цепи станция *А* принимает со станции *Б* блокировочный сигнал ПС (действие 2а). На станции *Б* загорается желтая лампочка ДС, а на станции *А* — зеленая лампочка ПС. Пока дежурный по станции *А* не открыл выходной сигнал, дежурный по станции *Б* может отменить согласие путем вытягивания кнопки ДС/ОС на себя. После этого система блокировки приходит в нормальное состояние.

Для отправления поезда дежурный по станции *А* совместно со стрелочником устанавливает маршрут отправления со 2-го пути (действие 3) и на табло загорается белая лампочка, контролирующая правильность установленного маршрута и свободу 2-го пути. Далее ДСП станции *А* нажимает сигнальную кнопку НО и открывает выходной светофор **Н2** (действие 4). В повторителе на табло включается зеленая лампочка **Н2**, зеленая лампочка ПС гаснет и загорается красная лампочка ПО. В это время на станцию *Б* посылается блокировочный сигнал ПО, от которого загорается красная лампочка ПП, а желтая ДС гаснет (действие 4а). Одновременно включается звонок, привлекающий внимание ДСП к аппарату. Лампочки ПО и ПП горят все время следования поезда по перегону.

При отпущении поезда со станции срабатывает схема фиксации проследования поезда, выходной светофор закрывается, в повторителе **Н2** гаснет зеленая лампочка, красная лампочка ПО продолжает гореть и фиксировать занятость перегона отправленным поездом (действие 5). После выхода поезда на перегон ДСП станции *А* совместно со стрелочником разделяет маршрут отправления и на втором пути гаснет белая лампочка (действие 6).

Для приема поезда ДСП станции *Б* совместно со стрелочником готовит маршрут приема на 1 путь, установка которого контролируется на табло загоранием белой лампочки этого пути (действие 7). Затем ДСП нажимает сигнальную кнопку Н и открывает входной светофор. В повторителе входного светофора **Н** красная лампочка гаснет и загорается зеленая. Красная лампочка ПП продолжает гореть и контролировать занятость перегона прибывающим поездом (действие 8). После прохода поезда по устройствам фиксации его проследования входной светофор закрывается, в его повторителе

на табло загорается красная лампочка, а зеленая гаснет; загорается белая лампочка ФП, контролирующая прибытие поезда на станцию *Б* (действие 9).

Дежурный по станции *Б* разделявает маршрут приема, на табло гаснет белая лампочка установки маршрута (действие 10). Затем ДСП нажимает кнопку дачи прибытия поезда ДП (действие 11). По линейной цепи устройств РПБ посылается блокировочный сигнал ПП, от которого на станции *Б* гаснут лампочки ПП и ФП, а на станции *А* — лампочка ПО (действие 11а). Устройства РПБ приходят в нормальное состояние.

Если по прибытии поезда лампочка ФП не загорается, то это указывает на неисправность устройств контроля прибытия поезда. В этом случае блокировочный сигнал ПП подается нажатием сначала кнопки ИФП со счетчиком, а затем кнопки дачи прибытия ДП.

Блокпосты. Для увеличения пропускной способности однопутных и двухпутных участков железных дорог, оборудованных устройствами РПБ, устраивают блокпосты, которые могут быть постоянными, действующими круглый год, или временными, действующими в периоды интенсивных перевозок или во время «окна». Такие блокпосты могут быть обслуживаемыми или автоматизированными.

Блокпост двухпутного участка (рис. 5.4, *а*) позволяет отправить на перегон в каждом направлении два поезда. При отправлении со станции *Б* первого поезда для пропуска его с первого блок-участка на второй дежурный по блокпосту нажатием сигнальной кнопки ЧС открывает проходной светофор ЧБ. После проследования поезда по изолированным участкам 2П и 4П светофор ЧБ автоматически закрывается, так как срабатывает схема фиксации проследования поезда. Убедившись, что поезд проследовал в полном составе, дежурный по блокпосту нажатием кнопки ЧП подает на станцию *Б* блокировочный сигнал проследования поезда. На станцию *А* блокировочный сигнал о выходе поезда на второй блок-участок подается автоматически в момент открытия проходного светофора ЧБ. Получив сигнал проследования, дежурный по станции *Б* может отправить второй поезд на перегон вслед первому. Открытие проходного светофора ЧБ для пропуска второго поезда возможно только

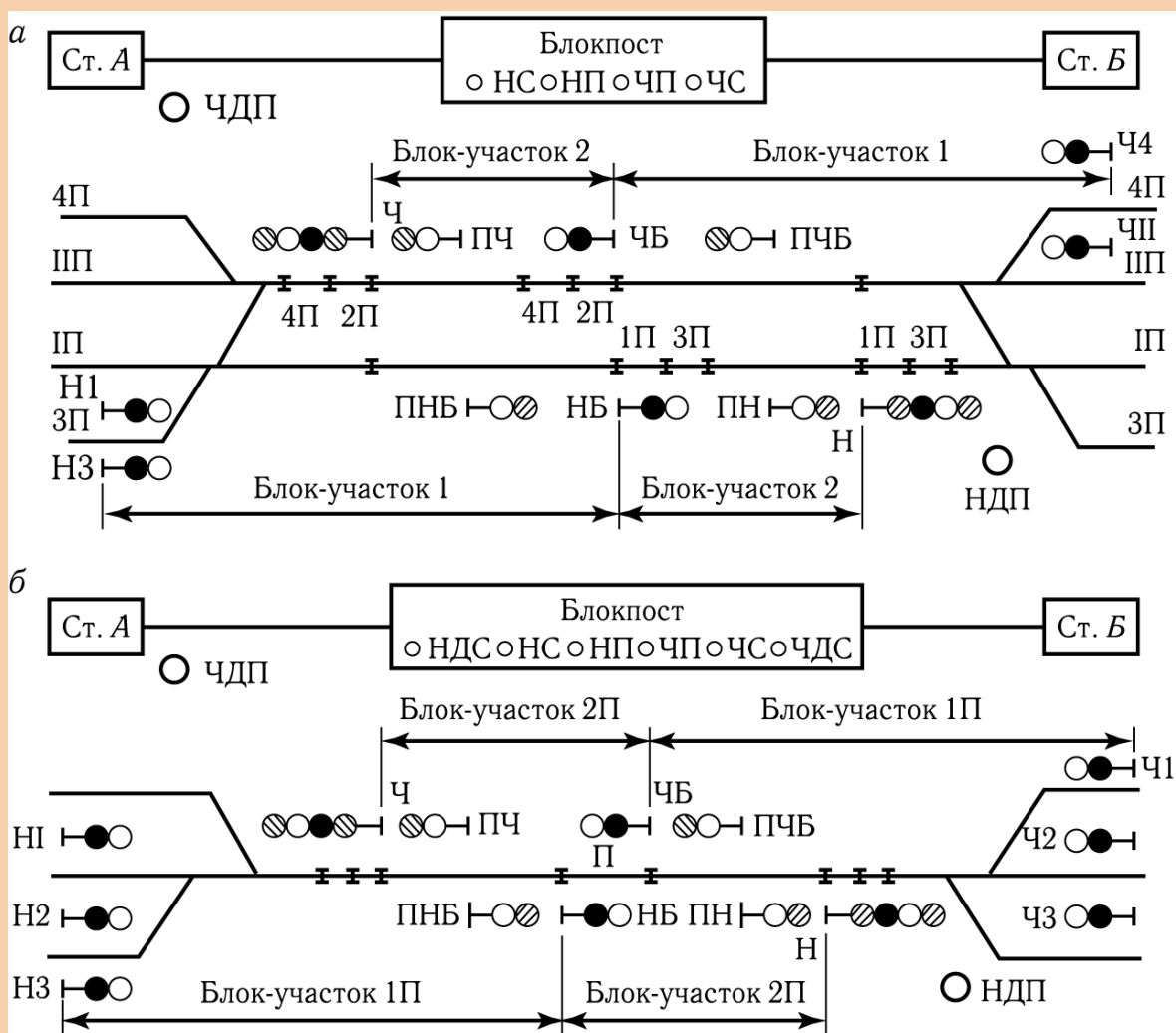


Рис. 5.4. Блокпост двухпутного (а) и однопутного (б) перегонов

после прибытия первого поезда на станцию *А* и получения с этой станции на блокпосту сигнала прибытия, который подается нажатием кнопки ЧДП на аппарате станции *А*.

На ряде участков блокпосты необходимы только на определенное время суток или только в отдельные дни. В этих случаях производят периодическое открытие и закрытие постов. На время закрытия блокпоста сигналист не дежурит и перегон на блок-участки не делится. Проходной светофор блокпоста сигнализирует красным огнем. Отправить поезд со станции *Б* можно только при свободных двух блок-участках перегона. При открытии выходного светофора на станции *Б* и выходе поезда на перегон светофор ЧБ блокпоста автоматически загорается зеленым огнем. При проследовании поездом блокпоста на проходном светофоре автоматически загорает-

ся красный огонь, но блокировочный сигнал проследования поезда с блокпоста на станцию отправления не подается, что исключает возможность отправления второго поезда на перегон.

Когда поезд прибудет на станцию *А*, ДСП нажатием кнопки ЧДП подает сигнал прибытия на станцию *Б*, отчего появляется возможность отправить следующий поезд на освободившийся перегон. Таким образом, при закрытии блокпоста на перегоне может находиться только один поезд. Проходные светофоры блокпоста работают в это время автоматически и ограждают поезд, проследовавший блокпост. При закрытии блокпоста его работа сводится к трансляции блокировочных сигналов отправления и прибытия с одной станции на другую. При повреждении устройств блокпоста перестает действовать и блокировка между соседними станциями, и регулирование движения поездов переводится на телефонные средства связи.

Блокпост однопутного участка (рис. 5.4, б) позволяет отправить на перегон в одном из направлений два поезда. Каждая станция, ограничивающая перегон, может дать на блокпост согласие на прием поезда. Чтобы отправить поезд со станции, требуется получить согласие с блокпоста, которое он может дать только для одной станции. Проходные светофоры блокпоста нормально закрыты.

Для отправления поезда, например, со станции *Б*, дежурный по блокпосту нажимает кнопку дачи согласия ЧДС и сигнальную кнопку ЧС проходного светофора ЧБ. После получения блокировочных сигналов отправления с отправляющей станции и согласия со станции приема на проходном светофоре ЧБ загорается зеленый огонь. Получив согласие на отправление поезда, дежурный по станции *Б* открывает выходной светофор и отправляет поезд на перегон. После проследования поездом блокпоста и прохода его по изолированному участку П проходной светофор закрывается. Нажатием кнопки ЧП дежурный по блокпосту подает сигнал о проследовании поезда. Теперь он может дать согласие на станцию *Б* об отправлении второго поезда на перегон нажатием кнопки ЧДС.

После прибытия первого поезда на станцию *А* ДСП этой станции нажимает кнопку ЧДП и подает блокировочный сигнал прибытия на блокпост. Получив блокировочный сигнал прибытия со

станции приема, дежурный по блокпосту нажатием сигнальной кнопки ЧС открывает проходной светофор ЧБ и пропускает второй поезд на освободившийся блок-участок. Действие блокировки при закрытии блокпостов на однопутном участке происходит так же, как и на двухпутном.

Если поезд следовал с подталкивающим локомотивом, дежурный блокпоста подает на раздельный пункт отправления блокировочный сигнал проследования, лишь убедившись в проследовании толкача. В случае проследования поезда без подталкивающего локомотива дежурный блокпоста немедленно уведомляет об этом соседние раздельные пункты, но блокировочный сигнал не подает. Подача блокировочного сигнала проследования дежурным блокпоста производится лишь после проследования блокпоста отставшим подталкивающим локомотивом. При автоматическом закрытии проходного светофора впереди идущим поездом отставший подталкивающий локомотив следует на второй блок-участок перегона при запрещающем показании проходного светофора.

Для автоматизации работы блокпостов используют электрические рельсовые цепи или другие автоматические устройства, которые позволяют обеспечить контроль проследования поезда за проходной светофор, автоматизацию его работы и контроль прибытия поездов на станции в полном составе. Порядок организации движения поездов на перегонах, оборудованных автоматическими блокпостами, устанавливается начальником железной дороги в зависимости от системы используемых устройств автоматики.

Глава 6. Автоматическая блокировка

6.1. Общие сведения и классификация систем автоблокировки

Автоблокировка (АБ) по сравнению с ПАБ является наиболее совершенным средством регулирования движения поездов на перегонах, при которой показаниями проходных светофоров управляет движущийся поезд.

При АБ перегон между станциями делят на отдельные блок-участки, а на их границах устанавливают проходные светофоры. Каждый блок-участок оборудуется электрической рельсовой цепью (РЦ). Источники питания и релейная аппаратура для управления светофором устанавливаются непосредственно около него. При централизованном размещении релейной аппаратуры (на ограничивающих перегон станциях) проходные светофоры на пути не устанавливаются, а движение регулируется по сигналам светофора, устанавливаемого в кабине машиниста.

Повышение пропускной способности достигается реализацией попутного движения поездов с минимальным интервалом, так как полный перегон разделен на отдельные блок-участки, ограждаемые проходными светофорами, которые работают автоматически, в то время как в ПАБ интервал попутного следования поездов равен полному перегону, что и ограничивает его пропускную способность.

Безопасность движения поездов при АБ повышается благодаря оборудованию каждого блок-участка электрической РЦ, которая контролирует не только свободу и занятость блок-участков, но и целостность рельсовых нитей в пределах этих блок-участков. При занятости или повреждении рельсовой нити блок-участка светофор, ограждающий этот участок, автоматически приводится в закрытое состояние, чем и ограждается возникшее препятствие.

В целях предупреждения проезда закрытых путевых светофоров и повышения безопасности движения поездов АБ дополняется устройствами автоматической локомотивной сигнализации АЛС, которые передают на локомотивный светофор показания путевого светофора.

Правилами технической эксплуатации предъявляются следующие требования к устройствам АБ: все светофоры должны автоматически перекрываться на запрещающее показание при входе поезда на ограждаемые ими блок-участки, а также в случае нарушения целостности рельсовых нитей этих участков; устройства АБ не должны допускать открытия проходного светофора до освобождения подвижным составом ограждаемого им блок-участка, а также самопроизвольного закрытия светофора в результате перехода с основного на резервное питание и обратно; на однопутных перегонах, оборудованных АБ, движение поездов осуществляется по сигналам светофоров, установленных на границах блок-участков.

дованных АБ, после открытия на станции выходного светофора должна быть исключена возможность открытия соседней станцией выходных светофоров для отправления поездов на этот же перегон во встречном направлении. Такая же взаимозависимость светофоров должна быть на двухпутных перегонах, оборудованных АБ для двустороннего движения по каждому пути.

На сети железных дорог применяются различные системы АБ.

В зависимости от принятой значности сигнализации проходными светофорами автоблокировка бывает двужначной (распространена на метрополитене), трехзначной и четырехзначной.

В зависимости от числа направлений движения по перегону применяется односторонняя (двухпутная) АБ, которая обеспечивает движение поездов по каждому из двух путей только в одном направлении, и двусторонняя, которая обеспечивает движение поездов по одному пути в обоих направлениях (однопутная). В зависимости от рода тока, питающего рельсовые цепи, АБ может быть постоянного и переменного тока. В зависимости от того, как осуществляется связь по увязке показаний проходных светофоров, АБ бывает проводной и беспроводной.

Любая система АБ должна обладать высокой надежностью, гарантировать отсутствие опасных отказов и обеспечивать:

- связь между показаниями светофора и состоянием блок-участка;
- связь между показаниями проходных светофоров;
- управление огнями светофора;
- контроль целостности нити лампы красного огня и автоматический перенос красного огня на предыдущий светофор при повреждении цепи лампы красного огня данного светофора;
- смену направления движения на перегоне при двустороннем действии на однопутных и двухпутных (при закрытии одного из путей для капитального ремонта) линиях;
- исключение появления на светофоре более разрешающих сигнальных показаний при замыкании изолирующих стыков в РЦ.

Принципиальные схемы АБ вычерчивают по отдельным цепям в принятых условных обозначениях приборов и их контактов. Над каждым контактом ставят буквенное обозначение реле, к которому этот контакт относится.

6.2. Системы сигнализации

При АБ используют трех- и четырехзначную сигнализацию путевых светофоров. Минимальный интервал попутно следующих поездов определяется из условия движения поездов на зеленый огонь.

Трехзначную сигнализацию применяют на магистральных линиях, где обращаются поезда с одинаковыми тормозными путями. Интервал попутного следования между поездами в пакете определяется разграничением поездов тремя блок-участками (рис. 6.1, а). Минимальное расстояние $L_{\min}$ сближения поездов рассчитывают между центрами тяжести поездов

$$L_{\min} = 3 \cdot l_{\text{бл}} + l_{\text{п}},$$

где $l_{\text{бл}}$ — длина блока-участка, м;

$l_{\text{п}}$ — длина расчетного поезда, м.

Наименьший интервал при разграничении поездов тремя блок-участками

$$T_{\min} = 0,06 \cdot (3 \cdot l_{\text{бл}} + l_{\text{п}}) / v_{\text{ср}},$$

где 0,06 — коэффициент перевода км/ч в м/мин;

$v_{\text{ср}}$ — средняя скорость поезда на расчетном участке, км/ч.

При трехблочном разграничении поезда всегда движутся на зеленый огонь впередистоящего светофора. Этим создаются благоприятные условия для машиниста при ведении поезда с установленной скоростью. По показанию путевых светофоров машинист регулирует и скоростной режим движения поезда. Зеленый огонь светофора, к которому приближается поезд, разрешает проследовать данный светофор с установленной скоростью; следующий светофор открыт. Желтый огонь разрешает проследовать данный светофор с уменьшенной скоростью и готовностью остановиться, следующий светофор закрыт.

При движении поезда по перегону сигнальное показание путевого светофора, к которому он приближается, непрерывно передается на локомотивный светофор. Машинист независимо от условий видимости путевых светофоров, руководствуясь показаниями локомотивного светофора, может точно выполнять сигнальные приказы и уверенно вести поезд.

Длина блок-участка при трехзначной сигнализации должна быть не менее тормозного пути, то есть не менее 1000 м, наибольшая длина блок-участка — не более 2600 м, а участков приближения перед входным светофором станции — не более 1500 м.

Интервал попутного следования поездов при трехзначной автоблокировке принимают 8...10 мин, в ряде случаев 6 мин. Интервал попутного следования поезда при АБ с централизованным размещением аппаратуры (ЦАБ), не имеющей путевых светофоров, регулируется только по сигнальным показаниям АЛС (рис. 6.1, б). Расчет времени интервала ведется из условий трехблочного разграничения поездов. Зеленый огонь на локомотивном светофоре разрешает движение с установленной скоростью; желтый огонь — движение с установленной скоростью до момента смены этого огня на

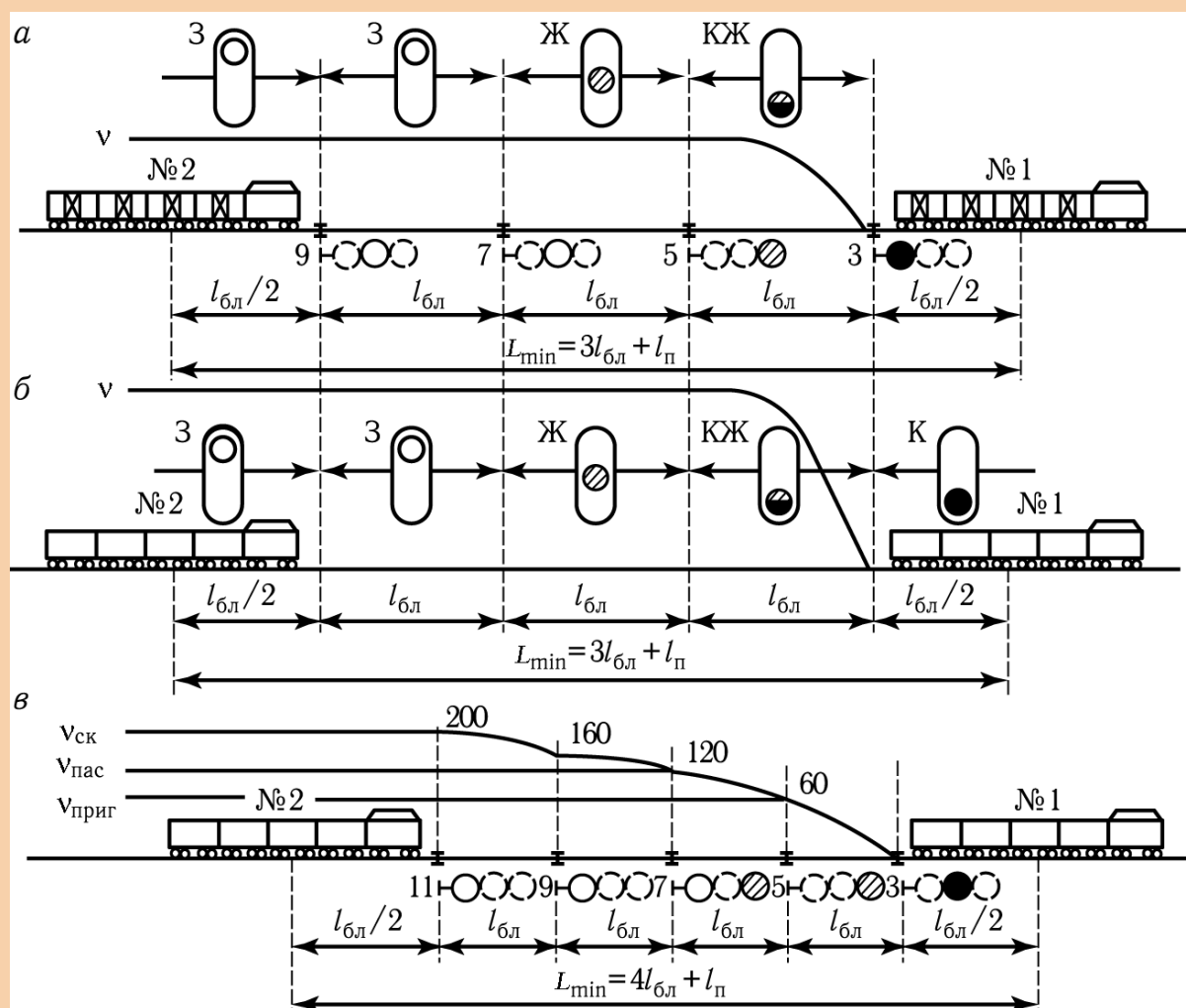


Рис. 6.1. Интервалы попутного следования поездов при трех- и четырехзначной сигнализации

желтый огонь с красным. С момента такой смены огней необходимо приступить к торможению и обеспечить остановку поезда на границе блок-участка.

Четырехзначная сигнализация применяется на участках, где обращаются поезда с разными скоростями и разными тормозными путями. Такими участками являются участки с интенсивным движением пригородных поездов. Такие поезда вследствие частых остановок имеют меньшие скорости и тормозные пути по сравнению с магистральными поездами, которые развивают большие скорости и имеют большие тормозные пути. Блок-участки для пригородных поездов оказываются короче тормозных путей дальних поездов. Поэтому расстановка светофоров должна быть такой, чтобы длина блок-участка обеспечивала максимальный тормозной путь. С целью обеспечения максимальных тормозных путей для дальних поездов, сохраняя при этом минимальные длины блок-участков для пригородных поездов, применяют четырехзначную сигнализацию, используя четырехблочное разграничение поездов.

Сигнальное показание в виде одновременно горящих желтого и зеленого огней светофора устанавливает начало максимального тормозного пути дальнего поезда. Один горящий желтый огонь проходного светофора означает начало тормозного пути пригородного поезда.

Наименьший интервал попутного следования поездов определяется из условия движения на зеленый огонь и четырехблочного разграничения поездов (рис. 6.1, в):

$$T_{\min} = 0,06 \cdot (4 \cdot l_{\text{бл}} + l_{\text{п}}) / v_{\text{ср}}.$$

Если считать, что длина блока-участка при трехзначной сигнализации выбирается по тормозному пути грузового поезда $l_{\text{бл}} = l_{\text{тп}}$, но не менее 1000 м, а при четырехзначной сигнализации — по тормозному пути пригородного поезда $l'_{\text{бл}} = l_{\text{тп}}/2$, то минимальное расстояние сближения поездов значительно сокращается и пропускная способность участка повышается.

Для пригородного поезда зеленые огни светофоров 9, 11 и одновременно горящие желтый и зеленый огни светофора 7 разрешают движение с установленной скоростью; желтый огонь светофора 5 требует начала торможения, чтобы произвести остановку поезда у светофора 3 с красным огнем.

Для пассажирского поезда зеленые огни светофоров 9, 11 разрешают движение с установленной скоростью; желтый с зеленым огни светофора 7 требуют начала торможения, чтобы проследование следующего светофора 5 с желтым огнем произошло со скоростью, допустимой при проезде желтого огня. После проезда светофора с желтым огнем машинист должен продолжать торможение, чтобы остановить поезд у светофора 3 с красным огнем.

У высокоскоростного поезда тормозной путь может быть равным четырем блок-участкам автоблокировки, поэтому машинист приступает к торможению от светофора 11 с зеленым огнем. Показания путевых светофоров могут не отражать начало тормозного пути высокоскоростного поезда, поэтому машинист руководствуется скоростными показаниями многозначной АЛС.

6.3. Принципы построения автоблокировки постоянного тока

Двухпутная односторонняя автоблокировка постоянного тока. Такая АБ применяется на участках с автономной тягой и по каждому пути разграничивает попутные поезда, движущиеся только в одном направлении. В этой автоблокировке используются РЦ постоянного тока с импульсным питанием. Импульсное путевое реле И и его повторитель П (рис. 6.2) всегда располагаются на выходном по направлению движения поезда конце блок-участка. Это позволяет и в данной системе включить путевые устройства АЛС при вступлении поезда на блок-участок. С помощью импульсной РЦ в рассматриваемой АБ постоянного тока осуществляется контроль свободности или занятости данного блок-участка и связь между показанием светофора и состоянием блок-участка.

Связь между показаниями проходных светофоров осуществляется по линейной цепи, благодаря которой контролируется свободность одного, двух или более блок-участков от данного светофора.

Рассмотрим схему двухпутной трехзначной АБ постоянного тока с нормально горящими линзовыми светофорами при одностороннем движении по каждому пути перегона. Включение приборов трех сигнальных установок 5, 7, 9 для одного из путей двухпутного перегона показано на рис. 6.2.

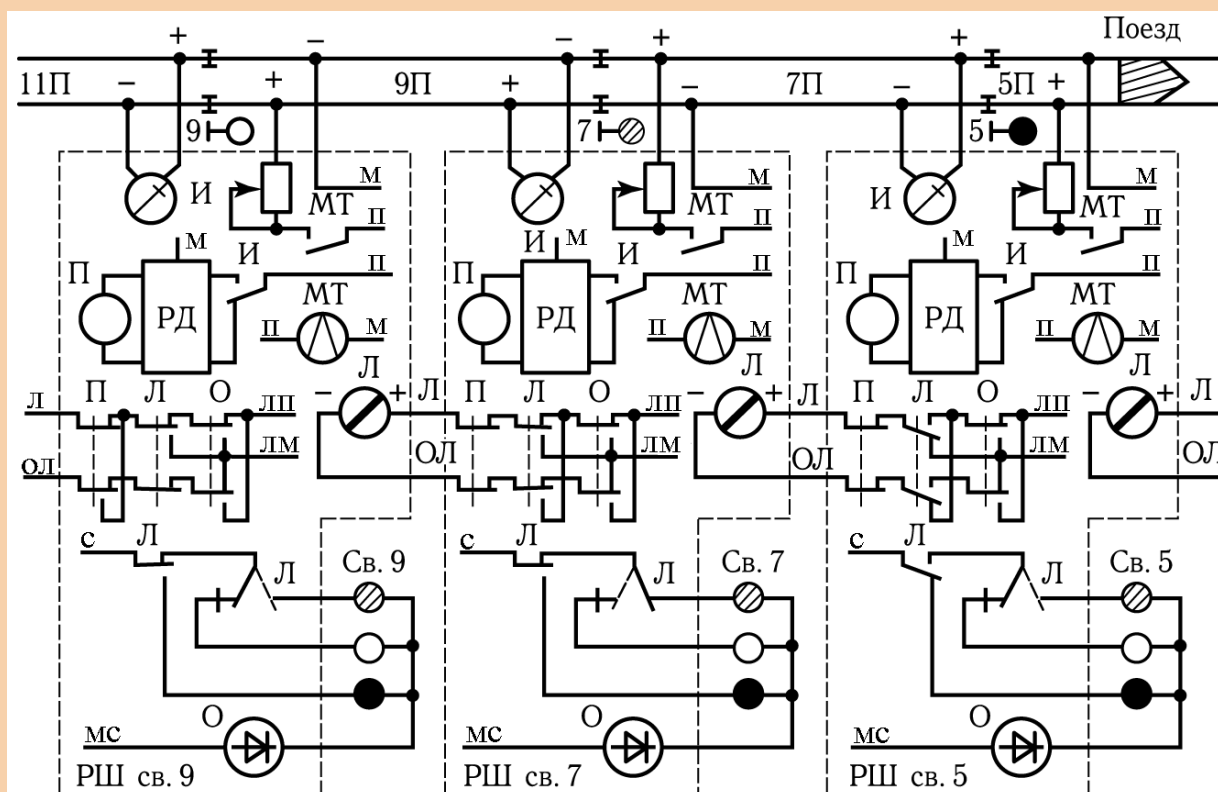


Рис. 6.2. Схема двухпутной (односторонней)
автоблокировки постоянного тока

При свободности блок-участков в их РЦ посылаются импульсы постоянного тока от трансмиттера МТ, которые из РЦ в каждой сигнальной установке (5, 7, 9) принимаются импульсным путевым реле И. При переключении контакта реле И в цепи релейного дешифратора РД срабатывает путевое реле П и фиксирует свободу блок-участка.

В линейную цепь Л—ОЛ в каждой сигнальной установке включается линейное реле Л. Питание на линейное реле подается всегда из релейного шкафа впередистоящего светофора по линейным проводам. С помощью линейной цепи в АБ постоянного тока осуществляется контроль: состояния РЦ данного блок-участка включением фронтального контакта путевого реле П, чтобы образовалась линейная цепь только при свободном блок-участке; состояния впередистоящего блок-участка включением фронтального контакта линейного реле этого участка для переключения полярности тока в данной линейной цепи; горения огней впередистоящего светофора включением фронтального контакта огневого реле О, контроли-

рующего действительное горение соответствующего огня на проходном светофоре. При перегорании лампы желтого или зеленого огня контактами огневого реле изменяется полярность тока в линейной цепи и на позади стоящем светофоре включается вместо зеленого огня желтый, а в случае перегорания лампы красного огня линейная цепь выключается и на позади стоящем светофоре вместо желтого огня загорается красный.

Контактами нейтрального и поляризованного якорей линейного реле осуществляется управление огнями трехзначного светофора.

При занятии блок-участка 5П поездом происходит шунтирование рельсовой цепи, отчего прекращается импульсная работа реле И и выключается его повторитель — путевое реле П у светофора 3 (на схеме не показано).

Обесточившись, реле П тыловым контактом включает цепи для работы локомотивной сигнализации и в РЦ блок-участка 5П навстречу движущемуся поезду подается сигнальный код (КЖ, Ж или З) в зависимости от показания светофора 3, к которому приближается поезд. В линейной цепи к светофору 5 реле П размыкает фронтовые контакты и в релейном шкафу светофора 5 обесточивается линейное реле Л. Замыкая тыловой контакт, линейное реле Л включает лампу красного огня на светофоре 5.

В линейной цепи к светофору 7 через тыловые контакты реле Л и фронтовые контакты реле П и О образуется цепь тока обратной полярности для возбуждения линейного реле светофора 7, которое притягивает нейтральный и переключает вправо поляризованный якорь. Через фронтонный контакт и переведенный вправо поляризованный контакт создается цепь включения лампы желтого огня на светофоре 7 и возбуждения огневого реле О, контролирующего горение этой лампы. По линейной цепи к светофору 9 через фронтовые контакты реле П, Л и О (так как от светофора 9 свободны два блок-участка) протекает ток прямой полярности для возбуждения линейного реле светофора 9, которое притягивает нейтральный и переключает влево поляризованный якорь. Через фронтонный контакт и переведенный влево поляризованный контакт создается цепь включения лампы зеленого огня на светофоре 9 и возбуждения огневого реле О, контролирующего горение этой лампы.

После полного освобождения поездом блок-участка 5П на светофоре 5 включается желтый огонь. По линейной цепи от светофора 3 протекает ток обратной полярности для линейного реле светофора 5, так как путевое реле П блок-участка 5П, возбуждвшись при освобождении блок-участка, замкнуло свои фронтовые контакты. Аналогично линейное реле светофора 5 замыкает фронтовой и переключает вправо поляризованный контакты и на светофоре 5 включается желтый огонь, а в линейной цепи к светофору 7 меняется полярность тока с обратной на прямую для срабатывания линейного реле светофора 7. Переключая поляризованный контакт влево, линейное реле выключает на светофоре 7 желтый огонь и включает зеленый.

В схеме АБ применены защитные меры, повышающие надежность и безопасность ее действия. В случае нарушения целостности пути, например на блок-участке 9П, при лопнувшем или изъятом рельсе прерывается цепь тока в рельсовой цепи и выключается реле П. Отпуская якорь, оно выключает линейное реле светофора 9, после чего на светофоре 9 выключается зеленый огонь и включается красный, чем ограждается опасное место пути.

При перегорании лампы красного огня на светофоре 5 красный огонь загорается на предыдущем светофоре 7. Перенос огня осуществляется огневым реле О, которое выключается при перегорании лампы и, отпуская якорь, размыкает фронтовые контакты в линейной цепи. Линейное реле светофора 7 обесточивается, выключает желтый огонь на светофоре 7 и включает тыловым контактом красный огонь.

При перегорании лампы желтого огня светофора 7 желтый огонь переносится на светофор 9. Перенос осуществляет огневое реле О светофора 7, при отпуске якоря которого меняется полярность тока в линейной цепи на линейном реле светофора 9. Линейное реле Л, переключая поляризованный якорь, включает лампу желтого огня на светофоре 9.

При перегорании на светофоре 9 зеленого огня на предыдущем светофоре 11 загорается лампа желтого огня.

Однопутная двусторонняя автоблокировка. На однопутных участках движение поездов организуется по одному пути в обе сторо-

ны. Интервальное регулирование движения поездов на таких участках осуществляется с помощью однопутной АБ.

Системы однопутной АБ должны исключать возможность отправления на перегон поездов встречных направлений. Для этого по перегону устанавливается одно, например, нечетное направление движения, и специальные устройства блокируют открытие выходных светофоров соседней станции для отправления на перегон встречных четных поездов. Поэтому устройства однопутной АБ всегда находятся только в одном из двух положений, соответствующих движению по перегону нечетных или четных поездов. При движении поезда в установленном направлении светофоры изменяют свои показания автоматически. В противоположном направлении движения светофоры выключены.

В соответствии с установленным направлением движения устройства одной из станций, ограничивающих перегон, находятся в положении приема, устройства другой — в положении отправления. Отправлять поезд может только станция, устройства которой находятся в положении отправления. Изменение направления движения производится дежурным по станции только при свободном от поездов перегоне. При этом действие АБ в установленном направлении движения включается, а противоположного (встречного) направления движения выключается.

Переключение приборов АБ в положение, отвечающее установленному направлению движения, осуществляется с помощью схемы смены направления, в которую включены на каждой сигнальной установке и смежных станциях реле направления Н. Основное назначение схемы смены направления движения — обеспечение зависимости между показаниями светофоров на станциях и перегонах встречных направлений.

Для управления всеми реле направления и проверки свободности перегона используется линейная цепь Н—ОН, которая проходит от одной станции к другой через релейные шкафы всех сигнальных установок (рис. 6.3). Для контроля и работы схемы смены направления на аппарате управления устанавливаются: кнопка двухпозиционная СНК — смены направления движения на однопутном участке, кнопки пломбируемые: НПВ (ЧПВ) — вспомогательная

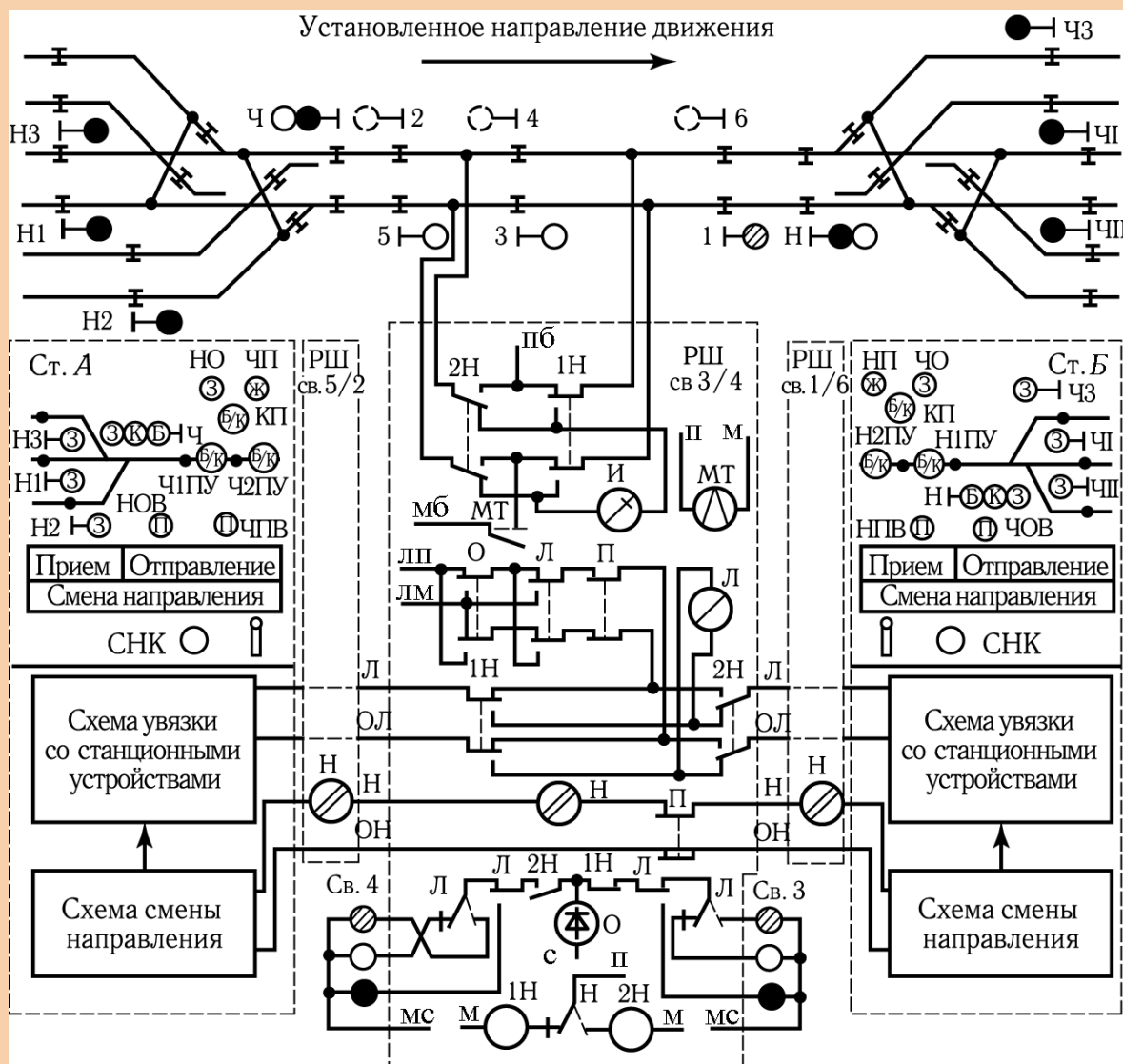


Рис. 6.3. Принцип работы однопутной автоблокировки постоянного тока

приема, ЧОВ (НОВ) — вспомогательная кнопка по отправлению; контрольные лампочки: КП — контроля свободности перегона (белым светом горит при свободном перегоне, красным — при занятии перегона поездом), желтая НП (ЧП), контролирующая, что станция находится в режиме «Прием», зеленая НО (ЧО), контролирующая, что станция находится в режиме «Отправление», Н2ПУ (Ч2ПУ) — контроля состояния второго участка приближения или удаления от станции, Н1ПУ (Ч1ПУ) — контроля состояния первого участка приближения или удаления от станции.

Схема изменения направления движения обеспечивает два режима работы: нормальный, когда устройства АБ исправны и перегон

свободен, и вспомогательный, когда неисправна РЦ одного из блок-участков и на табло обеих станций появляется ложный контроль занятости перегона.

При нормальном режиме смена направления движения на перегоне производится дежурным станции приема. Для изменения направления движения, например, с нечетного на четное (см. рис. 6.3) ДСП станции *Б* сначала по лампочкам табло убеждается, что перегон свободен (лампочка КП горит белым светом), нажимает кнопку смены направления СНК и держит ее нажатой до окончания смены направления. От нажатия кнопки СНК в цепи Н—ОН протекает ток обратной полярности, отчего все реле Н переключают поляризованный якорь вправо, выключают реле 1Н и включают реле 2Н, с помощью которых все цепи АБ настраиваются для регулирования движения поездов в четном направлении. На время смены направления на табло обеих станций горят красные лампочки КП контроля состояния перегона. По окончании смены направления на табло станции *Б* загорается зеленая лампочка отправления ЧО, желтая лампочка НП гаснет, а на табло станции *А* загорается желтая лампочка приема ЧП, зеленая лампочка НО гаснет. На табло обеих станций загораются белые лампочки КП, контролирующие свободу перегона. Изменение направления движения с четного на нечетное осуществляется ДСП станции *А* в том же порядке.

Вспомогательный режим смены направления движения осуществляется только при участии ДСП обеих станций в следующем порядке. Сначала ДСП обеих станций по телефонной связи выясняют, что последний отправленный на перегон поезд в полном составе прибыл на станцию и перегон свободен. Затем поездной диспетчер отдает регистрируемый приказ ДСП обеих станций о разрешении изменить направление движения на данном перегоне с помощью кнопок вспомогательного режима.

Получив приказ, ДСП обеих станций снимают пломбы, делают запись о снятии пломб в журнале осмотра ДУ-46 и нажимают кнопки вспомогательного режима.

Чтобы изменить направление с нечетного на четное (см. рис. 6.3), ДСП станции *А*, которая переводится с режима «Отправления» на «Прием», нажимает кнопку ЧПВ, а ДСП станции *Б*, которая пере-

водится с «Приема» на «Отправление» — кнопку ЧОВ. Эти кнопки они держат в нажатом состоянии до тех пор, пока на табло появится сигнал о состоявшемся изменении направления движения.

Для переключения цепей однопутной АБ в зависимости от установленного направления движения на каждой сигнальной установке имеется реле направления Н, включенное в цепь Н—ОН, и его повторители поляризованного якоря 1Н и 2Н.

Состояние цепей и приборов спаренной сигнальной установки соответствует установленному нечетному направлению движения (от станции А к станции Б). Все реле направления Н перегона возбуждены током прямой полярности. Вследствие этого реле 1Н возбуждается, а 2Н обесточивается. Реле 1Н и 2Н на каждой сигнальной установке переключают концы рельсовых цепей, линейное реле Л данной сигнальной установки включают в РЦ впереди стоящего светофора, а линейное питание — к позади стоящему светофору, включают светофоры установленного направления движения, а светофоры встречного направления отключают.

При изменении направления движения с нечетного на четное в реле Н поступает ток обратной полярности и они, переключая контакты поляризованного якоря вправо, отключают реле 1Н и включают реле 2Н. В результате этого происходит переключение рельсовых, линейных и сигнальных цепей и светофоры нечетного направления отключаются, а светофоры четного направления включаются. При установленном направлении движения схема однопутной АБ постоянного тока работает так же, как и при двухпутной АБ.

Двухпутная двусторонняя автоблокировка. На двухпутных участках при капитальном ремонте одного пути организуют временное двустороннее движение по другому пути. Поэтому полная схема двухпутной АБ позволяет регулировать движение в правильном направлении по существующим сигналам АБ и сигналам АЛС, а в неправильном направлении — только по сигналам автоматической локомотивной сигнализации.

На рис. 6.4, а показана организация движения поездов в правильном направлении, т. е. по сигналам существующей АБ и АЛС, а на рис. 6.4, б — в неправильном направлении, только по сигналам АЛС без установки напольных светофоров, при этом границами блок-участ-

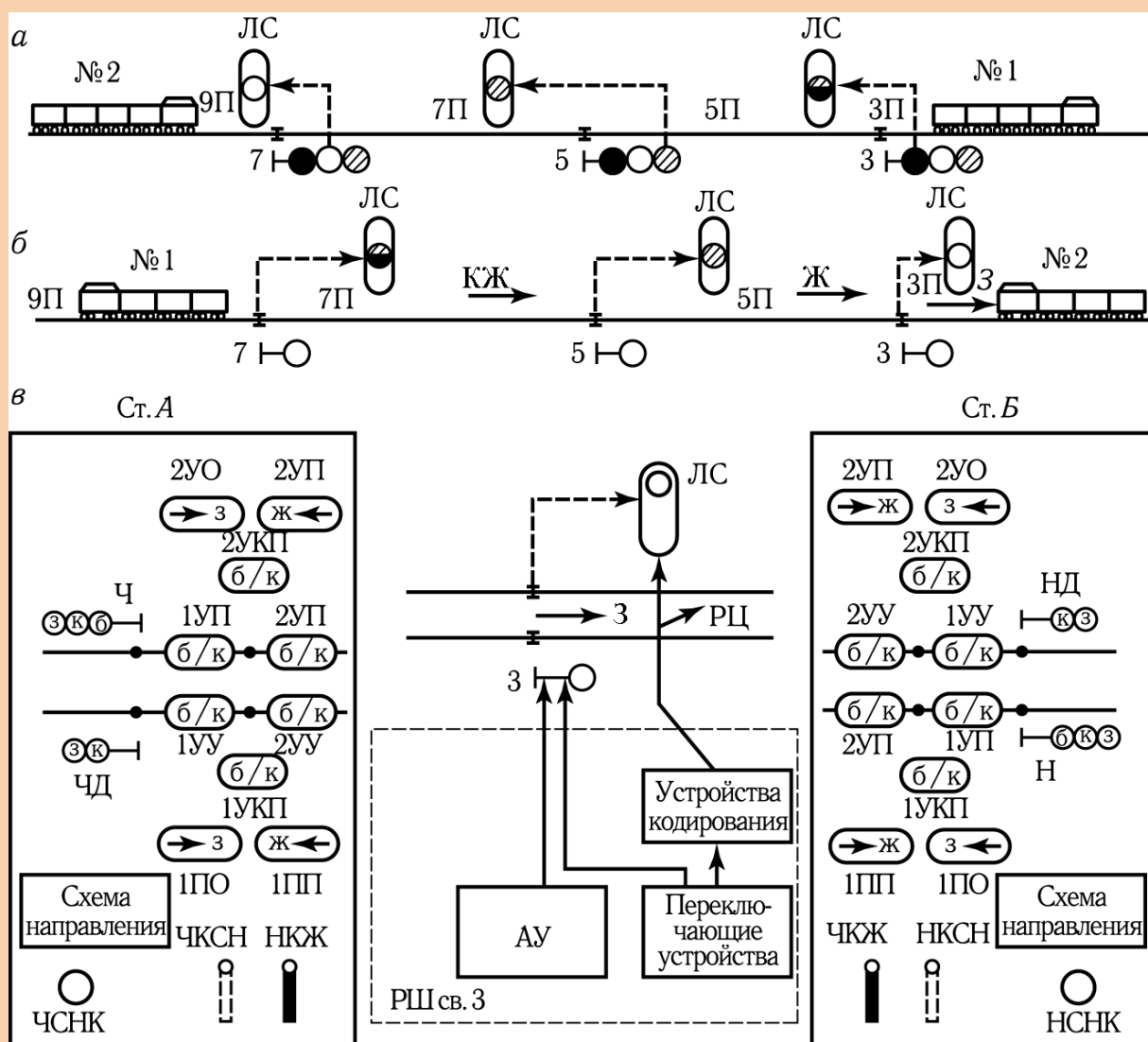


Рис. 6.4. Принцип работы двусторонней автоблокировки на двухпутном перегоне

ков являются светофоры, установленные для правильного направления движения.

Чтобы обеспечить лучшую видимость мачт светофоров при движении в неправильном направлении, на них устанавливают указательные прямоугольные таблички с тремя отражателями белого цвета. На мачте проходного светофора перед станцией, на которую следует поезд в неправильном направлении, устанавливают оповестительную табличку с отражателями на ней. Дежурный осуществляет прием поездов, следующих в неправильном направлении, по дополнительному входному светофору, который может устанавливаться с левой стороны. Он может быть карликовым или мачтовым.

На аппарате управления (см. рис. 6.4, в) напротив повторителя входного светофора устанавливается повторитель дополнительного светофора НД (ЧД).

Для переключения на двустороннее движение в двухпутной АБ применяют схему изменения направления. На пульте управления для организации двустороннего движения по одному из путей размещены кнопки смены направления НСНК (ЧСНК), замок ключа-жезла НКСН (ЧКСН) для включения схемы смены направления и индикаторные лампочки с указанием пути, установленного направления и свободы перегона. На каждый путь предусмотрены три индикаторные ячейки: свобода перегона отображается белой, а занятость — красной лампочкой (2УКП или 1УКП); установленное направление на прием контролируется желтой (2УП или 1ПП), а на отправку — зеленой лампочкой (2УО или 1ПО).

Для перевода, например, нечетного пути на двустороннее движение после настройки схемы производят ее регулировку путем поворота ключа-жезла НКСН смены направления на станцию Б. При установленном правильном направлении движения (от станции А к станции Б) на аппаратах загораются белые лампочки 1УКП свободы перегона. На аппарате станции А загорается зеленая лампочка 1ПО, сигнализирующая, что станция установлена на отправку; а на аппарате станции Б — желтая лампочка 1ПП, контролирующая установку станции Б на прием.

Изменение направления по нечетному пути (от станции Б к станции А) производит ДСП по станции Б нажатием кнопки смены направления НСНК при условии свободы перегона. На табло станции А включается ячейка 1ПП, а ячейка 1ПО отключается. С этого момента станция А переключилась с режима «Отправка» на «Прием». В это время на табло станций А и Б включаются ячейки 1УКП красным светом. По окончании работы схемы смены направления на табло станции Б загорается ячейка 1ПО, а ячейка 1ПП выключается; их состояние показывает, что станция Б переключилась на режим «Отправка». Красные лампочки 1УКП гаснут, а белые загораются. После занятия перегона поездом на табло обеих станций ячейка 1УКП загорается красным светом.

На все время двустороннего движения исключается пользование ключом-жезлом ЧКЖ (НКЖ) и отправку хозяйственных поездов на перегон.

Схема для каждого пути двухпутной двусторонней АБ строится по тем же принципам, что и схема однопутной АБ. В каждом релейном шкафу проходного светофора предусмотрены переключающие устройства, которые отключают действие светофоров правильного направления и включают устройства кодирования для подачи в РЦ навстречу движущемуся поезду соответствующего сигнального кода для включения на локомотивном светофоре сигнального огня.

6.4. Принципы построения двухпутной автоблокировки переменного тока

Двухпутная односторонняя автоблокировка переменного тока. Такая система АБ применяется на участках железных дорог с электрической тягой. В ней используются кодовые рельсовые цепи 50 и 25 Гц, так как для нормальной работы АБ сигнальный и тяговый токи в РЦ должны быть разных частот.

Для работы двухпутной числовой кодовой АБ переменного тока (рис. 6.5) в релейном шкафу каждого проходного светофора устанавливают: кодовый путевой трансмиттер КПТ для получения кодовых сигналов З, Ж или КЖ; трансмиттерное реле (7Т, 9Т, 11Т) для трансляции соответствующего кодового сигнала в РЦ; импульсное путевое реле (5И, 7И, 9И) для приема кодового сигнала из РЦ, дешифратор ДА, на выходе которого включены сигнальные реле желтого (5Ж, 7Ж, 9Ж) и зеленого (5З, 7З, 9З) огней. Эти реле управляют огнями светофора и выбирают кодовый сигнал, подаваемый в смежную РЦ.

Когда из РЦ поступает кодовый сигнал Ж или З, возбуждаются оба сигнальных реле Ж и З и зажигают на проходном светофоре зеленый огонь. При поступлении кодового сигнала КЖ возбуждается реле Ж, которое включает на проходном светофоре желтый огонь. Если из РЦ не поступают кодовые сигналы, то оба сигнальных реле обесточиваются и на проходном светофоре загорается красный огонь.

При нахождении поезда на блок-участке 5П импульсное путевое реле 5И зашунтировано колесными парами поезда и не получает кодовых сигналов, дешифраторная ячейка не работает и сигнальные

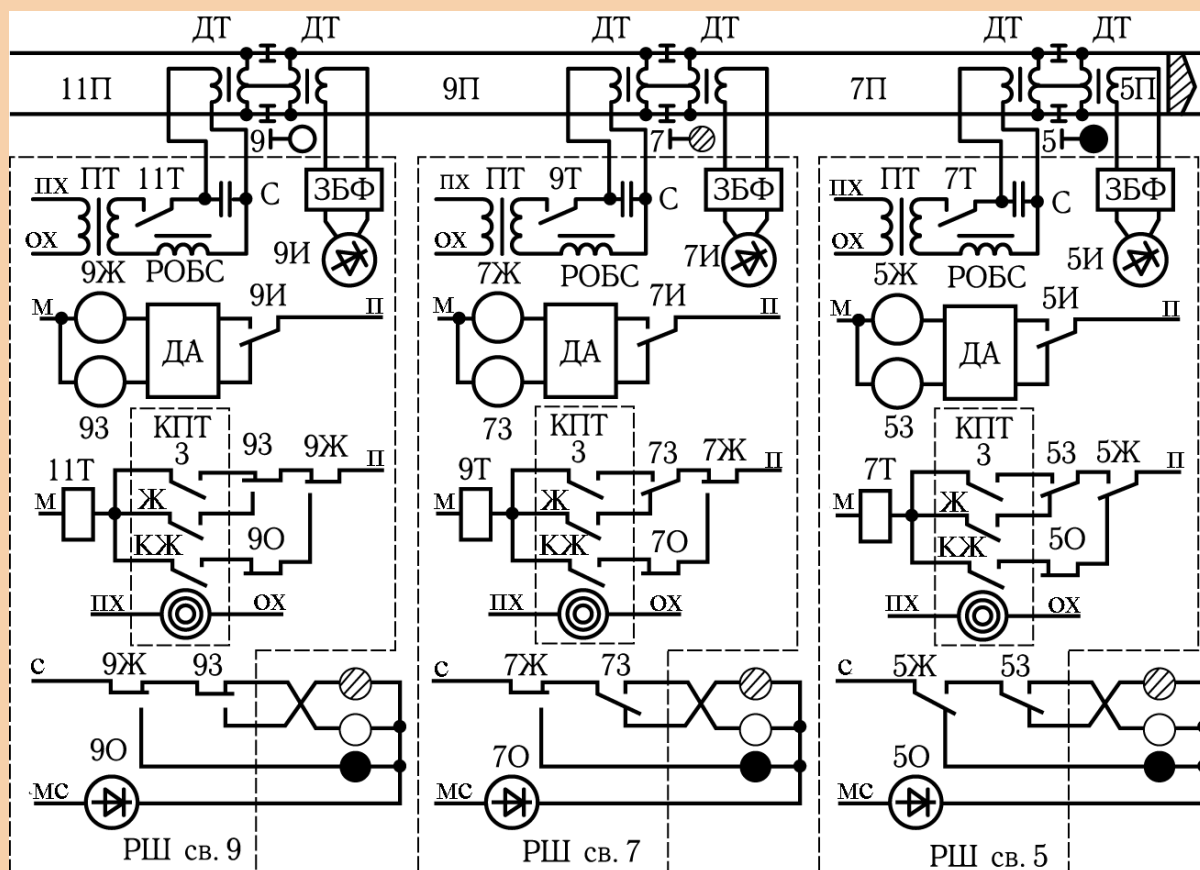


Рис. 6.5. Схема двухпутной (односторонней) числовой кодовой автоблокировки переменного тока

реле 5Ж и 53 обесточены. Тыловым контактом реле 5Ж на светофоре 5 включается красный огонь и возбуждается огневое реле 5О, контролирующее горение лампы красного огня на светофоре. Одновременно с этим через тыловой контакт реле 5Ж замыкается цепь питания трансмиттерного реле 7Т, которая проходит через контакт КЖ непрерывно работающего трансмиттера КПТ и фронтонный контакт огневого реле 5О. Повторяя работу контакта КЖ, трансмиттерное реле 7Т периодически замыкает и размыкает свой контакт в цепи вторичной обмотки путевого трансформатора ПТ и посылает в рельсовую цепь 7П навстречу движению поезда коды КЖ.

При свободном состоянии блок-участка 7П коды КЖ на другом конце РЦ у светофора 7 через фильтр ЗБФ воспринимаются импульсным путевым реле 7И. Периодически замыкая контакт, реле 7И воздействует на дешифратор ДА. Возбуждается сигнальное реле 7Ж, а реле 73 не срабатывает. Через фронтонный контакт реле 7Ж и ты-

ловой контакт реле 7З на светофоре 7 включается желтый огонь. Одновременно с этим создается цепь питания трансмиттерного реле 9Т, проходящая через контакт Ж трансмиттера КПТ. Повторяя работу контакта Ж трансмиттера и периодически замыкая и размыкая свой контакт в цепи вторичной обмотки ПТ, реле 9Т посылает в рельсовую цепь 9П код желтого огня Ж.

При свободном состоянии блок-участка 9П импульсы кода Ж воспринимаются у светофора 9 импульсным путевым реле 9И, которое в соответствии с кодом воздействует на дешифратор ДА. Возбуждаются реле 9Ж и 9З. Фронтowymi контактами реле 9Ж и 9З на светофоре 9 включается зеленый огонь и замыкается цепь питания трансмиттерного реле 11Т, проходящая через контакт З трансмиттера КПТ. Повторяя работу контакта З трансмиттера и периодически замыкая и размыкая свой контакт в цепи вторичной обмотки ПТ, реле 11Т посылает в рельсовую цепь 11П код зеленого огня З.

В кодовой АБ осуществляется контроль горения только лампы красного огня и перенос красного огня при перегорании ее на предыдущий светофор. Например, при перегорании лампы красного огня на светофоре 5 обесточивается огневое реле 5О и размыкает свой контакт в цепи реле 7Т. С этого момента прекращается подача кодов КЖ в рельсовую цепь 7П, отчего перестает работать импульсное путевое реле 7И у светофора 7, и дешифратор ДА. Обесточивается реле 7Ж, и на светофоре 7 загорается красный огонь, а в рельсовую цепь 9П начинает поступать код КЖ и на светофоре 9 загорается желтый огонь.

Дешифратор ДА состоит из трех блоков: блока конденсаторов, реле-счетчиков и блока исключения. Последний обеспечивает невозможность приема кодов из чужой РЦ. Это явление может возникнуть при электрическом замыкании изолирующих стыков смежных РЦ. Чтобы на проходном светофоре не появилось неправильное показание, в кодовой АБ предусмотрена схемная защита, основанная на проверке независимой работы путевого и трансмиттерного реле и использовании в смежных РЦ трансмиттеров КПТ с разными циклами кодирования.

В настоящее время двухпутная кодовая АБ работает совместно с АЛС непрерывного действия, устройствами диспетчерского кон-

троля и устройствами для организации временного двустороннего движения по одному из путей при закрытии другого на время производства ремонтных и строительных работ. Поэтому указанная АБ позволяет регулировать движение в правильном направлении по существующим сигналам АБ и сигналам АЛС, а в неправильном направлении — только по сигналам АЛС.

Автоблокировка переменного тока системы ЦАБ-АЛСО. В системе АБ с централизованным размещением аппаратуры (ЦАБ) вся аппаратура располагается на прилегающих к перегону станциях и выполнена на современной элементной базе. Такая система позволяет повысить производительность труда обслуживающего персонала и улучшить условия технического обслуживания устройств, а ЦАБ увеличивает эффективность ее работы.

Система ЦАБ-АЛСО предназначена для интервального регулирования движения поездов на однопутных и двухпутных железнодорожных линиях и линиях метрополитена. Система является универсальной и может применяться при любом виде тяги поездов, а также на линиях с централизованным электроснабжением пассажирских поездов.

С рельсовой линией аппаратура ЦАБ-АЛСО соединяется сигнальным кабелем, по которому также взаимно увязывается работа устройств, расположенных на соседних станциях. Непосредственно у пути размещаются лишь путевые трансформаторы. Эта система передает машинисту поезда и в автоматические устройства информацию о числе свободных блок-участков и о допустимой скорости движения с помощью средств АЛС, которая является в этой системе основным средством регулирования движения поездов, так как отсутствуют проходные светофоры. Так как система ЦАБ-АЛСО не предусматривает установку проходных светофоров, то в ней используют электрические РЦ без изолирующих стыков (неограниченные РЦ). Особенностью таких РЦ является то, что занятие и освобождение их поездом фиксируется не в момент вступления и проследования поездом точек подключения аппаратуры, а на некотором расстоянии от концов РЦ. Таким образом, фактическая длина такой РЦ оказывается больше ее физической длины. Но система ЦАБ-АЛСО может быть и с проходными светофорами.

Для работы АЛС как основного средства регулирования движения в системе ЦАБ-АЛСО используются частотные модулированные сигналы, а в качестве резервной используют сигналы числового хода.

Принципы построения системы ЦАБ-АЛСО поясняются на рис. 6.6. Один путь двухпутного перегона состоит из восьми РЦ, аппаратура одной половины перегона размещается на станции *А*, другой половины — на станции *Б*. Питание неограниченных РЦ осуществляется от генератора Г1-425/8 Гц (частота модуляции 8 Гц, несущая частота 425 Гц) и Г2-475/12 Гц (частота модуляции 12 Гц, несущая частота 475 Гц). Несущие частоты этих генераторов промодулированы низкими частотами с помощью генераторов частот модуляции ГМ. Модульные частотные сигналы для питания РЦ через усилитель и фильтры подаются в рельсовые цепи 1/2П, 3/4П, 5/6П и 7/8П. Каждый генератор питает две смежные РЦ. Путевые трансформаторы ПТ размещаются по перегону и соединяются с аппаратурой станций кабелем.

При свободном перегоне все путевые реле П1, П2 возбуждены.

Кодирование осуществляется схемой выбора кодового сигнала, связанной с устройствами ЭЦ и путевыми устройствами АЛС.

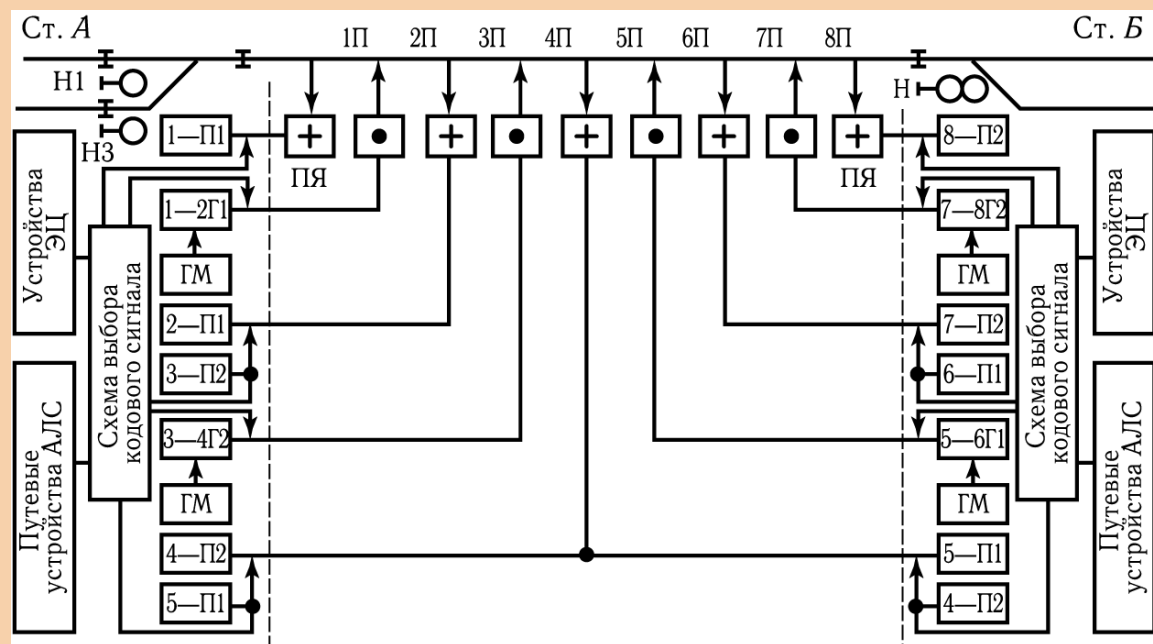


Рис. 6.6. Структурная схема системы ЦАБ-АЛСО

Автоблокировка с рельсовыми цепями тональной частоты АБТ.

Такой системой АБ оборудуются двухпутные и однопутные участки железнодорожных линий с трехзначной сигнализацией при любом виде тяги и сопротивлении балласта не ниже $0,8 \text{ Ом} \cdot \text{км}$. Двухпутные участки оборудуются системой АБТ без изолирующих стыков, а однопутные — как с изолирующими стыками, так и без них. Эта система предусматривает установку проходных светофоров на перегоне. Аппаратура управления светофором и увязки показаний смежных светофоров располагается в релейных шкафах (рис. 6.7), устанавливаемых около каждого светофора или у точки подключения питающего конца РЦ типа ТРЦ-4. Интервальное регулирование движения поездов осуществляется по показаниям проходных светофоров и сигналов АЛС при одностороннем и двустороннем движении по каждому пути двухпутного участка. Движение по неправильному направлению на двухпутном участке регулируется только сигналами АЛС.

Применение РЦ без изолирующих стыков повышает надежность работы системы и упрощает канализацию тягового тока. Система АБТ позволяет повысить безопасность движения из-за наличия защитных участков за поездом, а также за счет передачи сигналов

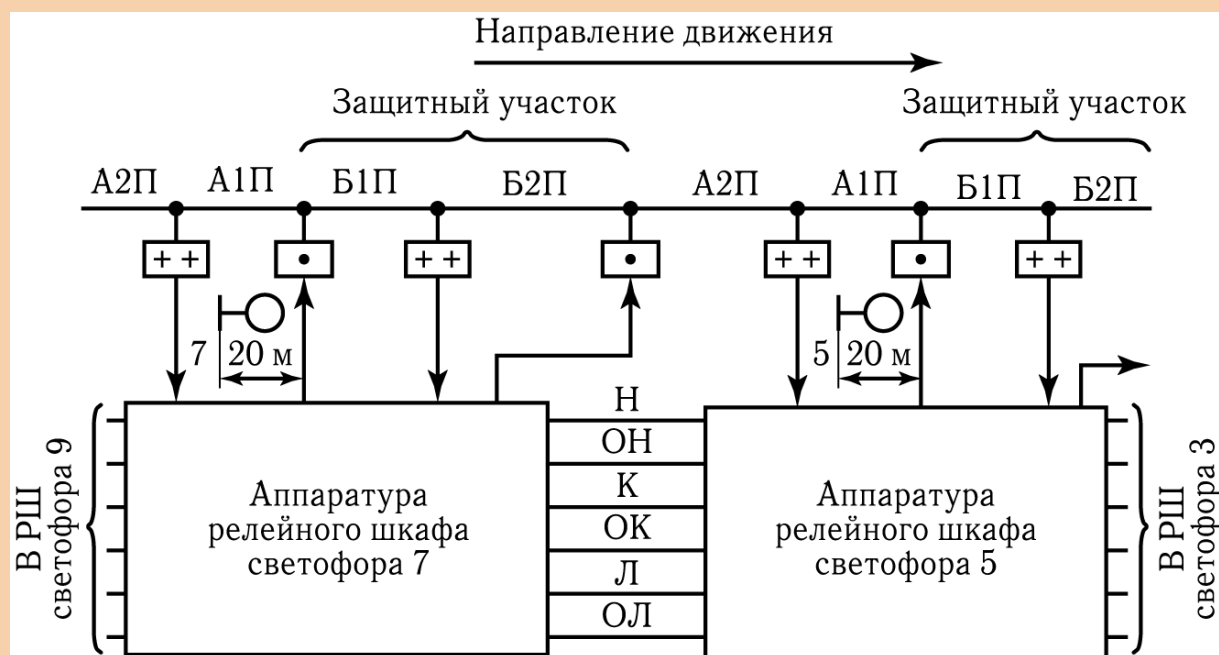


Рис. 6.7. Структурная схема автоблокировки с тональными рельсовыми цепями

контроля работоспособности аппаратуры или функциональных узлов диспетчеру дистанции сигнализации и связи.

Как видно из схемы рис. 6.7, в пределах одного блок-участка устраивают четыре РЦ: две низкочастотные Б2П и А2П (типа ТРЦЗ — в диапазоне частот 420...480 Гц) и две высокочастотные Б1П и А1П (типа ТРЦ4 — в диапазоне частот 4,5...5,5 кГц). Высокочастотные цепи ТРЦ4 имеют длину в пределах 150...250 м и предназначены для защиты от возможного перекрытия светофора перед приближающимся к нему поездом. С этой же целью проходной светофор отнесен от точки подключения питающего конца цепи ТРЦ4 (А1П) на 20 м навстречу движению поезда, т. е. за пределы зоны дополнительного шунтирования РЦ.

Построение ТРЦ таково, что от одного генератора, как правило, осуществляется питание двух РЦ. Подключение путевых приемников смежных РЦ к рельсам осуществляется одной парой проводов, в которую путевые приемники включаются последовательно.

Перед каждым проходным светофором имеется защитный участок, состоящий из рельсовых цепей Б1П и Б2П, например, за светофором 5. После освобождения поездом этого защитного участка на светофоре 7 может быть включен желтый огонь, а в рельсовую цепь А2П перед светофором 7 подключено кодирование АЛС кодом КЖ.

Основным функциональным узлом системы АБТ является линейная цепь Л-ОЛ с линейными реле, которые осуществляют управление сигнальными показаниями светофора и выбор кода АЛС, а также управление линейными реле предыдущего блок-участка. Схемные решения системы АБТ выполнены с применением реле типа РЭЛ.

Для работы системы АБТ по неправильному направлению движения на двухпутном участке используют четырехпроводную схему изменения направления движения (Н, ОН и К, ОК).

Автоблокировка с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением оборудования АБТЦ-2000. Система АБТЦ предназначена для двухпутных участков железных дорог с нормальным сопротивлением балласта, обслуживаемых любым видом тяги поездов (автономной, электротягой постоянного или переменного тока). Эта система позволяет повысить надежность работы уст-

роЙств АБ, снизить эксплуатационные затраты, а также время устранения неисправностей.

Схемные решения системы АБТЦ-2000 выполнены на реле типа РЭЛ, АНШ и НМШ. Основу системы АБТЦ составляют тональные рельсовые цепи (ТРЦ) без изолирующих стыков, в которых используются амплитудно-модулированные сигналы с несущими частотами 420...780 Гц и частотами модуляции 8 или 12 Гц. Для исключения перекрытия светофора приближающимся поездом (рис. 6.8) точка подключения аппаратуры РЦ выносится на 40 м по направлению движения за светофор для обеспечения зоны дополнительного шунтирования (не более 40 м).

Аппаратура АБТЦ размещается на станциях, ограничивающих перегон, в транспортабельных модулях или на постах ЭЦ. Соединение постовой и перегонной аппаратуры, а также увязка аппаратуры, расположенной на смежных станциях, осуществляется двумя сигнально-блокировочными кабелями парной скрутки для каждого пути.

Особенностью работы устройств АБТЦ является наличие схемы замыкания и размыкания перегонных устройств, которая исключает появление разрешающего показания на светофоре в случае ложной свободности РЦ. Работа схемы замыкания начинается с замыкания участка удаления. При установленном поездном маршруте и

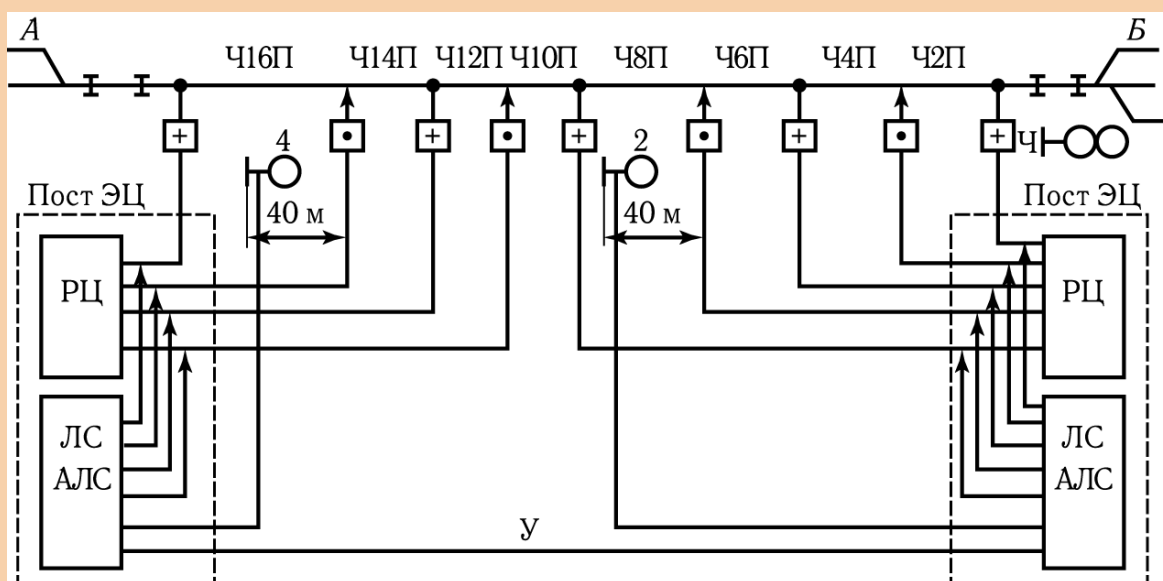


Рис. 6.8. Структурная схема автоблокировки АБТЦ

проследовании поездом выходного сигнала происходит замыкание участка удаления. Следующий по ходу движения блок-участок переходит в режим предварительного замыкания, а при занятии его поездом блок-участок окончательно замыкается. Такая последовательность замыкания блок-участков поездом осуществляется до конца перегона. Контроль о замыкании блок-участков в пределах перегона имеется на пульте ДСП станции отправления в виде светящейся ячейки «замыкание перегона». Если ни один блок-участок не замкнут, эта ячейка горит белым огнем, если замкнут хотя бы один блок-участок, ячейка горит красным огнем. На станции приема эта ячейка погашена.

Размыкание блок-участка происходит с проверкой последовательности занятия и освобождения поездом РЦ и при условии замыкания следующего блок-участка по ходу поезда. Такое размыкание блок-участка осуществляется автоматически под действием движущегося поезда.

Если последовательность освобождения РЦ будет нарушена, то блок-участок останется замкнутым, а на ограждающем его светофоре сохранится запрещающее показание. В этом случае ячейка «замыкание перегона» горит красным огнем в течение времени, превышающем время, необходимое последнему отправленному поезду для прибытия на соседнюю станцию. В этом случае ДСП станции отправления должен связаться с ДСП станции приема и получить от него подтверждение о прибытии отправленного им поезда в полном составе. Убедившись в свободности перегона, ДСП станции отправления приступает к искусственному размыканию перегона. Оно осуществляется ДСП последовательным нажатием двух кнопок, групповой со счетчиком нажатий и одной из кнопок разделки пути перегона 1НР, 2НР, 1ЧР, 2ЧР в зависимости от номера пути, установленного на нем направления движения (четного или нечетного). По окончании искусственной разделки ячейка «замыкание перегона» переключится с красного показания на белое, после чего ДСП отпускает нажатые кнопки.

Если при выполнении искусственной разделки и удержания кнопок в нажатом состоянии более 5 с ячейка «замыкание перегона» не

изменит свое показание, схема искусственного размыкания считается неисправной.

Результаты переговоров ДСП станций приема и отправления и действия ДСП станции отправления фиксируются в журнале установленной формы.

Если ДСП станции отправления не может задать поездной маршрут отправления, он должен перед отправлением поезда по запрещающему показанию выходного сигнала выполнить искусственное замыкание участка удаления, которое осуществляется нажатием кнопки «замыкание участка удаления», после чего поезд может быть отправлен на перегон.

Если после отправления поезда участок удаления длительное время находится в замкнутом состоянии, дежурный по станции отправления может выполнить искусственную разделку участка удаления, чтобы не задерживать отправление следующих поездов. Перед выполнением искусственной разделки участка удаления ДСП должен убедиться в свободном состоянии этого участка. Размыкание участка удаления может осуществляться независимо от того, занят перегон или нет (за исключением самого участка удаления).

Разделка участка удаления выполняется аналогично разделке перегона, а именно, последовательным нажатием двух кнопок, групповой кнопки со счетчиком числа нажатий ГРС и одной из кнопок разделки участка удаления 1НРУ, 2НРУ, 1ЧРУ, 2ЧРУ. По окончании искусственной разделки участка удаления ячейка первого участка удаления переключается на белое показание.

Системы автоблокировки на новой элементной базе. Кодовая АБ, являющаяся одной из распространенных систем интервального регулирования движения поездов на железных дорогах, построена на релейно-контактной базе и имеет ряд недостатков вследствие низкой надежности электромеханических устройств. Система АБТЦ, построенная на релейной элементной базе в связи с расширением функциональных возможностей АБ и усилением контроля «потери шунта» при движении поезда получилась довольно громоздкой, энергоемкой и сложной в обслуживании. Возрастающие требования по обеспечению безопасности движения поездов, необходимости сокращения эксплуатационных расходов на техническое обслуживание и повышения надежности работы устройств привели к созданию но-

вых систем интервального регулирования движения поездов с использованием электронной и микропроцессорной техники.

К электронным системам АБ относится система электронной АБ типа КЭБ. В ней используется кодовая РЦ переменного тока, но в качестве приемника, дешифратора и передатчика применяется аппаратура, построенная на электронной и микропроцессорной технике. Использование такой аппаратуры позволило расширить функциональные возможности системы, повысить устойчивость работы РЦ при изменении сопротивления балласта и мешающем действии помех тягового тока. Система КЭБ-1 полностью совместима с существующей системой кодовой АБ. Система КЭБ-2 полностью исключает применение релейно-контактной аппаратуры и является практически необслуживаемой, так как имеет встроенный диспетчерский и технологический контроль.

Функциональные возможности, заложенные в системе АБТЦ, позволили интегрировать ее в систему централизации стрелок и сигналов компьютерного типа Ebilock-950 и дополнить функциями, которыми не обладает АБ, построенная на релейной элементной базе.

На станциях, ограничивающих перегон, централизованно размещаются: объектные контроллеры и аппаратура интерфейсов с напольными устройствами, аппаратура тональных РЦ, АЛСН, питания, управления и контроля светофоров, аппаратура посылки извещения на переезды и контроля их работы, оповещения работающих на путях перегонов.

Объектами управления и контроля на перегоне являются: светофорные лампы проходного светофора, средства автоматического ограждения переездов, РЦ блок-участков, устройства кодирования РЦ блок-участков, устройства контроля состояния подвижного состава.

Логика работы системы АБТЦ, интегрированной в микропроцессорную систему Ebilock-950, отличается от логики работы других систем АБ, применяемых на железных дорогах России, рядом дополнительных функций:

- блокирование и деблокирование смены направления движения поездов на перегоне;
- контроль проследования поезда по РЦ перегона, который позволяет за счет отслеживания последовательности прохождения

поезда по РЦ проконтролировать перемещение его по перегону и принять меры, обеспечивающие безопасность движения при нарушении этой последовательности; эта функция включает в себя блокирование и деблокирование РЦ;

- блокирование запрещающего сигнального показания проходного светофора (включение запрещающего сигнального показания проходного светофора дежурным по станции) и выходного светофора станции, в том числе и при потере под поездом шунта рельсовых цепей блок-участка, ограждаемого этим светофором;

- деблокирование запрещающего сигнального показания проходного светофора, заблокированного для ограждения опасного места на перегоне.

Для решения задач, связанных с дополнительными функциями АБТЦ, интегрированной в микропроцессорную систему ЭЦ, потребовались дополнительные команды, которые даются дежурным по станции:

- заблокировать проходной светофор — блокирует проходной светофор от открытия на разрешающее показание;

- деблокировать проходной светофор — деблокирует проходной светофор, заблокированный от предыдущей команды;

- заблокировать участок удаления — блокирует первую РЦ участка удаления, что необходимо для правильного блокирования/деблокирования РЦ перегона в случае отправления поезда при запрещающем показании выходного светофора;

- деблокировать участок удаления — деблокирует первую РЦ участка удаления, заблокированную ранее командой «заблокировать участок удаления»;

- заблокировать код «КЖ» — используется при необходимости блокирования кода «КЖ» в РЦ блок-участка при движении поезда в неправильном направлении;

- деблокировать код «КЖ» — используется для деблокирования кода «КЖ» в РЦ блок-участка, ранее заблокированного командой «блокировать код «КЖ»;

- деблокировать перегон — команда дается двумя ДСП двух соседних станций и используется для деблокирования РЦ перегона, оставшихся заблокированными из-за нарушения последовательности их занятия и освобождения при проходе поезда по перегону.

Микропроцессорные системы автоблокировки типов АБ-Е1, АБ-Е2, АБТЦ-М построены на микропроцессорной элементной базе с использованием в качестве исполнительных элементов реле 1-го класса надежности для управления огнями проходных светофоров. Микропроцессорные системы АБ разработаны с учетом обеспечения требований электромагнитной совместимости с аппаратурой АЛС-ЕН.

В этих системах применяют РЦ без изолирующих стыков с установкой проходных светофоров. Использование микропроцессорной техники расширяет функциональные возможности таких систем АБ, позволяет обеспечить более совершенные алгоритмы обработки сигналов контроля рельсовой линии, обеспечивает повышение устойчивости функционирования системы в условиях воздействия дестабилизирующих факторов, дает возможность диагностики работы аппаратуры, так как аппаратные средства микропроцессорного приемопередатчика имеют тестовый контроль, который позволяет определить с большой точностью отказавший модуль в системе.

Глава 7. Автоматическая локомотивная сигнализация и автостопы

7.1. Общие сведения

Для улучшения условий ведения поездов и повышения безопасности движения совместно с АБ на перегоне и станциях применяются устройства АЛС с автостопом. АЛС является средством регулирования движения поездов с помощью локомотивных светофоров, которые отражают поездную ситуацию на впередирасположенном блок-участке. Устройства АЛС осуществляют передачу в кабину машиниста показаний проходных и станционных светофоров, к которым приближается поезд. АЛС дополняется автостопом с устройствами проверки бдительности машиниста и контроля скорости движения поезда. Устройства автостопа должны автоматически ос-

танавливать поезд перед закрытым светофором, если машинист вовремя не принимает мер к торможению и остановке поезда.

АЛС с автостопом представляет собой совокупность путевых и локомотивных устройств. Путевыми устройствами АЛС оборудуются не только пути перегона, но и все главные пути на станциях, а также приемо-отправочные пути, по которым предусматривается безостановочный пропуск поездов.

По способу передачи сигналов с пути на локомотив устройства АЛС делятся на АЛС точечного типа (АЛСТ) и АЛС непрерывного типа (АЛСН).

Устройства АЛСТ могут применяться на участках с ПАБ на подходах к станции. Передача сигнальных показаний происходит в отдельных точках пути, обычно на тормозном расстоянии от входного светофора. С помощью устройств АЛСТ осуществляется локомотивная трехзначная сигнализация, повторяющая показания входного светофора, а также автоматическое торможение перед ним, если машинист сам не принимает меры к торможению.

Устройства АЛСН обеспечивают передачу сигнальных показаний напольных светофоров АБ непрерывно при движении поезда по перегону и станции. Систему АЛСН применяют на участках, оборудованных одно- или двухпутной АБ. Благодаря непрерывной передаче сигналов по пути следования локомотива и автоматической связи показаний локомотивного светофора с путевым светофором (вне зависимости от прямой видимости светофора), к которому приближается поезд, облегчаются условия работы машиниста, повышаются пропускная способность участков и безопасность движения поездов.

АЛС характеризуется количеством и числом сигнальных показаний, передаваемых с пути на локомотив. Наряду с сигнальными показаниями локомотивного светофора во вновь разрабатываемых системах применяют также скоростную (цифровую) сигнализацию, которая повышает функциональные возможности системы регулирования движения поездов с помощью АЛС. Одновременно с сигнальными и скоростными показаниями системы АЛС дополняют средствами контроля установленной и фактической скоростей движения, а также устройствами контроля бдительности машиниста.

Бдительность машиниста проверяется однократно или периодически. Машинист подтверждает свою бдительность нажатием рукоятки бдительности в ответ на предупреждающий свисток электропневматического клапана (ЭПК). Если рукоятка бдительности в необходимых случаях (когда требуется принятие мер машинистом для исключения проезда запрещающего сигнала) не будет нажата в течение 7 с после предупреждения свистком, то это расценивается устройствами как потеря машинистом способности вести поезд и происходит торможение и остановка поезда.

Устройства АЛС могут использоваться и в качестве самостоятельной системы регулирования движения поездов (регулирование движения поездов в системе ЦАБ и по неправильному пути в двухпутной АБ).

При движении поезда только по показаниям локомотивных светофоров последние должны давать показания в зависимости от занятости или свободности впередирасположенных блок-участков.

Локомотивные светофоры устанавливаются в кабине управления локомотива (моторвагонного поезда) и передают сигнальные показания машинисту и его помощнику о поездной ситуации на впередирасположенных блок-участках, а автостопа обеспечивают автоматическую остановку поезда перед закрытым светофором.

7.2. Автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного типа

На участках, оборудованных АБ, распространение получила система АЛСН с числовым кодом, которая позволяет осуществить четырехзначную сигнализацию на локомотивном светофоре.

При движении поезда на зеленый огонь светофоров 3 и 5 (рис. 7.1) на локомотивном светофоре ЛС горит зеленый огонь, а при движении на желтый огонь светофора 1 — желтый огонь. При движении на красный огонь светофора Н на ЛС горит желтый с красным огонь. В случае проезда светофора с красным огнем или выхода на некодированный блок-участок желтый огонь с красным меняется на красный.

Если перегорает лампа красного огня на входном светофоре Н или на любом проходном светофоре, кодирование блок-участка

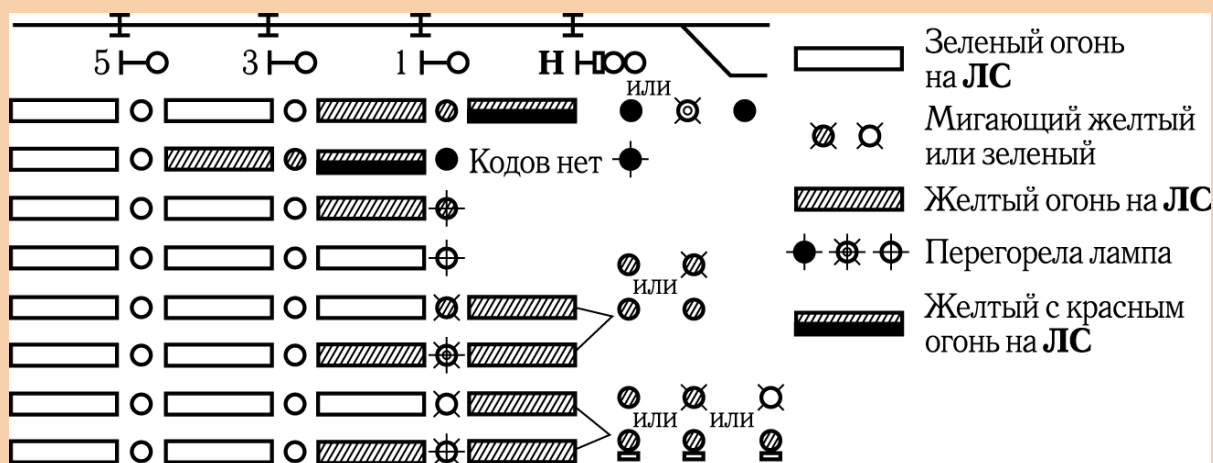


Рис. 7.1. Увязка показаний путевых и локомотивных светофоров при трехзначной автоблокировке

перед данным светофором прекращается, красный огонь переносится на позадистоящий светофор и показания локомотивного светофора соответственно сдвигаются.

Перегорание лампы желтого огня на светофоре 1 не приведет к изменению кодирования, и блок-участок перед этим светофором продолжает кодироваться кодом Ж, а на локомотивном светофоре в этом случае будет гореть желтый огонь. Перегорание лампы зеленого огня на светофоре 1 также не приведет к изменению кодирования блок-участка перед этим светофором, блок-участок будет продолжать кодироваться кодом 3. На локомотивном светофоре в этом случае также будет гореть зеленый огонь.

Если на светофоре 1 горит желтый или зеленый мигающий огонь, то блок-участок перед этим светофором кодируется кодом 3 и на локомотивном светофоре горит зеленый огонь. В случае перегорания лампы желтого или зеленого мигающего огня на локомотивном светофоре приближающегося поезда вместо зеленого загорится желтый огонь.

При приближении поезда к входному светофору с любым разрешающим показанием при приеме на боковой путь на ЛС горит желтый огонь, при приеме на главный путь — желтый или зеленый. Прием на боковой путь с остановкой на станции со стрелочными переводами пологой марки крестовин разрешается включением на входном светофоре Н двух желтых огней и зеленой полосы. При движении поезда по стрелочной горловине и пути приема на ЛС горит желтый огонь с красным.

При безостановочном пропуске по боковому пути на входном светофоре горят желтый огонь, зеленый мигающий и зеленая полоса. В случае горения желтого огня на выходном светофоре на ЛС при движении поезда по маршруту горит желтый огонь; в случае горения зеленого огня на выходном светофоре на ЛС горит зеленый огонь. Если при установленном маршруте приема на боковой путь на выходном светофоре перегорела лампа разрешающего огня, то на ЛС при движении поезда по маршруту горит желтый огонь с красным.

В случае приема поезда на главный путь с остановкой на ЛС движущегося по маршруту поезда горит желтый огонь с красным. При сквозном пропуске по главному пути в случае горения на выходном светофоре желтого огня на ЛС движущегося по маршруту поезда горит желтый огонь; при горении зеленого огня на выходном светофоре на ЛС горит зеленый огонь.

Система АЛСН, структурная схема которой приведена на рис. 7.2, включает в себя путевые и локомотивные устройства.

Каналом связи между путевыми и локомотивными устройствами в системе АЛСН являются РЦ. Для передачи на локомотив сигнальных показаний проходных светофоров навстречу приближающемуся поезду в рельсы подается кодированный переменный ток, содержащий в зашифрованном виде (в виде числового кода) соответствующий сигнальный приказ.

В системе АЛСН числового кода у проходного светофора АБ устанавливается кодирующая аппаратура в виде кодового путевого трансмиттера КПТ и трансмиттерного реле Т (см. рис. 7.2). Выбор сигнального кода в зависимости от показания светофора осуществляется схемой кодирования: в АБ постоянного тока — с помощью контактов линейного реле Л, а в АБ переменного тока с помощью контактов сигнальных реле Ж и З. Трансмиттерное реле Т работает в режиме кода, вырабатываемого в данный момент трансмиттером КПТ, в зависимости от показания проходного светофора.

Переключая контакт в цепи кодового трансформатора КТ, реле Т транслирует в РЦ числовой сигнальный код в виде импульсов переменного тока. Этот сигнальный код подается в РЦ навстречу движению поезда, чтобы импульсы переменного тока проходили под

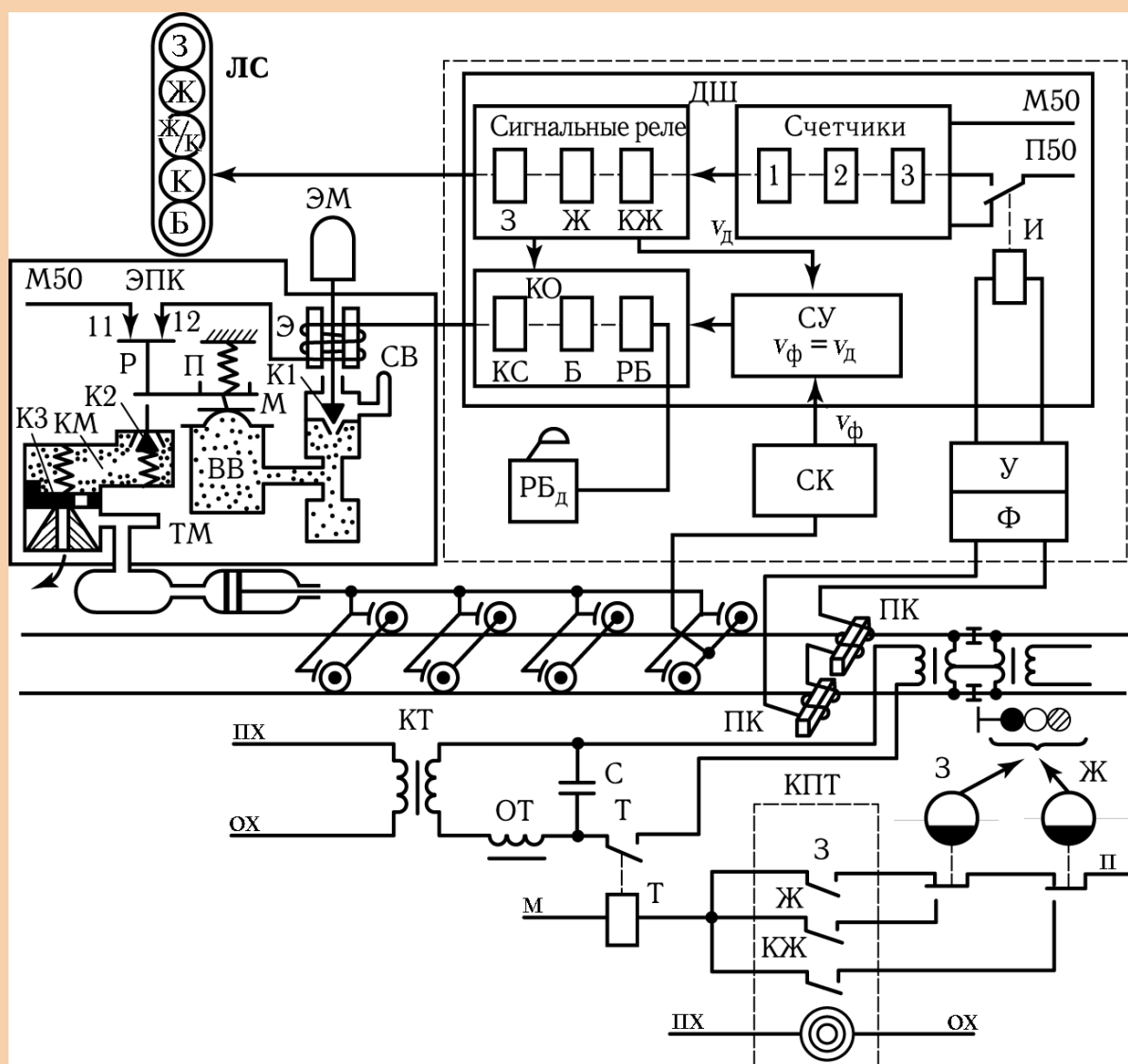


Рис. 7.2. Структурная схема устройств АЛСН

приемными катушками ПК локомотива, которые подвешиваются на нем перед первой колесной парой и служат для приема сигнальных кодов из РЦ. На локомотиве также устанавливаются: фильтр Ф, усилитель У, дешифратор ДШ для расшифровки числовых кодов и управления локомотивным светофором ЛС и электропневматическим клапаном ЭПК, скоростемер СК для измерения фактической скорости движения поезда, рукоятка бдительности РБ.

Переменный кодовый ток образует вокруг каждого рельса магнитное поле, в пересекающих его приемных катушках индуцируются импульсы кодового тока. Эти импульсы проходят через защитный фильтр Ф, не пропускающий в приемник локомотивных

устройств токи других частот, усиливаются в усилителе У и преобразуются в импульсы постоянного тока, которые воздействуют на импульсное реле. Таким образом, импульсное реле работает в режиме кода РЦ и управляет работой дешифратора. В дешифраторе имеются счетчики 1, 2, 3 и сигнальные реле З, Ж, КЖ. В зависимости от значения кода образуются дешифрирующие цепи возбуждения сигнальных реле, с помощью которых включаются на ЛС огни, повторяющие показание каждого проходного светофора, к которому приближается поезд.

Если поезд движется на зеленый огонь светофора, в РЦ перед этим светофором посылается код З, цикл которого состоит из трех импульсов и трех интервалов. В дешифраторе срабатывают счетчики 1, 2 и 3 и возбуждаются реле З, Ж и КЖ. На локомотивном светофоре ЛС включается зеленый огонь. Если на светофоре, к которому приближается поезд, горит желтый огонь, то РЦ кодируется кодом Ж, состоящим из двух импульсов и двух интервалов. В дешифраторе срабатывают счетчики 1 и 2, возбуждаются сигнальные реле Ж и КЖ. На локомотивном светофоре включается желтый огонь. Приближаясь к светофору с красным огнем, локомотивные устройства будут принимать код КЖ с одним импульсом в каждом цикле. В дешифраторе срабатывает только счетчик 1 и возбуждается сигнальное реле КЖ. На локомотивном светофоре включается желтый огонь с красным.

Если поезд проследует светофор с красным огнем, то вследствие отсутствия кодов в РЦ на локомотивном светофоре загорится красный огонь. Белый огонь на локомотивном светофоре загорится при выходе состава на неcodируемые пути или в случае прекращения подачи кодов Ж или З по мере приближения поезда к светофору с разрешающим показанием.

Чтобы обеспечить безопасность движения поездов и предупредить проезд закрытых светофоров или открытых с недопустимой скоростью, в системе АЛСН применены контроль превышения скорости и проверка бдительности машиниста. В дешифраторе имеется контрольный орган КО, в котором помещены реле контроля скорости КС, реле бдительности Б, реле рукоятки бдительности РБ. Для проверки бдительности машиниста установлена РБ.

В зависимости от показаний проходного светофора контролируются следующие скорости движения: на зеленый огонь допускается максимальная скорость $v_{\max}$, которая устройствами АЛСН не ограничивается; на желтый огонь — скорость $v_{\text{ж}}$; проследование светофора с желтым и движение на красный огонь допускается со скоростью $v_{\text{кж}}$, которая не должна превышать 50 км/ч; проследование светофора с красным огнем — со скоростью не выше 20 км/ч.

Для контроля превышения скорости на локомотиве имеется сравнивающее устройство СУ, в котором сравнивается фактическая скорость $v_{\text{ф}}$, измеряемая скоростемером СК, с допустимой $v_{\text{д}}$, которая определяется при дешифрировании кодового сигнала, поступающего из РЦ. Если будет превышена контролируемая скорость, то устройства автостопа произведут автоторможение поезда. Чтобы предотвратить действие автостопа, машинист должен предварительно снизить скорость и не допустить ее превышения при появлении на ЛС желтого огня, желтого огня с красным или красного огня.

Устройства КО и СУ при движении поезда действуют следующим образом. При движении на зеленый огонь и горении на ЛС зеленого огня возбуждены сигнальные реле З, Ж и КЖ, а также реле КС и Б. Через фронтовые контакты реле Б и КС подается питание электромагниту Э (ЭПК), и автостоп находится в рабочем состоянии.

Когда при проследовании светофора с зеленым огнем он меняется на желтый, в дешифраторе выключается реле З и на ЛС загорается желтый огонь. Реле КС проверяет через устройство СУ превышение скорости при желтом огне на ЛС. Если фактическая скорость не превышает $v_{\text{ж}}$, реле КС и электромагнит Э остаются возбужденными, а автостоп — в рабочем состоянии. Если фактическая скорость превышает $v_{\text{ж}}$, то устройства СУ выключают реле КС и электромагнит Э, подготавливается действие автостопа, включается свисток автостопа, и для предотвращения автоторможения машинист в течение 5...7 с должен нажать РБ и вследствие этого возбуждается реле РБ, Б, КС. После этого машинист должен отпустить РБ, отчего включается электромагнит Э, автостоп сохраняет рабочее состояние и автоторможения не происходит. При дальнейшем движении и горении на ЛС желтого огня, чтобы не допустить автоторможение, машинист должен периодически через 15...20 с нажимать РБ.

При проезде светофора с желтым огнем и при движении на красный огонь в дешифраторе выключается реле Ж и на ЛС желтый огонь меняется на желтый огонь с красным. Выключается реле КС и электромагнит Э, и в кабине машиниста раздается длинный свисток, предупреждающий о возможности срабатывания автостопа. Предупреждение действия автостопа возможно, если фактическая скорость движения не превышает скорости проверки бдительности $v_{кж}$. Периодически через (15...20 с) нажатием РБ возбуждаются реле КС и электромагнит Э, и автостоп сохраняет рабочее состояние. Если фактическая скорость превышает $v_{кж}$, то периодическим нажатием РБ машинист не может возбудить реле КС и электромагнит Э, происходит абсолютное действие автостопа, автоторможение и полная остановка поезда.

При проезде светофора с красным огнем в дешифраторе выключается реле КЖ и на ЛС желтый огонь с красным меняется на красный. Выключается реле КС и электромагнит Э. В кабине машиниста раздается длинный свисток, предупреждающий о возможности срабатывания автостопа. Если скорость проследования светофора с красным огнем не превышает 20 км/ч, то машинист путем периодического через 15...20 с нажатия РБ возбуждает реле КС и электромагнит Э, автостоп сохраняет рабочее положение. Если фактическая скорость превышает 20 км/ч, то периодическим нажатием РБ машинист не может возбудить реле КС и электромагнит Э, происходит абсолютное действие автостопа и автоторможение до полной остановки поезда.

При потере бдительности машинистом поезда, когда включается длинный свисток ЭПК, а на РБ не нажимают, происходит срабатывание автостопа и автоторможение. В этих случаях выключается электромагнит Э, открывается клапан К1 и воздух из камеры выдержки времени ВВ начинает выходить через свисток СВ. Если в течение 5...7 с после включения свистка машинист не нажимает РБ, автостоп срабатывает. Воздушная тормозная магистраль ТМ соединяется с атмосферой и начинается экстренное торможение. Приостановить действие автостопа нажатием РБ машинист уже не может, так как цепь электромагнита Э разомкнута контактами 11—12 рычага Р автостопа.

Восстановление автостопа в рабочее состояние возможно после полной остановки поезда. Машинист должен вставить ключ в замок ЭМ клапана ЭПК и повернуть его в рабочее положение, отчего тормозная магистраль разобщается с атмосферой. После этого машинист однократным нажатием РБ возбуждает реле КС и электромагнит Э, автостоп возвращается в рабочее состояние. Затем машинист поворачивает ключ в замке ЭМ в нормальное положение. В таком состоянии ключ хранится в замке на все время следования поезда по участку автоблокировки.

Существующая система АЛСН числового кода имеет существенные недостатки, которые снижают уровень безопасности движения поезда. К ним относятся: низкая информативность системы АЛСН и ограниченность функциональных возможностей, которые обусловили необходимость дополнения локомотивного оборудования другими устройствами обеспечения безопасности движения: регистрирующий скоростемер, устройство контроля торможения «Дозор» перед запрещающим показанием проходного светофора, устройства контроля бдительности машиниста УКБМ и др.

Для комплексной замены АЛСН и ряда других устройств безопасности разработано и внедряется на железных дорогах комплексное локомотивное устройство безопасности КЛУБ. Аппаратура КЛУБ может использоваться на всех типах локомотивов и моторвагонных поездов. Она выполнена на микропроцессорной элементной базе, имеет внутреннее резервирование и определенные ресурсы для наращивания функциональных возможностей.

Аппаратура КЛУБ обеспечивает:

- прием информации из каналов АЛСН и АЛС-ЕН, ее дешифрацию и индикацию машинисту;
- отслеживание проследования границ блок-участков при приеме информации из канала АЛС-ЕН;
- формирование допустимой скорости движения и ее индикацию;
- измерение и индикацию фактической скорости движения, сравнение фактической скорости движения с допустимой;
- автостопное торможение в случае превышения допустимой скорости движения по показаниям светофоров;
- контроль торможения перед светофором с запрещающим сигналом;

- при движении поезда — периодический контроль бдительности или бодрствования машиниста;
- однократный контроль бдительности;
- исключение самопроизвольного (несанкционированного) движения локомотива;
- невозможность движения при отключенном ЭПК или выключенной системе безопасности.

7.3. Автоматическая локомотивная сигнализация единого ряда с непрерывным каналом связи

Автоматическая локомотивная четырехзначная сигнализация числового кода непрерывного типа обеспечивает регулирование движения поездов при максимальной скорости не более 160 км/ч. В случае повышения скоростей движения поездов и увеличения в связи с этим тормозных путей необходимо расширение значности локомотивной сигнализации. Кроме этого, система АЛСН числового кода имеет еще ряд недостатков: ограниченная информационность системы; низкая надежность локомотивных устройств из-за импульсного режима работы электромагнитных реле (низшего класса надежности); применение числового кода, при котором происходят частые сбои в процессе приема кодов на локомотиве; возможность приема кодов с соседнего пути и др.

С целью повышения эксплуатационных показателей и устранения недостатков системы АЛСН числового кода разработана система АЛС единого ряда с непрерывным каналом связи АЛС-ЕН, элементной базой которой является электронная техника. В этой системе для передачи информации с пути на локомотив используется непрерывный частотный канал связи через РЦ. По этому каналу передаются частотные кодовые комбинации, которые содержат следующую информацию: о числе свободных блок-участков (до 6); о значении скорости проследования светофора (16 градаций от 0 до 200 км/ч); о длине впередирасположенного блок-участка (больше или меньше тормозного пути); о приближении к закрытому светофору (сигнал КЖ на индикаторе) или о движении по пригласительному сигналу (сигнал белого огня на индикаторе); о допустимой и фактической скорости движения и др.

Основной функцией системы АЛС-ЕН является выполнение ступенчатого контроля движения поезда и контроля бдительности машиниста. При ведении поезда машинист выбирает допускаемую скорость на данном блок-участке по показаниям индикатора в кабине локомотива. Фактическая скорость непрерывно сравнивается с допустимой. В случае превышения фактической скорости по сравнению с допустимой формируется сигнал на включение экстренного торможения, а в случае превышения фактической скорости над контролируемой включается режим периодической проверки бдительности машиниста с предварительной световой индикацией.

Контроль бдительности выполняется однократно при смене сигнального показания на ограничивающее или запрещающее и периодически — при движении поезда со скоростью, превышающей контролируемую, с периодичностью 40 с. В системе АЛС-ЕН предусматривается автоматический переход на работу по сигналам числового кода, а также возможность совместной работы с аппаратурой системы автоматического управления тормозами САУТ.

7.4. Система автоматического управления тормозами

Для повышения безопасности движения поездов и определения начала тормозного пути, чтобы своевременно приступить к торможению поезда, не допуская проезда светофоров с красным огнем, а также в целях обеспечения правильности торможения применяется система автоматического управления тормозами САУТ.

Возможны случаи, когда машинист приступает к торможению на расстоянии, большем тормозного пути, и поезд движется с пониженной скоростью, отчего теряется время на прохождение блок-участка. Чтобы обеспечить точность торможения, необходимо определить начало тормозного пути перед светофором и включить тормоза в начале этого пути. Тормозной путь L_T , например, для светофора 3 (рис. 7.3) определяется в зависимости от длины блок-участка $L_{\text{бл}}$ перед этим светофором. Особенно важно определить начало тормозного пути в системах автоблокировки, где нет проходных светофоров и машинист не имеет ориентира для определения границ блок-участков.

В состав напольных устройств САУТ входит шлейф, уложенный в начале блок-участка. Длина шлейфа в заданном масштабе имитирует длину $L_{\text{бл}}$. Шлейф и рельс образуют контур, по которому проходит ток от генератора высокой частоты ВГ. Протекающий ток создает вокруг рельса магнитное поле, изменяющееся с частотой этого тока.

В состав локомотивных устройств входят: приемная антенна А; приемник Пр_p ; осевой датчик ОД, связанный с осью колеса локомотива (датчик вырабатывает импульсы в зависимости от скорости вращения колеса); измерительное устройство скорости ИС, связанное с датчиком ОД; прибор, измеряющий фактическую скорость $v_{\text{ф}}$ движения поезда; прибор, измеряющий длину блок-участка $L_{\text{бл}}$; реверсивный счетчик Сч, работающий в режимах сложения (вход «+») и вычитания (вход «-»); цифроаналоговый преобразователь АП, ко-

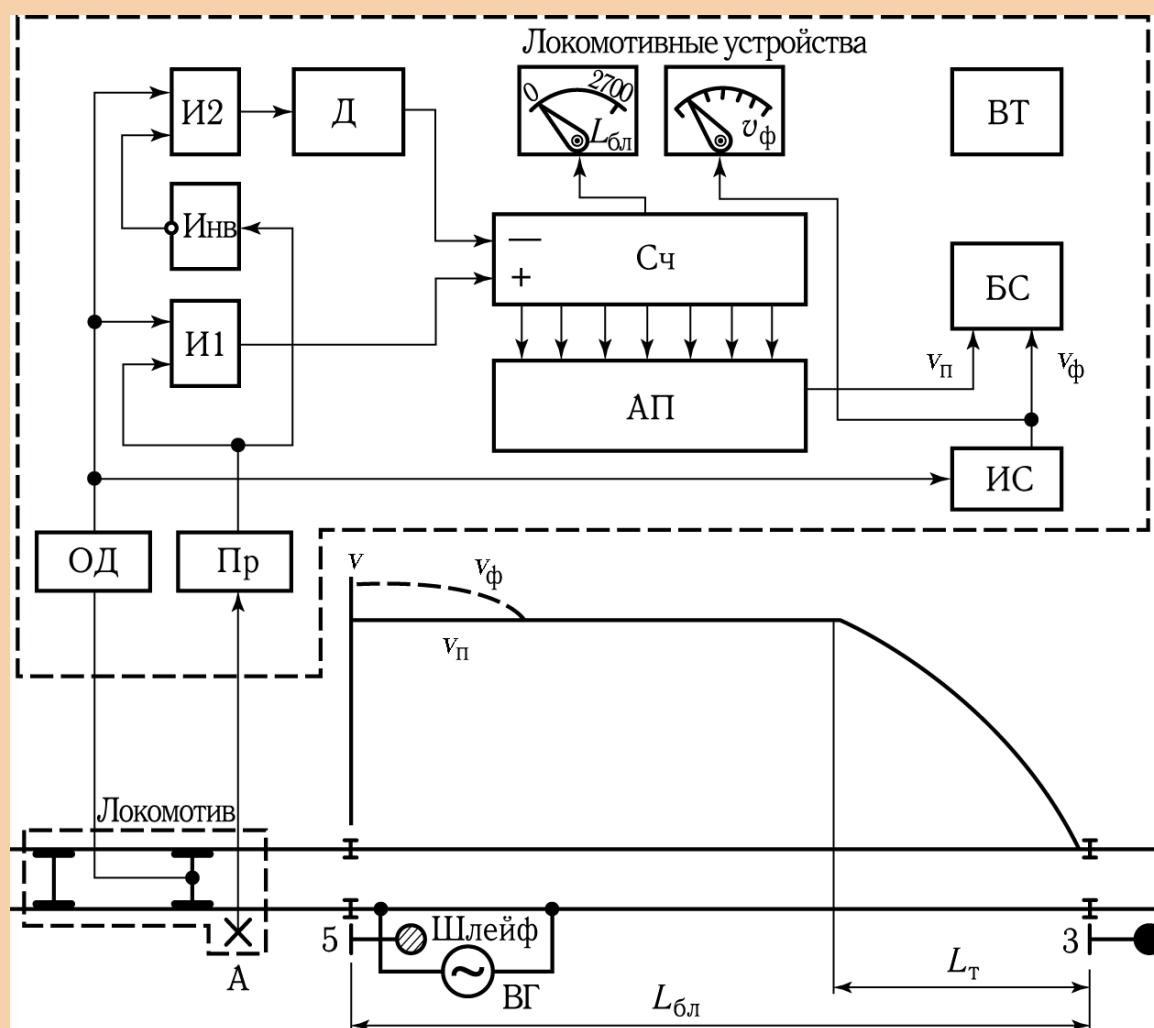


Рис. 7.3. Структурная схема САУТ

торый преобразует значение измеренной величины $L_{\text{бл}}$ в напряжение, пропорциональное значению программной скорости движения поезда $v_{\text{п}}$; блок сравнения БС, где сравнивается программная скорость $v_{\text{п}}$ и фактическая скорость $v_{\text{ф}}$, измеренная блоком ИС; блок включения торможения ВТ; логические элементы И1, И2, Инв; делитель частоты Д.

Действие САУТ в процессе приближения поезда к светофору 3 с горящим красным огнем протекает следующим образом. За время перемещения антенны А над путевым шлейфом приемник Пр, принимая высокочастотный сигнал, подает его на один вход элемента совпадения И1; на другой вход элемента подаются импульсы от датчика ОД. От элемента И1 импульсы поступают на вход «+» счетчика Сч. По числу сосчитанных импульсов определяется в условном масштабе длина $L_{\text{бл}}$. Эта длина указывается измерительным прибором. Значение измеренной длины $L_{\text{бл}}$ с помощью преобразователя АП преобразуется в значение программной скорости $v_{\text{п}}$ движения поезда. После прохождения антенны А над шлейфом прием частотного сигнала прекращается, на выходе приемника Пр сигнал исчезает и срабатывает элемент И1; отсчет и суммирование импульсов счетчиком Сч прекращаются. С момента прекращения работы элемента И1 через инвертор Инв элемент И2 открывается и пропускает импульсы от ОД в делитель Д и через него — на вход «—» счетчика Сч. С помощью делителя число импульсов от ОД приводится к масштабу полной длины блок-участка. Счетчик Сч работает в режиме вычитания из полной длины $L_{\text{бл}}$ расстояния, проходимого поездом.

Блок ИС, получая импульсы от ОД, преобразует их в значение фактической скорости $v_{\text{ф}}$ движения поезда. Через АП вычисляется значение программной скорости $v_{\text{п}}$ движения поезда. В блоке сравнения БС сопоставляются эти скорости. Если скорость $v_{\text{ф}} > v_{\text{п}}$, то из блока БС подается сигнал в блок ВТ и включается торможение поезда, которое длится до тех пор, пока скорость $v_{\text{ф}}$ не снизится до скорости $v_{\text{п}}$. По мере приближения поезда к светофору 3 и при непрерывном уменьшении длины блок-участка от АП напряжение, пропорциональное $v_{\text{п}}$, также непрерывно снижается, поэтому происходит плавное торможение поезда до полной остановки. Если

поезд входит на блок-участок со скоростью, превышающей программную, торможение включается немедленно и скорость снижается до программной. В случае входа поезда на блок-участок со скоростью ниже программной торможение включается на меньшем расстоянии от светофора, и в результате плавного торможения поезд останавливается у светофора 3.

В настоящее время внедряется система САУТ-Ц, в которой путевые датчики устанавливаются централизованно на входах и выходах со станций. В первом случае они передают на локомотив информацию о длине маршрута и ограничениях скорости, а во втором выполняют функции перегона. Информация о длинах блок-участков, уклонах и ограничениях скорости на перегонах содержится в блоке параметров пути на локомотиве. Оперативную информацию САУТ-Ц получает от системы АЛСН, АЛС-ЕН или КЛУБ. Система САУТ-Ц выполнена на микропроцессорной элементной базе.

Глава 8. Ограждающие устройства на переездах

8.1. Назначение и виды автоматических ограждающих устройств на переезде

Пересечения в одном уровне железных дорог с автомобильными дорогами называются ***железнодорожными переездами***. Переезды позволяют обеспечить свободный пропуск автотранспорта при отсутствии приближающихся к переезду поездов, с появлением поезда заблаговременно прекратить движение через переезд, а в случае аварии на переезде подать поезду сигнал остановки перед ним. Для обеспечения безопасности движения и регулирования движения транспортных средств через переезд его оборудуют устройствами автоматической переездной сигнализации, к которым относятся автоматическая светофорная переездная сигнализация (без шлагбаумов или с автоматическими шлагбаумами) и автоматическая оповестительная переездная сигнализация. Эти устройства долж-

ны подавать сигнал остановки в сторону автомобильной дороги и сигнал оповещения о приближении поезда к переезду. Сигнализация должна включаться с упреждением, необходимым для заблаговременного освобождения переезда транспортными средствами до подхода поезда к нему. Автоматические шлагбаумы закрывают переезд через определенное время после начала действия светофорной сигнализации. Действие автоматической светофорной сигнализации и закрытое состояние автошлагбаумов должны продолжаться до полного освобождения переезда поездом.

В зависимости от интенсивности движения железнодорожного и автомобильного транспорта переезды делятся на четыре категории (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Категории переездов

Интенсивность движения поездов по главному пути (суммарно в двух направлениях), поездов/сут.	Интенсивность движения транспортных средств (суммарная в двух направлениях), авт/сут. ¹				
	До 200 включительно	201—1000	1001—3000	3001—7000	Более 7000
До 16 включительно, так же по всем станционным и подъездным путям	IV	IV	IV	III	II
17—100	IV	IV	III	II	I
101 — 200	IV	III	II	I	I
Более 200	III	II	II	I	I

*Примечания*¹. К I категории относятся также переезды, расположенные на пересечениях железных дорог, где осуществляется движение поездов со скоростью более 140 км/ч независимо от интенсивности движения транспортных средств на автомобильной дороге.

2. Все остальные переезды, не охваченные таблицей, относятся к IV категории.

¹ В приведенных единицах.

Переезды делятся на *регулируемые и нерегулируемые*. К регулируемым относятся переезды, на которых движение автотранспорта через переезд регулируется устройствами переездной сигнализации или дежурным работником, а к нерегулируемым — переезды, на которых движение автотранспорта не регулируется устройствами переездной сигнализации или дежурным работником и возможность безопасного проезда через переезд определяется водителями транспортных средств.

Переезды I и II категорий являются *охраняемыми* и оборудуются автоматической светофорной сигнализацией с автоматическими шлагбаумами. Переезды III и IV категорий являются в основном *неохраняемыми* и оборудуются автоматической светофорной сигнализацией (без шлагбаумов).

Устройства автоматической оповестительной переездной сигнализации предупреждают о приближении поезда к переезду с помощью акустического прибора дежурного по переезду, который принимает меры к ограждению переезда, опуская шлагбаум (механизированный или полуавтоматический шлагбаум). Переезды, обслуживаемые дежурным работником, должны иметь радиосвязь или прямую телефонную связь с ближайшей станцией или постом.

Наиболее совершенным устройством ограждения переезда является автоматическая светофорная сигнализация с автоматическими шлагбаумами (АПШ) или без них (АПС).

В состав устройств АПШ (рис. 8.1) на переезде входят: переездные двужначные светофоры 1, совмещенные с шлагбаумами и ограждающие переезд со стороны подъезда автомобильного транспорта (автоматические шлагбаумы размещают на расстоянии не менее 6 м от крайнего рельса железнодорожного полотна, механизированные шлагбаумы — на расстоянии не менее 8,5 м); предупредительные знаки 7—10 «Железнодорожный переезд со шлагбаумами» и «Внимание! Автоматический шлагбаум» (совмещенные знаки устанавливают на расстоянии 40...50 м от крайнего рельса, одиночный знак — на расстоянии 150...250 м); заградительные светофоры 2 (устанавливают на расстоянии 15...800 м от переезда), эти светофоры для остановки поезда и предупреждения столкновения включает дежурный по переезду в случае задержки или аварии автома-

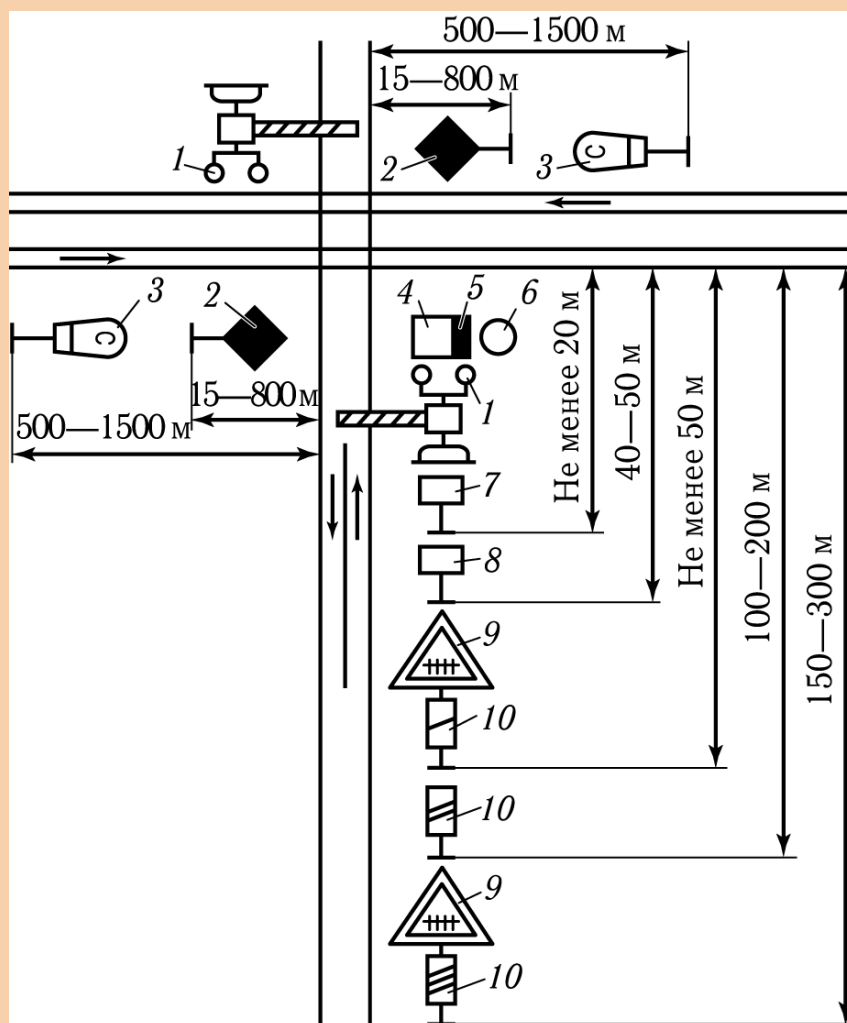


Рис. 8.1. Устройства переездной сигнализации с автошлагбаумами

шины на переезде; сигнальный знак «С» (подача свистка) 3; помещение дежурного по переезду 4, где установлен щиток переездной сигнализации 5 (с этого щитка дежурный по переезду может вручную открывать и закрывать переезд и включать заградительные светофоры); релейный шкаф 6 для размещения аппаратуры и источников питания устройств АПШ.

При автоматической светофорной сигнализации сигналы, запрещающие движение через переезд, подаются переездными светофорами, которые включаются автоматически при приближении поезда. Переездные светофоры устанавливаются по обе стороны переезда с правой стороны автомобильной дороги и имеют две головки с красными линзами, расположенными по обеим сторонам мачты. Красные огни светофоров направлены в сторону авто-

мобильной дороги. В случае приближения поезда к переезду на переездных светофорах красные огни загораются мигающим светом, что запрещает движение автомобильного транспорта через переезд. Одновременно с включением красных мигающих огней начинают прерывисто звонить электрические звонки, установленные на мачтах светофоров. После полного проследования поезда за переезд мигающие красные огни и звонки выключаются; движение автомобильного транспорта через переезд разрешается.

На необслуживаемых переездах, на подъездных и других путях, в том числе в черте города, применяется светофорная сигнализация с двумя мигающими красными огнями и одним бело-лунным мигающим огнем, который находится несколько выше между красными огнями. Если горит белый мигающий сигнальный огонь — разрешено движение дорожного транспорта. Если горят красные сигнальные огни — движение дорожному транспорту запрещено независимо от положения шлагбаума, если он имеется. Если сигнальные огни не горят — переездная сигнализация неисправна. В этом случае дежурному ближайшей станции автоматически подается извещение о неисправности переездной сигнализации, а водитель дорожного транспорта должен действовать так же, как и при движении через неохранный переезд, не оборудованный переездной сигнализацией. В случае необходимости дополнительно преградить въезд на переезд светофорная сигнализация дополняется шлагбаумами, которые управляются дежурным по переезду или действуют автоматически.

Автошлагбаум (рис. 8.2) включает в себя переездный двузначный светофор и шлагбаум. Основными частями автоматического шлагбаума являются заградительный брус 1, который поднимается при помощи электропривода 7, крестообразный сигнальный знак 2 со стеклянными отражателями, электрический звонок 3, две однозначные светофорные головки 4, мачта 5 и фундамент 6.

Брус автоматического шлагбаума деревянный и имеет окраску в виде полос белого и красного цветов. На брус укреплены три сигнальных светоотражателя. Нормальное положение заградительного бруса вертикальное (открытое). Заградительный брус автошлагбаума в закрытом положении должен перекрывать половину

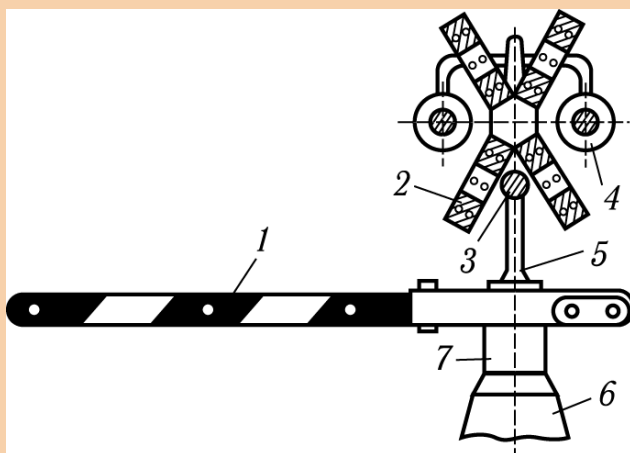


Рис. 8.2. Устройство автоматического шлагбаума

проезжей части автомобильной дороги с правой стороны по ходу движения; при этом две лампы сигнализируют красными огнями только в сторону шоссе, а третья на конце бруса — красным огнем в сторону шоссе и белым в сторону железнодорожного пути.

В случае приближения поезда к переезду сначала включают мигающие красные огни пере-

ездных светофоров и звонки, а затем с выдержкой времени 8...10 с начинают опускаться брусья шлагбаумов. После того как брус шлагбаума примет горизонтальное положение, мигающие огни будут продолжать гореть, а звонки выключатся.

Брус шлагбаума длиной 4 м рассчитан на перекрытие части дороги, отведенной для правильного направления движения. Направление движения указывают нанесением разграничивающей продольной полосы, делящей дорогу на две части. Если транспортное средство, находящееся на переезде, окажется между двумя закрытыми шлагбаумами, то оно сможет выехать с переезда по части дороги, соответствующей неправильному направлению движения.

Автоматическое включение ограждающих устройств происходит при приближении поезда к переезду на определенное расстояние. Это расстояние называется **участком приближения**. Длина участка приближения зависит от скорости движения поезда перед переездом и длины проезжей части переезда для заблаговременной подачи извещения на переезд о приближении к нему поезда и включения автоматической переездной сигнализации и автоматических шлагбаумов (если они имеются). Время подачи извещения зависит от времени, необходимого для освобождения переезда транспортными средствами, в которое входит время, необходимое им на проследование переезда, время срабатывания приборов, включающих ограждающие устройства, гарантийный запас времени (это время зависит от длины переезда, расчетной длины

автопоезда — 24 м, расстояния от места остановки транспортного средства до переездного светофора и от расчетной скорости движения транспортных средств через переезд). Для автоматического приведения в действие ограждающих устройств на переезде используют рельсовые цепи АБ.

8.2. Управление переездными светофорами и автоматическими шлагбаумами

В схеме управления переездными светофорами и автоматическими шлагбаумами на двухпутном участке (рис. 8.3) применены реле: НИП (ЧИП) — известительное приближения в нечетном (четном) направлении; 5П, 7П, 10П, 12П — путевые; НВ (ЧВ), В, ПВ (последнее на рис. 8.3 не показано) — включающие; АО, БО — огневые, контролирующие исправность сигнальных ламп переездных светофоров; У — управляющее, контролирующее открытое положение шлагбаумов; ЗШ и ОШ — закрытия и открытия шлагбаумов; М — мигающее; МТ — маятниковый трансмиттер.

При отсутствии поезда на участке приближения реле НИП (ЧИП), НВ (ЧВ), В, ПВ возбуждены, цепи сигнальных ламп переездных светофоров и звонков выключены. Переезд открыт, возбуждены реле ОШ и У, шлагбаум открыт и его сигнальные огни выключены.

Для нечетного направления движения в участок приближения входят две рельсовые цепи 5П и 7П. Извещение на переезд о вступлении поезда на участок приближения в этом случае передается по проводам извещения И — ОИ, которые в шкафу переезда подключают к реле НИП. Перемычка в цепи извещения не установлена.

В участок приближения может входить одна РЦ, на которой непосредственно расположен переезд. В этом случае извещение на переезд о вступлении поезда на участок приближения в четном направлении движения осуществляется путевым реле рельсовой цепи 10П, контакты которого при установленной перемычке включены в цепь питания реле ЧИП.

Таким образом, при вступлении поезда на блок-участок 7П в нечетном направлении движения (слева направо) обесточивается путевое реле 7П и размыкает фронтовые контакты в цепи извещения. Реле

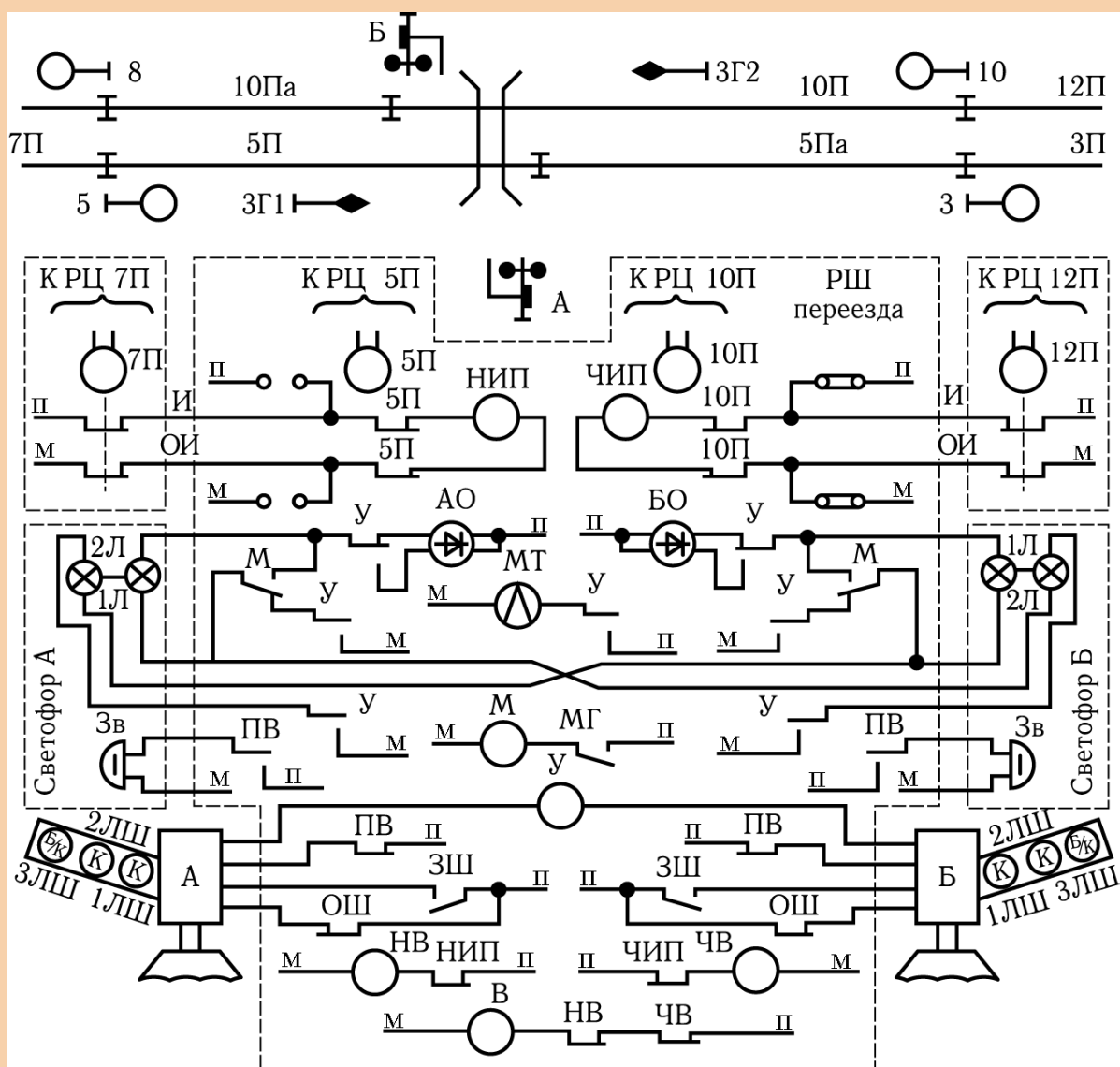


Рис. 8.3. Упрощенная схема автоматической переездной сигнализации с автошлагбаумами при двухпутной автоблокировке

НИП обесточивается и размыкает цепь питания включающего реле НВ. Обесточившись, реле НВ размыкает цепь питания реле В, которое выключает свой повторитель ПВ. Отпуская якорь, реле ПВ выключает реле У и одновременно включает звонки Зв. Работа звонков продолжается до полного закрытия автоматических шлагбаумов. Обесточившись, реле У включает цепи ламп переездных светофоров и ламп, расположенных на брусках автоматических шлагбаумов. Одновременно с этим включаются маятниковый трансмиттер МТ и мигающее реле М. Лампы 1Л и 2Л переездных светофоров загораются мигающим красным светом, чем подается сигнал остановки авто-

транспорту. Лампы 1ЛШ и 2ЛШ также загораются мигающим красным светом; лампа 3ЛШ горит ровным светом.

После включения переездных светофоров начинают опускаться шлагбаумы. Выключается реле ОШ и возбуждается реле ЗШ. Через фронтные контакты реле ЗШ замыкается цепь возбуждения электродвигателя автоматических шлагбаумов. Брусья опускаются до горизонтального положения и переезд полностью закрывается для проезда автотранспорта.

После проследования поездом переезда и его освобождения последовательно возбуждаются реле НИП, НВ, В, ПВ и ОШ, а реле ЗШ выключается. Фронтными контактами реле ОШ замыкается цепь возбуждения электродвигателя в обратном направлении и шлагбаум поднимается. Возбуждается реле У, которое выключает реле М и трансмиттер МТ. Лампы переездных светофоров и на брусках гаснут. Переезд открывается для движения автотранспорта.

Автоматические шлагбаумы приводятся в действие автоматически или с щитка управления. Щиток управления (рис. 8.4) предназначен для экстренного закрытия переезда автоматическими шлагбаумами и включения заградительных светофоров 31 и 32. На щитке установлены кнопки управления: З — для включения дежурным по переезду переездных светофоров и закрытия автоматических шлагбаумов (непломбируемая); О — для выключения дежурным по переезду переездной сигнализации и открытия шлагбаумов (пломбируемая); ЗС — для включения дежурным по переезду заградительных светофоров 31 и 32 (пломбируемая); Б — для поддержания брусков шлагбаумов в верхнем положении при сохранении мигающих огней на переездных светофорах (непломбируемая).

Для экстренного закрытия шлагбаумов дежурный по переезду нажимает кнопку З и выключается реле ПВ, после чего на переезде срабатывают ограждающие устройства. Для открытия шлагбаумов дежурный по переезду нажимает кнопку О и возбуждается реле ПВ, которое открывает переезд.

Для включения заградительных светофоров дежурный по переезду нажимает кнопку ЗС. Выключается реле ЗГ и включает своими тыловыми контактами красные огни на светофорах 31 и 32. Для кон-

переезде. Для этого на пульте-табло ДСП или выносном табло на каждый контролируемый переезд установлены белая и красная контрольные лампочки, две пломбируемые кнопки с фиксацией и звонок.

Белая и красная контрольные лампочки с надписью «Контроль переезда ПК» и звонок служат для контроля неисправной работы автоматики на переезде: белая лампа горит ровным светом, звонок не звонит — автоматика исправна; белая лампа горит мигающим светом, звонок звонит прерывисто — автоматика на переезде неисправна; красная лампа горит ровным светом (белая лампа не горит), звонок звонит постоянно — переездная сигнализация не работает, переезд со стороны автотранспорта не огражден.

Пломбируемая двухпозиционная кнопка с фиксацией «Неисправность» служит для выключения прерывистого звонка и расположена под белой лампочкой. Пломбируемая двухпозиционная кнопка с фиксацией «Авария» служит для выключения непрерывного звонка и расположена под красной лампочкой.

8.3. Устройство заграждения железнодорожного переезда

Для исключения несанкционированного выезда транспортных средств на железнодорожный переезд на охраняемых переездах, оборудованных автоматической светофорной сигнализацией с автоматическими или полуавтоматическими шлагбаумами, применяются устройства заграждения переездов (УЗП).

Устройство УЗП представляет собой металлическую конструкцию, установленную на бетонном фундаменте в теле автодорожного полотна, и имеет основание и подъемную крышку, поворачивающуюся на угол 30° на оси, расположенной вдоль одной из сторон металлического основания (рамы). Для управления подъемом крышки применяется электропривод СП-6. На торцевой части крышки со стороны автотранспорта укреплены светоотражательные элементы, обеспечивающие видимость поднятой крышки в дневное и ночное время.

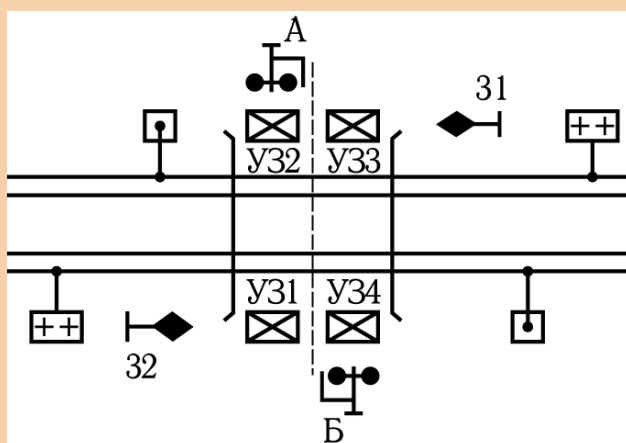


Рис. 8.5 Схема ограждающих устройств переезда.

На рис. 8.5 приведена упрощенная схема ограждающих устройств переезда, расположенного на двухпутном участке железной дороги, оборудованного автоматической светофорной сигнализацией с автоматическими шлагбаумами и дополненного УЗП.

Как видно из рисунка, на проезжей части между шлагбаумами и железнодорожными

путями уложены четыре устройства УЗ1, УЗ2, УЗ3, УЗ4. Каждое из них имеет датчик, который контролирует наличие транспортного средства в зоне УЗ для исключения автоматического подъема крышки при следовании через УЗ транспортных средств. Ширина крышки составляет 1 м, высота подъема над поверхностью проезжей части 45...50 см. Это исключает перескакивание колес транспортного средства даже при соударении с соответствующей скоростью.

Конструкция электропривода, управляющего подъемом крышки, предусматривает обеспечение опускания крышки на выезде под весом транспортного средства, если подъем крышки произошел до полного освобождения переезда транспортным средством. Схема управления УЗП дает возможность дежурному по переезду опустить крышки УЗ на выезде для выпуска транспортного средства из зоны переезда. Для этого дежурный по переезду нажимает кнопку «выезд 1» или кнопку «выезд 3» соответствующего УЗП.

Для управления УЗП дежурным по переезду и индикации работы используется щиток ЩПС-92, который устанавливается у дежурного по переезду. На щитке УЗП (рис. 8.6) имеются три кнопки:

- две кнопки «Выезд 1» и одна кнопка «Выезд 3» без фиксации, не пломбируемые, для опускания соответственно крышек УЗ1 и УЗ3 на выезде транспортного средства с переезда;
- кнопка «Нормализация» с фиксацией, пломбируемая, для опускания крышек УЗ и выключения УЗП при неисправности. Положе-

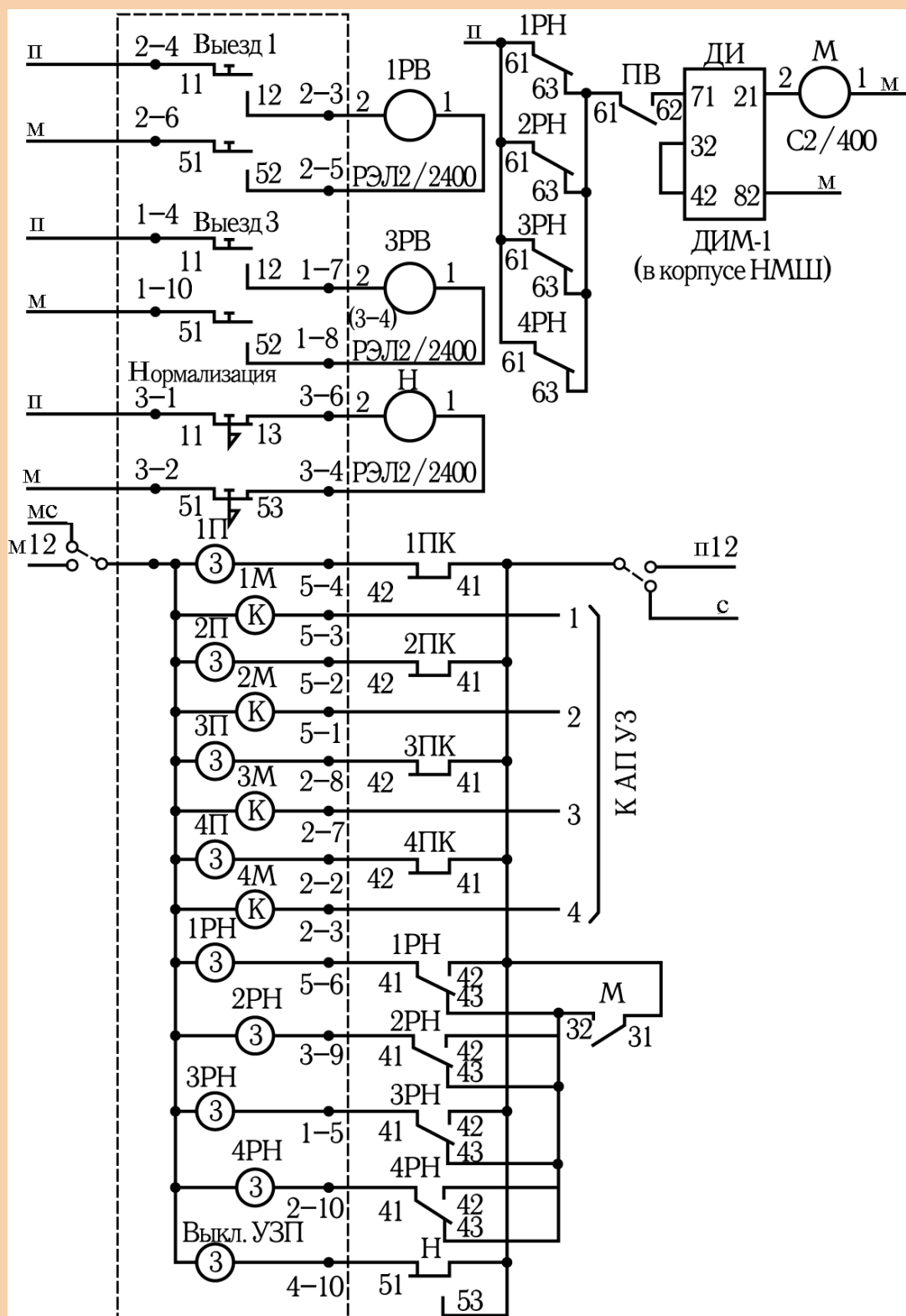


Рис. 8.6 Схема щитка ЩПС-92

ние кнопки «Нормализация» на щитке УЗП контролируется горением лампочки «Нормализация».

Для контроля положения крышек и состояния датчиков предусмотрены два ряда лампочек (светодиодов) по четыре лампочки в ряду. Верхний ряд показывает положение крышек УЗП. Зеленые лампочки включены через контакты контрольных реле 1ПК...4ПК и сигнализируют об опущенном положении крышек УЗП. Красные лампочки включены через контакты автопереключателей и сигнализируют о поднятом положении крышек УЗП. Нижний ряд лампочек (зеленого цвета) ровным горением указывает на исправное состояние датчиков, контролирующих наличие транспортного средства в зоне УЗ, а миганием сигнализируют о неисправности датчика. При отсутствии поезда на участке приближения нижний ряд лампочек не горит.

Дежурный по переезду в случае необходимости имеет возможность привести крышки УЗ в заграждающее положение или опустить их. В первом случае он на щитке АПС нажимает кнопку с фиксацией «закрытие» переезда. Срабатывает схема управления АПС, включаются устройства переездной сигнализации, а затем, приблизительно через 13 с (как в случае автоматической дачи извещения о приближении поезда) поднимаются крышки УЗ. Во втором случае дежурный на щитке УЗП нажимает кнопку с фиксацией «нормализация» (предварительно сделав запись о снятии пломбы с кнопки) и ограждающие устройства переезда начинают работать как при проследовании поезда. Выключение мигания красных ламп переездных светофоров происходит без контроля опускания крышек УЗ. Поэтому дежурный по переезду при нажатии кнопки «Нормализация» должен убедиться, что крышки УЗ опущены, и, если какая-либо крышка не заняла нижнее положение, выключить электропривод с помощью курбельной рукоятки.

УЗП достаточно дорогостоящее и трудоемкое сооружение. Поэтому разработан упрощенный вариант, где устройства заграждения УЗ устанавливаются только с левой стороны проезжей части автодороги, т.е. со стороны выезда, так как правая часть проезжей части перекрывается шлагбаумом.

Глава 9. Электрическая централизация стрелок и сигналов

9.1. Назначение и классификация систем электрической централизации

Электрическая централизация (ЭЦ) представляет собой систему централизованного управления стрелками и светофорами на станциях с помощью электрической энергии. Управление стрелками и светофорами в ЭЦ осуществляется с поста централизации.

Устройства ЭЦ позволяют увеличить пропускную способность станций, повысить безопасность движения поездов, а также производительность и культуру труда. Увеличение пропускной способности при ЭЦ стрелок и светофоров достигается благодаря ускорению установки маршрутов и их автоматическому размыканию. Если при управлении стрелками вручную на приготовление сложного маршрута затрачивается 10...15 мин, то при ЭЦ — 5...7 с. При введении ЭЦ на станциях пропускная способность горловин увеличивается примерно в 2 раза. Повышение безопасности движения обеспечивается тем, что все передвижения на станции централизованы и маршрутизированы и осуществляются только по разрешающему показанию светофора, а пути и стрелочные секции станций оборудуются электрическими РЦ.

Правилами технической эксплуатации железных дорог к устройствам ЭЦ предъявляется ряд требований. Основным требованием к работе устройств ЭЦ является обеспечение взаимного замыкания стрелок и светофоров. Кроме того, устройства ЭЦ должны обеспечивать: контроль положения стрелок и занятости путей и стрелочных секций на аппарате управления; контроль взреза стрелки с одновременным закрытием светофора, ограждающего данный маршрут; передачу стрелок на местное управление; возможность маневровых передвижений по показаниям маневровых светофоров. При этом

устройства ЭЦ не должны допускать: открытие входного светофора на занятый путь; перевод стрелки под подвижным составом; открытие светофора, соответствующего данному маршруту, если стрелки не поставлены в надлежащее положение, а светофоры враждебных маршрутов не закрыты; перевод входящей в маршрут стрелки или открытие светофора враждебного маршрута при открытом светофоре, ограждающем установленный маршрут.

Все необходимые зависимости и взаимозамыкания между стрелками, сигналами и состоянием станционных путей и стрелочных секций в ЭЦ осуществляются электрическим путем.

По способу связи центрального поста с объектами управления в зависимости от их удаленности системы ЭЦ делятся на две группы: с п р я м ы м у п р а в л е н и е м , когда каждая стрелка и светофор в пределах станции управляются с поста централизации по отдельным жилам кабеля; с к о д о в ы м у п р а в л е н и е м , когда стрелки и светофоры управляются по линейной цепи посылкой кодовых сигналов телеуправления.

В пределах одной станции, как правило, используются системы ЭЦ с прямым управлением. По способу управления стрелками и светофорами системы ЭЦ с прямым управлением делятся на два вида: с р а з д е л ь н ы м у п р а в л е н и е м , в которых каждой стрелкой и светофором управляют отдельными рукоятками или кнопками; с м а р ш р у т н ы м у п р а в л е н и е м , у которых перевод стрелок и открытие светофоров для целого маршрута осуществляется нажатием двух кнопок: начала и конца маршрута.

В зависимости от способа осуществления зависимостей и места размещения аппаратуры системы ЭЦ бывают: с м е с т н ы м и з а в и с и м о с т я м и (релейная аппаратура располагается и все необходимые взаимозамыкания осуществляются в релейных шкафах, которые размещают в горловинах станций или в районах сосредоточения стрелок и светофоров); с ц е н т р а л ь н ы м и з а в и с и м о с т я м и (вся релейная аппаратура располагается на центральном посту).

По способу электропитания системы ЭЦ могут быть: с м е с т н ы м п и т а н и е м (источники питания для управления стрелками

и светофорами располагаются вблизи релейных шкафов по концам станции), с центральным питанием (источники питания для управления стрелками и сигналами располагаются на центральном посту).

В зависимости от способа монтажа или конструктивного выполнения системы ЭЦ бывают: с блочным монтажом (релейная аппаратура размещается в типовых блоках заводского изготовления, устанавливаемых на специальных стативах); со стативным монтажом (постовая релейная аппаратура смонтирована на стативах в заводских условиях). Соединение стативов между собой и с напольными устройствами и установка на стативы штепсельных реле осуществляются на посту.

Все устройства ЭЦ в зависимости от места применения делятся на постовые и напольные. Постовые устройства располагаются на посту централизации. К ним относятся: *блоки, стативы, реле*, которые осуществляют необходимые зависимости по управлению стрелками и светофорами; *аппарат управления* с кнопками и *схемой путевого развития* станции с соответствующей контрольной индикацией; *источники электропитания*. Напольные устройства размещаются на территории станции. К ним относятся: *стрелочные электроприводы, светофоры, релейные и батарейные шкафы, рельсовые цепи и кабельные сети*.

Для централизованного управления стрелками и светофорами малых станций с числом стрелок не более 30 в основном применяют:

- релейную централизацию с центральными зависимостями и центральным питанием (РЦЦ). Эта система получила распространение на малых станциях двухпутных линий, где необходимо маршрутизировать не только поездные, но и маневровые передвижения. В системе РЦЦ также используется отдельный способ управления стрелками и светофорами;

- блочную централизацию с отдельным управлением (БРЦ) с центральными зависимостями, центральным питанием и размещением исполнительной части реле в типовых блоках. В системе БРЦ также используется отдельный способ управления стрелками и сигналами.

Для централизованного управления стрелками и светофорами на станциях с числом стрелок более 30 применяют:

- релейную централизацию с центральными зависимостями, центральным питанием и маршрутным способом управления стрелками и светофорами (МРЦ). Такое управление позволяет автоматизировать и резко уменьшить время на установку маршрутов;
- блочную маршрутно-релейную централизацию (БМРЦ), в которой вся релейная аппаратура размещена в типовых блоках. Система БМРЦ является типовой системой ЭЦ стрелок и светофоров на крупных станциях.

В связи с переходом на более современную элементную базу промежуточные станции начинают оборудовать микропроцессорными системами ЭЦ стрелок и светофоров, в которых используют как индивидуальный, так и маршрутный способы управления стрелками и светофорами.

В системах ЭЦ в качестве аппарата управления используют:

- пульт-манипулятор с выносным табло желобкового типа и маршрутным управлением стрелками и светофорами, который содержит кнопки, рукоятки управления и выносное табло — схему путевого развития станции со световой индикацией контроля установки и размыкания маршрутов и состояния объектов на станции;
- пульт-табло с маршрутным управлением стрелками и светофорами, который содержит схему путевого развития станции с кнопками управления, расположенными по плану станции, и световой контроль (в виде светящихся желобков) установки и размыкания маршрутов;
- пульт-табло с отдельным управлением стрелками и светофорами, который содержит в верхней части схему путевого развития станции, пути которой изображены в виде отдельных световых ячеек, а в нижней части располагаются кнопки для перевода и контроля положения стрелок и кнопки открытия светофоров (поездных и маневровых) со световым контролем;
- автоматизированное рабочее место дежурного по станции АРМ ДСП, которое состоит из монитора и клавиатуры; на мониторе отображается схема путевого развития станции с визуальной информацией о поездном положении, состоянии стрелок и светофоров; с помощью клавиатуры ПЭВМ ДСП производит установку маршрутов приема и отправления и другие необходимые действия.

9.2. Оборудование станции устройствами релейной централизации

Релейная централизация любой системы включает в себя следующие устройства: централизованный аппарат с кнопками для управления стрелками и светофорами, который устанавливается в помещении ДСП или в аппаратном помещении поста ЭЦ и имеет световое табло с изображением путевого развития станции и лампочками, контролирующими состояние светофоров, стрелок и замыкающего к станции перегона; аппаратуру, которая используется для управления стрелками и светофорами и осуществления маршрутных зависимостей; стрелочные электроприводы для перевода и контроля положения стрелок; светофоры для подачи сигналов, разрешающих или запрещающих движение поездов и маневровые передвижения; электрические рельсовые цепи; источники питания, батарейные (БШ) и релейные (РШ) шкафы, кабельную сеть, используемые для передачи электрической энергии к приборам, светофорам, электроприводам и рельсовым цепям. Источники питания располагаются на посту ЭЦ и в батарейных шкафах. Релейные шкафы устанавливаются у входного светофора, а также могут устанавливаться и на группу выходных светофоров в горловине станции.

Движение поездов по станциям осуществляется по маршрутам. В электрическую централизацию включают все маршруты приема и отправления по всем приемо-отправочным путям, маршруты передачи поездов и маневровых составов из одного парка станции в другой; маневровые, пересекающие поездные маршруты; маршруты подачи локомотивов под поезд и уборки их в депо.

Осигнализация станции. Светофоры и изолирующие стыки при релейной централизации для осигнализации станции расставляют исходя из габаритных границ каждого пути и получения максимальных полезных длин приемо-отправочных путей.

Полезная длина приемо-отправочных путей определяется от выходного светофора до предельного столбика ПС (рис. 9.1, а), который устанавливается в сужении путей перед стрелочным переводом. На рис. 9.1, а предельные столбики изображены черными точками. Изолирующий стык размещают на расстоянии не менее 3,5 м от предельного столбика в сторону пути, чтобы при остановке после-

дней колесной пары подвижной единицы у изолирующих стыков ее свешивающаяся часть не выходила за предельный столбик и не нарушался габарит по ширине междупутья. При невыполнении этого требования изолирующий стык будет негабаритным. На схеме станции (см. рис. 9.1, а) такой изолирующий стык обводится кружком.

Выходные светофоры устанавливают с каждого пути отправления впереди места, предназначенного для стоянки локомотива. Расстояние от остяков стрелочного перевода до предельного столбика и светофора определяется в зависимости от ширины междупутья, радиуса кривой, марки крестовины и конструкции светофора (мачтовый или карликовый).

Изолирующие стыки, расположенные на путях отправления при их сужении, устанавливают от предельного столбика всегда на расстоянии 3,5 м, а выходные светофоры могут устанавливаться не всегда в створе с изолирующим стыком. Если выходной светофор и предельный столбик пути отправления располагаются в разных междупутьях (Ч6, Ч3, Н4, Н5 на рис. 9.1, а), то выходной светофор устанавливается в створе с изолирующим стыком, так как по габаритным размерам светофор не нарушает безопасности движения по соседним путям. Если выходной светофор и предельный столбик располагаются в одном междупутье (Ч II, Ч4, Ч5, Н1, Н3, Н6), то в этом случае при установке светофора следует учесть габарит

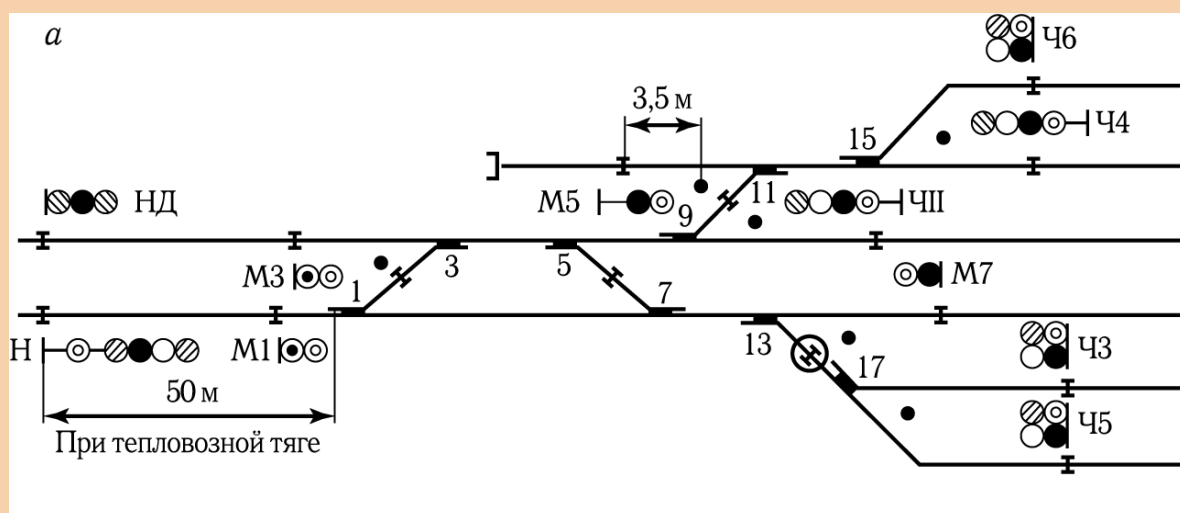
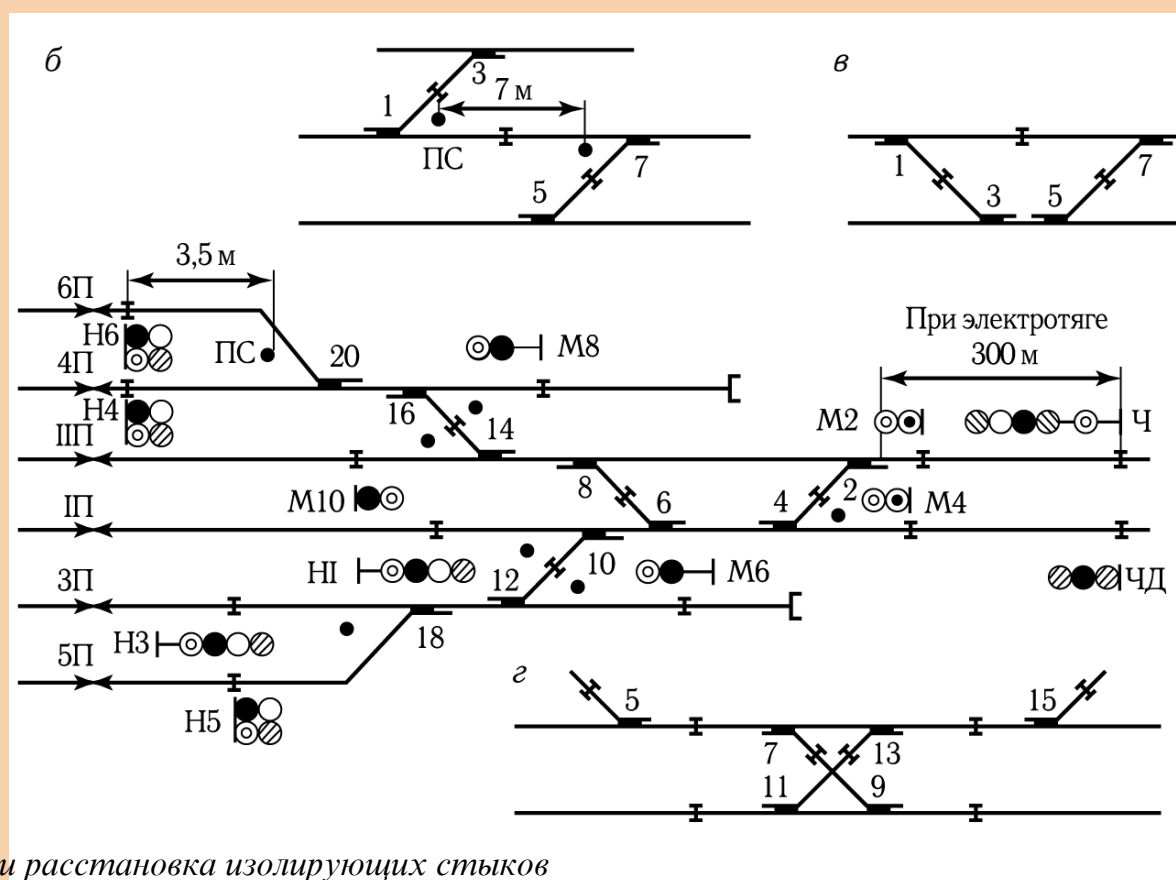


Рис. 9.1. Схема сигнализации станции

по ширине междупутья, чтобы обеспечить безопасность движения по соседним путям. По этой причине выходные мачтовые светофоры ЧП, Ч4, Н1, Н3 не располагают в створе с изолирующим стыком, а относят от него на некоторое расстояние в сторону пути. В этом случае расстояние от острия стрелочного перевода до установки выходного светофора определяется по установочным таблицам в зависимости от конструкции светофора (мачтовый или карликовый), марки крестовины (1/9, 1/11, 1/18), ширины междупутья (5,3; 5,5; 6,5 м), радиуса кривой. Карликовый светофор обычно располагают в створе с изолирующим стыком, так как по габаритным размерам он не нарушает безопасности движения по соседним путям. Если светофор расположен перед противошерстным острием стрелочного перевода (М1, М2), то в этом случае перед рамными рельсами стрелочного перевода располагают изолирующие стыки, в створе с которыми устанавливают светофор любой конструкции.

На двухпутных участках предусматривается организация движения по неправильному пути во время капитального ремонта одно-



го из путей. Поэтому для приема поезда по неправильному пути на границе станции устанавливается на одной ординате с входным светофором (обычно с левой стороны) дополнительный карликовый входной светофор НД или ЧД, который по конструкции может быть карликовым или мачтовым.

После расстановки светофоров определяют полезную длину каждого приемо-отправочного пути. Полезная длина специализированного пути ИП и ИПП определяется от выходного светофора **НП** и **ЧП** с одной стороны пути до предельного столбика с другой стороны пути. Полезная длина путей 3П, 5П, 4П, 6П, обеспечивающих движение в обоих направлениях, определяется от выходного светофора одной горловины до предельного столбика другой горловины для четного и нечетного направлений отдельно.

Таким образом, применение мачтовых выходных светофоров уменьшает полезную длину приемо-отправочного пути. Поэтому мачтовыми светофорами должны быть поездные светофоры на главных и боковых приемо-отправочных путях, по которым осуществляется безостановочный пропуск поездов, а также светофоры групповые и горочные. Мачтовые маневровые светофоры (М5, М6, М8) устанавливают на выходе из тупиков, вытяжек, подъездных путей, депо и т.п. В остальных случаях применяют карликовые маневровые светофоры, которые всегда устанавливаются в створе с изолирующими стыками и не уменьшают полезной длины приемо-отправочных путей.

Оборудование станции электрическими рельсовыми цепями. При электрической централизации на станциях устраивается полная изоляция приемо-отправочных путей. Поэтому станция разбивается на изолированные участки, которые оборудуют рельсовыми цепями.

При разделении станции на изолированные участки каждый приемо-отправочный путь выделяют в отдельный изолированный участок, стрелочную горловину станции разделяют на изолированные участки, включающие одну, две, но не более трех одиночных стрелок или двух стрелок перекрестного стрелочного перевода по каждому пути (см. 9.1, з), чтобы не создавать лишнюю враждебность маршрутов и для организации маневровых передвижений с меньшими перепробегам, что ускоряет маневровую работу. Объедине-

ние двух-трех стрелок в одной секции допустимо только при таком расположении, которое создает условия одновременных (параллельных) передвижений по соседним путям.

На средних и крупных станциях между входным светофором и первой стрелкой выделяется путевая бесстрелочная секция для создания возможности маневровой работы без выезда на перегон. Не следует объединять в одну секцию стрелки главного и бокового приемо-отправочных путей, особенно общих для всех маршрутов, так как это объединение замедляет разделку маршрутов приема и увеличивает интервалы между поездами, а также ухудшает прохождение кодов АЛС при кодировании главных путей. Например, стрелка 13 главного пути и стрелка 17 бокового приемо-отправочного пути (см. рис. 9.1, *а*) включаются в отдельные изолированные участки.

Кроме того, следует обеспечить одновременные передвижения по параллельным путям и стрелочным съездам. Для этого разделяют стрелки съездов, по которым можно осуществить параллельные передвижения, и сами съезды. Разделение стрелок съезда позволяет осуществить движение поездов по параллельным путям. На рис. 9.1, *а* это съезды 1/3, 5/7, 9/11, 2/4, 6/8, 10/12, 14/16. На рис. 9.1, *б* показано разделение стрелок 1 и 7, обеспечивающее параллельное передвижение одновременно по съездам 1/3 и 5/7.

Если расстояние между предельными столбиками окажется меньше 7 м, то изолирующие стыки становятся негабаритными (показываются в кружке) и безопасность одновременного движения по стрелочным съездам 1/3 и 5/7 нарушается. Для обеспечения безопасности движения по съезду 1/3 проверяется свобода участка стрелки 7 и наоборот.

На станциях, оборудованных устройствами БМРЦ, при наличии двух стрелочных съездов, расположенных, как показано на рис. 9.1, *в*, стрелки 1 и 7 (так называемые обратные стрелки) выделяются в отдельные изолированные участки. Стрелки перекрестных съездов всегда выделяются в отдельный изолированный участок (рис. 9.1, *г*).

Разделение станции на изолированные участки производят с целью наиболее эффективного использования путевого развития для

поездной и маневровой работы. С помощью рельсовых цепей, которыми оборудуются изолированные участки станции, выполняются требования ПТЭ по обеспечению безопасности движения поездов: невозможность перевода стрелок под подвижным составом и исключение приема поездов на занятые пути. Кроме того, рельсовые цепи обеспечивают контроль свободности путей и стрелочных участков на аппарате управления и работу устройств АЛС по главным и боковым путям станции.

На станции применяются неразветвленные и разветвленные рельсовые цепи. Неразветвленные рельсовые цепи применяются на приемо-отправочных путях и бесстрелочных участках. В зоне стрелочных переводов используются разветвленные рельсовые цепи. Изоляцию разветвленных рельсовых цепей осуществляют параллельным способом, при котором сигнальный ток нормально протекает только по рельсовым нитям одного пути, где включено путевое реле (см. рис. 4.12). Для контроля других ответвлений на них устанавливают дополнительные путевые реле.

Для работы разветвленной рельсовой цепи внутри ее устраивают дополнительные изолирующие стыки и стрелочные рельсовые соединители. Стрелочные рельсовые соединители могут быть обтекаемы сигнальным током рельсовой цепи или не обтекаемы в зависимости от места установки дополнительных изолирующих стыков (по прямому пути или по ответвлению на рис. 9.2, б). Сигнальный ток, проходя по стрелочному соединителю, контролирует его целостность, тем самым обеспечивая повышение безопасности движения. Поэтому для контроля целостности стрелочного соединителя стрелочное путевое реле следует устанавливать по возможности по тому пути, по которому установлены дополнительные изолирующие стыки внутри стрелочного перевода. Для обеспечения чередования полярностей или фаз переменного тока в смежных рельсовых цепях расстановку дополнительных изолирующих стыков производят на однопутной схеме станции по методу замкнутых контуров (рис. 9.2, а). Этот метод заключается в том, что в каждом замкнутом контуре должно быть четное число пар изолирующих стыков, что гарантирует правильность чередования полярности на двухпутной схеме станции. По указанному мето-

ду в острые углы соединения рельсовых нитей путей вписывают дуги, очерчивающие конфигурацию каждого замкнутого контура.

Дополнительные изолирующие стыки на стрелках, расположенных на главных путях с наложением устройств АЛСН, устанавливаются на отклонении стрелочных переводов, как это показано на рис. 9.2, а. На перекрестных съездах дополнительные изолирующие стыки устанавливают у одной стрелки по прямому пути, а у другой — по ответвлению, как показано для перекрестных съездов 13/15 и 17/19. На остальных стрелках дополнительные изолирующие стыки расставляют с учетом обеспечения контроля целостности стрелочного соединителя (стрелки 5 и 25).

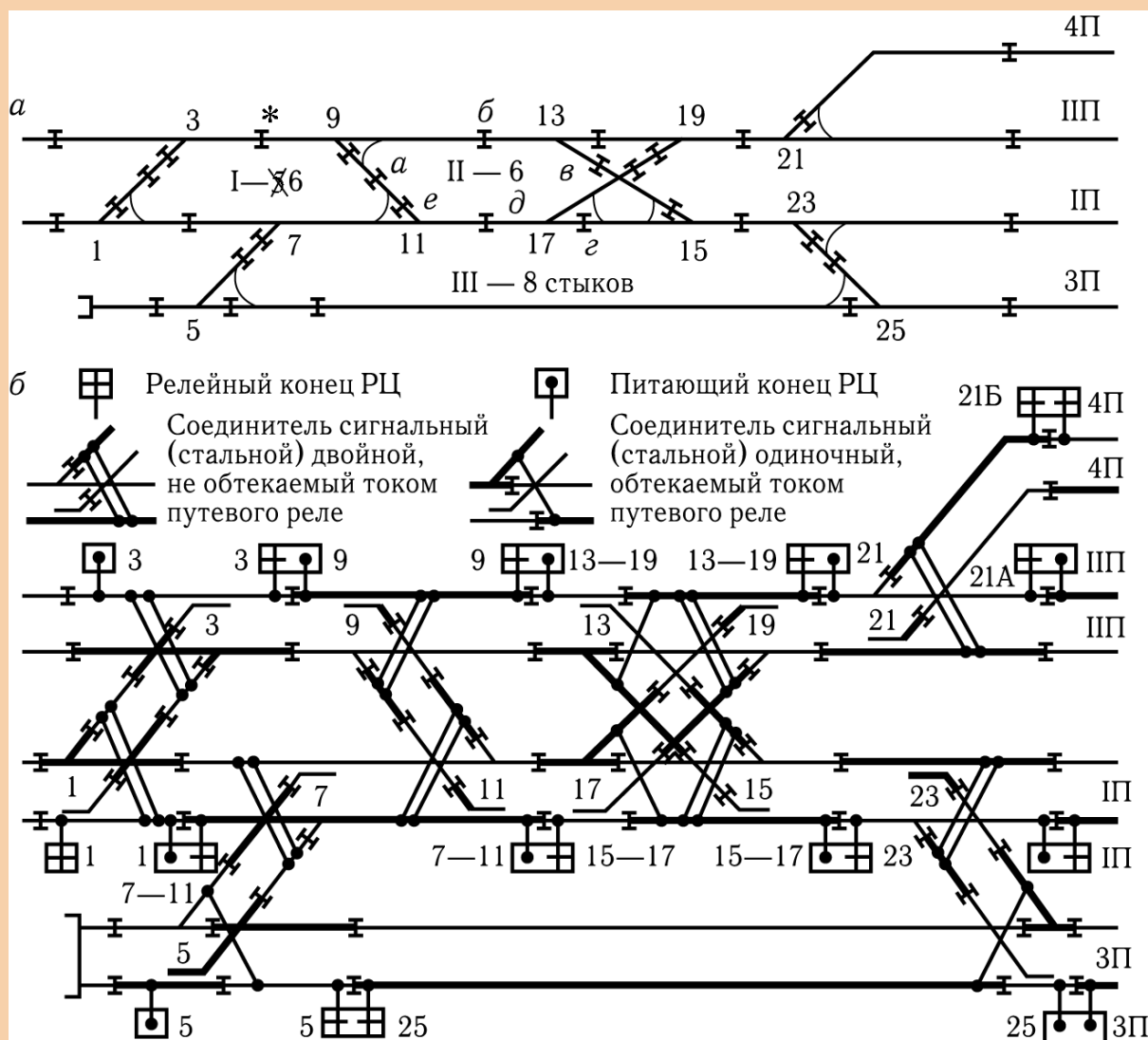


Рис. 9.2. Схемы изоляции путей станции, построенные по методу замкнутого контура при тепловозной тяге

После разметки дополнительных (внутренних) стыков на стрелках подсчитывается число всех (основных и дополнительных) изолирующих стыков в каждом замкнутом контуре. При переходе по стрелке с пути на путь контур считается по дуговой линии и внутренние стыки такой стрелки при подсчете не учитываются.

На рис. 9.2, *а* контур II проходит через пару стыков *а*, дуговую линию стрелки 9, стыки *б*, *в*, дуговую линию стрелки 15, стыки *г*, *д*, *е*. Дополнительные (внутренние) стыки на стрелках 9, 13, 15 в данный контур не входят.

Число подсчитанных таким образом в каждом контуре пар изолирующих стыков записывается в середине контура. Если в контуре получилось нечетное число пар стыков, то переставляют внутренние стыки на стрелках для получения четного числа или применяют деление на изолированные стрелочные участки.

Число пар стыков после первоначальной разметки получилось в контуре I— 5; в контуре II— 6; III— 8. В контуре I требуется изменение расстановки стыков, так как получилось нечетное число стыков. Для получения четного числа пар стыков в контуре I добавим изолирующий стык, который разделит стрелки 3 и 9 и даст четное число пар стыков (вновь установленный основной изолирующий стык, который образует две стрелочные секции, отмечен звездочкой).

Схема изоляции путей и стрелок станции. После расстановки изолирующих стыков на однопутной схеме станции составляется схема изоляции путей и стрелок станции. Для этого станция изображается в виде двухпутной схемы, на которую переносят все изолирующие стыки с однопутной схемы станции (рис. 9.2, *б*). Схема изоляции путей и стрелок станции отражает чередование мгновенных полярностей или фаз переменного тока по каждую сторону изолирующего стыка. На двухпутном плане рельсовая нить одной полярности показывается утолщенной линией (плюсовая полярность), а другой полярности — линией нормальной толщины (минусовая полярность).

Разветвленные рельсовые цепи изолируют параллельным способом, и рельсовые стрелочные соединители, обтекаемые сигнальным током, показывают сплошной линией, не обтекаемые — двумя линиями на участках с тепловозной тягой. При электротяге рельсовые соединители, которые используются и для пропуска тягового тока, показывают штриховой линией. В разветвленных рельсовых

цепях, примыкаемых к приемо-отправочным путям, на каждом ответвлении устанавливают путевое реле.

На станции участка с тепловозной тягой применяются рельсовые цепи переменного тока, поэтому в каждую рельсовую цепь включают путевое реле и трансформатор. По главным путям станции предусматривают наложение работы устройств АЛС, которое производят обычно с питающего конца рельсовых цепей. Поэтому по каждую сторону изолирующих стыков размещают питающий и релейный концы. В остальных рельсовых цепях по каждую сторону изолирующих стыков размещают одноименные концы: либо питающие, либо релейные.

Для полной схемы изоляции путей и стрелок станции на двухниточном плане показывают: пути и стрелки, стрелочные электроприводы, светофоры с расцветкой сигнальных огней, изолирующие стыки, стрелочные соединители, тяговые межрельсовые соединители, путевые дроссели, трансформаторные ящики, релейные будки и шкафы, посты централизации и другие здания, в которые заводится кабель, трасса кабелей.

Особенностью построения схемы изоляции путей и стрелок станции при электротяге на постоянном токе (рис. 9.3, а) является обеспечение непрерывного пропуска тягового тока и защиты от его влияния рельсовых цепей. На станциях с электротягой на электрифицированных путях используют рельсовые цепи, приспособленные для пропуска тягового тока по одной рельсовой нити (однониточные) или по обеим (двухниточные).

На станциях получили применение двухниточные рельсовые цепи, потому что однониточные более подвержены влиянию тягового тока, поэтому применение однониточных рельсовых цепей на станциях все более ограничивается. Переход на однониточные рельсовые цепи делается только через средние точки дросселей-трансформаторов. К средней точке дросселя-трансформатора через тяговый соединитель подключается плюсовая рельсовая нитка однониточной рельсовой цепи. Тяговый ток в такой цепи пропускается по плюсовой (утолщенной) рельсовой нити. Из одной рельсовой цепи в другую тяговый ток пропускается по рельсовому соединителю, соединяющему тяговую рельсовую нить одной рельсовой цепи с тяговой нитью другой. Переходы с двухниточных рельсовых цепей главных путей на двухниточные цепи боковых путей осуществляют соединением средних выводов дросселей-трансформаторов этих путей.

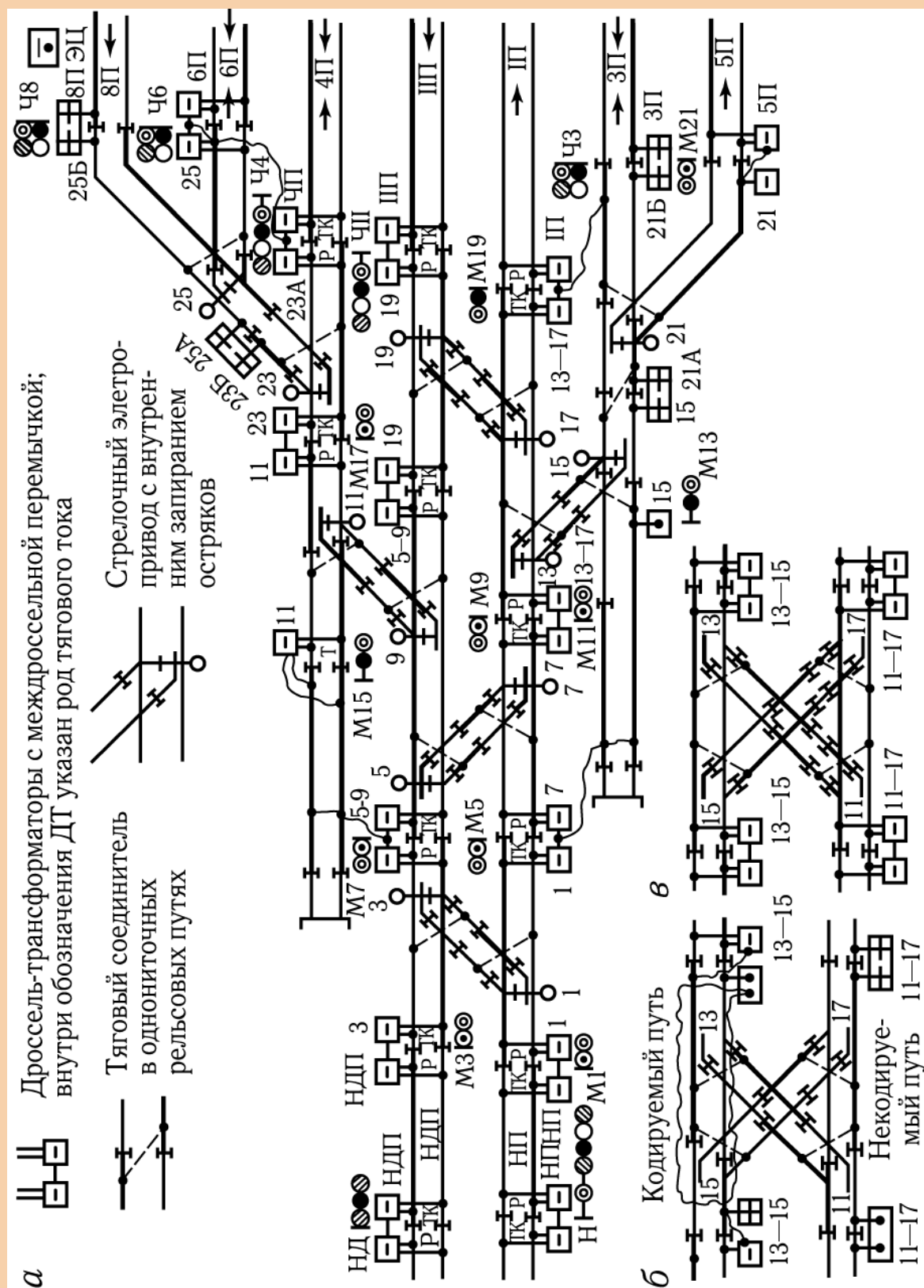
Двухниточными рельсовыми цепями оборудуются главные и боковые приемо-отправочные пути, а также стрелочные участки в горловине станции. Однониточными рельсовыми цепями оборудуются на станции второстепенные стрелочные и бесстрелочные участки, например, 15СП и 21СП.

Двухниточные рельсовые цепи по главным путям оборудуют дросель-трансформаторами на питающем и релейном концах, на боковых путях и стрелочных участках — только на питающих. На схеме изоляции (см. рис. 9.3) буквами Р и Т показаны соответственно релейные и питающие концы рельсовых цепей. Кодированный конец рельсовой цепи обозначается буквами ТК. Аппаратура концов рельсовых цепей обозначается по номерам стрелок, входящих в данную рельсовую цепь, или по номерам путей с добавлением буквы П.

Тип рельсовой цепи на стрелочных участках с перекрестными съездами при электротяге зависит от ширины междупутья. Если ширина междупутья не более 5,5 м, то использование на таких стрелочных участках двухниточных рельсовых цепей невозможно, поэтому такие стрелочные участки оборудуют однониточными рельсовыми цепями, а кодирование осуществляют не по рельсовым цепям, а по шлейфу, уложенному вдоль рельсовой цепи (рис. 9.3, б). Если ширина междупутья 6,5 м, то изоляция перекрестных съездов позволяет оборудовать такие стрелочные участки двухниточными рельсовыми цепями (рис. 9.3, в).

Маршрутизация промежуточных станций. Для обеспечения безопасности движения все передвижения поездов по станции осуществляются по определенным маршрутам. Маршрутом называют путь следования поезда в пределах станции по открытому светофору и установленным в определенное положение и замкнутым стрелкам. Маршруты по приему и отправлению поездов называются *поездными*, а для переработки составов — *маневровыми*. Все передвижения по станции, которые осуществляются по замкнутым в маршруте стрелкам и открытым светофорам, называются *маршрутизированными*, а по незамкнутым стрелкам и закрытым светофорам — *немаршрутизированными*.

При разработке маршрутизации промежуточной станции составляются схематический план станции и таблица зависимостей по враждебности маршрутов (рис. 9.4). **Схематический план**



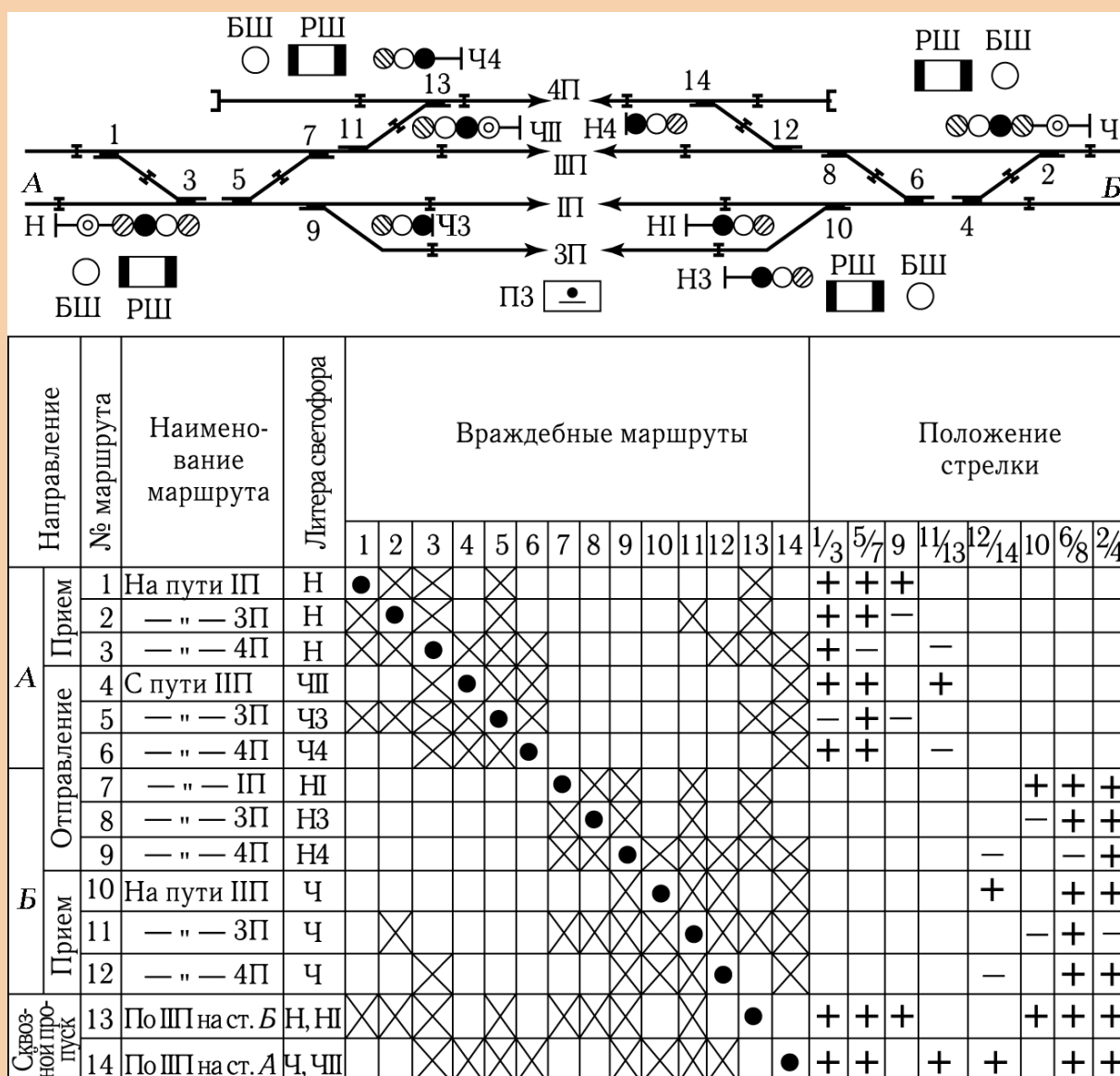


Рис. 9.4. Схематический план промежуточной станции с незначительной маневровой работой и таблица зависимости по враждебности маршрутов

станции выполняется без масштаба, все пути на плане изображаются прямыми линиями. На таком плане показываются специализация и нумерация путей, централизованные стрелки, их нумерация и нормальное положение, входные, выходные и маневровые светофоры и их обозначения, изолирующие стыки для оборудования станции рельсовыми цепями и другие элементы напольного оборудования ЭЦ.

На промежуточных станциях однопутных линий все приемо-отправочные пути двустороннего действия и используются для приема поездов как четного, так и нечетного направлений. На станции-

ях двухпутных линий главные пути ИП и ИП, как правило, специализируются для приема поездов четного или нечетного направления. Специализация путей на схематическом плане станции показывается стрелками по середине путей. По главным путям станции предусматривается сквозной пропуск поездов, а по одному из боковых (примыкаемых к главным) для каждого направления — безостановочный пропуск поездов.

На схематическом плане показаны все централизованные стрелки в нормальном положении. Нормальным положением входных стрелок на главных путях станций однопутных линий является направление с каждого конца станции на разные пути; на станциях двухпутных линий — направление по соответствующим приемо-отправочным путям; при наличии предохранительных и улавливающих тупиков — направление в эти тупики. Н о р м а л ь н о е п о л о ж е н и е стрелки условно называется *плюсовым* и указывается в таблице зависимостей знаком «+», переведенное положение стрелки условно называется *минусовым* и указывается знаком «-». Со стороны прибытия четных поездов стрелки нумеруются порядковыми четными номерами, а со стороны прибытия нечетных поездов — порядковыми нечетными.

Ниже схематического плана станции с немаршрутизированными маневрами располагается таблица зависимостей, которая отражает все зависимости между стрелками, сигналами и маршрутами. Между стрелками и сигналами каждого маршрута устанавливаются следующие взаимозависимости: при неустановленных маршрутах и закрытых светофорах стрелки свободны от замыкания и их можно переводить в любое положение; после перевода стрелок и правильной установки маршрута светофор может быть открыт нажатием сигнальной кнопки при условии отсутствия установки враждебного маршрута; на все время открытого положения светофора стрелки находятся в замкнутом состоянии и перевод их невозможен, после перекрытия светофора стрелки продолжают оставаться замкнутыми до момента проследования поезда по установленному маршруту, после чего они размыкаются и появляется возможность установки других маршрутов.

В таблицу зависимостей включаются все поездные маршруты станции. Поездные маршруты заносятся в графы «Направление» и «Наименование маршрута». Все маршруты нумеруются порядковыми но-

мерами и для каждого маршрута отводится одна строка таблицы. В строке каждого маршрута указывается враждебность с другими маршрутами, положение ходовых и охранных стрелок, литера светофора, по которому разрешается движение по данному маршруту, враждебность с маневровыми передвижениями по отдельным группам местного управления в каждой горловине станции.

Враждебность маршрутов устанавливается для обеспечения безопасности движения. Н е в р а ж д е б н ы м и считают попутные маршруты приема и отправления как с одного и того же пути, так и с разных путей; встречные маршруты приема на разные пути станции; маршруты отправления с одного и того же пути в разных направлениях; маневровые маршруты на один и тот же путь с разных концов станции. В р а ж д е б н ы м и являются маршруты приема на один и тот же путь с разных концов станции (лобовые маршруты); встречные маршруты приема и маневров на один и тот же путь; поездные маршруты и маршруты с передачей стрелок на местное управление, совместимые по положению стрелок; маршруты приема на пути с местным управлением стрелками в противоположной горловине станции, допускающие выход на путь приема. Такие враждебные маршруты требуют специальных схемных исключений при работе устройств ЭЦ.

Маршруты по враждебности подразделяются на маршруты прямой и косвенной враждебности. Все маршруты, в состав которых входят одни и те же стрелки, но в разных направлениях, считаются маршрутами п р я м о й в р а ж д е б н о с т и . Установка таких враждебных маршрутов исключается положением стрелок.

Маршрутами к о с в е н н о й в р а ж д е б н о с т и считаются маршруты всех назначений, не имеющие общих стрелок, но являющиеся враждебными вследствие неблагоприятных условий подхода к станции (затяжной спуск круче 6 ‰). Такие маршруты встречаются только на станциях, расположенных на однопутных участках железных дорог. Характерными маршрутами косвенной враждебности являются: одновременная установка встречных маршрутов приема поездов на разные пути станции при наличии в одном из направлений движения затяжного спуска; одновременная установка попутных маршрутов приема и отправления по разным путям станции при наличии со стороны приема поезда за-

тяжного спуска. Косвенная враждебность таких маршрутов устраняется устройством на станции улавливающего тупика.

Устанавливаемый маршрут показывается в таблице зависимостей черным кружком, враждебные ему маршруты — косыми крестами. Например, для маршрута приема на путь /П враждебными будут маршруты 2, 3, 5, 13. В конце таблицы приводятся маршруты сквозного пропуска по ИП и ИПП главным путям, которые составляются из маршрутов приема на ИП(ПП) и отправления с пути ИП(ПП). Аналогично составляется и маршрут безостановочного пропуска поездов по боковым путям 3П и 4П.

Таким образом, таблица зависимостей для промежуточных станций отражает все зависимости между стрелками, светофорами и маршрутами и является основным документом при составлении электрических схем для работы устройств ЭЦ.

Маршрутизация участковых станций. Участковые станции отличаются от промежуточных станций более сложным путевым развитием и большой поездной и маневровой работой. В целях повышения безопасности движения все передвижения на таких станциях маршрутизированы. Из-за большого числа маршрутов усложняются устройства ЭЦ по сравнению с устройствами ЭЦ промежуточных станций. Для крупных станций не требуется составлять таблицу зависимостей с обозначением враждебных маршрутов, так как в устройствах ЭЦ крупных станций задание враждебных по стрелкам и встречных маршрутов на один путь исключается автоматически. Поэтому составляется упрощенная таблица зависимостей, состоящая из таблиц маршрутов.

Для составления таблиц маршрутов выполняют сначала расстановку светофоров на схематическом плане станции (рис. 9.5, а), а затем разработку маршрутизации станции.

На схематическом плане станции показывают специализацию и нумерацию путей; изолирующие стыки для образования стрелочных и бесстрелочных секций; централизованные стрелки и их нумерацию; входные, выходные и маневровые светофоры и их обозначение; маневровые колонки для организации маневровой работы с передачей стрелок на местное управление.

Входные и выходные светофоры расставляют с учетом специализации путей. Маневровые светофоры расставляют на основании технологического процесса работы станции с учетом ис-

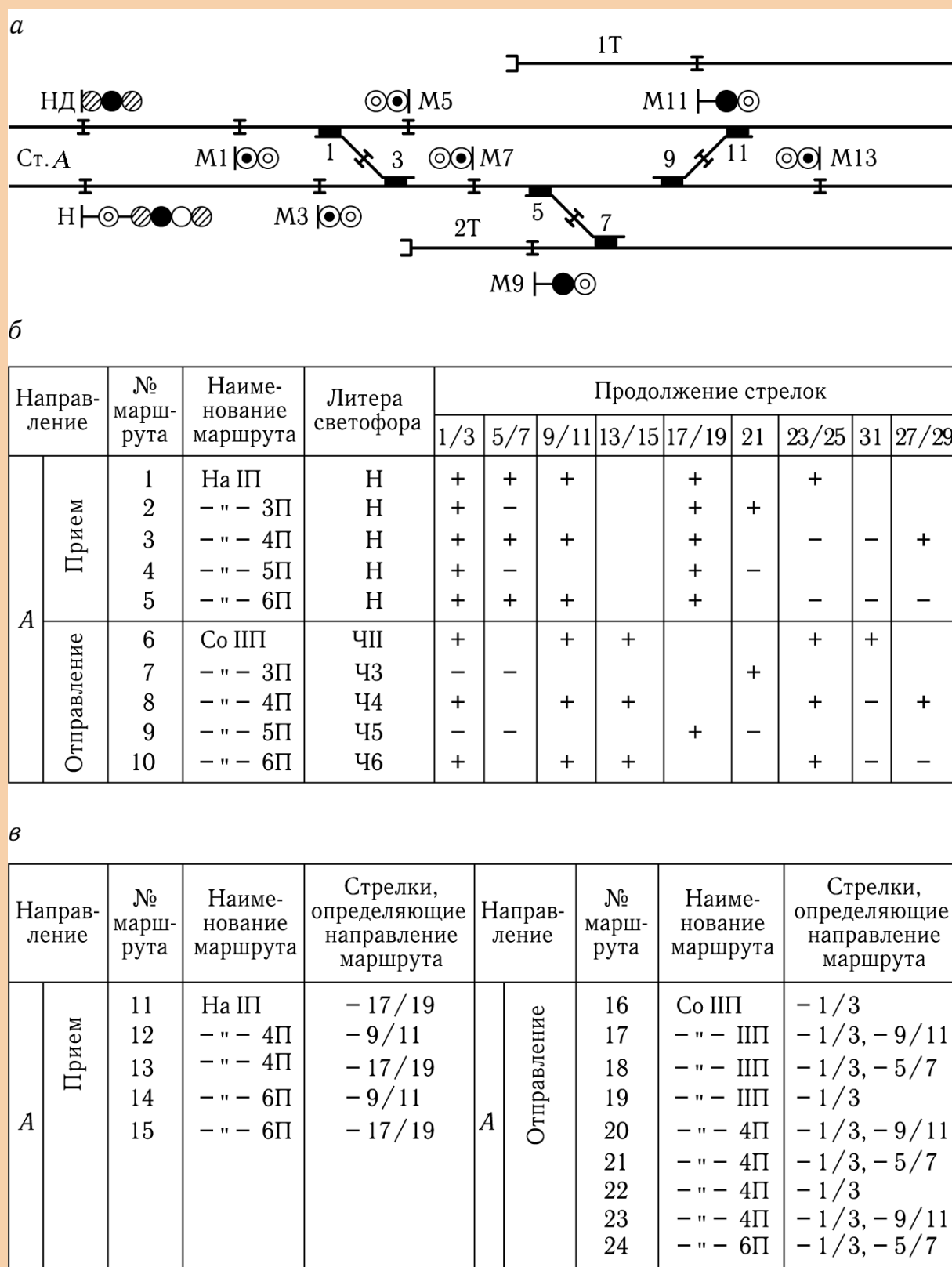
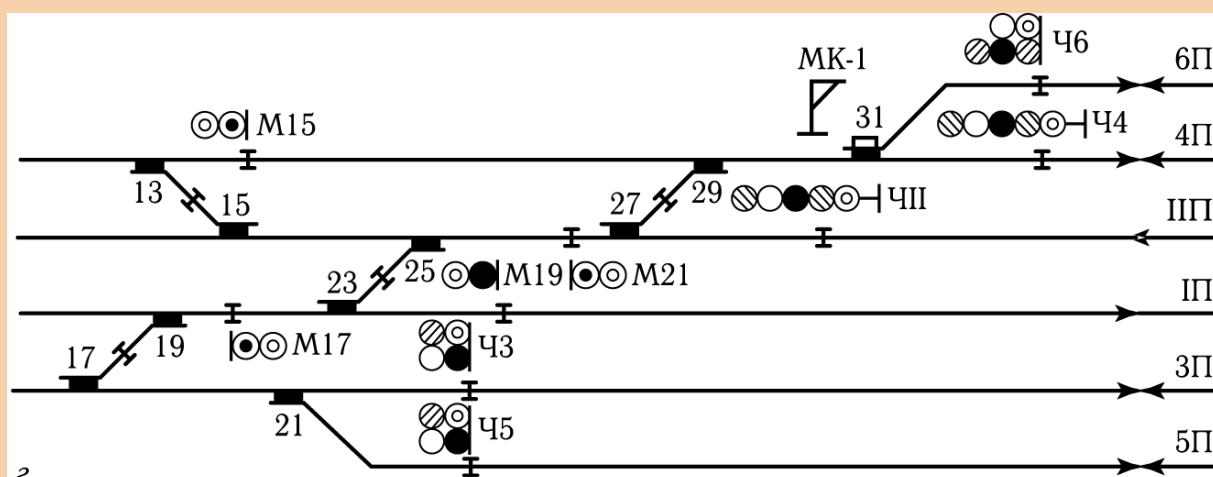


Рис. 9.5. Схематический план крупной станции



Направление	№ маршрута	Наименование маршрута	Стрелки, определяющие направление маршрута	Направление	№ маршрута	Наименование маршрута	Стрелки, определяющие направление маршрута
От светофора	M1	25	До светофора M17	От светофора	M19	46	До светофора M13
		26	– " – M21			47	За светофор M9
		27	На 3 путь		M21	48	На II путь
		28	– " – 5 путь			49	– " – 4 путь
						50	– " – 6 путь
	M3	29	До светофора M17		ЧII	51	За светофор M9
		30	– " – M21			52	– " – M11
		31	На 3 путь			53	До светофора M5
		32	– " – 5 путь			54	– " – M7
						55	– " – M13
	M5	33	До светофора M1		Ч4	56	– " – M5
						57	– " – M7
	M7	34	– " – M1			58	– " – M13
		35	– " – M3			59	– " – M15
						60	За светофор M9
	M9	36	До светофора M17			61	– " – M11
		37	На 3 путь		Ч6	62	– " – M9
		38	– " – 5 путь			63	– " – M11
	M11	39	– " – 4 путь			64	До светофора M5
		40	– " – 6 путь			65	– " – M7
		41	До светофора M21			66	– " – M13
						67	– " – M15
	M13	42	– " – M7		Ч3	68	– " – M7
	M15	43	За светофор M11			69	За светофор M9
	M17	44	До светофора M21		Ч5	70	– " – M9
		45	На I путь			71	До светофора M7

и таблицы перечня маршрутов

ключения лишних перепробегов локомотивов при перестановке составов из парка в парк, с одного пути на другой и т.п., создавая при этом возможность одновременных маневровых передвижений. Маневровые светофоры ставятся: с подъездных путей, вытяжки или из тупика (мачтовые); с путей, специализированных для пропуска поездов в одном направлении; с приемо-отправочных путей маневровый сигнал совмещается с выходным; в горловине каждого парка для производства маневровой работы; для передачи составов из парка в парк; для деления маневровых маршрутов большой протяженности; для ограждения мест пересечений враждебных маршрутов, тем самым позволяя производить маневровые передвижения вплоть до границы с враждебным маршрутом.

Для маршрутизации крупной станции составляют три таблицы маршрутов: основных поездных, вариантных поездных и маневровых. Если путевое развитие станции допускает несколько поездных маршрутов, которые имеют одинаковые начало и конец, то различают основной и вариантные маршруты. В первую таблицу записывают основные поездные маршруты (рис. 9.5, б). **О с н о в н ы м** **п о е з д н ы м** **м а р ш р у т о м** называется кратчайший путь следования поезда по станции, имеющий наименьшее число пересечений с другими маршрутами и обеспечивающий наибольшую допустимую скорость движения по маршруту. Все основные маршруты приема и отправления для данной горловины станции записывают в соответствии со специализацией путей в графы: «Направление» и «Наименование маршрута». В графу «Литера светофора» заносят буквенное обозначение литеры светофора, по которому разрешается движение по данному маршруту. В графу «Положение стрелок» записывают в условном обозначении положение всех стрелок, входящих в маршрут (ходовых и охранных). Положение охранных стрелок в отличие от ходовых обозначают знаками (+) и (–). Если основной маршрут приема или отправления с боковых путей составляется по минусовому положению стрелочного съезда, то для этого используется ближайший стрелочный съезд, расположенный от оси станции.

Во вторую таблицу записывают вариантные поездные маршруты приема и отправления в данной горловине станции (рис. 9.5, в). **В а р и а н т н ы м** **м а р ш р у т о м** является путь следования поезда, имеющий одинаковые с основным маршрутом начало и конец, но отличающийся положением стрелок от основного маршрута. Все

вариантные маршруты приема и отправления заносятся в графы «Направление» и «Наименование маршрута». В графе «Стрелки, определяющие направление маршрута» записывают положение и номера тех стрелок, которые определяют направление маршрута данного варианта и отличают его от основного маршрута.

В третью таблицу записывают маневровые маршруты (рис. 9.5, з). Каждый записанный маневровый маршрут является простым и состоит от данного светофора до первого попутного, или за последний встречный светофор, или на прямо-отправочный путь. Все маневровые светофоры для данной горловины станции заносят в таблицу в возрастающем порядке: М1, М3, М5 и т.д. В графе «Наименование маршрута» для каждого маневрового светофора записывают, до какого попутного, за какой встречный светофор или на какой прямо-отправочный путь устанавливается маневровый маршрут. Когда есть варианты установки маневровых маршрутов, указывают стрелки, определяющие направление маршрута.

Из простых маршрутов можно образовать сложные маршруты с пересечением прямо-отправочных путей на вытяжки, в тупики, а также сложные варианты маршруты.

Сложный маневровый маршрут с пути 4П за светофор М3 может быть составлен из следующих простых маршрутов: от светофора Ч4 до светофора М13 — маршрут 58; от светофора М13 до светофора М7 — маршрут 42; от светофора М7 за светофор М3 — маршрут 35. Аналогично устанавливаются и другие сложные основные и варианты маневровые маршруты.

Небольшая маневровая работа на участковых станциях может выполняться по немаршрутизированным маршрутам с передачей стрелок на местное управление. Такие передвижения осуществляются при постоянно открытых маневровых светофорах по замкнутым в одном положении стрелкам, примыкающим к вытяжке, и при незамкнутых стрелках парковой улицы.

На станции местное управление производится с помощью маневровой колонки МК-1 (см. рис. 9.5, а). С колонки МК-1 осуществляют местное управление при маневровой работе на путях 4П, 6П и вытяжке 1Т. В этом случае на местное управление передается стрелка 31, стрелки 13/15 и 27/29 запирают как охранные в плюсовом положении. Перевод стрелки 31 с колонки осуществляется без контроля состояния стрелочного участка.

9.3. Стрелочные электроприводы

В системах релейной централизации для перевода централизованных стрелок из одного положения в другое, обеспечения запираания и контроля положения остяков этих стрелок применяются стрелочные электроприводы. Стрелки на станциях имеют два положения: исходное и переведенное. И с х о д н ы м положением стрелки является такое положение ее остяков, при котором обеспечивается пропуск поездов по прямому направлению пути. Это положение стрелки условно называют п л ю с о в ы м . Чтобы переехать с одного пути на другой, в горловине станции следует стрелку перевести; в этом случае стрелка уже будет находиться в п е р е в е д е н н о м п о л о ж е н и и . Переведенное положение стрелки условно называют м и н у с о в ы м .

Установленный на стрелке электропривод должен осуществлять перевод остяков стрелки в одно из крайних положений (плюсовое или минусовое), обеспечивая при этом плотное прилегание прижатого остяка к рамному рельсу и подвижного сердечника крестовины к усовику, отведение другого остяка от рамного рельса на расстояние не менее 125 мм, не допуская запираания остяков стрелки при зазоре между прижатым остяком и рамным рельсом 4 мм и более.

Электропривод должен обеспечивать работу в т р е х р е ж и м а х : н о р м а л ь н о м , когда стрелка переводится из одного положения в другое и дает контроль каждого положения; н е д о х о д а остяка стрелки на 4 мм и более при случайном препятствии между остяком и рамным рельсом; в з р е з а с т р е л к и , когда происходит принудительный перевод остяков стрелки под действием скатов поезда.

В ЭЦ применяются стрелочные электроприводы с внутренним запираанием остяков следующих типов: неврезной стрелочный привод типа СП, который устанавливается на стрелочных переводах из рельсов тяжелых типа Р65, Р75 с крестовинами, имеющих подвижной сердечник; неврезные новой конструкции типа ВСП-150 и ВСП-2×150Д взамен приводов типа СП; взрезной стрелочный привод типа СПВ, который используется на стрелках в маневровых районах станций и на промышленном транспорте; взрезной привод новой конструкции типа ВСП-200.

Электропривод типа СП осуществляет совместный перевод и одновременное запираание обоих острияков стрелки, развивает большое тяговое усилие, более безопасен и надежен в работе, чем взрезной. Такой электропривод не имеет взрезного устройства, и при взрезе стрелки происходит поломка его частей.

Электропривод типа СП (рис. 9.6) состоит из корпуса 7 с крышкой, электродвигателя 8, редуктора 9 с фрикционной муфтой 5, главного вала 12, автопереключателя 11, рабочей линейки (шибера) 1 с шиберной шестерней 13 и двух контрольных линеек 2 и 3. Рабочая линейка (шибер) соединяется с двумя острияками стрелки посредством рабочей и связной тяг, каждая контрольная линейка — отдельной тягой с одним из острияков.

В корпусе электропривода имеются два отверстия: в одно вставляется курбельная рукоятка для перевода стрелки вручную, во второе — ключ для открытия крышки привода. Эти отверстия закрыты специальной заслонкой, связанной с блокировочным контактом 6, который включен в рабочую цепь электродвигателя. Для открытия крышки или ручного перевода стрелки с помощью курбеля заслон-

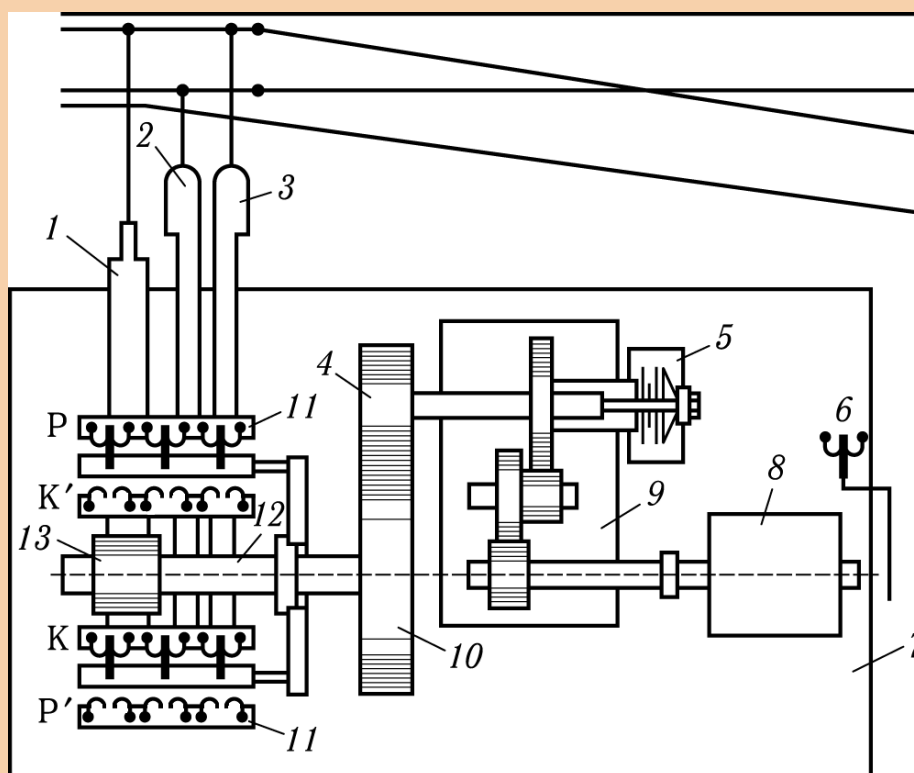


Рис. 9.6. Схема электропривода типа СП

ка поворачивается, курбель вставляется в отверстие и прокручивается до появления щелчка. При повороте заслонки рабочая цепь электродвигателя разрывается, и привод отключается от управления с поста централизации.

На ручное управление курбелем стрелку может переводить ДСП с разрешения поездного диспетчера при неисправностях, связанных с нарушением работы электродвигателя стрелочного привода или элементов схемы управления стрелкой, а также при выполнении электромехаником регулировочных работ на выключенной стрелке. Перевод стрелок курбелем осуществляется ДСП, оператором поста централизации, сигналистом или другим работником службы движения, назначенным для этой цели.

Основной частью электропривода является электродвигатель 8 постоянного или переменного тока, который вращение якоря сообщает механической передаче, состоящей из редуктора и внешней пары шестерен 4 и 10. С помощью механической передачи дальнейшее вращательное движение якоря электродвигателя передается на шестерню, где преобразуется в поступательное движение переводных тяг, связанных с острьями стрелки.

При недоходе остряка стрелки до рамного рельса возрастает усилие перевода стрелки, электродвигатель работает на фрикцию и не выходит из строя. Продолжительная работа на фрикцию может вызвать перегрев и стирание электродвигателя, поэтому имеется схема сброса стрелок, с помощью которой происходит отключение питания электродвигателя при длительной работе электродвигателя на фрикцию.

Автопереключатель в электроприводе служит для автоматического выключения электродвигателя в конце перевода стрелки, изменения направления вращения электродвигателя и создания цепей контроля положения стрелки. Контактная система автопереключателя содержит четыре группы контактов, которые имеют определенное назначение и нумерацию. Наружные контакты Р и Р' являются рабочими, через которые замыкаются рабочие цепи перевода стрелки. Внутренние контакты К и К' являются контрольными, через которые создаются контрольные цепи положения стрелки.

При переводе стрелки в минусовое положение, когда начинает вращаться главный вал, происходит переключение контактов ав-

топереключателя: размыкаются контрольные контакты К и замыкаются наружные рабочие контакты Р' (41—42, 43—44, 45—46). При этом размыкается контрольная цепь плюсового положения стрелки и замыкается рабочая цепь для возможности обратного перевода стрелки в плюсовое положение.

При полном переводе стрелки в минусовое положение, когда вырезы контрольных линеек совпадают, происходит переключение рабочих контактов Р автопереключателя на контрольные К' (21—22, 23—24, 25—26). Таким образом, при переведенном (минусовом) положении стрелки замкнуты контрольные контакты К', которые замыкают цепи контроля минусового положения стрелки, и замкнуты рабочие контакты Р' для перевода стрелки в плюсовое положение.

Если происходит недоход остряка до рамного рельса во время перевода стрелки, то вырезы на контрольных линейках не совмещаются. Кулачок автопереключателя занимает среднее положение, поэтому размыкаются рабочие контакты Р и Р' и не замыкаются контрольные контакты К и К'. Контроль положения стрелки не появляется. На аппарате управления загорается красная лампочка, стрелка теряет контроль.

При взрезе стрелки перемещаются контрольные линейки. Контрольная линейка отжатого остряка выталкивает кулачок автопереключателя на поверхность линейки, который занимает среднее положение, размыкая контрольные и рабочие контакты. Стрелка теряет контроль своего положения.

Для контроля прилегания остряков к рамным рельсам стрелочных переводов разработана и внедряется аппаратура бесконтактного автоматического контроля стрелочных переводов (АБАКС). В помещении ДСП устанавливается пульт сигнализации АБАКС-ДСП, который обеспечивает подачу звуковых и визуальных сигналов при превышении контролируемого зазора между остряком и рамным рельсом стрелочного перевода в прижатом положении остряка. Пульт подает сигналы аварийного состояния в следующих случаях: при наличии или отсутствии остряков одновременно в обеих зонах контроля; при замыкании и обрыве цепи питания датчика; при попадании металлического предмета в зону контроля. Пульт АБАКС-ДСП представляет собой электронный

блок, на передней панели которого располагаются: тумблер включения питания с зеленым светодиодным индикатором; десять красных светодиодных индикаторов (по числу проверяемых стрелок) режима «ОТЖИМ»; десять тумблеров отключения звуковой сигнализации, а также тумблер отключения выдержки звуковой сигнализации.

Все неврезные электроприводы в основном имеют унифицированную конструкцию и отличаются передаточным числом редуктора, тяговым усилием и временем перевода стрелки (от 2 до 7 с).

Винтовой электропривод типа ВСП имеет иную конструкцию, и является более надежным в работе и устанавливается взамен электропривода типа СП.

Стрелочный электропривод типа СПГ (стрелочный привод горочный) имеет конструкцию, аналогичную конструкции привода типа СП. Отличительной особенностью привода типа СПГ является редуктор с меньшим передаточным числом для сокращения времени перевода стрелки (0,5... 1 с). На горках применяют быстродействующие неврезные электроприводы типа СПГ-3М с контактным автопереключателем и СПГБ-4М с бесконтактным автопереключателем.

Электропривод типа СПВ относится к типу взрезных приводов и устанавливается в маневровых районах станций, где сравнительно велика опасность взреза стрелки. Конструкция такого привода обеспечивает отдельный ход острия стрелки, что дает возможность проконтролировать взрез стрелки и исключить при этом поломку привода при взрезе. Но привод типа СПВ менее надежен в работе, чем неврезной привод. В электроприводе типа СПВ вращение двигателя передается на главный вал через взрезное устройство, которое предохраняет привод от поломки при взрезе стрелки. Взрез стрелки может произойти при пошерстном движении подвижной единицы, когда колесо, воздействуя на отжатый остриек, заставляет вращаться рабочую шестерню главного вала электропривода. Так как корпус взрезного устройства заперт, основание устройства проворачивается внутри корпуса, ролики выходят из углублений на корпусе и происходит расцепление основания с корпусом. Вал повернется, автопереключатель встанет в среднее положение и разомкнет рабочие и контрольные контакты. Для устранения

взреза электромеханик должен открыть крышку привода, извлечь специальный фиксатор и с помощью курбеля установить привод в нормальное положение.

9.4. Схемы управления стрелками

Схемы управления стрелками в релейной централизации являются ответственными частями и не должны давать опасного отказа. Поэтому они имеют такое построение, при котором любое повреждение схемы исключает перевод стрелки и получение ложного ее положения.

Выполняя требования по безопасности движения, схемы управления стрелками должны обеспечивать: перевод стрелки из одного положения в другое; правильный контроль положения стрелки; завершение перевода стрелки (доведение стрелочных острияков до крайнего положения), если во время перевода на стрелочную секцию вступила подвижная единица; невозможность перевода стрелки под подвижным составом и самопроизвольного перевода стрелки; возможность перевода стрелки только при свободном стрелочном участке; невозможность перевода стрелки, замкнутой в установленном маршруте.

Перевод стрелки осуществляет только ДСП кратковременным нажатием плюсовой или минусовой кнопки. После полного перевода стрелки выключение электродвигателя стрелочного привода происходит автоматически. В случае недохода острияка стрелки до крайнего положения или по каким-либо причинам полный перевод стрелки не требуется, при этом обеспечивается возможность: вернуть стрелку в исходное положение нажатием стрелочной кнопки исходного положения; в случае необходимости попеременным нажатием плюсовой и минусовой кнопок осуществлять попеременный перевод стрелки, не доводя ее до конечных положений.

Схемы управления обеспечивают перевод стрелки двумя способами: централизованным (с аппарата управления в помещении ДСП) и местным (из путевой коробки или с маневровой колонки).

При централизованном управлении стрелкой схема состоит из трех цепей: управляющей, рабочей и контрольной.

Управляющая цепь предназначена для включения с пульта управления пусковых приборов стрелочного электропривода с проверкой условий, обеспечивающих безопасность движения: свободу стрелочного участка, в который входит переводимая стрелка, отсутствие замыкания стрелки во враждебном маршруте и отсутствие передачи стрелки на местное управление. **Рабочая цепь** предназначена для подключения двигателя стрелочного электропривода к источнику питания для перевода стрелки из одного положения в другое. **Контрольная цепь** служит для непрерывного контроля плюсового, минусового и промежуточного положений стрелочного привода (стрелки).

На промежуточных станциях при отсутствии маршрутизированных маневровых передвижений предусматривается м е с т н о е у п р а в л е н и е с т р е л к а м и . Оно осуществляется из путевых коробок, установленных у каждого электропривода. Цепи местного управления переключают специальным ключом местного управления, который хранится в щитке местного управления, установленном на мачте одного из выходных светофоров. При этом передача стрелок на местное управление возможна при выполнении условий по безопасности движения: отсутствие установки враждебных маршрутов, установка охранных стрелок в положение, охраняющее район местного управления.

На участковых станциях с маршрутизированными маневровыми передвижениями предусматривают местное управление стрелками при помощи с т р е л о ч н ы х к о м м у т а т о р о в с маневровой колонки, которая устанавливается в районе стрелочной горловины. Передача стрелок на местное управление возможна при выполнении условий по безопасности движения: отсутствие заданных в данном районе маршрутизированных передвижений и враждебных маршрутов; установка охранных стрелок в положение, охраняющее район местного управления; установка в плюсовое положение стрелки (стрелок), передаваемой на местное управление. При местном управлении перевод стрелки осуществляется без контроля свободы стрелочного участка, что позволяет сократить перепробеги и маневровые передвижения, но требует от руководителя маневров особой бдительности при каждом переводе стрелки.

В устройствах электрической централизации применяют двухпроводную схему управления электродвигателем постоянного тока и пятипроводную схему управления электродвигателем переменного тока.

В пусковой цепи схемы управления стрелкой (рис. 9.7) имеется контакт вспомогательной кнопки ВК, с помощью которой обеспечивается перевод стрелки при ложной занятости изолированного стрелочного участка. Кнопка ВК пломбируется. При пользовании кнопкой ВК ДСП делает запись в Журнале осмотра и срывает пломбу с

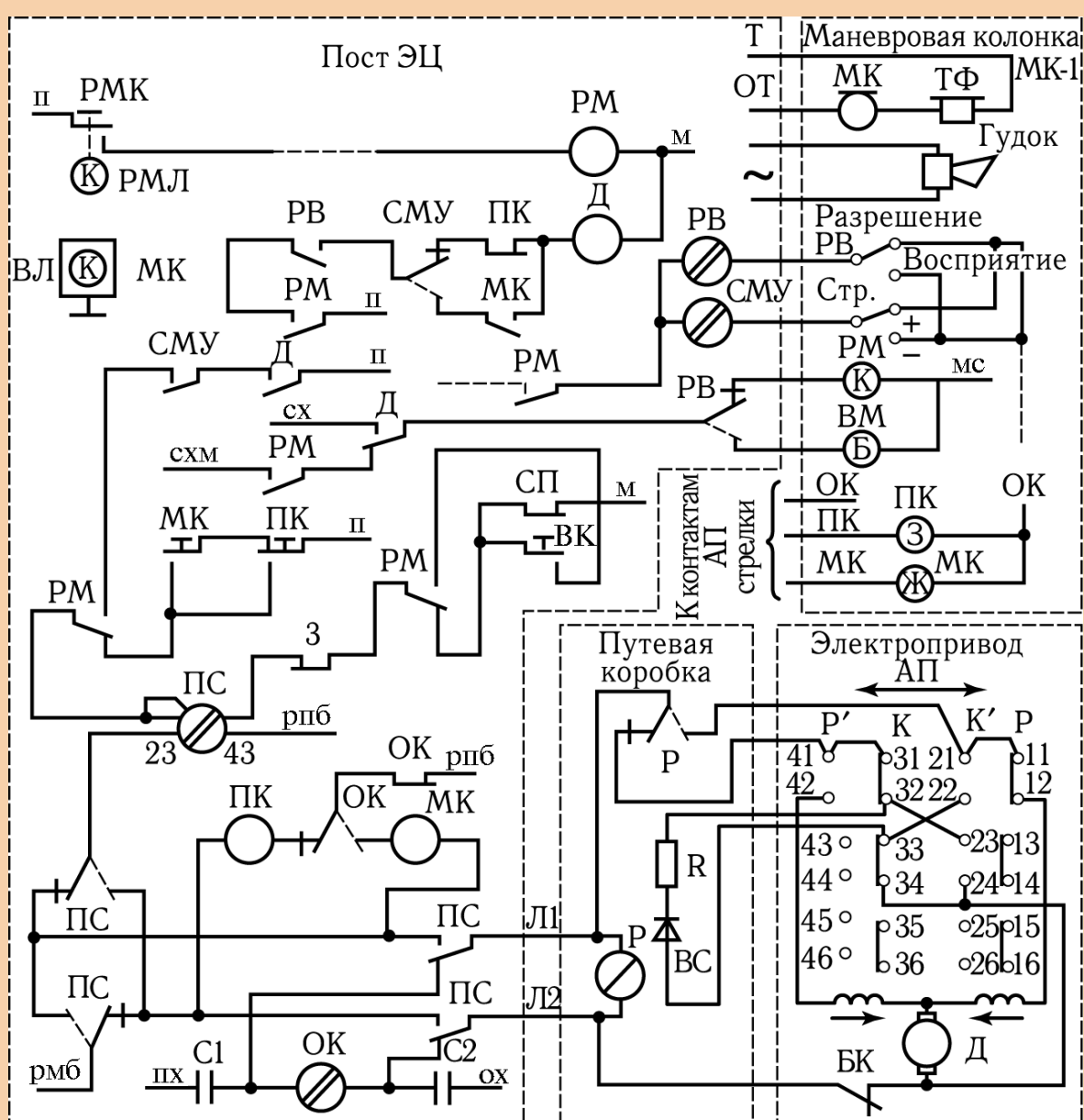


Рис. 9.7. Упрощенная двухпроводная схема управления стрелкой

этой кнопки. Перед каждым переводом такой стрелки ДСП обязан убедиться, что данная стрелка свободна от подвижного состава.

Местное управление стрелкой при двухпроводной схеме осуществляется с помощью маневровой колонки. На пульте-табло для каждой маневровой колонки устанавливается шильдик с изображением колонки, который имеет двухпозиционную кнопку с красной лампочкой для включения звукового сигнала. Для передачи стрелки на местное управление на пульте имеется кнопка разрешения маневров РМК и красная контрольная лампочка РМЛ.

На панели управления и контроля маневровой колонки устанавливаются стрелочные коммутаторы, с помощью которых осуществляется местное управление стрелками. Эти коммутаторы располагаются по плану путевого развития стрелочной горловины. Один стрелочный коммутатор РВ предназначен для фиксации им восприятия маневров. На панели маневровой колонки имеются контрольные лампочки положения стрелок ПК и МК, разрешения РМ и восприятия ВМ маневров. Маневровая колонка имеет прямую телефонную связь с дежурным по станции, а для вызова руководителя маневров установлен звуковой сигнал.

Для передачи стрелки на местное управление в схеме используются реле РМ, при возбуждении которого проверяются условия безопасности производства маневров в данном районе, реле Д (децентрализирующее), реле РВ, реле СМУ (стрелочное местного управления).

Для передачи стрелки на местное управление ДСП нажимает кнопку РМК. При выполнении условий безопасности маневров в данном районе возбуждается реле РМ, которое включает лампочку РМЛ на пульте управления, загорающуюся мигающим красным светом и указывающую на начало передачи стрелки на местное управление. Восприятие маневров осуществляется поворотом рукоятки РВ на панели маневровой колонки. Нормально рукоятка РВ на маневровой колонке должна находиться в положении «Разрешение», как показано на рис. 9.7. При этом реле РВ возбуждено током прямой полярности.

Через фронтальный контакт реле РМ и поляризованный контакт реле РВ на панели маневровой колонки загораются мигающим светом красная лампочка РМ и зеленая лампочка ПК плюсового по-

ложения стрелки, передаваемой на местное управление. Все стрелочные рукоятки на маневровой колонке должны находиться в соответствии с фактическим положением стрелок. С возбуждением реле РМ возбуждается реле СМУ.

Руководитель маневров поворачивает на маневровой колонке рукоятку РВ в положение «Восприятие», меняя полярность питания на реле РВ. Переключая поляризованный якорь, реле РВ на панели маневровой колонки выключает мигающую красную лампочку РМ и включает мигающую белую лампочку ВМ. После этого возбуждается реле Д с контролем соответствия положения стрелочных рукояток на маневровой колонке положению стрелок. С этого момента питание лампочки ВМ на маневровой колонке переключается на непрерывный режим горения, сигнализируя руководителю маневров о возможности управления стрелкой с маневровой колонки, а на пульте управления ДСП на непрерывный режим горения переключается красная лампочка РМЛ, что указывает дежурному по станции на окончание передачи стрелки на местное управление. С помощью контактов реле РМ, Д и СМУ пусковая цепь схемы управления стрелкой переключается на управление от стрелочной рукоятки маневровой колонки.

Руководитель маневров контролирует положение стрелок по показанию контрольных лампочек ПК и МК на панели маневровой колонки, которые включены непосредственно через контакты автопереключателя АП стрелки. По окончании маневров рукоятка РВ на маневровой колонке возвращается в положение «Разрешение», а ДСП на пульте вытягивает кнопку РМК. Индикация местного управления на пульте и на панели маневровой колонки гаснет, что указывает на окончание передачи стрелки на централизованное управление.

9.5. Релейная централизация промежуточных станций

Этапы работы релейной централизации. На промежуточных станциях в основном производятся прием и отправление поездов и выполняется небольшая маневровая работа. Для организации маршрутизированных передвижений в централизацию включают все стрелки, входящие в маршруты приема и отправления. Эти стрелки

оборудуют электроприводами типа СП, ВСП. Для выполнения требования ПТЭ по взаимному замыканию стрелок и светофоров в ЭЦ между стрелками и сигналами при этом осуществляют такую зависимость, чтобы при неустановленном маршруте стрелки были свободны от замыкания и их можно было переводить, а светофоры должны быть закрыты; после приготовления маршрута и открытия светофора стрелки должны замыкаться в маршруте и оставаться замкнутыми до момента полного проследования поезда по установленному маршруту. После прохода поезда по маршруту стрелки отмыкаются для возможности перевода их в других маршрутах, а светофоры замыкаются.

При устройстве релейной централизации на станции все приемо-отправочные пути и стрелочные секции оборудуют рельсовыми цепями, чтобы не допустить возможности перевода стрелок под составом или открытия светофора на занятый путь.

Всю работу релейной централизации можно разделить на следующие этапы (рис. 9.8): установка маршрута и открытие светофора, замыкание маршрута, отмена и размыкание маршрута. Устанавливают маршрут переводом необходимых стрелок. Затем проверяют правильность устанавливаемого маршрута с контролем правильного положения стрелок по маршруту; свободу стрелочных секций, входящих в маршрут; свободу пути приема или участков удаления на перегоне (перегона); отсутствие установки враждебных маршрутов в горловине станции и лобовых маршрутов.

После установки маршрута нажатием сигнальной кнопки открывается светофор и в сигнальном повторителе табло пульта управления появляется контроль его открытия. С открытием светофора (входного или выходного) наступает замыкание маршрута, т.е. стрелки, входящие в маршрут, замыкаются и остаются в таком положении, пока по ним не проследует поезд. Замыкание маршрута находится в зависимости не только от открытия светофора, но и от состояния участка приближения перед ним. Участком приближения для маршрутов приема считается блок-участок перед входным светофором, для маршрутов отправления — отправочный путь, в маневровых маршрутах — изолированный стрелочный или путевой участок в горловине станции или путь перед маневровым светофором.

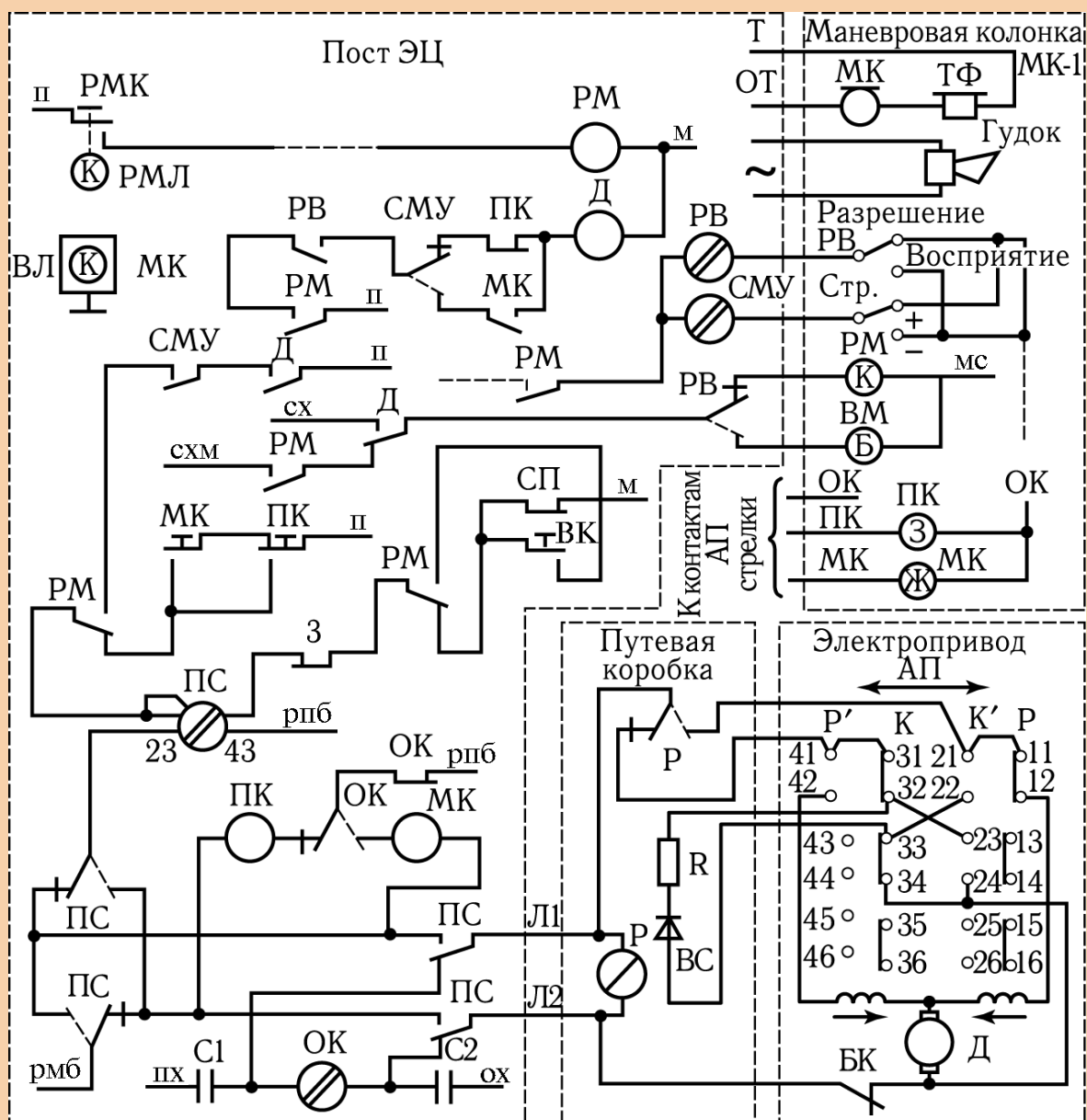


Рис. 9.7. Упрощенная двухпроводная схема управления стрелкой

Если участок приближения перед светофором свободен от подвижного состава, то с открытием светофора наступает предварительное замыкание маршрута. Если участок приближения занят подвижным составом, то с момента открытия светофора наступает полное замыкание маршрута.

Последним этапом работы релейной централизации является размыкание маршрута. Оно может быть автоматическим при прохождении поезда по маршруту после полного освобождения им всех стрелок, входящих в маршрут, и искусственным (при отмене установленного маршрута, находящегося на полном замыкании, или

тогда, когда не произошло автоматического размыкания после прохождения поезда из-за неисправности рельсовых цепей, входящих в маршрут). В этом случае после закрытия светофора и при исправных рельсовых цепях происходит размыкание маршрута с выдержкой времени. При неисправных рельсовых цепях после закрытия светофора на пульте управления дополнительно нажимается кнопка разделки маршрута, после чего происходит размыкание этой части маршрута также с выдержкой времени.

Если установленный маршрут необходимо переделать, то его отменяют. Отмена маршрута с предварительным замыканием при свободном от поезда участке приближения происходит без выдержки времени. В этом случае ДСП вытягиванием сигнальной кнопки закрывает светофор, и маршрут сразу размыкается. Отмена маршрута с полным замыканием при занятом участке приближения производится с выдержкой времени. В таком случае ДСП вытягиванием сигнальной кнопки закрывает светофор, после чего с выдержкой времени 3...4 мин маршрут размыкается. Выдержка времени вызвана требованиями обеспечения безопасности движения. Если поезд своевременно не остановится и проследует уже закрытый светофор, то стрелки остаются замкнутыми в маршруте после закрытия светофора в течение 3...4 мин, чем и исключается возможность аварийной ситуации в этом случае.

Релейная централизация с раздельным управлением и со значительным объемом маневровой работы. В системе РЦЦ все передвижения (поездные и маневровые) маршрутизированы. Для более экономного расхода релейной аппаратуры в системе РЦЦ электрические схемы строятся по плану станции и являются общими для маршрутов всех категорий и направлений.

Для построения таких общих схем каждой стрелочной или бесстрелочной секции присваивают с помощью релейной аппаратуры функции элементарного маршрута, который обладает самостоятельными средствами контроля, замыкания и размыкания. Из отдельных элементарных маршрутов можно составить маршрут любой сложности и протяженности.

Размыкание установленного сложного маршрута, состоящего из нескольких элементарных маршрутов, при движении поезда произ-

водится посекционно, т.е. после освобождения поездом изолированного стрелочного участка (секции). При таком способе размыкания маршрута разомкнувшиеся стрелки при освобождении поездом элементарного маршрута можно уже использовать в других маршрутах, не дожидаясь полного освобождения всего маршрута. Это увеличивает пропускную способность горловины станции.

Для повышения безопасности движения при кратковременной потере шунта под составом и отмене установленного маршрута в системе РЦЦ введена выдержка времени: 6 с для отмены маршрута в случае свободного участка приближения, чем обеспечивается преждевременное размыкание маршрута при кратковременной потере шунта под подвижной единицей, следующей по участку приближения; 1 мин для отмены маневрового маршрута, если занят участок приближения; 3 мин для отмены поездного маршрута при занятом участке приближения и для искусственного размыкания занятых секций поездного и маневрового маршрутов.

На станциях, оборудованных устройствами РЦЦ, устанавливают, кроме поездных, и маневровые светофоры. Маневровые светофоры помогают лучше организовать и ускорить маневровую работу. Для управления стрелками применяется двухпроводная схема (см. рис. 9.8). Установка маршрута на таких станциях реализуется раздельным способом управления стрелками и светофорами.

В качестве аппарата управления используется пульт управления в виде пульта-табло желобкового типа или пульта-табло блочного типа.

Пульт-табло желобкового типа (рис. 9.9) в верхней части имеет схему станции, пути которой выполнены в виде отдельных световых ячеек со светофильтрами белого и красного цветов. Нормально при неустановленных маршрутах световые ячейки не горят. При установке и готовности маршрута загораются лампочки с белыми светофильтрами, образуя белую штриховую полосу по всему маршруту. Занятость путевой или стрелочной секции контролируется загораением лампочек с красными светофильтрами, которые образуют красную полосу на табло. Конфигурация светящейся полосы зависит от положения стрелок и точно отражает направление маршрута.

В случае отмены установленного маршрута с выдержкой времени 1...3 мин в пределах стрелочных и путевых секций белая полоса

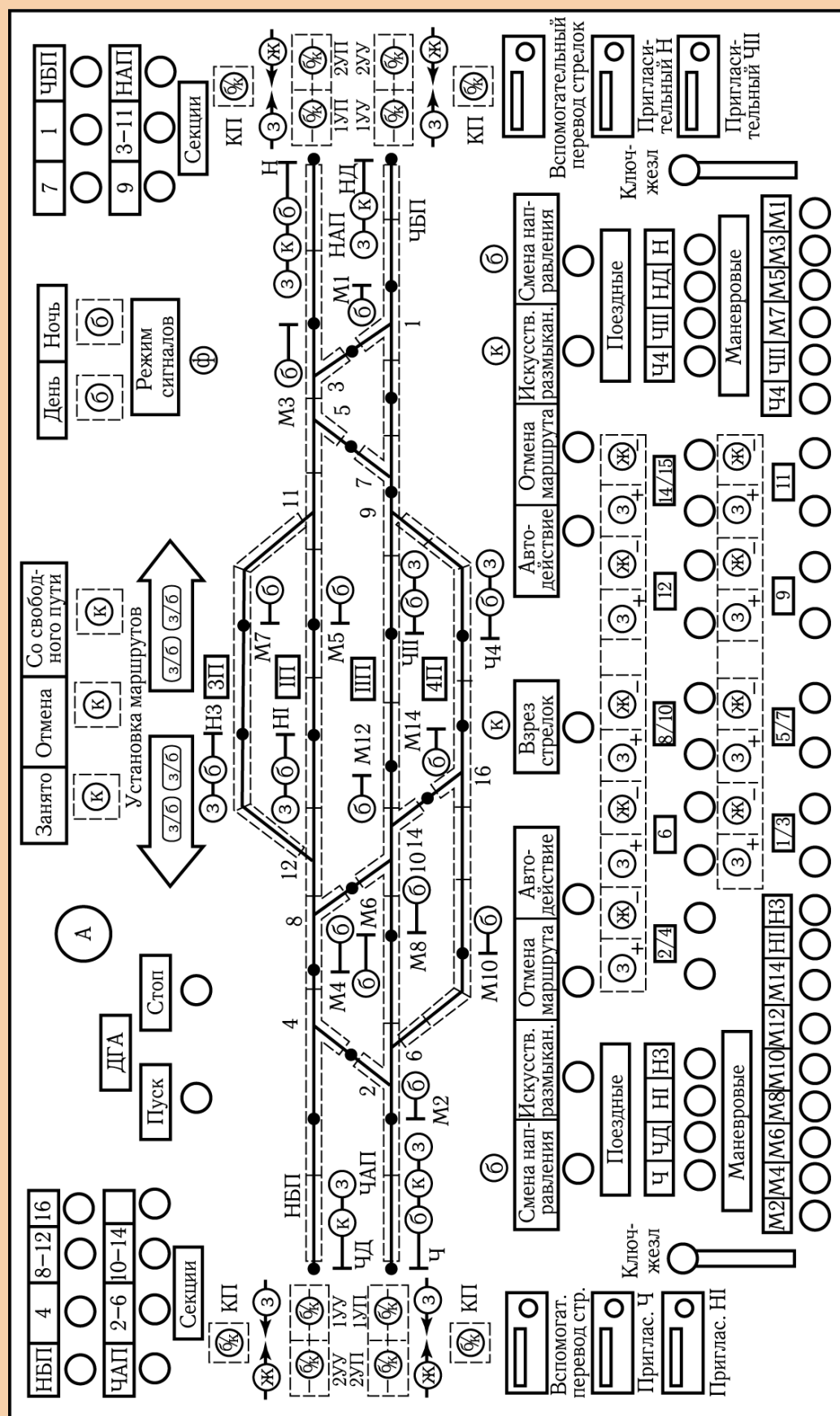


Рис. 9.9. Пульт-табло РЦЦ

горит мигающим светом, а в случае искусственного размыкания занятой (или неисправной) путевой секции непрерывно горящая красная полоса совмещается с горением белого мигающего света. Потеря контроля стрелки в замкнутом маршруте сигнализируется белым светом, а стрелки занятой секции — горением красной полосы в направлениях по обоим положениям стрелки.

По концам станции имеется двухцветная индикация о состоянии участков удаления 1УУ, 2УУ и приближения 1УП, 2УП на перегоне. Свободное состояние участка контролируется загоранием лампочки белого цвета, а занятость — лампочки красного цвета. С целью организации движения поездов по неправильному пути для каждого пути перегона устанавливаются три контрольные лампочки: двухцветная лампочка КП, контролирующая состояние перегона (свободное — загоранием лампочки белого цвета, а занятое — лампочки красного цвета); желтая лампочка, контролирующая установку станции в режиме «Прием»; зеленая лампочка, контролирующая установку станции в режиме «Отправление». Вдоль схемы станции располагаются повторители входных (Ч, ЧД, Н, НД), выходных и маневровых светофоров.

Над табло станции посередине имеется указатель «Установка маршрутов» в виде двух световых ячеек со стрелками, обращенными в разные стороны, для указания направления и категории устанавливаемого маршрута. С момента нажатия сигнальной кнопки управления светофором, по которому задается маршрут, загорается ячейка в правой или левой стрелке: зеленым цветом для поездного маршрута, белым для маневрового. Горение ячейки продолжается до момента открытия светофора и отпуска сигнальной кнопки.

Для перевода и контроля положения стрелок в нижней части пульта расположены кнопки и лампочки зеленого и желтого цветов. В случае взреза стрелки загорается лампочка «Взрез стрелок», под которой помещена кнопка выключения звонка взреза.

Положение стрелок на станции можно проверить не только по лампочкам над кнопками, но и по табло. Для этого имеется кнопка «Контроль стрелок», при нажатии которой на табло белым светом загораются ячейки по направлению положения стрелок. При повреждении изоляции стрелочного участка стрелка переводится с помо-

пью кнопки «Вспомогательный перевод стрелок», снабженной счетчиком числа нажатий.

Для управления светофорами каждой горловины станции имеются две группы сигнальных кнопок: поездные и маневровые. Выходные светофоры, совмещенные с маневровым сигналом, имеют две кнопки: одну в группе поездных, другую в группе маневровых. После нажатия сигнальной кнопки при условии готовности маршрута светофор открывается. В сигнальном повторителе на схеме станции загорается зеленый или белый огонь. Для входных и выходных светофоров главных приемо-отправочных путей предусмотрены кнопки со счетчиком для включения на них приглажительного огня.

Для смены направления движения по неправильному пути в каждой горловине станции установлена кнопка «Смена направления» с контрольной лампочкой. Для отмены установленного маршрута имеется кнопка «Отмена маршрута» и контрольная красная лампочка «Отмена». Для искусственного размыкания маршрута в верхней части пульта-табло расположены кнопки секций маршрута и имеется кнопка «Искусственное размыкание» для включения комплекта выдержки времени.

С целью отмены маршрута ДСП нажимает кнопку «Отмена маршрута» и затем повторно нажимает сигнальную кнопку и светофор закрывается. С момента нажатия кнопки «Отмена маршрута» загорается мигающим светом красная лампочка «Отмена». После закрытия светофора включается соответствующая выдержка времени для отмены маршрута, что контролируется загоранием красной лампочки «Со свободного пути» или «Занято». После окончания выдержки времени и размыкания маршрута лампочки гаснут. Если нужно прервать отмену маршрута, то до истечения времени выдержки на размыкание маршрута ДСП повторно нажимает сигнальную кнопку и открывает светофор.

При разделке маршрута с занятыми секциями используется искусственное размыкание с выдержкой времени 3...4 мин. Сначала ДСП нажимает кнопки тех секций маршрута, которые необходимо разомкнуть. Соответствующие кнопки расположены в верхней части пульта. От нажатия этих кнопок мигающим светом загорается красная

лампочка «Искусственное размыкание», а затем ДСП нажимает кнопку «Искусственное размыкание». После этого включается комплект выдержки времени, и красная лампочка над кнопкой загорается ровным светом. По окончании выдержки времени секции маршрута размыкаются, красная лампочка «Искусственное размыкание» гаснет и гаснут ячейки секций на табло.

На пульте-табло имеется амперметр А, который контролирует рабочий ток, потребляемый стрелочным электроприводом при переводе стрелки. Для отправления хозяйственных поездов имеется ключ-жезл.

Порядок работы при установке маршрутов, например, маршрута приема на путь 4П, следующий. Сначала дежурный по станции переводит стрелки 2/4, 6, 8/10 в плюсовое положение нажатием кнопок плюсового положения стрелок, а стрелку 14/16 — в минусовое положение нажатием соответствующей кнопки. После включения лампочек положения стрелок устанавливаемого маршрута по контрольным лампочкам ДСП нажимает сигнальную кнопку Ч в группе поездных сигнальных кнопок. С момента нажатия сигнальной кнопки Ч в правой стрелке «Установка маршрутов» зеленым цветом загораются ячейки, что означает установку четного (слева направо) поездного маршрута. После этого на пульте-табло загорается белая светящаяся полоса, отражающая конфигурацию установленного маршрута, и в повторителе входного светофора Ч красная лампочка гаснет и загорается зеленая, что говорит об открытии входного светофора Ч на разрешающее показание. По мере прохождения поезда по стрелочным секциям белая полоса на пульте-табло меняется на красную, а после освобождения стрелочной секции гаснет, что означает размыкание стрелок, входящих в эту секцию.

П у л ь т - т а б л о б л о ч н о г о т и п а, общий вид которого приведен на рис. 9.10, а, имеет две панели управления: вертикальную 1, которая наклонена к вертикали под углом 30° , и горизонтальную 2. Каждая панель составляется из типовых блочных элементов. Такие пульты получили название «Домино».

На вертикальной панели (рис. 9.10, б) размещается светосхема станции с приборами управления и индикации. Табло станции собирается из блоков световой индикации. В каждом блоке располагается световая ячейка с лампочками и светофильтрами. Всего имеются 36 типов таких блоков, из которых может быть собрано табло станции с различным расположением стрелок и сигналов, включенных

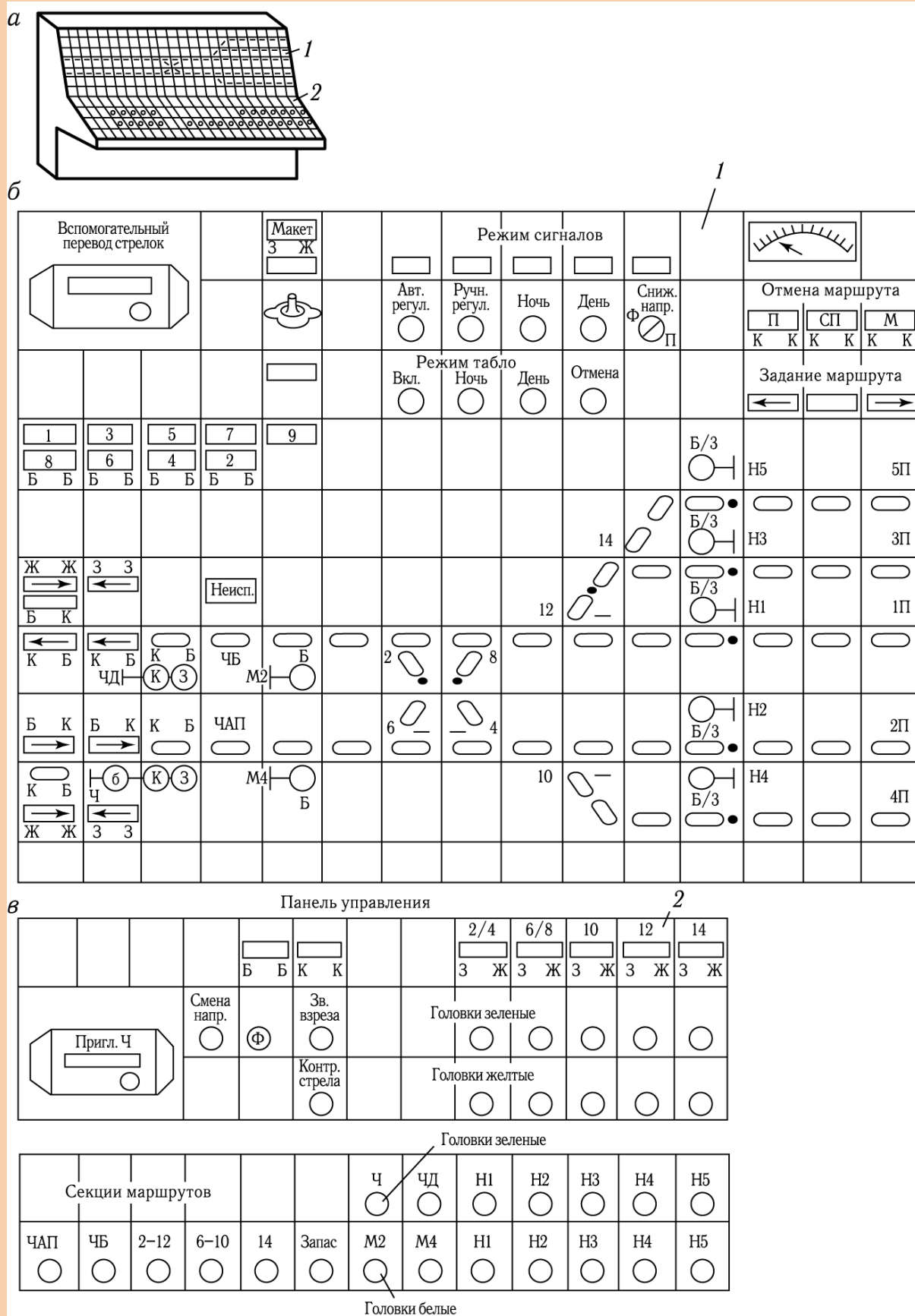


Рис. 9.10. Пульт-табло блочного типа

в релейную централизацию. Также имеются типовые блоки кнопок, коммутаторов, измерительных приборов. На вертикальной панели размещены кнопки отмены маршрута, режима сигналов, режима табло и др., а также ячейки диспетчерского контроля 1, 3, 5, 7 и т. д.

На горизонтальной панели (рис. 9.10, в) установлены стрелочные кнопки, сигнальные кнопки и кнопки секций маршрутов. Стрелочные кнопки плюсового положения стрелок имеют зеленые головки, минусового положения — желтые; сигнальные кнопки поездных светофоров — зеленые головки, маневровых — белые.

Порядок работы при установке маршрутов на пульте-табло блочного типа аналогичен порядку работы на пульте-табло желобкового типа.

9.6. Релейная централизация для средних и крупных станций

На крупных и средних станциях применяют ЭЦ с маршрутным управлением стрелками и светофорами (МРЦ). Если в централизации используют блочный монтаж аппаратуры, то ее называют блочной маршрутно-релейной централизацией (БМРЦ).

На крупных и средних станциях производится большая поездная и маневровая работа. Все передвижения по станции маршрутизируются и осуществляются по централизованным маршрутам со взаимным замыканием стрелок и сигналов. Поэтому на таких станциях готовится много маршрутов и большинство из них приобретает сложную конфигурацию и большую протяженность.

Для более эффективного использования путевого развития крупных станций сложные маршруты делят на простые, так называемые элементарные маршруты, представляющие собой изолированную стрелочную секцию, в которую входит не более трех стрелок, или бесстрелочную секцию в горловине станции. Элементарный маршрут благодаря релейной аппаратуре обладает всеми свойствами самостоятельного маршрута, т. е. свойствами контроля, замыкания и размыкания.

При электрическом соединении элементарных маршрутов в разных комбинациях по схеме станции получаются любые сложные

поездные и маневровые маршруты. Порядок соединения элементарных маршрутов, входящих в сложный маршрут, определяется положением стрелок, участвующих в установке маршрута.

Размыкание сложного маршрута в процессе движения по нему поезда производится по мере освобождения элементарного маршрута, т. е. по частям. Каждая секция размыкается после освобождения ее поездом. Такой принцип размыкания маршрута называется посекционным. Посекционный принцип размыкания маршрута на станциях позволяет увеличить пропускную способность станции, так как разомкнутую секцию можно уже использовать при установке другого маршрута, не ожидая, пока ранее установленный маршрут полностью разомкнется.

На крупных и средних станциях применяют ЭЦ с центральными зависимостями и центральным питанием. В такой системе централизации схемы установки, замыкания и размыкания маршрутов строят по плану станции отдельно для каждой стрелочной горловины. В целях управления стрелками применяется двухпроводная или пятипроводная схема (см. рис. 9.7). Для установки маршрута используется маршрутный способ управления.

На крупных станциях для ускорения установки маршрутов применяют маршрутное управление. Задание маршрутов производится с помощью кнопок, обозначающих начало и конец маршрута. При нажатии двух или нескольких кнопок в течение 5...7 с осуществляются одновременный перевод всех стрелок, входящих в маршрут, и открытие светофора. Действия ДСП по нажатию кнопок на пульте называются *набором маршрута*. Маршрутное управление позволяет сократить время на установку маршрута и повысить пропускную способность горловины станции на 15...20 %.

Для маршрутного управления применяют пульт МРЦ, шкаф с кнопками для искусственной разделки секций маршрутов и для вспомогательного перевода стрелок в случае ложной занятости стрелочной секции (эти кнопки могут располагаться и на самом пульте МРЦ) и пульт-манипулятор с выносным табло. Для отражения контроля свободности путей, стрелочных секций, положения стрелок и сигналов пульта МРЦ имеют табло желобкового типа.

Пульт-табло (рис. 9.11) имеет схему путей станции, составленную из световых ячеек с белыми и красными светофильтрами, на

которой располагаются поездные, маневровые и вариантные кнопки. Ячейки табло, расположенные у повторителей светофоров (входного, выходного, маневрового), имеют еще зеленые светофильтры: при наборе маршрута правильность действий контролируется зеленым светом, а установленный маршрут — белым.

Поездные начальные кнопки располагают у основания повторителей входных и выходных светофоров. У каждого повторителя маневрового светофора по оси пути устанавливается одна кнопка, которая может работать как начальная и как конечная. Кнопки повторителей маневровых светофоров с приемо-отправочных путей являются одновременно конечными для поездных маршрутов.

Вариантные кнопки размещают в тех местах пути, где по путевому развитию станции можно получить дополнительный вариант передвижения. Вариантная кнопка получает обозначение по номерам стрелок, между которыми она расположена. На пульте-табло рис. 9.11 установлена вариантная кнопка 7/17К, позволяющая получить вариантный маршрут по минусовому положению стрелок 5/7 и 17/19.

Все маршрутные кнопки обозначаются по литерам светофоров, к которым они относятся. Поездные кнопки обозначают с добавлением буквы Н (светофор **Н**-кнопка **НН**, светофор **Ч4**-кнопка **Ч4Н**), а кнопки по управлению маневровыми светофорами — только по литеру светофора (**М1**, **М3**, **ЧП**, **Ч4**). Конечная поездная кнопка для маршрутов отправления обозначается номером пути перегона 1ГП (**НГП**) или литерой дополнительного светофора **НД** (**ЧД**).

При установке маршрутов достаточно знать начало и конец маршрута и нажать установленные в этих точках маршрутные кнопки: сначала кнопку начала маршрута, затем кнопку конца маршрута. При этом установка стрелок в соответствующее задаваемому маршруту положение и открытие светофора происходят автоматически. После установки маршрута на пульте-табло загораются белая полоса по конфигурации устанавливаемого маршрута и зеленая лампочка в повторителе светофора.

Контроль категории устанавливаемого маршрута фиксируется загоранием ячейки в указателе «Установка маршрутов»: зеленым светом — установка поездного маршрута приема или отправления, белым — маневрового маршрута.

Световая ячейка у кнопки начала маршрута с момента нажатия кнопки до открытия светофора горит мигающим зеленым светом. Также мигающим зеленым светом горят световые ячейки у остальных кнопок по пути устанавливаемого маршрута. Эта индикация означает, что ДСП начал набор маршрута. С открытием светофора эти световые ячейки горят ровным зеленым светом до появления белой полосы на светосхеме, контролирующей установку и замыкание маршрута, и с ее появлением гаснут. Если при наборе маршрута ДСП нажимает не ту кнопку, то набор можно отменить нажатием кнопки «Отмена набора».

На пульте-табло показания входного светофора **Н** контролируются тремя контрольными лампочками: красной — при запрещающем его показании, зеленой — при разрешающем и белой — при включении пригласительного сигнала. В случае неисправности лампы красного огня на входном светофоре в его повторителе на пульте-табло гаснет контрольная красная лампочка.

Открытое положение выходных и маневровых светофоров контролируется на пульте-табло горением зеленой контрольной лампочки в повторителе выходного светофора для поездных маршрутов и белой — для маневровых. При перегорании лампы запрещающего показания маневрового светофора начинает мигать белая лампочка.

При наличии на выходном светофоре **ЧП** пригласительного сигнала (мигающий лунно-белый) контроль его горения осуществляется миганием зеленой лампочки в его повторителе. Включение пригласительных огней осуществляется нажатием кнопок со счетчиком **Н** или **ЧП**.

Контроль состояния прилегающего к станции перегона осуществляется световыми ячейками удаления (2УП, 1УП). Белым светом ячейки горят при свободности соответствующего блока-участка, красным — при занятости. При двустороннем движении по перегону дополнительно устанавливаются лампочки направления движения **П** и **О** и световая ячейка **КП** «Контроль перегона», которая при свободном перегоне горит белым светом, а при занятом — красным. Изменение направления движения на перегоне осуществляется нажатием кнопки «Смена направления».

На пульте-табло установлены ключи-жезлы для хозяйственных поездов и подталкивающих локомотивов, отправляемых на перегон с последующим возвращением на станцию. Изъятие ключа-жезла из аппарата контролируется зажиганием белой контрольной лампочки.

Кроме маршрутного управления стрелками на пульте-табло предусматривается и отдельное (индивидуальное) управление стрелками. Для этого установлены стрелочные коммутаторы на каждую одиночную и две стрелки. Над коммутатором размещаются три лампочки: зеленая и желтая — для контроля соответственно плюсового и минусового положения стрелки, красная — для контроля перевода и взреза стрелки. При переходе на маршрутный режим управления все стрелочные коммутаторы устанавливаются в среднее положение и лампочки над ними не горят.

Для включения индикации положения стрелок на светосхеме и над коммутаторами нажимается кнопка «Контроль стрелок». При длительной потере контроля стрелки звонит звонок, который может быть выключен кнопкой «Звонок взреза». При восстановлении контроля стрелки и нажатой кнопке вновь включается звонок. Кнопку следует привести в нормальное положение.

Перевод стрелки при повреждении рельсовой цепи стрелочного путевого участка может осуществляться без контроля свободности участка нажатием соответствующей кнопки в группе «Стрелки». Эти кнопки двухпозиционные, без фиксации нажатого положения и нормально опломбированные.

Передача стрелок на местное управление производится нажатием кнопки МК-1, которая имеет наименование маневровой колонки с указанием номера варианта. При нажатии кнопки загорается мигающим светом красная лампочка над трафаретом с номером стрелки «Стр. 31», что указывает на начало передачи стрелки на местное управление. Затем загорается красная лампочка в шильдике маневровой кнопки МК-1, контролирующая восприятие маневров на колонке. По окончании передачи стрелки на местное управление красная лампочка над трафаретом «Стр. 31» переходит на непрерывный режим горения. При возврате стрелок на центральное управление эта лампочка вновь загорается мигающим светом

до приведения кнопки в нормальное положение. Для вызова руководителя маневров имеется кнопка включения гудка «Гудок».

При неисправности схемы маршрутного набора можно применить вспомогательный режим управления. В этом случае каждую стрелку маршрута переводят индивидуально с помощью стрелочных коммутаторов, затем нажимают кнопку «Вспомогательное управление» и, не отпуская этой кнопки, нажимают кнопки начала и конца маршрута. При нажатии кнопки «Вспомогательное управление» включается красная контрольная лампочка, расположенная между стрелками указателя «Установка маршрутов».

Рассмотрим порядок пользования маршрутными кнопками на примере установки нескольких маршрутов.

Набор основного маршрута приема на 1П дежурный производит нажатием двух маршрутных кнопок: кнопки начала маршрута НН и кнопки конца маршрута М19. От нажатия кнопки НН световая ячейка у этой кнопки загорается зеленым мигающим светом; световые ячейки правой стрелки «Установка маршрутов» загораются ровным зеленым светом. Эта индикация на табло показывает, что действия дежурного по установке поездного маршрута начались, но не закончились и до окончания установки этого маршрута нельзя набирать другой маршрут.

От нажатия кнопки конца маршрута загораются мигающим зеленым светом ячейка у кнопки М19 и световые ячейки у всех кнопок устанавливаемого маршрута М3, М7, М13, М17. Как только стрелки по маршруту начнут переводиться, световые ячейки у всех кнопок маршрута загораются ровным зеленым светом и гаснет световая ячейка в указателе «Установка маршрутов». Эта индикация уже показывает, что маршрут набран правильно, начался перевод стрелок по маршруту, и дежурный может приступить к установке другого невраждебного маршрута.

После окончания перевода всех стрелок по маршруту зеленые световые ячейки у кнопок маршрута, кроме кнопки начала маршрута, гаснут, а по трассе установленного маршрута загорается белая светящаяся полоса, контролирующая правильность установки маршрута и его замыкание. Открывается входной светофор Н, в его повторителе загорается зеленая лампочка и гаснет зеленая световая ячейка у повторителя входного светофора.

При проследовании поездом входного светофора **Н** он автоматически закрывается и в его повторителе загорается красная лампочка, а зеленая гаснет.

Движение поезда по установленному маршруту контролируется последовательной сменой с белого цвета на красный световых ячеек участков маршрута, а по мере освобождения участков световые ячейки гаснут.

Набор основного маршрута отправления с пути **ПП** дежурный производит нажатием двух кнопок: кнопки начала **ЧПН** и кнопки конца маршрута **НД**. Индикация установки маршрута и его использования такая же, как и в маршруте приема. Лишь в указателе «Установка маршрутов» загораются зеленые световые ячейки в левой стрелке.

Набор вариантных поездных маршрутов осуществляется нажатием трех и более маршрутных кнопок. При установке вариантного маршрута нажимают все маршрутные кнопки, расположенные по оси пути на трассе данного маршрута, т. е. используются маршрутные кнопки повторителей маневровых светофоров, расположенных по маршруту.

Например, вариантный маршрут приема на **4П** по минусовому положению стрелки **9/11** будет устанавливаться нажатием кнопок: начала маршрута **НН**, промежуточных кнопок **М7**—1 раз, **М21**—2 раза и конца маршрута **Ч4**.

Если не все вариантные маршруты могут быть набраны нажатием кнопок у маневровых светофоров, предусматриваются специальные вариантные кнопки, устанавливаемые на оси пути в точке, которая определяет направление вариантного маршрута. В этом случае набор вариантного маршрута производится нажатием следующих кнопок: кнопки начала маршрута, вариантной кнопки, промежуточных кнопок и кнопки конца маршрута.

Например, вариантный маршрут приема на путь **1П** по минусовому положению стрелок **5/7** и **17/19** набирается нажатием кнопок: **НН** — начала маршрута, **М7** — промежуточной, **7/17К** — вариантной, **М17** — промежуточной и **М19** — конца маршрута. У повторителя попутных одиночных маневровых светофоров кнопка нажимается 2 раза подряд.

У повторителей маневровых светофоров с участка пути или расположенных в створе при наборе вариантного поездного маршру-

та нажимается кнопка у повторителя одного светофора — первого по направлению движения. Набор вариантного поездного маршрута контролируется световыми зелеными ячейками у кнопок повторителей маневровых светофоров, расположенных по трассе маршрута, и зеленой ячейкой у вариантной кнопки.

Набор основных маневровых маршрутов производится нажатием двух маневровых маршрутных кнопок: начала и конца маршрута, вариантных маневровых маршрутов — нажатием нескольких маршрутных кнопок, расположенных по трассе устанавливаемого маршрута.

Набор основного маневрового маршрута с пути ИП за светофор М1 производится нажатием кнопок: начала маршрута ЧП и конца маршрута М1. От нажатия начальной кнопки ЧП в указателе «Установка маршрутов» загорается белая световая ячейка левой стрелки, чем контролируются категория и направление маршрута, и загорается мигающим светом зеленая ячейка у повторителя светофора ЧП, показывающая, что действия дежурного по набору маршрута начались.

Набор вариантного маршрута с пути ИП за светофор М1 по минусовому положению стрелок 23/25 производится нажатием следующих кнопок: начала маршрута ЧП, промежуточных кнопок М21 и М17 — 1 раз, М13 и М7 — 2 раза и конца маршрута М1.

Короткие маневровые маршруты набираются следующим образом. Например, маневровый маршрут от светофора М9 до светофора М17 набирается нажатием кнопки начала маршрута М9 и кнопки конца маршрута М17. Маневровый маршрут от светофора М21 на путь 4П набирается нажатием кнопки начала маршрута М21 и кнопки конца маршрута Ч4. Маневровый маршрут от светофора МП за светофор М15 набирается нажатием кнопки начала маршрута МП и кнопки конца маршрута Ч4.

Если набирается короткий маневровый маршрут до попутного маневрового светофора, с которым в створе расположен маневровый светофор встречного направления (на рис. 9.11 такая установка светофоров не показана), то в качестве конечной кнопки при наборе маршрута нажимается кнопка, расположенная у повторителя встречного маневрового светофора.

Отмена установленного маршрута производится последовательным нажатием двух кнопок. Сначала нажимается групповая кнопка

«Отмена маршрута» на пульте-табло и загорается мигающим красным светом контрольная лампочка, расположенная над этой кнопкой. После этого нажимается та же сигнальная кнопка, которой задавался маршрут. Светофор закрывается, красная лампочка над кнопкой «Отмена маршрута» включается ровным светом и загорается одна из красных лампочек, расположенных в верхней части табло, контролирующих наличие отмены маршрута определенной категории. Отмена маршрута производится автоматически с разной выдержкой времени в зависимости от категории маршрута и состояния участка приближения перед светофором.

При свободном участке приближения независимо от категории установленного маршрута загорается красная лампочка «Со свободного пути», выдержка времени 6 с. При занятом участке приближения в установленном поездном маршруте загорается красная лампочка «Поездного», выдержка времени 3...4 мин. При занятом участке приближения в установленном маневровом маршруте загорается красная лампочка «Маневровый», выдержка времени 1 мин. Если кнопка «Отмена маршрута» нажата ошибочно, то в исходное состояние схема отмены маршрута приводится повторным нажатием этой кнопки.

Если после прохождения поезда по маршруту ряд путевых и стрелочных участков не размыкается и на табло в пределах этих секций горит белая или красная полоса, то дежурный искусственно размыкает эти секции маршрута. Сначала дежурный поочередно нажимает кнопки искусственного размыкания секций маршрута, оставшихся замкнутыми, предварительно сделав запись в Журнале осмотра и сорвав пломбы с этих кнопок. При этом включается мигающим светом красная лампочка над кнопкой «Искусственное размыкание» и на табло белая полоса тех секций, кнопки которых нажимались, начинает мигать. Далее дежурный нажимает групповую кнопку «Искусственное размыкание». Красная лампочка над кнопкой загорается ровным светом и включается выдержка времени размыкания маршрута.

В случае искусственного размыкания неисправного изолированного участка, когда на табло горит красная полоса, после нажатия кнопки этого участка на табло мигающим светом загорается белая полоса одновременно с красной. С момента размыкания участка белая полоса гаснет, красная продолжает гореть.

На очень крупных станциях пульта управления достигают больших размеров и создаются неудобства при работе на них. Поэтому вместо пульт-табло на таких станциях применяют пульт-манипулятор с выносным табло. На пульте-манипуляторе размещаются все кнопки задания маршрутов и другие вспомогательные кнопки, а на выносном табло — светосхема путевого развития станции с контролем всех действий управления, как и на пульт-табло, но без установки маршрутных кнопок и других кнопок по управлению. Кроме светосхемы и другой индикации, в нижней части выносного табло устанавливаются пломбируемые кнопки «Стрелки» и «Секции маршрутов». Выносное табло собирается из типовых секций и располагается от пульт-манипулятора на расстоянии 2,5...3 м.

Пульт-манипулятор (рис. 9.12) состоит из секций коммутаторов К, маршрутных и других кнопок управления М и секции свя-

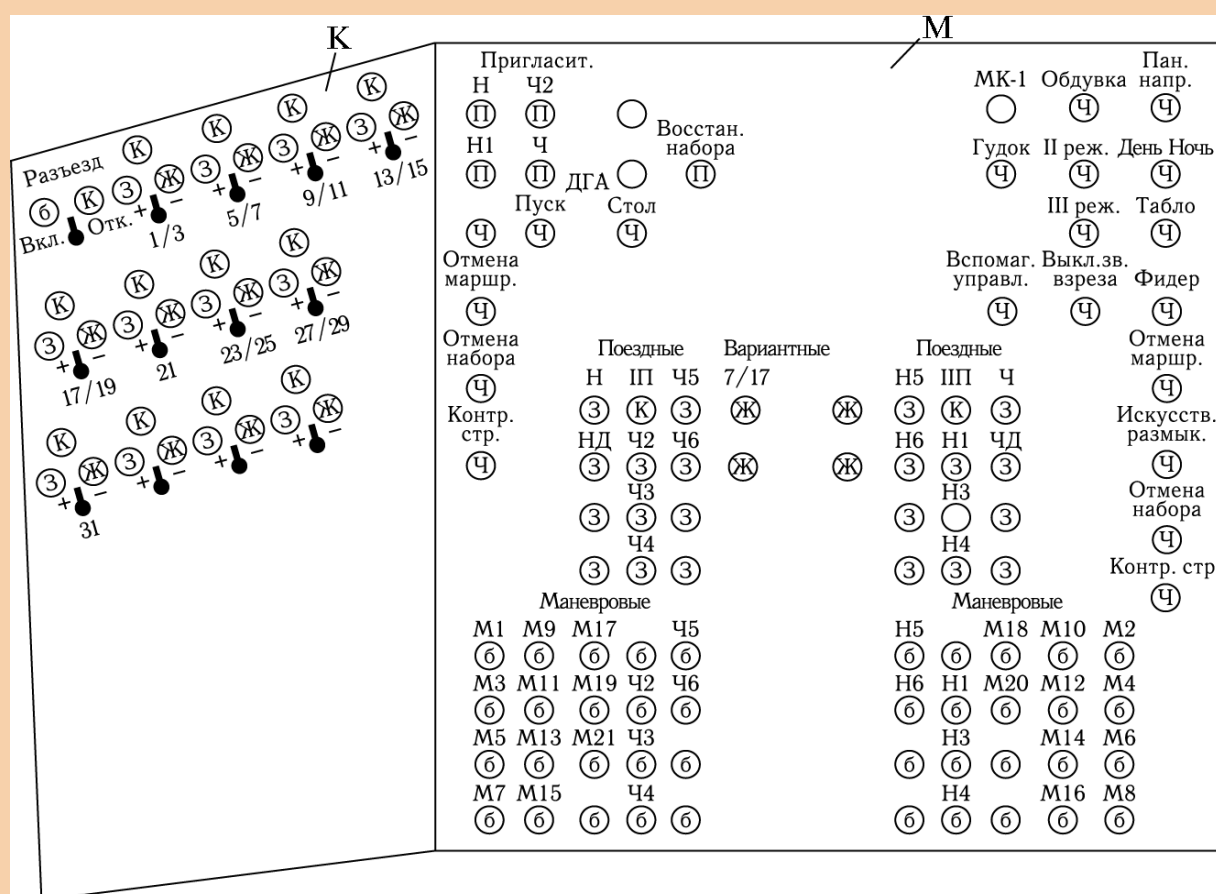


Рис. 9.12. Пульт-манипулятор

зи (на рисунке не показана). Все панели пульта имеют наклон к горизонтали 15° . Панель секции К с коммутаторами имеет форму трапеции. На панели секции размещаются 34 трехпозиционных коммутатора для индивидуального перевода стрелок. Над каждым коммутатором расположены три лампочки: левая с зеленой линзой контролирует плюсовое положение стрелки, правая с желтой линзой — минусовое, средняя с красной линзой — потерю контроля стрелки.

Панель секции М с маршрутными и другими кнопками управления имеет прямоугольную форму. На ней устанавливаются двухпозиционные кнопки. Маршрутные кнопки разделены на три группы: поездные, маневровые и варианты. Они размещаются вертикальными рядами по пять кнопок в каждом ряду. В средней части панели располагаются поездные кнопки. Вариантные кнопки размещаются в ряду поездных кнопок и имеют желтые головки.

Поездные кнопки имеют зеленые головки. На каждый поездной светофор устанавливается начальная кнопка, которая обозначается литерой светофора. Для встречных поездных маршрутов эта кнопка является конечной. Для приемо-отправочных путей, не имеющих выходных светофоров, и для пути отправления двухпутных перегонов с односторонним движением устанавливаются конечные поездные кнопки с красной головкой, которые обозначаются литерой пути, на котором заканчивается поездной маршрут. Например, для схемы станции (см. рис. 9.11) такая конечная кнопка установлена у маневрового светофора М19 и на панели М обозначается 1П (см. рис. 9.12).

Под поездными кнопками располагаются маневровые с белой головкой. Маневровая кнопка предусматривается на каждый маневровый светофор и обозначается литерой маневрового или поездного светофора.

Маршрутные кнопки располагают по горловинам в порядке возрастающих номеров светофоров в вертикальных рядах. Кроме маршрутных, на манипуляторе установлены общие кнопки с черными головками: отмены набора, отмены маршрута, включения искусственной разделки, контроля положения стрелок, включения пригласительных сигналов и ряд других кнопок, значение которых отмечено надписями.

При наборе основного маршрута приема на путь ИП дежурный сначала нажимает на пульте-манипуляторе кнопку Н с зеленой головкой — начала маршрута, а затем кнопку ИП с красной головкой — конца маршрута; на путь 4П — кнопку Н с зеленой головкой — начала маршрута, а затем кнопку Ч4 с зеленой головкой — конца маршрута.

При наборе вариантного поездного маршрута используются поездные (с зеленой головкой), вариантные (с желтой головкой) и кнопки маневровых светофоров (с белой головкой), определяющих вариантный маршрут. При наборе вариантного маршрута приема на ИП (по минусовому положению стрелок 5/7 и 17/19) нажимаются следующие кнопки: Н, М7, 7/17, М17, ИП. На пульте-манипуляторе при наборе вариантного маршрута у промежуточных маневровых светофоров, стоящих в створе, может быть нажата любая кнопка, а не обязательно первая по направлению движения, как на пульте-табло.

Основной маневровый маршрут также набирается нажатием двух кнопок с белой головкой: начала и конца маршрута. Конечной всегда нажимают кнопку того светофора, у которого кончается маршрут.

Индикация при наборе маршрутов и их использовании осуществляется в световых ячейках выносного табло так же, как и на пульте-табло.

При изготовлении рассмотренных конструкций пульта-табло и выносного табло производится индивидуальная разметка, механическая обработка каждой панели, установка световых ячеек, что является очень трудоемкими операциями. Значительным недостатком этих табло является то, что подчас невозможно использовать действующие панели при изменении путевого развития станции. Для устранения этих недостатков разработаны выносные табло и пульта-табло блочного типа «Домино» (см. рис. 9.10).

9.7. Принципы построения блочной маршрутно-релейной централизации

БМРЦ представляет собой МРЦ, в которой основная релейная аппаратура располагается в отдельных типовых блоках, монтируемых на заводе. БМРЦ по сравнению с МРЦ позволяет ускорить проектирование и строительство устройств централизации благодаря

изготовлению типовых блоков с монтажом, сокращает число ошибок в монтаже электрических схем, повышает качество эксплуатационного обслуживания централизации.

Все блоки выполняются со штепсельным включением в действующую схему, что позволяет при повреждениях быстро снять неисправный блок и заменить его исправным, не прекращая действия централизации. Каждый блок представляет собой построенную на реле электрическую схему, в которую входят цепи управления и контроля объекта (стрелки, светофора, изолированного участка и т.д.).

Для получения электрической схемы установки, контроля и размыкания маршрутов эти блоки для каждой станции размещают и включают в соответствии с порядком размещения стрелок и светофоров. По типовым схемам изготавливают релейные блоки сборной группы, включающие всю аппаратуру, с помощью которой фиксируется нажатие маршрутных кнопок при наборе маршрутов и осуществляется перевод стрелок, и исполнительной группы, которые включают всю аппаратуру по контролю правильности приготовления и замыкания маршрутов, открытию светофоров, размыканию маршрутов.

Этапы работы БМРЦ. Работу системы централизации с маршрутным управлением стрелками и светофорами можно поделить на следующие этапы: набор маршрута, перевод стрелок по маршруту, контроль выполнения условий безопасности движения поездов, замыкание маршрута и открытие светофора, размыкание маршрута (рис. 9.13). Первые три этапа работы устройств БМРЦ реализуют маршрутный принцип установки маршрутов. Набор маршрута дежурный осуществляет нажатием двух или нескольких кнопок на пульте-манипуляторе. От этих действий начинает работать группа маршрутного набора релейных устройств, фиксируя порядок нажатия кнопок и определяя категорию и направление маршрута. После этого автоматически осуществляется одновременный перевод всех стрелок, входящих в маршрут, и после проверки выполнения всех требований по безопасности движения поездов (правильность установки маршрута, свобода пути и секций маршрута, отсутствие установки враждебных маршрутов и т. п.) маршрут замыкается и автоматически открывается светофор.

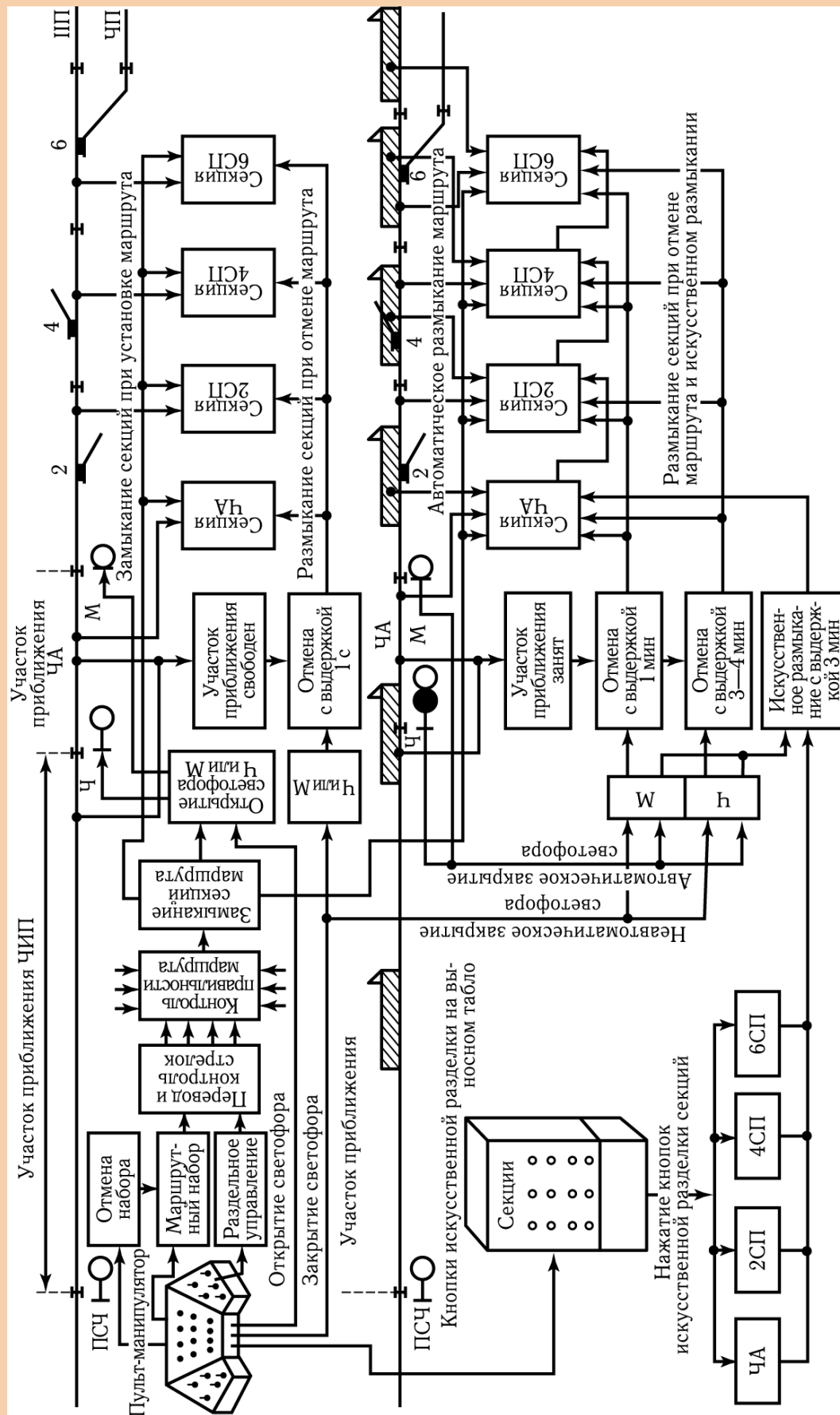


Рис. 9.13. Принцип построения и этапы работы блочной маршрутно-релейной централизации

Если маршрут не установлен и произведены неправильные действия при наборе или отпала необходимость в установке маршрута, то набор маршрута отменяется с помощью устройств «Отмена набора». При неисправности устройств маршрутного набора с помощью стрелочных коммутаторов производят отдельное управление стрелками.

При установленном маршруте в целях безопасности движения поездов происходит замыкание маршрута, т.е. исключение возможности перевода стрелок, входящих в установленный маршрут, пока поезд не проследует по маршруту. Замыкание маршрута наступает после работы релейных устройств исполнительной группы, которые проверяют выполнение требований по безопасности движения поездов (правильность установки стрелок по маршруту, свободу пути приема или перегона, свободу всех секций, входящих в маршрут, отсутствие установки враждебных маршрутов). Если эти требования выполнены в процессе установки маршрута, то наступает его замыкание, т. е. происходит замыкание секций маршрута.

Например, при установке маршрута приема на путь ПП (4П) замыкаются секции маршрута ЧА, 2СП, 4СП, 6СП и исключается перевод стрелок 2, 4, 6. После этого автоматически открывается светофор Ч или М, разрешающий движение по маршруту.

Установленный маршрут остается замкнутым до использования его поездом, или отмены, или искусственного размыкания маршрута. Все виды размыкания маршрута возможны лишь при закрытом состоянии светофора.

При движении поезда по маршруту происходит автоматическое секционное размыкание маршрута.

При вступлении поезда на секцию ЧА входной светофор Ч автоматически закрывается. При занятии поездом следующей секции 2СП и освобождении секции ЧА секция ЧА размыкается. Затем размыкание следующей секции маршрута будет осуществляться с занятием последующей и проверкой занятия и освобождения размыкаемой секции маршрута. Таким образом, секция 2СП размыкается после того, как поезд полностью проследует на секцию 4СП, секция 4СП — после ее освобождения поездом и нахождении его на 6СП и т. д.

Такой принцип размыкания маршрута с помощью контроля вступления поезда на данную секцию и освобождения от замыкания предыдущей секции, освобождения данной секции и занятия следующей

по ходу секции гарантирует невозможность размыкания маршрутных секций в середине маршрута наложением и снятием шунта, а также невозможность размыкания занятых секций при потере поездного шунта, что повышает безопасность движения поездов.

Если нельзя использовать установленный и замкнутый маршрут, его отменяют. Отмена маршрута осуществляется до вступления поезда на маршрут при принудительном закрытии светофора. В системе БМРЦ неиспользованный маршрут отменяется последовательным нажатием двух кнопок: кнопки «Отмена маршрута» и той, которой задавался маршрут. Светофор закрывается, и происходит автоматическая отмена неиспользованного маршрута с соответствующей выдержкой времени. Она зависит от категории отменяемого маршрута (поездной или маневровой) и от состояния участка приближения перед светофором (занят поездом или свободен).

При свободном участке приближения для отмены любого маршрута выдержка времени составляет 6 с. При занятом участке приближения для отмены маневрового маршрута выдержка времени составляет 1 мин; для отмены поездного маршрута — 3...4 мин. После выдержки времени происходит размыкание всех секций маршрута и снимается замыкание стрелок. Использование режима отмены маршрута при занятом участке приближения и полностью замкнутом маршруте позволяет не прибегать к искусственному размыканию маршрута, как это делается в релейной централизации промежуточных станций. При отмене маршрута не требуется нажатие кнопок искусственной разделки всех секций маршрута, что ускоряет размыкание сложных маршрутов.

Искусственное размыкание маршрута используется, когда после проследования поезда по маршруту секции маршрута остаются замкнутыми вследствие повреждения рельсовой цепи секций, из-за отсутствия контроля стрелки, входящей в маршрут, или других причин, из-за которых невозможно автоматическое размыкание маршрута. В этом случае маршрут разделяется последовательным нажатием кнопок тех секций, которые надо разомкнуть, и затем — нажатием групповой кнопки искусственной разделки, отчего включается выдержка времени 3 мин. По окончании выдержки времени секции размыкаются в последовательном порядке по направлению к центру станции.

Для обеспечения работы БМРЦ вся ее аппаратура делится на две группы: наборную и исполнительную.

Наборная группа воспринимает и запоминает действия дежурного по набору маршрутов, определяет категорию и направление набираемого маршрута, начало и конец маршрута, формирует пусковые цепи для перевода стрелок по маршруту, проверяет правильность перевода стрелок в положение, соответствующее установленному маршруту.

Последовательность работы наборной группы. При наборе маневрового маршрута от светофора МЗ на путь ИП (рис. 9.14) дежурный сначала нажимает кнопку начала маршрута МЗ на пульте-манипуляторе. От нажатия кнопки начала маршрута МЗ в блоке наборной группы срабатывает кнопочное реле МЗКН, которое определяет начало маршрута и запоминает действие ДСП (этап 1). Это реле включает зеленую ячейку у повторителя светофора МЗ на выносном табло, чем контролируется действие начала набора маршрута. Одновременно кнопочное реле МЗКН включает реле направления ПМ, которое определяет направление и категорию маршрута, и возбуждается противоповторное реле МП, которое определяет начало маневрового маршрута от светофора МЗ (этап — 2). На выносном табло в указателе «Установка маршрута» загораются белые ячейки мигающим светом в правой стрелке, чем контролируется начало набора маневрового маршрута в сторону приемо-отправочных путей станции.

Дежурный нажимает кнопку конца маршрута М19. В наборной группе срабатывает реле М19КН и включает на выносном табло зеленую ячейку у повторителя светофора М19, показывающую правильность действий дежурного. Затем возбуждается конечное реле М19КМ, чем определяется конец маневрового маршрута за светофором М19 (этап 3). На выносном табло белые ячейки в указателе «Установка маршрута» переключаются с мигающего на непрерывный режим горения.

Так как задаваемый маршрут является сложным маневровым, состоящим из двух элементарных маршрутов — от светофора МЗ до светофора М17 и от светофора М17 на путь ИП, то для формирования сложного маршрута по основному варианту (от нажатия двух маршрутных кнопок) в наборной группе срабатывают автоматические кнопочные реле АКН в блоках промежуточных светофоров, определяющие, что маршрут набирается, минуя встречные светофоры М7 и М13 и попутный светофор М17 (этап 4). С момента срабатывания этих реле на выносном табло перед повторителями промежуточных светофо-

ров М7, М13 и М17 загораются зеленые ячейки. Эта индикация означает, что действия дежурного по набору маршрута закончены и реле наборной группы сработали правильно. Начинается перевод стрелок, входящих в маршрут: возбуждаются плюсовые управляющие реле ПУ (так как стрелки маршрута должны занимать плюсовое положение) и маршрутно-начальные реле МН. Реле ПУ включают пусковые реле ПС и переводятся те стрелки, положение которых не соответствует устанавливаемому маршруту (этап 5). С момента возбуждения реле ПУ входящих в маршрут стрелок на выносном табло гаснут зеленые ячей-

Действия ДСП на пульте-манипуляторе	Этапы работы наборной группы	Индикация на выносном табло
Нажатие кнопки начала маршрута МЗ	1. Реле МЗ КН↑ и определяет начало маршрута	 МЗ — 6
	2. Реле ПМ↑ и определяет направление и категорию маршрута; МП↑	 Установка маршрута
Нажатие кнопки конца маршрута М19	3. Реле М19КН↑, М19КМ↑	 МЗ — 6 Установка маршрута
	4. Реле М7АКН↑, М13АКН↑, М17АКН↑ — определяет набор сложного маршрута по основ- ному варианту	 М7 — 6 М13 — 6 М17 — 6
	5. Реле МН↑, ПУ↑→ПС↑; начинается перевод стрелок по маршруту	 МЗ — 6 М17 — 6
	6. Реле ПК↑→включается схема соответствия: ПУ-ПК (МУ-МК) Работа наборной группы закончилась: реле Н↑, КМ↑	 Установка маршрута МЗ — 6 М17 — 6
Условные обозначения: МЗКН↑ — реле Зеленый ровно горящий Белый ровно горящий Белый мигающий		

Рис. 9.14. Таблица последовательности действий ДСП, работы наборной группы БМРЦ и индикации на табло

ки у повторителей промежуточных светофоров, но продолжают гореть зеленые ячейки у повторителей светофоров МЗ и М17, определяющих начало простых маршрутов.

После перевода стрелок по маршруту возбуждаются контрольные реле ПК и включается схема соответствия ПУ-ПК (этап 6), которая проверяет соответствие состояния управляющих реле наборной группы с состоянием контрольных реле исполнительной группы. При соответствии состояний ПУ-ПК (МУ-МК) включаются начальные Н и конечные КМ реле в исполнительной группе для дальнейшего формирования замыкания маршрута и открытия светофоров МЗ и М17. При этом на выносном табло горят ровным светом зеленые ячейки у повторителей маневровых светофоров МЗ и М17 и белые ячейки в указателе «Установка маршрута», что соответствует об окончании набора маршрута.

Исполнительная группа осуществляет контроль всех условий правильности приготовления поездных и маневровых маршрутов, составленных из элементарных маршрутов, замыкание маршрутов, открытие сигналов, отмену маршрутов, искусственное размыкание маршрутов. В исполнительную группу входят схемы начальных, конечных и общеманевровых реле, контрольно-секционных реле, сигнальных, замыкающих и маршрутных реле, реле отмены и искусственной разделки маршрутов.

Последовательность работы исполнительной группы. По окончании работы наборной группы исполнительная группа производит автоматический перевод стрелок по маршруту (рис. 9.15) и возбуждает начальные и конечные реле, которые определяют начало и конец сложного маневрового маршрута (этап 1).

На выносном табло горят зеленые световые ячейки у повторителей светофоров МЗ и М17 и белые световые ячейки в указателе «Установка маршрута». Так как маневровый состав находится на участке НАП, световые ячейки участка НАП горят красным светом.

Как только исполнительная группа определила начало и конец устанавливаемого маршрута, по трассе маршрута возбуждаются контрольно-секционные реле КС с проверкой условий безопасности движения поездов и выключают замыкающие реле З стрелочных секций, входящих в маршрут. Происходит замыкание секций и исключение возможности перевода стрелок этих секций (этап 2). В этот момент на табло по трассе маршрута загорается белая полоса, которая контролирует замыкание секций маршрута.

Этапы работы исполнительской группы и поездные положения	Индикация на выносном табло
1. Автоматический перевод стрелок по маршруту. Реле Н↑ и КМ↑; определили начало и конец сложного маршрута, состав находится на участке НАП	
2. По трассе маршрута реле КС↑ с контролем условий правильности приговления маршрута и реле 3↓ – маршрут замыкается; перед светофором М3 находится состав	
3. Сигнальные реле МЗС↑ и М17С↑ с контролем положения стрелок ПК↑, свободности секций КС↑, замыканий секций 3↓. Светофоры МЗ и М17 открываются	
4. Состав вступил на секцию ЗСП. Реле СП↓, КС↓, МЗС↑	
5. Состав освободил НАП и занимает секции ЗСП и 5-9СП: МЗС, СП↓, КС↓, 1М↑	
6. Состав освободил ЗСП: 2М↑, 3↑; занимает секции 5-9СП и 19СП: реле СП↓, КС↓, 1М↑	
7. Состав освободил 5-9СП и занимает секции 19СП и 23СП: 2М↑, 3↑; СП↓, КС↓, 1М↑, М17↑	
8. Состав освободил 19СП и занимает секции 23СП и П: 2М↑, 3↑; СП↓, КС↓, М17↓, 1М↑	
9. Состав освободил 23СП: 2М↑, 3↑, П↓	
Условные обозначения: зеленый светом; белый светом; 3;	ячейка ровно горящая: негорящая ячейка красный светом; лампочка горит лампочка не горит

Рис. 9.15. Таблица последовательности работы исполнительной группы БМРЦ и индикации на табло

На участке НАП горит красная полоса, контролирующая занятость участка перед светофором МЗ. Продолжают гореть зеленые ячейки у повторителей светофоров МЗ и М17, определяющих начало простых маршрутов, и белые ячейки в указателе «Установка маршрута».

После замыкания маршрута в сигнальных блоках возбуждаются сигнальные реле МЗС и М17С. При возбуждении сигнальных реле контролируется правильное положение стрелок по маршруту (ПК↑), свобода стрелочных секций маршрута (КС↑), действительное замыкание секций (З↓). Сигнальные реле включают на светофорах МЗ и М17 белые огни (этап 3). На табло в повторителях светофоров МЗ и М17 загораются белые лампочки, контролирующие разрешающее показание этих светофоров. Продолжает гореть белая полоса по трассе установленного маршрута и гаснут зеленые ячейки у повторителей светофоров МЗ и М17 и белые ячейки в указателе «Установка маршрута», что указывает дежурному на возможность набирать другой невраждебный маршрут.

При открытии маневрового светофора МЗ состав, находящийся на участке НАП, начинает движение. При выходе первых скатов состава за светофор МЗ на стрелочный участок ЗСП обесточивается реле СП этого участка и выключает реле КС, которое переключает питание сигнальному реле МЗС и светофор остается открытым до момента полного освобождения составом участка приближения (этап 4). На табло включается красная полоса занятости участка ЗСП.

После полного освобождения участка приближения НАП гаснет красная полоса этого участка, закрывается маневровый светофор МЗ и начинается автоматическое секционное размыкание маршрута с помощью маршрутных и замыкающих реле. При нахождении состава на участке ЗСП в блоке СП выключаются реле СП и КС и срабатывает первое маршрутное реле 1М, которое фиксирует действительное прохождение состава по данной секции и подготавливает ее размыкание (этап 5).

При выходе состава на секцию 5—9СП и полном освобождении секции ЗСП в блоке этой секции срабатывает второе маршрутное реле 2М, а за ним замыкающее реле 3 и секция ЗСП размыкается. На табло гаснет красная полоса секции ЗСП. При нахождении состава на секции 5—9СП в путевом блоке этой секции выключаются реле СП и КС и с контролем полного размыкания предыдущей секции ЗСП возбуждается первое маршрутное реле 1М (этап 6). На табло включается красная полоса занятости секций маршрута 5—9СП и 19СП.

По мере движения состава и выхода его по открытому светофору М17 на секцию 23СП обесточивается реле СП этой секции и включает красную полосу

на табло. При полном освобождении составом секции 5—9СП в блоке этой секции возбуждается второе маршрутное реле 2М, за ним замыкающее реле 3 и секция 5—9СП размыкается. При занятии составом секции 19СП в блоке этой секции возбуждается первое маршрутное реле 1М. Светофор М17 продолжает быть открытым (этап 7).

С момента полного освобождения секции 19СП светофор М17 закрывается. В путевом блоке этой секции срабатывает второе маршрутное реле 2М, возбуждается замыкающее реле 3 и секция 19СП размыкается. При нахождении состава на секции 23СП обесточивается реле СП и включает красную полосу на табло. С контролем размыкания предыдущей секции 19СП возбуждается в блоке 23СП первое маршрутное реле 1М, которое фиксирует прохождение состава по данной секции и подготавливает ее размыкание (этап 8).

При выходе состава на путь 1П и полном освобождении секции 23СП в путевом блоке этой секции срабатывают реле 2М и 3 и данная секция размыкается. При нахождении состава на пути 1П обесточивается путевое реле П и включает на табло красную полосу на пути 1П (этап 9).

9.8. Микропроцессорные системы ЭЦ

Существующие релейные системы ЭЦ имеют существенные недостатки: значительный объем релейной аппаратуры, требующий больших помещений и различных работ при обслуживании; низкая информативность пультов-табло; использование только ручной установки маршрутов; отсутствие средств диагностики работы системы и ее технического обслуживания.

Кроме функций, выполняемых релейными системами ЭЦ, в микропроцессорных системах обеспечивается выполнение ряда новых функций, получаемых благодаря использованию микропроцессорной программируемой элементной базы: накопление задаваемых маршрутов и автоматический выбор трассы маршрута; автоматическая установка маршрутов в соответствии с текущим временем и графиком движения поездов; автоматическое протоколирование действий персонала, работы системы и устройств (функции «черного ящика»); оперативное предоставление нормативно-справочной информации и данных технико-распорядительного акта (ТРА) станции; реализации функций линейного пункта ДЦ для кодового уп-

равления станцией без дополнительных капитальных затрат; автоматическая регистрация действий оператора и хранение их в памяти ЭВМ; хранение, просмотр и статистическая обработка отказов в ЭЦ; поддержка оперативного персонала в нештатных ситуациях (исключение неправильных действий пользователя, режим подсказки); использование в режиме советника для дежурного по станции; совместимость с информационными системами автоматического управления перевозками (АСОУП, АСУ СС и др.).

В настоящее время разработан и внедряется на станциях ряд микропроцессорных систем централизации стрелок и сигналов.

Релейно-процессорная централизация ЭЦ МПК. В ней функции, обеспечивающие безопасность движения (работа путевого реле, управление светофором, перевод стрелки и т.п.) выполняются реле I класса надежности, а функции ЭЦ по автоматизации маршрутов и другие, не связанные с обеспечением безопасности движения, регулируются средствами вычислительной техники. Таким образом, ЭЦ МПК интегрируется с исполнительными схемами традиционных релейных систем ЭЦ. Кроме того, технические средства ЭЦ МПК реализуют функции линейного пункта ДЦ без дополнительных затрат. В ЭЦ МПК используются центральные зависимости и центральное питание.

Система ЭЦ МПК строится по трехуровневой структуре, представленной на рис 9.16. Верхним уровнем являются автоматизированные рабочие места ДСП (АРМ ДСП) на базе резервированных ЭВМ и АРМ дежурного электромеханика. Ко второму уровню относится комплекс технических средств управления и контроля (КТС УК). Комплекс состоит из источников питания 1, контроллеров 2, плат контроля 3 и управления 4. Третий уровень включает исполнительные схемы релейной централизации.

Основой комплекса КТС УК являются два промышленных контроллера. Каждый из них включает в себя компьютер и различные платы для ввода-вывода информации. КТС обеспечивает следующие функции: сбор, обработку и хранение информации о состоянии объектов ЭЦ (положение стрелок, сигналов и других путевых объектов); передачу этой информации на АРМа ДСП и другие АРМы по локальной вычислительной сети (ЛВС); прием от

АРМа ДСП и последующая реализация команд по установке, отмене и искусственной разделке маршрутов, переводу стрелок и др.; сопряжение с системами ДЦ.

Аппаратура КТС УК имеет два комплекта: основной и резервный. Дублирующий комплект (основной или резервный) работает в режиме «горячего резерва». Комплект, который в данный момент осуществляет обмен данными с АРМом ДСП и реализует команды управления, считается «активным». Второй комплект — («пассивный») включен, собирает и обрабатывает информацию. Он готов в любой момент перейти в активное состояние.

АРМ ДСП выполнен на основе двух ПЭВМ с мониторами, объединенных локальной сетью, в которую включены АРМы электромеханика и при необходимости — другие пользователи информации о передвижении поездов на станции. За счет использования локаль-

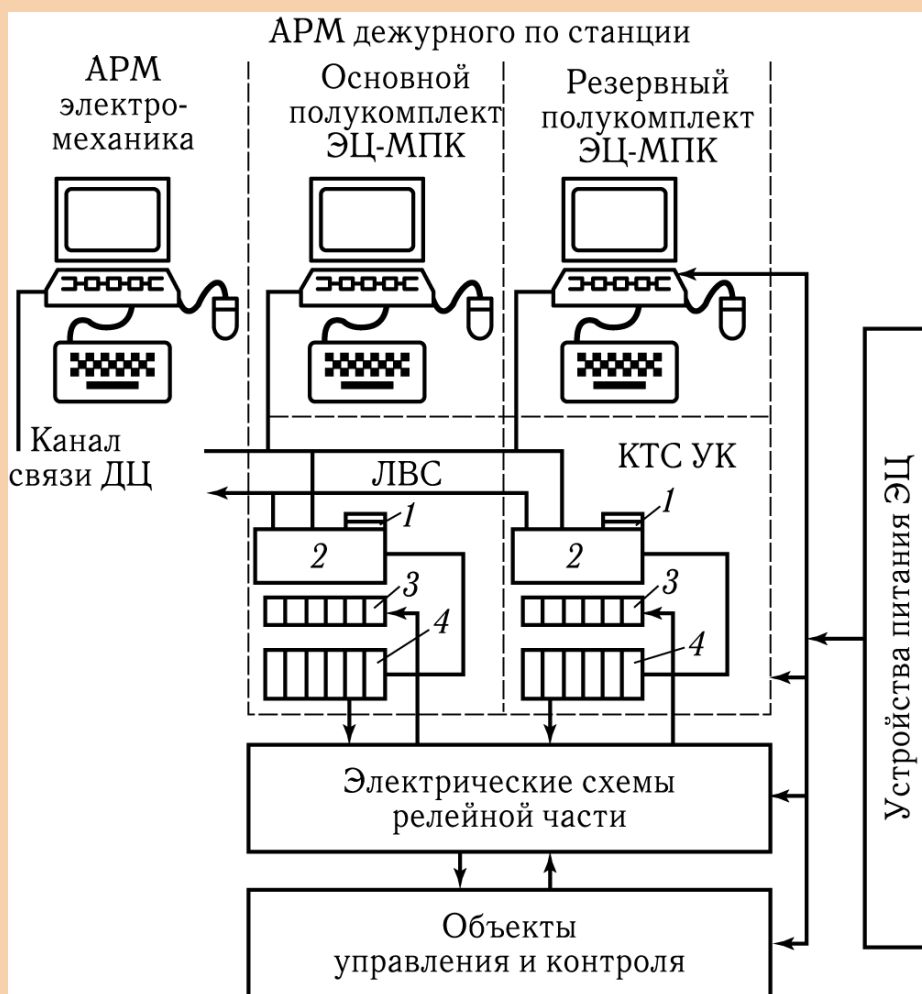


Рис. 9.16. Структурная схема ЭЦ МПК

ной сети АРМы (в том числе АРМ ДСП) могут быть территориально рассредоточены на станции в местах размещения оперативного и обслуживающего персонала.

В качестве аппарата управления используются стандартная клавиатура ПЭВМ и манипулятор типа «мышь». Информация отображается на мониторах, плазменном табло или видеопроекционном табло на просвет или отражение.

На средства вычислительной техники возлагается обеспечение решения следующих задач: маршрутного набора; реализация режима автоматического действия светофоров; двукратный перевод стрелки; последовательный пуск стрелок; фиксация неисправностей; оповещение монтеров пути; обдувка стрелок. Благодаря использованию программируемой элементной базы выполняются следующие дополнительные функции: автоматическое протоколирование действий персонала, работы системы и устройства (функция «черного ящика»); оперативное предоставление нормативно-справочной информации и данных ТРА станции; реализация функций линейного пункта ДЦ для кодового управления станцией без дополнительных капитальных затрат; автоматизация управления посредством формирования маршрутных заданий на предстоящий период (без ограничения емкости); накопление маршрутов как по принципу очереди, так и по времени исполнения (без ограничения емкости); хранение, просмотр и статистическая обработка отказов в ЭЦ; поддержка оперативного персонала в нештатных ситуациях (исключение некорректных действий пользователя, режим подсказки); сопряжение с информационными системами вышестоящего уровня (АСОУП, АСУСС и др.).

Система ЭЦ МПК реализует программное, маршрутное и индивидуальное управление стрелками, обеспечивает возможность автоматической установки маршрутов на предстоящий период с выдачей речевых сообщений в случаях недопустимых отклонений и нарушений работы устройств.

Для работы ДСП с ЭЦ МПК есть два режима: основной и вспомогательный. В *основном режиме* реализуются функции контроля состояния станционных устройств и управления объектами (стрелками, светофорами и др.) с обеспечением всех условий безопаснос-

ти движения поездов схемными решениями традиционных релейных систем ЭЦ. Во *вспомогательном режиме* можно управлять устройствами СЦБ при нарушениях их нормального функционирования. Это относится к использованию пригласительных сигналов, вспомогательному переводу стрелок, аварийной смене направления на однопутном перегоне, искусственному размыканию секций маршрута, вспомогательному режиму открытия переезда.

Микропроцессорная система централизации ЭЦ-ЕМ. Она является системой нового поколения, использующей передовые компьютерные технологии, и предназначена для управления технологическим процессом на станции средствами вычислительной техники, а также обеспечивает сочетание высокой пропускной способности с требуемой степенью безопасности движения поездов.

В системе ЭЦ-ЕМ используются центральные зависимости, маршрутный набор, микропроцессорная и релейная аппаратура. Система является единой для применения на малых, средних и крупных станциях магистрального железнодорожного транспорта России.

Структурная схема построения системы ЭЦ-ЕМ показана на рис. 9.17. Основой вычислительного центра системы является управляющий вычислительный комплекс УВК РА-01. Он обеспечивает контроль и управление стрелками и сигналами, взаимодействие с ДСП, а также связь ЭЦ-ЕМ с вышестоящими системами железнодорожной автоматики и диагностику исправного состояния собственных блоков, выявление отказов и отключение неисправной аппаратуры.

Управление объектами централизации осуществляется с рабочего места дежурного по станции (РМ ДСП), оборудованного тремя ПЭВМ и упрощенным пультом-табло для контроля и управления. В процессе функционирования системы две ПЭВМ находятся в рабочем режиме, одна — в холодном резерве. Каждая ПЭВМ физически связана с двумя различными вычислительными каналами УВК. Пульт-табло контроля и управления используется в системе для выполнения некоторых специальных функций управления (режим горения сигналов «день/ночь», рукоятка для установки макета стрелки, ключ-жезл и др.), а также для аварийного управления стрелками и пригласительными сигналами.

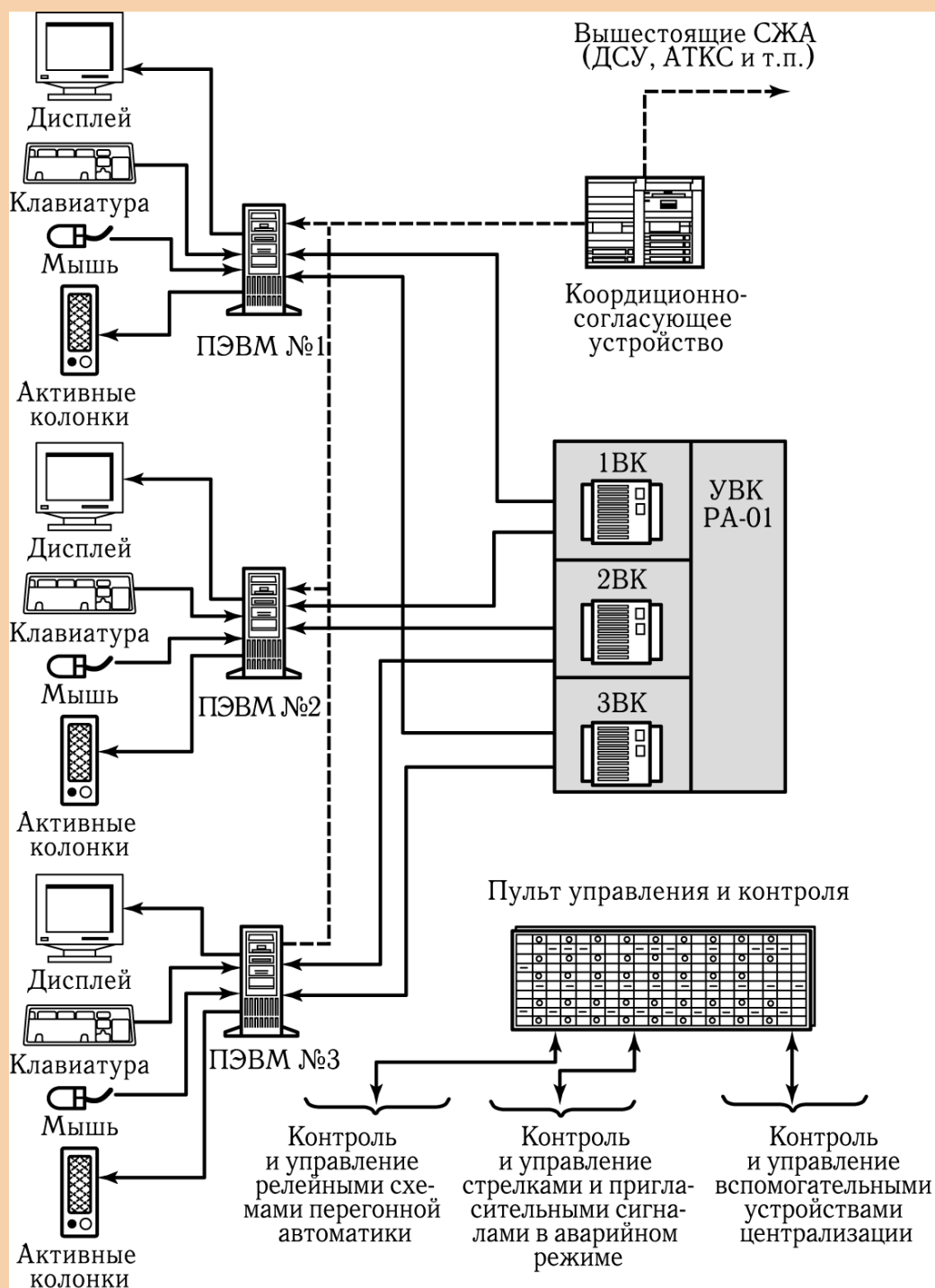


Рис. 9.17. Структурная схема системы ЭЦ-ЕМ

Использование средств вычислительной техники позволило дополнить систему ЭЦ-ЕМ рядом новых функций как технологического, так и информационно-сервисного характера.

К дополнительным *технологическим функциям* относятся: контроль логической занятости путей и участков пути при занятии их поездом в

заданном маршруте (с контролем их последующего освобождения по маршруту для защиты от потери шунта); проверка условий безопасности при задании маршрута, открытии и горении пригласительного сигнала (кроме условий, взятых ДСП под свою ответственность); прекращение кодирования маршрутов до головы поезда при несанкционированном выезде подвижной единицы на маршрут; проверка свободности всех секций в маневровом маршруте при движении вагонами вперед после вступления подвижной единицы на маршрут (кроме первой секции, прилегающей к занятой секции); исключение посекционного размыкания маршрута в случае проезда подвижной единицей перекрытого светофора; возможность задания автоматического действия в любом поездном маршруте; индивидуальная выдержка времени для каждого отменяемого маршрута, размыкаемой секции и др.

К информационно-сервисным функциям относятся: возможность накопления маршрутов как по времени, так и по очереди, формирование на экране РМ ДСП различных сообщений о ходе технологического процесса, удобство ввода управляющих команд и др. Важной новой функцией является протоколирование хода технологического процесса (управляющих действий ДСП, реакции на них системы, состояния постового и напольного оборудования). Перечисленные сведения фиксируются и хранятся в архиве РМ ДСП, защищенном от несанкционированного доступа. Эти сведения могут быть в любой момент извлечены и проанализированы. На основании анализа записей архива о работе напольного оборудования (рельсовых цепей, светофоров, стрелок и др.) могут выявляться перемежающиеся неисправности напольных устройств, что дает возможность использования этой информации в АРМе электромеханика.

Внедрение ЭЦ-ЕМ ведет к сокращению производственных площадей, снижению затрат на проектирование, оснащение станции техническими средствами сопряжения с вышестоящими системами, на эксплуатацию системы при безусловном обеспечении требуемого уровня безопасности движения поездов.

Микропроцессорная система централизации МПЦ Ebilock-950 (Швеция). Эта система относится ко второму поколению компьютерных ЭЦ стрелок и сигналов и может применяться на малых, средних и крупных станциях. Система является комбинированной, в ней микропроцессорные устройства обеспечивают выполнение и контроль

взаимозависимостей стрелок и сигналов на станции, тестирование устройств и обеспечение безопасности движения поездов, а релейная аппаратура осуществляет непосредственное управление напольными устройствами. Система имеет центральные зависимости и маршрутное управление стрелками.

На рис. 9.18 приведена структурная схема такой системы МПЦ.

МПЦ Ebilock-950 состоит из центрального компьютера, который имеет два процессора А и Б. Один из этих процессоров работает в реальном времени, другой находится в рабочем состоянии и является горячим резервом, готовым заменить первый при возникновении в нем неисправности. Центральный компьютер Ebilock-950 обеспечивает безопасность движения поездов на станции и выполняет команды ДСП.

К центральному компьютеру подключены АРМ ДСП и АРМ ШН электромеханика. От ДСП в систему посредством клавиатуры или «мыши» поступают команды, связанные с поездной работой, а из системы на АРМ поступает информация о происходящих событиях на станции. Для этого используется монитор, где отображен план станции.

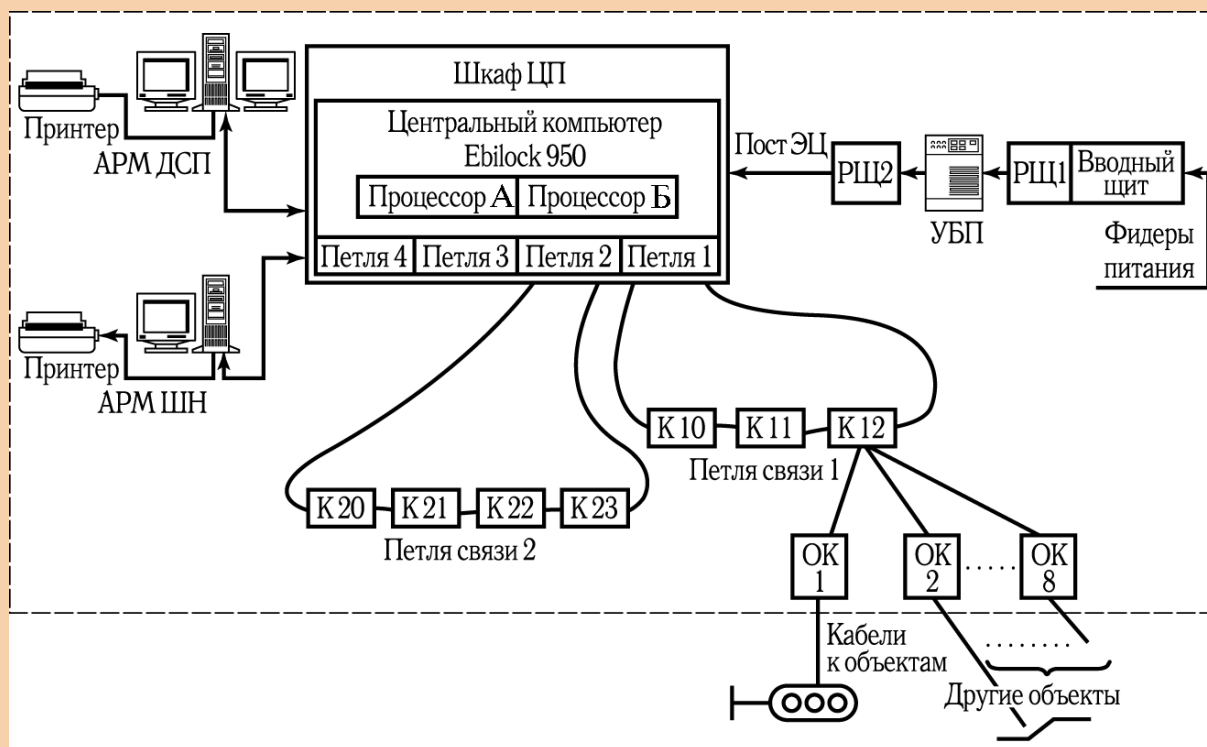


Рис. 9.18. Структурная схема системы МПЦ

Системный блок и монитор АРМ ДСП резервируются на случай неисправности основного. Все действия ДСП фиксируются и запоминаются компьютером. Спустя достаточно большое время можно воссоздать любую поездную ситуацию.

С АРМа ШН можно контролировать состояния напольных объектов, подключенных систем (АРМ ДСП, объектных контроллеров и др.), просмотреть электронную версию журналов событий, а также вывести на печать информацию о сбоях и неисправностях.

Для непосредственного управления станционными объектами служат объектные контроллеры ОК, которые подключаются к центральному компьютеру через петли связи и концентраторы К.

Объектный контроллер принимает приказ от центрального компьютера, преобразует его в электрические сигналы для управления напольными устройствами. Сигналы, принятые от напольного оборудования, также преобразуются в сигналы контроля его состояния и через концентраторы передаются в центральный компьютер. Объектные контроллеры бывают различного назначения. Например, сигнальный контроллер управляет сигнальными показаниями и контролирует состояние светофорных ламп, стрелочный определяет состояние стрелки и управляет электродвигателем и т.д.

Такая компьютерная централизация МПЦ выполняет все требования ПТЭ по обеспечению взаимозависимостей стрелок и сигналов и осуществляет обработку данных не допуская выполнения опасных команд, поступающих от системы управления и отображения. Только корректные команды от системы управления и отображения преобразуются в приказы и передаются на объекты управления (стрелки, сигналы, переездное оборудование, перегонные устройства и др.).

Автоматизированное рабочее место дежурного по станции. АРМ ДСП представляет собой промышленный компьютер с клавиатурой, манипулятором типа «мышь», двумя цветными мониторами и печатающим устройством. С АРМа непосредственно ДСП управляет стрелками, светофорами и другими устройствами на станции. Установка маршрутов, положение стрелок, показания светофоров, состояние изолированных участков пути, стрелочных секций, приемо-отправочных путей, участков приближения и удаления, а также других объектов контролируются на экране монитора АРМа

ДСП. Здесь же изображен схематический план станции со всеми объектами управления и контроля (рис. 9.19). Состояние объекта изменяется подачей соответствующей команды при помощи «мыши» или клавиатуры с учетом поездной обстановки и состояния контролируемых объектов.

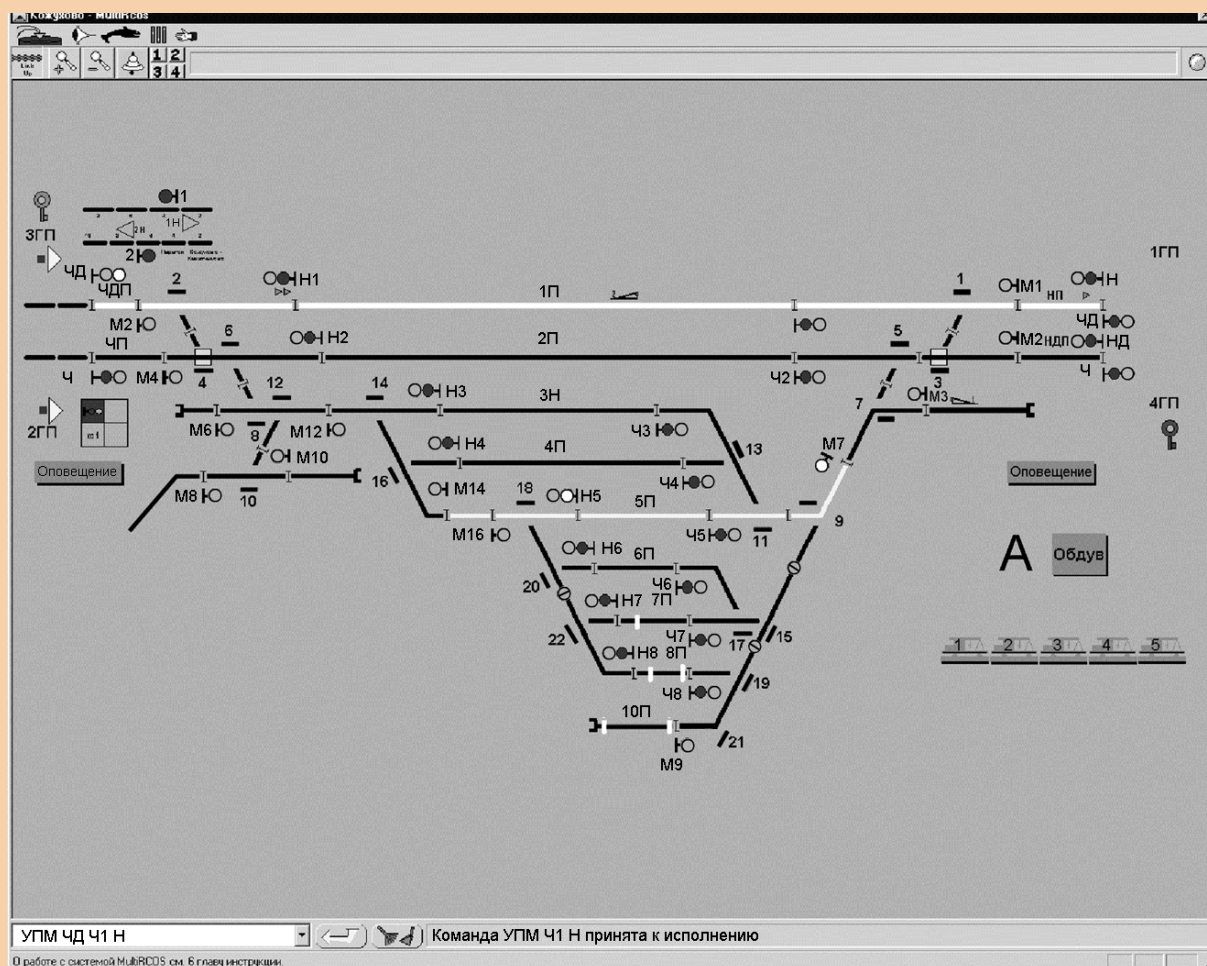


Рис. 9.19. Схема станции АРМа ДСП

Маршрут приема может быть установлен с помощью команды УПМ («установка поездного маршрута») или манипулятора «мышь». Последовательность действий ДСП при установке маршрута приема с помощью «мыши» следующая:

- подвести курсор «мышь» на точку начала маршрута (светофор) и нажать **левую кнопку** «мыши». Если ДСП попал в объект, то вокруг объекта отобразится зеленый прямоугольник. Курсор изменяется на значок, показывающий, что программа сейчас находится в режиме установки маршрута;

- выбрать конечную точку маршрута с помощью **правой кнопки** «мыши». Если ДСП правильно выбрал конец маршрута, то на всех выбранных объектах отобразятся зеленые прямоугольники. При выборе конца маршрута появится **меню**, отображающее только **возможные маршрутные команды**.

Например, при установке маршрута приема от сигнала ЧД до сигнала Н2 ДСП левой кнопкой мыши «щелкает» на стык у светофора ЧД и затем правой кнопкой «мыши» «щелкает» на стыке у светофора Н2. После появления в командном поле команды УПМ активизируется кнопка «Выполнить» (с желтой стрелкой) на командной панели. У изолирующего стыка появляется зеленый кружок, отображающий обозначение начала маршрута. Происходит автоматический перевод стрелок. После перевода стрелок по маршруту происходит замыкание поездного маршрута. Секции, замкнутые в маршруте, изображаются зеленым цветом. Происходит открытие светофора и на символе светофора высвечивается соответствующее сигнальное показание.

При вступлении поезда на участок приближения символ этого участка изменяется на красный цвет, а при занятии поездом участка приближения к станции будет дополнительно кратковременно подан звуковой сигнал. При выезде поезда за светофор зеленая полоса этого участка сменится на красную, разрешающее показание на светофоре, ограждающем этот маршрут, сменится на запрещающее.

По мере дальнейшего следования поезда по маршруту и занятия им изолированных секций зеленая полоса каждой занятой поездом секции будет меняться на красную, а по мере освобождения поездом секций красная полоса каждой такой секции будет гаснуть, т.к. происходит размыкание маршрута (посекционное).

Порядок приготовления маршрута отправления и индикация на экране монитора аналогичны порядку установки маршрута приема и его индикации.

При установке маневрового маршрута, например, от М8 до М12, ДСП «щелкает» левой кнопкой «мыши» по изображению светофора М8, а затем правой кнопкой «мыши» — по изображению светофора М12. В командном поле командной панели появляется команда УММ («Установка маневрового маршрута»). После этого нажимается кнопка «Выполнить» на командной панели (желтая стрелка) и у изолирующего стыка появляется желтый кружок, отображающий обозначение начала маршрута. Происходит автоматический перевод

стрелок и после этого замыкание маршрута. Секции, замкнутые в маршруте, отображаются желтым цветом и происходит открытие светофора. На символе светофора появляется разрешающее сигнальное показание.

При освобождении подвижным составом изолированного участка перед светофором и перекрытии лунно-белого огня на запрещающее показание гаснет повторитель светофора на экране монитора. По мере следования состава по маршруту и занятии им изолированных участков желтая полоса каждой занятой составом секции будет меняться на красную, а по мере освобождения составом изолированных участков красная полоса каждой такой секции будет гаснуть, т.е. происходит посекционное размыкание использованного маршрута.

Отмена установленного маршрута выполняется только ДСП по команде ОМ «наименование <сигнал>». При поступлении данной команды перекрывается светофор, ограждающий маршрут. Отмена установленного маршрута производится при выполнении следующих условий: замкнутое состояние маршрута; свобода всех стрелочных и путевых участков по маршруту.

Отмена маршрута осуществляется с выдержкой времени:

- поездного и маневрового маршрута при свободном участке приближения — не менее 5 с;
- поездного маршрута при занятом участке приближения и в случае, когда маршрут был замкнут командой УПБ, — не менее 3 мин;
- маневрового маршрута при занятом участке приближения и в случае, когда маршрут был замкнут командой УМБ, — не менее 1 мин;
- если до поездного светофора был установлен маневровый маршрут, а далее поездной, то отмена поездного маршрута при занятом участке приближения происходит с выдержкой времени не менее 3 мин.

Последовательность действий ДСП при отмене поездного маршрута, например, поездного маршрута Ч2 НД, следующая:

ДСП правой кнопкой «мыши» «щелкает» по изображению светофора Ч2 и в появившемся меню команд выбирает команду ОМ (отмена маршрута). В командном поле появляется соответствующая отмене маршрута запись. ДСП нажимает кнопку «Выполнить» (желтая стрелка). В результате выполнения команды светофор Ч2 перекрывается, стык у светофора Ч2 мигает красным цве-

том (красный прямоугольник), пока идет выдержка отмены маршрута (3 мин при занятом участке приближения и 5 с при свободном). После этого происходит размыкание маршрута и секции, которые были задействованы в маршруте и изображались зеленым цветом, отображаются белым цветом.

При отмене установленного маневрового маршрута, например, УММ М8 М12, действия ДСП аналогичны. Выдержка отмены маршрута составляет 1 мин при занятом участке приближения. После этого происходит размыкание маршрута и секции, которые были задействованы в маршруте и были показаны желтым цветом, изображаются белым цветом.

При отмене установленного маршрута ДСП может «щелкнуть» левой кнопкой «мыши» на экране монитора на кнопку «Очистить». Такие действия выполняются, когда ДСП случайно задал неточный маршрут или есть необходимость его изменить. В этом случае ДСП установил маршрут на экране АРМа ДСП, но при этом еще не успел «щелкнуть» кнопку «Выполнить». В результате таких действий ДСП установленный, но не использованный маршрут будет отменен.

Глава 10. Механизация и автоматизация работы сортировочных горок

10.1. Принципы механизации и автоматизации работы сортировочных станций

Сортировочная станция предназначена для расформирования прибывающих поездов и формирования новых и представляет собой систему парков: ПП — парк прибытия, СП — сортировочный парк, ПО — парк отправления (рис. 10.1, а). Поезда, прибывающие с направлений А, В и С, принимаются в парке ПП. Каждый состав после технологической обработки и прицепки локомотива к «хвосту» состава надвигается на горку, которая находится в начале парка СП, и расформировывается.

Примерный план и профиль горки показаны на рис. 10.1, б. Из парка прибытия на вершину горки, называемую *г о р б о м*, ведет

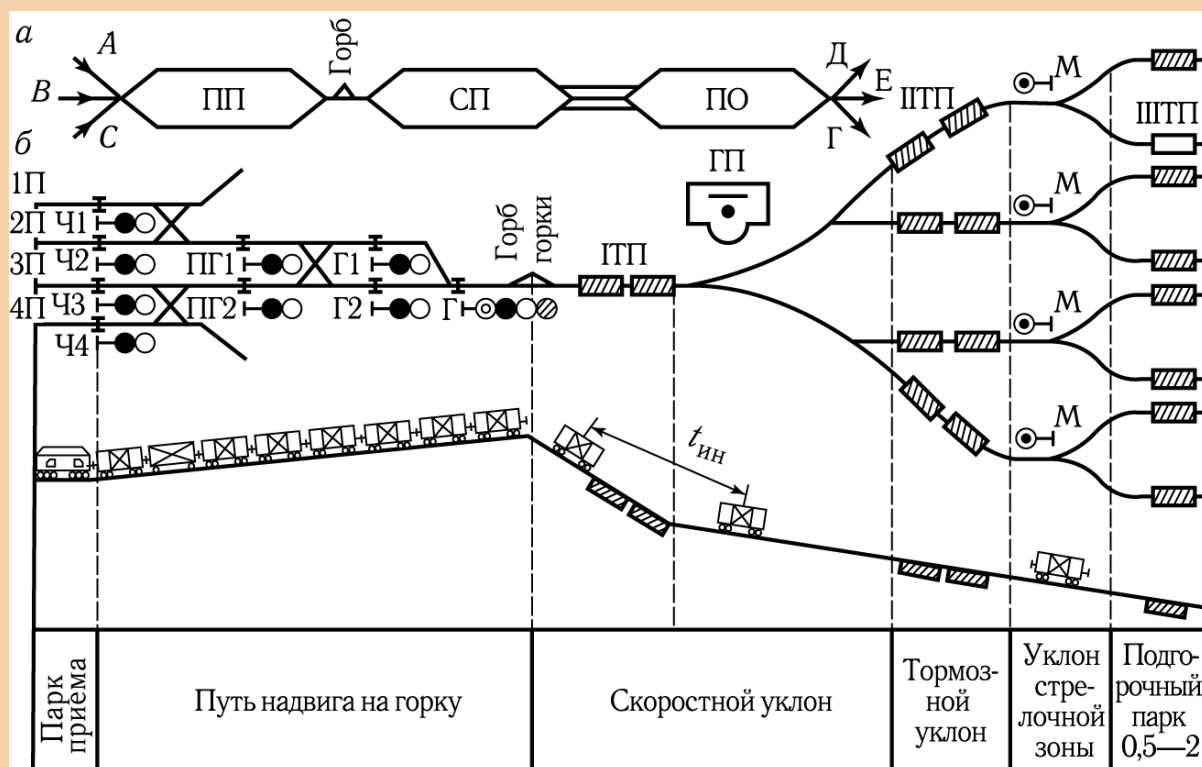


Рис. 10.1. Схема парков, план и профиль сортировочной станции

путь надвига. Перед горбом горки устанавливают общий горочный светофор Г, по каждому пути надвига — горочные светофоры Г1, Г2 и повторители горочных светофоров ПГ1, ПГ2 через каждые 150 м вдоль пути надвига. На путях парка прибытия также устанавливают повторительные светофоры и оборудуют эти пути устройствами горочной АЛС. Разрешение на расформирование состава подают светофоры парка прибытия, которые повторяют показание горочного светофора Г. За горбом горки размещается распределительная зона. В начале этой зоны устроен наиболее крутой уклон (скоростной), служащий для разгона вагона. Затем уклон становится более пологим. В конце распределительной зоны уложены пути стрелочной горловины, которые переходят в сортировочный парк.

Маневровые передвижения в парке СП регулируются маневровыми светофорами, которые устанавливают с каждого пучка путей подгорочного парка. Обратные маневровые передвижения в сторону парка СП разрешаются горочным светофором, сигнализирующим лунно-белым огнем. Управление всеми объектами механизма-

ции и автоматизации ведется с одного горочного поста ГП, расположенного в распределительной зоне парка СП.

Основным принципом работы сортировочной горки является свободный спуск скатывающихся с нее вагонов. В парке ПП состав предварительно расцепляется на группы вагонов, или *отцепы*. Затем состав локомотивом надвигается на горку. Пройдя горб горки, отцепы под действием собственного веса скатываются по путям распределительной зоны и направляются на предназначенные для них пути парка СП, где из них формируются поезда.

Скорость скатывания различных отцепов неодинаковая (у груженных вагонов она больше, у порожних меньше). Поэтому некоторые отцепы следует притормаживать, чтобы не было нагонов хорошими бегунами плохих и после спуска с горки отцеп остановился в необходимом месте на подгорочном пути. В случае скатывания хорошего бегуна за плохим хороший может нагнать плохой раньше, чем тот пройдет стрелку, разделяющую маршруты их следования, и оба отцепа пойдут по одному маршруту. Нормальный роспуск нарушится, и после окончания оператору придется маневровым порядком переставлять такой отцеп («чужак») на «свой» путь.

Для повышения перерабатывающей способности горки роспуск вагонов необходимо вести с возможно меньшими интервалами между скатывающимися отцепами. Из-за сложности этого процесса оператор не в состоянии правильно регулировать интервалы, поэтому требуется механизировать и автоматизировать работу горки.

При механизации в горочную централизацию включают стрелки распределительной зоны и устанавливают *вагонные замедлители*, с помощью которых оператор тормозит хороших бегунов, не допуская нагона ими плохих, а при входе на подгорочные пути исключает «бой» вагонов.

Механизация торможения началась с размещения замедлителей на первой тормозной позиции ИТП. Опасный и тяжелый труд регулировщика скорости движения вагонов был частично механизирован. Затем замедлители были установлены на второй тормозной позиции ПТП после первой стрелки. Есть сортировочные горки с замедлителями на третьей ШТП и даже на IV тормозных позициях.

Однако средств механизации оказалось недостаточно для переработки возрастающего вагонопотока, и потребовалась полная автоматизация процесса расформирования составов.

Автоматизацию процесса расформирования составов на горке осуществляют следующие системы: *горочная автоматическая централизация* (ГАЦ), которая обеспечивает автоматический перевод стрелок по маршруту следования отцепов; *автоматическое регулирование скорости* скатывания отцепов (АРС), которое автоматизирует процесс торможения и обеспечивает необходимые интервалы между скатывающимися отцепами; *горочное оперативное запоминающее устройство* (ГОЗУ), которые позволяют накапливать и запоминать программу следования каждого отцепа для нескольких составов; *автоматическое задание скорости роспуска* (АЗСР), которое позволяет вести роспуск состава с переменной скоростью, что повышает перерабатывающую способность горки; *телеуправление горочным локомотивом* (ТТЛ), обеспечивающее регулирование скорости надвига состава на горку без участия машиниста.

К началу ХХІ века все сортировочные станции, имеющие горки, оборудованы автоматизированной системой управления сортировочной станцией (АСУ СС), но существующие системы и устройства автоматизации сортировочной работы не могут собирать и передавать информацию в АСУ СС в реальном времени. Поэтому информация в АСУ СС передается вручную.

В соответствии с Концепцией развития механизации и автоматизации технологических процессов сортировочных станций до 2005 года создано новое поколение микропроцессорных систем, которые обеспечивают автоматизацию и механизацию практически всех технологических операций по расформированию и формированию составов на сортировочных станциях.

При полной автоматизации на сортировочной горке устанавливают вагонные замедлители на трех тормозных позициях:

- первую тормозную позицию ИТП устраивают на скоростном уклоне до первой разделительной стрелки. С помощью этой позиции производится *интервальное торможение*;
- вторую тормозную позицию ИТП размещают на тормозном уклоне перед разделительной стрелкой каждого пучка путей. На

этой позиции производится в основном *прицельное торможение* для обеспечения пробега отцепов по своему маршруту следования;

- третью тормозную позицию ШТП располагают в начале каждого подгорочного парка для обеспечения *прицельного торможения* на данном пути.

Автоматизация торможения ликвидирует тяжелый и опасный труд регулировщиков скорости движения отцепов, исключает необходимость осаживания вагонов для ликвидации «окон» между ними, возникающих при ручном торможении.

Расформированием поездов руководит маневровый диспетчер. В станционном технологическом центре обработки поездной информации и перевозочных документов выполняются: обработка данных по составам и составление на них сортировочных (натурных) листов, номерной учет накопленных вагонов на путях парка СП, обработка информации на прибывающие поезда, передача информации на отправляемые поезда, учет вагонного парка станций.

В технологический центр поступает предварительная информация по раскладке поезда с ближайшей участковой станции. Пользуясь этой информацией, старший оператор до прибытия поезда составляет сортировочный лист расформирования состава, а затем передает программу роспуска состава с горки в горочные оперативные запоминающие устройства, а также дежурному по горке. Оператор горочного поста в начале роспуска состава нажатием кнопки включает оперативное запоминающее устройство, из которого считывается программа роспуска и производится автоматический перевод стрелок по маршрутам следования отцепов.

10.2. Горочные вагонные замедлители

Для интервального и прицельного торможения на сортировочных горках устанавливают замедлители, которые зажимают колеса вагона для их торможения. Замедлители подразделяются на весовые и нажимные. **Весовые** замедлители характеризуются применением привода для подъема тормозной системы в рабочее положение и созданием тормозного усилия весом вагона. **Нажимные** замедлители передают тормозное усилие непосредственно на

колеса вагонов с обеих его сторон. Весовые и нажимные замедлители приводятся в действие пневматическими приводами. Применяются следующие механические вагонные замедлители: клещевидно-весовой замедлитель типа КВ-3, ВЗПГ; клещевидно-нажимной с подъемным устройством типа КНП, Т50 и КЗ-5 и рычажно-нажимной типа РНЗ-2, 2М. В перспективе наибольшее применение получают замедлители: в качестве парковых — РНЗ-2М, в качестве горочных — КЗ-5.

Все типы замедлителей являются механическими и действуют по принципу нажатия тормозных шин, уложенных вдоль рельсов, на бандажи колес вагонов. В качестве привода, приводящего в действие замедлитель, используют *пневматические тормозные цилиндры*. При впуске воздуха в тормозной цилиндр тормозные шины передвигаются и нажимают на бандажи колес. Регулируя силу нажатия изменением давления сжатого воздуха в цилиндре, обеспечивают разные ступени торможения для снижения скорости движения отцепов в замедлителе.

Выпуская сжатый воздух из тормозного цилиндра в атмосферу, растормаживают замедлитель.

Вагонный замедлитель может занимать одно из трех положений: отторможенное, подготовленное к торможению и рабочее. При входе вагона на замедлитель с пульта управления включается требуемая ступень торможения в зависимости от веса вагона, скорости его движения и наличия подвижного состава на сортировочном пути, на который следует отцеп.

Управление вагонными замедлителями может осуществляться автоматически или вручную с горочного поста переключателем на шесть положений: четыре тормозных, нулевое и отторможенное (при автоматическом управлении этот переключатель находится в нулевом положении). Разработано и внедряется новое устройство управления, которое использует микропроцессорную технику. Основным элементом этого устройства является *Модуль Управления силовой* (МУС), который предназначен для формирования силовых сигналов управления замедлителем. Он обеспечивает связь с устройством ручного (пульт оператора) и автоматического (система АРС) управления. Выбор режима работы МУС определяется горочным оператором после нажатия кнопки «АВТ» на горочном пульте. При нажатии кнопки МУС переходит в режим обмена данными с контроллером системы АРС (ав-

томатический режим). При ненажатой кнопке МУС принимает команды оператора. На пульте оператора имеются три контрольные лампы: первая — контролирует фактическое торможение, вторая — оттормаживание, третья — работу в автоматическом режиме.

10.3. Горочный пульт управления

Для дистанционного управления с центрального поста объектами механизации и автоматизации сортировочных горок и контроля за ходом роспуска составов используют горочный пульт управления. Пульт собирается из секций. Размер пульта и число секций зависят от путевого развития сортировочной горки и ее мощности.

В общем случае пульт ГАЦ состоит из секции управления ЭЦ парка прибытия, секции увязки устройств ГАЦ и ЭЦ, секций связи, секций головной и пучковых частей горки.

На рис. 10.2 в сокращенном виде показаны элементы управления и индикации пульта управления ЭЦ парка прибытия и горочного поста и изображено осигнализирование парка прибытия и зоны надвига на горку.

Разрешение надвига состава на горку дает дежурный горочного поста нажатием кнопки согласия надвига Г1СК (Г2СК). На горочном пульте и табло ЭЦ мигающим светом загораются лампочки «Согласие надвига» Г1СН (Г2СН) и СН.

Установку маршрута надвига дежурный поста ЭЦ производит нажатием кнопки начала маршрута у светофоров с пути надвига и кнопки конца маршрута у горба горки. После установки маршрута на горочном посту и посту ЭЦ лампочки «Согласие надвига» горят ровным светом до полного размыкания маршрута надвига. На табло ЭЦ загорается зеленая лампочка надвига с соответствующего пути и горит до размыкания первой путевой секции за светофором. С момента вступления состава на первую секцию за светофором на горочном пульте загорается белым светом ячейка изолированного участка, расположенного перед горочным светофором Г1 (Г2). С этого момента отмена надвига невозможна.

Отмена согласия на надвиг возможна до установки маршрута надвига или до начала его использования. Для отмены дежурный

светофоры при показании «назад» на горочном светофоре горят белым светом, при остальных показаниях — синим.

На табло пульта повторитель открытого светофора с пути надвига горит зеленым светом, повторители попутных открытых маневровых светофоров — белым. Для перекрытия светофоров дежурный поста ЭЦ нажимает кнопку «Перекрытие сигналов», на пультах горочного поста и поста ЭЦ загораются красные лампочки «Перекрытие сигналов».

Автоматическое размыкание маршрута надвига происходит по частям от каждого встречного маневрового светофора после прохода и удаления от него состава не менее чем на 50 м (гарантийный участок). Этот участок служит для возможности осаживания до закрытого светофора, ограждающего разомкнутую часть маршрута. Разрешение на осаживание подается горением на горочном светофоре красного огня и в указателе буквы Н. При отказе от осаживания дежурный на горочном посту нажимает кнопку «Отказ от осаживания», отчего над кнопкой мигающим светом загорается красная лампочка, а на табло ЭЦ — зеленая лампочка ОС.

Согласие на установку маневрового маршрута на участок пути перед горочным светофором дежурный горочного поста подает нажатием кнопки «Согласие маневров». Если по одному пути надвига производится роспуск состава, то по второму пути надвига имеется возможность произвести предварительное подтягивание состава до горочного светофора Г1 (Г2). Дежурный специальной кнопкой открывает светофор Г1 (Г2), на котором включается желтый огонь, чем разрешается подтягивание. При подходе состава к открытому горочному светофору на 50 м светофор автоматически закрывается и состав останавливается перед ним.

Для указания машинисту скорости надвига все горочные светофоры и их повторители дополняются указателями скорости роспуска УС. При разрешающем показании светофора в указателе горят цифры, показывающие скорость надвига состава на горку. Машинист, руководствуясь показанием указателей УС, регулирует скорость надвига. При введении устройств ТГЛ скорость надвига регулируется автоматически без участия машиниста. Рядом с горочным светофором Г установлен указатель числа вагонов в отцепках 1 и 2, рас-

пускаемых в данный момент с горки. Руководствуясь показаниями указателя, расцепщики формируют отцепы.

На рис. 10.3 в общем виде показаны элементы управления и индикации секций головной (левая часть) и пучковых (правая часть) частей горки горочного пульта оператора.

В верхней левой части пульта помещается схематический план путевого развития данной зоны горки, выполненный в виде светящихся желобков с контролем положения стрелок и сигналов. Управление светофорами осуществляется кнопками П, Г2, Г и т.д. Для контроля за показаниями горочных и маневровых светофоров устанавливаются их повторители. В местах разветвления путей располагаются стрелочные рукоятки с контрольными лампочками положения стрелки. Нормально все стрелочные рукоятки установлены в среднее положение, при котором стрелки включены в ГАЦ. Индивидуальный перевод стрелки независимо от ГАЦ производят поворотом стрелочной рукоятки в одно из крайних положений, указывающих, в направлении какого пути установлена стрелка.

На панели управления пульта установлены кнопки задания маршрутов (восемь кнопок по числу путей в пучке). Первым нажатием одной из кнопок набирают номер пучка, вторым — номер пути. При ГАЦ имеются кнопки включения устройств ГАЦ и АЗСР и выбора режимов работы ГАЦ: маршрутный и программный. Над кнопками размещены контрольные ячейки, которые загораются зеленым светом при нажатии каждой кнопки. На панели установлены световые указатели «ГАЦ» — о включении стрелок в централизацию; «Накопитель занят» — о полном заполнении блока накопителя маршрутов; «ГОЗУ» — о включении системы ГОЗУ; «42-й отцеп» — о контроле заполнения блока памяти ГОЗУ; «Номер поезда» — о номере поезда, подготовленного к роспуску; «УС» (указатель скорости) — о заданной и фактической скорости отцепа в замедлителе (равенство заданной и фактической скоростей указывает на необходимость оттормаживания замедлителя); «Указатель маршрута» — о номере формирования очередного и последующего маршрутов; «Количество вагонов» — о контроле номера маршрута первого и второго отцепов.

Для задания и индикации весовой категории отцепа установлены кнопки с контрольными лампочками «Весовая категория». Для

включения АРС установлены кнопки и контрольные лампочки по четырем пучкам подгорочного парка, а также кнопки задания скорости (БСК — быстро, МСК — медленно). Для включения на горочном светофоре различных огней при роспуске состава имеются кнопки: «Медл.» — желтого огня, «Норм.» — желтого и зеленого огней, «Быст.» — зеленого, «Стоп» — красного, «Назад» — красного и буквы Н на индикаторе светофора Г.

На пульте имеются кнопки включения звонка ВЗР при неправильной расцепке вагонов на вершине горки; кнопка продвижения задний ГАЦ ПР (в случае неправильного расцепа, когда вместо двух получается один отцеп); кнопка задержки задания ГАЦ в случае неправильного расцепа, когда вместо одного образуется два отцепа — «Задержка расцепа»; кнопки замены или отмены задания.

Для изменения задания скорости выхода из тормозных позиций установлены коммутаторы на три положения: «Скорость выхода» из ИТП и ШТП (Б — быстро, М — медленно, Н — нормально) и «Режим скорости роспуска». Для управления замедлителями I ТП установлен рычажный переключатель на шесть положений, из которых четыре положения тормозных (7...4), одно оттормаживающее (ОТ) и одно для установки замедлителя в нерабочее положение (0). При автоуправлении замедлителями рычажный переключатель установлен в нулевом положении (0). На пульте имеется контроль положения замедлителя с помощью двухцветных ячеек: зеленых, светящихся при заторможенном состоянии замедлителя, и белых, светящихся при расторможенном состоянии замедлителя.

На панели пульта пучковой части горки изображается схематический план путевого развития пучка, выполненный также в виде светящихся желобков с контролем положения стрелок. На нем отображены тормозные позиции ИТП и ШТП. На этой секции пульта устанавливаются:

- стрелочные рукоятки для отдельного управления стрелками пучка с контролем их положения;
- переключатели для управления замедлителями ИТП и ШТП на шесть положений. Для замедлителя типа КВ переключатель имеет три положения: заторможенное, отторможенное и нулевое. Контроль положения замедлителя осуществляется высвечиванием яче-

ек, расположенных по обе стороны в местах их установки: зеленым цветом — замедлитель заторможен, белым цветом — замедлитель расторможен. Контрольная лампочка «Замедлитель на автоуправлении» установлена на замедлитель ПТП, а на замедлители ШТП — одна лампочка на все замедлители пучка;

- переключатель «Указание скорости КЗП» для переключения по каждому подгорочному пути указателя скорости УС;

- указатель «Контроль заполнения путей КЗП», по шкале которого определяют свободную часть пути в метрах или свободное число путевых секций;

- кнопки с лампочками, расположенные у каждого подгорочного пути, нажатием которых устанавливают скорость, км/ч, выхода отцепа из ШТП;

- лампочка «Контроль скоростемера» и указатель скорости УС; лампочки «Маршрут на путь» для контроля маршрутов следования отцепов по отдельным пучкам.

При работе на горочном пульте в маршрутном режиме оператор устанавливает в среднее положение все стрелочные рукоятки и загорается указатель «ГАЦ». Далее оператор нажимает кнопку «Марш.» и затем нажатием кнопок номера пучка и номера пути в пучке набирает маршрут. В «Указателе маршрута» высвечивается номер вводимого маршрута. Перевод стрелок для последующего отцепа осуществляется автоматически после их проследования предыдущим отцепом. При входе отцепа в зону второй тормозной позиции загорается и горит до вступления отцепа на подгорочный путь контрольная лампочка с номером пути следования отцепа. Оператор может вмешаться в работу ГАЦ установкой любой стрелочной рукоятки в одно из крайних положений, отчего автоматически отменяется маршрутное задание ГАЦ для данного отцепа. Оператор может отменить маршрутное задание нажатием кнопки «Отмена задания» или заменить его, нажав и удерживая кнопку «Замена задания», а затем установить маршрут соответствующими кнопками.

В программном режиме система ГАЦ обеспечивает возможность заблаговременного ввода в маршрутный накопитель задания для 5—35 отцепов (в зависимости от числа ступеней накопителя). Для работы в программном режиме оператор нажимает кнопку «Прогр.», затем нажатием маршрутных кнопок вводит маршрутное задание в

накопитель системы ГАЦ. При заполнении всех ступеней накопителя загорается указатель «Накопитель занят». После окончания программного режима ввода задания оператор работает так же, как и при маршрутном режиме. На пульте при реализации программы выдается информация о двух спускаемых с горки отцепках (индикация «Очередной» и «Последующий» отцепы). Для автоматизации ввода задания с помощью устройств ГОЗУ оператор нажимает кнопку АЗСР. Последующие действия оператора аналогичны тем, которые предусмотрены программным режимом работы.

Скорость скатывания отцепов оператор регулирует с помощью переключателя. При включении автоматического регулирования этой скорости отцепов по маршрутам их следования функции оператора сводятся в основном к контролю за правильной работой устройств АРС и своевременному вмешательству в случае появления тех или иных отклонений в работе этих устройств. При этом любые воздействия оператора на органы управления замедлителем или стрелкой (ручное торможение или перевод стрелки) автоматически отменяют управляющие действия системы АРС. Это позволяет при необходимости оперативно корректировать работу этой системы.

Горочные рельсовые цепи. С помощью РЦ осуществляется связь движущихся отцепов с устройствами ГАЦ и исключение перевода стрелок под отцепками. Горочные РЦ по условиям работы ГАЦ являются короткими и не превышают длины рельсового звена 12,5 м, а время свободного состояния РЦ при роспуске состава ограничено. Кроме того, горочные РЦ работают в очень неблагоприятных условиях (низкое сопротивление балласта и высокое переходное сопротивление поездного шунта). Для увеличения скорости срабатывания путевого реле в качестве горочных РЦ используют нормально разомкнутые РЦ, при свободности которых путевые реле находятся без тока, а при их занятии подвижным составом возбуждаются. Для повышения надежности шунтирования путевого реле РЦ головных стрелок дополняются магнитными педалями. РЦ межстрелочных участков применяют без педалей.

Перевод стрелок осуществляется при помощи быстродействующих электрических приводов типа СПБГ, время перевода стрелки у которых составляет 0,65 с. Для перевода стрелок в ГАЦ использу-

ется стрелочный блок типа СГ-66. Схема блока стрелки обеспечивает возможность автоматического и ручного перевода стрелки в заданное положение при выполнении следующих условий:

- стрелка, управляемая автоматически, до вступления отцепа на стрелочную изолированную секцию может быть переведена в другое положение и при помощи стрелочной рукоятки;
- при занятом изолированном участке стрелка не должна переводиться, начавшийся перевод стрелки не должен прерываться, если отцеп вступит на изолированный участок этой стрелки;
- если после автоматического перевода стрелки нет контроля ее положения, должен быть обеспечен автоматический возврат стрелки в исходное положение при условии свободы участка;
- схема управления должна фиксировать взрез стрелки.

10.4. Комплексная автоматизация работы сортировочных станций

Сортировочные станции и горки занимают одно из центральных мест в системе формирования грузопотоков. Ряд сортировочных станций должны стать опорными станциями в новой системе управления перевозками. В связи с Концепцией развития технических средств сортировочных станций и горок разработаны и приняты к внедрению следующие системы автоматизации технологических процессов сортировочных станций.

Горочная АЛС с передачей информации по радиоканалу и телеуправлением локомотивом ГАЛСР. Эта система включает постовой УВК, собирающий информацию с приборов ЭЦ зоны контроля, АРМы ДСП, бортовые контроллеры, которыми оборудованы маневровые локомотивы, и АРМ ШН. Такая система обеспечивает контроль прибытия состава на станцию, отслеживает и регистрирует операции по его закреплению, осмотру, надвигу и роспуску.

При этом на мониторах АРМов ДСП можно отобразить: накопление вагонов на путях станции и заполнение их; завершение маневров; местоположение, скорость и направление движения маневровых локомотивов. Источником информации для системы является натурный

лист на состав, поступающий из АСУ СС, аппаратура ЭЦ и датчики измерения пути и скорости, размещаемые на каждом локомотиве.

Горочное программно-задающее устройство ГПЗУ. Эта система связывает в единую технологическую цепочку дежурного по парку прибытия, ДСП, горочного оператора (ДСПГ) и машиниста горочного локомотива, из-за несогласованности действий которых часто возникают аварийные ситуации на горке.

Функции ГПЗУ включают в корректировку программы роспуска, поступающей из АСУ СС; расчет скорости состава при надвиге на горку; контроль правильности расцепа и автоматический ввод маршрутов в ГАЦ синхронно с ходом роспуска; управления указателями количества вагонов и горочным сигналом. Возможности АРМа ДСПГ в системе ГПЗУ позволяют совместить функции дежурного по горке и маневрового диспетчера.

ГАЦ с введением накопления вагонов ГАЦ-МН. Кроме управления установкой стрелок по маршруту, эта система обеспечивает: контроль за перемещениями отцепов во время роспуска и маневров; подготовку результатов выполненного роспуска для АСУ СС; формирование сортировочного листка для повторного роспуска; исключение перевода стрелки под длиннобазным вагоном; исключение взреза стрелки при маневрах.

Функциональный состав ГАЦ-МН позволяет вести роспуск в автоматическом режиме для разрешенных к спуску вагонов. Таким образом, процесс расформирования составов в части управления скоростью состава и маршрутами движения отцепов полностью автоматизирован.

Напольные устройства современных систем управления маршрутами движения отцепов модернизированы за счет применения индуктивно-проводных датчиков ИПД защиты стрелочного участка и новых счетчиков осей. Это позволяет перейти от нормально-разомкнутых к нормально-замкнутым схемам контроля состояния стрелочных участков.

Устройство управления прицельным торможением УУПТ. Эта система усовершенствовала модели представления отцепов и алгоритмы управления торможением. Для реализации всех этапов работы УУПТ применяют новые типы замедлителей ВЗПГ и КЗ для

горочных позиций и РНЗ—2М для парковых, новых скоростеметров, весомера, системы контроля заполнения путей КЗП-ИПД. Это создает условия для повышения качества и точности вытормаживания отцепов, контроля заполнения путей с учетом длины «окон», возникающих на путях сортировочного парка.

Структура комплексной системы автоматизации управления сортировочной станцией КСАУ СС представлена на рис. 10.4. Такая система включает: автоматизацию работы сортировочной горки; автоматизацию управления процессом надвига и формирование составов в парках прибытия и отправления; автоматизацию работы стационарного технологического центра обработки информации (СТЦ); объединение информационно-планирующей системы ИПС сортировочной станции (АСУ СС) и устройств управления и контроля сортировоч-

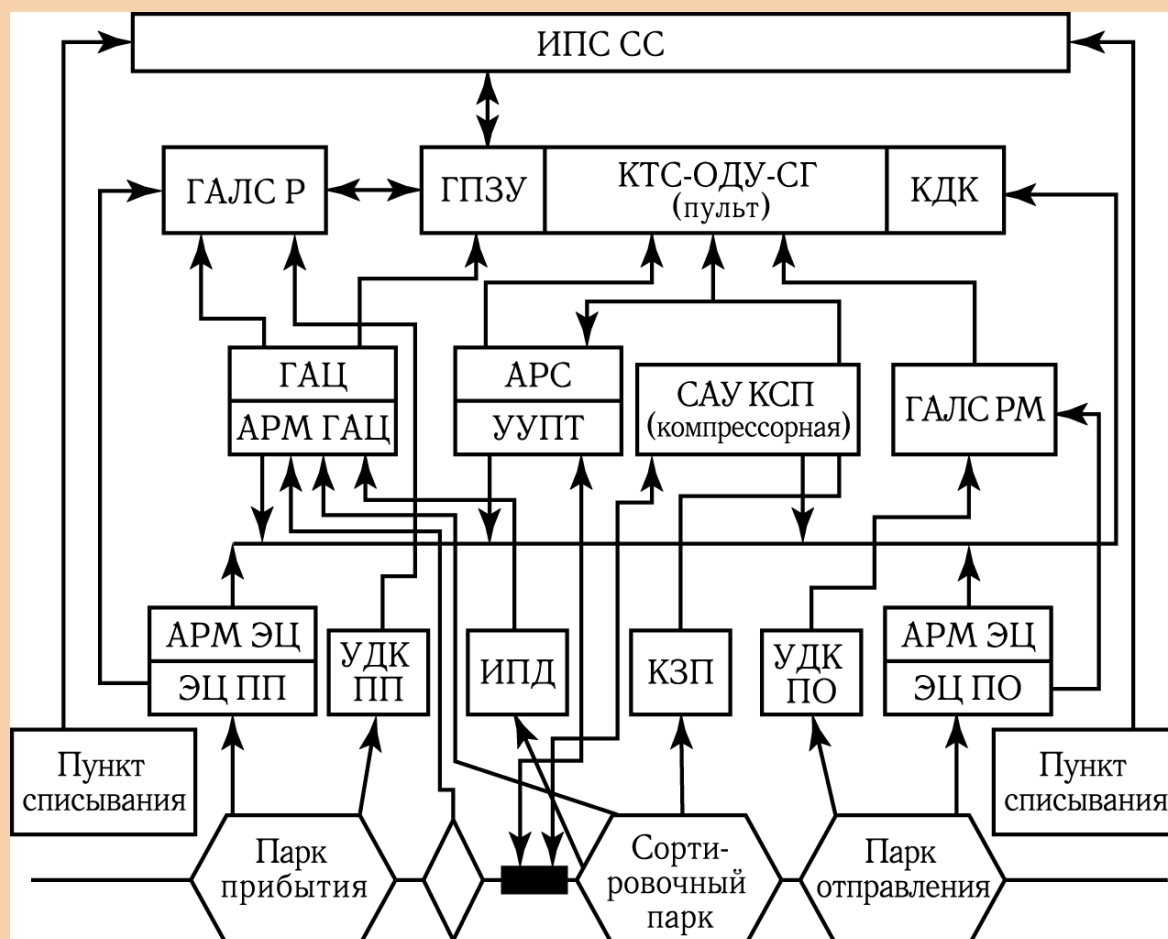


Рис. 10.4. Структурная схема комплексной автоматизации управления сортировочной станцией

ной станции на основе единой информационной базы для создания комплексной системы управления; создание системы дистанционного контроля и диагностики устройств СЦБ.

Управление сортировочной работой на станции обеспечивается рядом АСУ реализацией процесса расформирования-формирования составов.

ГАЛС Р реализует заданные автоматически скоростные режимы надвига, роспуска и осаживания составов и вагонов, обеспечивает безопасность при надвиге и роспуске, контролирует местоположение горочных локомотивов в парке прибытия, на спускной части горки и в сортировочном парке, последовательность операций при реализации технологического процесса и работу устройств СЦБ в парке прибытия, оборудованном устройствами электрической централизации ЭЦ ПП.

ГПЗУ обеспечивает информационный обмен с ИПС СС по формированию программы роспуска и контролю его результатов, рассчитывает для ГАЛС Р скорость роспуска, организует ввод программы роспуска в ГАЦ М, контроль правильности расцепки вагонов, управление индикаторами числа вагонов и горочными сигналами.

Горочная автоматическая централизация микропроцессорная ГАЦ М управляет маршрутами движения отцепов, корректирует программы роспуска и накопления вагонов в сортировочном парке.

Система УУПТ обеспечивает трехпозиционное вытормаживание отцепов на основе результатов их поосного взвешивания и контроля заполнения путей КЗП с помощью индуктивно-проводных датчиков ИПД.

Система КЗП позволяет измерять свободную длину путей сортировочного парка, скорости скатывания и соударения отцепов, а также наличие «окон» на путях.

Маневровая АЛС (МАЛС) с передачей информации по радиоканалу между постом ЭЦ и маневровыми локомотивами, работающими в выходной горловине сортировочного парка и в парке отправления по формированию поездов, реализуется с помощью системы ГАЛС РМ. Она обеспечивает безопасность маневровых операций, контроль местоположения маневровых локомотивов и

работы устройств СЦБ, оперативного персонала станции и машинистов в зоне своего действия.

Автоматизация работы СТЦ базируется на создании АРМа маневрового диспетчера (ДСЦ), который включает диспетчерский контроль поездной ситуации в парках и горловинах станции и автоматическое ведение графика технологического процесса, увязку АРМа ДСЦ с соответствующими АРМами ДСПГ, организует двусторонние связи для планирования работы станции и передачи результатов исполненного процесса по каналам ИПС СС.

Система автоматического управления и контроля компрессорной станции и пневмосети САУ КСП обеспечивает управление компрессорами в автоматическом режиме, контроль рабочих параметров компрессоров, давления в тормозной магистрали и тормозных цилиндрах замедлителей, передачу диагностической информации в АРМе электромеханика ГАЦ.

На базе системы ГАЛС Р работают АРМы электромехаников ЭЦ парков прибытия и отправления, на базе систем ГАЦ М, УУПТ И КЗП — АРМ электромеханика ГАЦ.

Такая структура построения системы управления работой сортировочной станции обеспечивает трансляцию информации о реальной поездной ситуации абонентам ИПС СС, диспетчерам смежных служб и поездному диспетчеру для улучшения координации действий оперативного персонала отделенческого и дорожного уровней.

10.5. Действия дежурного по горке при нарушении нормальной работы устройств автоматизации и механизации

При ремонте или неисправности стрелки, когда она не может быть переведена с пульта управления, но имеет электрический контроль положения, стрелка выключается из централизации и переводится на управление вручную (при помощи курбеля). Перед каждым переводом стрелки дежурный по горке обязан перекрыть горочный светофор и прекратить роспуск.

Убедившись лично в правильности установки стрелки по маршруту и имея контроль положения стрелки на пульте, дежурный по

горке открывает горочный светофор и продолжает вести роспуск состава. Производство работ на вагонных замедлителях, централизованных стрелках и светофорах во время роспуска состава с горки, прохождения локомотивов или подачи через зону работ составов из подгорочного парка запрещается.

В случае исчезновения шунтовой чувствительности рельсовых цепей дежурный по горке обязан перейти на управление стрелками вручную и переводить стрелки при свободном от отцепа стрелочном изолированном участке. Во всех случаях нарушения нормальной работы постовых и напольных устройств механизации и автоматизации горок дежурный по горке или оператор обязаны немедленно сообщить об этом электромеханику, сделать запись в Журнале осмотра и поставить в известность маневрового диспетчера.

Для обеспечения безопасности роспуска вагонов с горки и надежной работы горочной автоматики работники службы пути должны своевременно смазывать и очищать стрелочные переводы, а также очищать головки рельсов от грязи для обеспечения нормального шунтового режима.

При исчезновении переменного тока в рельсовых цепях на пульте загорается белая лампочка «Контроль рельсовых цепей». Перевод всех стрелок при этом исключается. Роспуск прекращается. Дежурный по горке, установив причину неисправности, нажимает кнопку «Рельсовые цепи». Если при этом белая лампочка погаснет, дежурный по горке может продолжить нормальный роспуск и извещает об этом дежурного электромеханика.

При потере контроля положения стрелки контрольные полосы у стрелочной рукоятки гаснут и включается звонок взреза. Для выключения звонка предусмотрена кнопка на пульте. При восстановлении контроля положения стрелки снова включается звонок взреза, кнопка выключения звонка вытягивается, звонок перестает звонить.

Если стрелки при автоматическом режиме управления по какой-то причине не доходят до крайнего положения и не имеют контроля, а стрелочный участок свободен, то через 1,5...1,8 с стрелка автоматически возвращается в исходное положение. В этом случае дежурный по горке должен немедленно прекратить надвиг состава, а стрелочную рукоятку неисправной стрелки установить в положение

ние, имеющее контроль. Отцепы, оторвавшиеся от горба горки, дежурный по горке направляет на сортировочные пути индивидуальным переводом стрелок с пульта. Для выяснения причины неисправности дежурный по горке немедленно вызывает электромеханика.

При понижении давления в пневмосети ниже 600 кПа дежурный по горке обязан прекратить роспуск и сообщить об этом дежурному механику. При невозможности от тормозить замедлитель установкой коммутатора в от тормаживающее положение, а также при невозможности перевести замедлитель в тормозное положение дежурный по горке обязан прекратить роспуск и сообщить об этом дежурному механику.

Дежурному по горке запрещается пропускать через замедлитель локомотивы, не осмотренные на соответствие нижнего очертания габариту подвижного состава. Каждый маневровый локомотив, который будет проходить через замедлитель, должен быть осмотрен начальником горки или старшим электромехаником, представителем депо и станции. На право использования его на постоянной работе должен быть составлен акт, передаваемый дежурному по горке. Все локомотивы, кроме указанных, запрещается пропускать через замедлитель, а через заторможенные замедлители запрещается пропускать также и маневровые локомотивы.

Для обеспечения максимально возможного торможения вагонов замедлителями дежурный осмотрщик вагонов обязан предупредить дежурного по горке о наличии в составе новых вагонов с крашенными бандажами. Дежурный по горке или оператор обязан оповещать по громкоговорящей связи всех работников, обслуживающих и ремонтирующих устройства сортировочной горки, о предстоящем пропуске составов, пропуске локомотива или подаче состава из подгорочного парка в зону работ.

При неправильной индикации маршрутов следования отцепов или полном ее отсутствии, но при правильной индикации на пульте указателей «Количество вагонов» оператор должен, не выключая устройства АЗСР, задавать маршруты следования отцепа с помощью кнопок, установив маршрутный режим работы ГАЦ.

Глава 11. Диспетчерская централизация

11.1. Общие сведения

Диспетчерской централизацией (ДЦ) называется комплекс телемеханических устройств, посредством которых управление и контроль за движением поездов на целом участке железной дороги осуществляются из одного пункта одним лицом — поездным диспетчером. Устройства ДЦ обеспечивают: управление из одного пункта стрелками и сигналами ряда станций и перегонов; контроль на аппарате управления за положением и занятостью стрелок, блок-участков перегонов, путей на станциях, а также повторение показаний входных и выходных светофоров; автоматическую запись графика исполненного движения поездов; возможность перехода на местное или резервное управление объектами станции.

При ДЦ станции оборудуются ЭЦ стрелок и сигналов, а перегоны — устройствами АБ. Управление стрелками и сигналами диспетчер производит по двум линейным проводам с помощью специальных кодовых устройств. Таким образом, приемом поездов на станции и отправлением их со станций управляет диспетчер, а перегонные светофоры управляются устройствами АБ. В основном ДЦ применяется на однопутных участках, но можно ее использовать и на двухпутных участках железных дорог.

Применение ДЦ обеспечивает четкость и оперативность диспетчерского регулирования движения поездов, повышает пропускную способность участка на 25...30%, сокращает штат линейных работников, повышает производительность труда за счет сокращения эксплуатационного штата и увеличения размеров движения.

Особенностью построения ДЦ является то, что она строится по групповой цепи с помощью параллельного включения ряда станций участка в одну общую двухпроводную цепь. Центральный пост ЦП, который обычно размещается в отделении железной дороги, соединяется каналом связи со всеми исполнительными пунктами ИП (станциями участка). Канал связи используется для передачи сигналов телеуправления (ТУ) и телесигнализации (ТС).

В ДЦ передача приказов производится кодами, которые образуются определенной комбинацией импульсов электрического тока. При построении кодов используют частотные и фазовые признаки электрических импульсов.

Кодовые приказы в системах ДЦ делятся на управляющие ТУ, посылаемые с центрального пункта диспетчером и предназначенные для избирания линейных станций и передачи на них команд управления, и известительные ТС, посылаемые с линейных станций и предназначенные для избирания группы контроля и включения контрольных устройств на диспетчерском посту. Кодовый принцип передачи приказов ТУ-ТС в системах ДЦ позволяет управлять большим числом объектов на участке и контролировать их состояние с помощью одной двухпроводной физической цепи.

На сети железных дорог наиболее распространенными системами ДЦ первого поколения являются:

- циклическая ДЦ «Нева», в которой для построения приказов ТУ-ТС используются только частотные импульсные признаки, известительные приказы в этой системе передаются непрерывно цикл за циклом (циклический принцип передачи сигналов ТС).

Система позволяет управлять 1120 объектами и получать сведения о состоянии 1380 объектов при использовании трех каналов ТС. Эта система может работать не только по физической цепи, но и по каналам высокой частоты;

- циклическая ДЦ «Луч», в которой передача сигнала ТУ осуществляется одной частотой с использованием фазового признака качества импульсов, а сигнала ТС — с использованием частотных импульсных признаков. Система позволяет управлять 5120 объектами и получать контроль о состоянии 1840 объектов при использовании четырех каналов ТС.

Большая емкость по числу команд управления и числу сигналов контроля позволяет использовать систему «Луч» для управления крупными станциями, входящими в диспетчерский круг.

К началу XXI века условия работы железных дорог резко изменились: увеличились тяговые плечи локомотивов, возникли объективные тенденции к концентрации диспетчерского управления движением поездов, повысились требования к уровню автоматизации

работы поездных диспетчеров. Поэтому возникла необходимость создания новых автоматизированных систем диспетчерского управления движением поездов, которые являются дальнейшим развитием традиционных систем ДЦ с учетом новых требований на основе применения ПЭВМ, микропроцессорной техники и современных информационно-телекоммуникационных технологий.

На железных дорогах России находят применение следующие микропроцессорные системы диспетчерской централизации: ДЦ «Сетунь», ДЦ «Тракт», системы диспетчерского управления «Диалог» и «Дон». Основной характеристикой этих систем является то, что количество подключаемых контролируемых объектов в этих системах практически не ограничено (по сравнению с системами «Нева» и «Луч»).

11.2. Аппараты управления и контроля

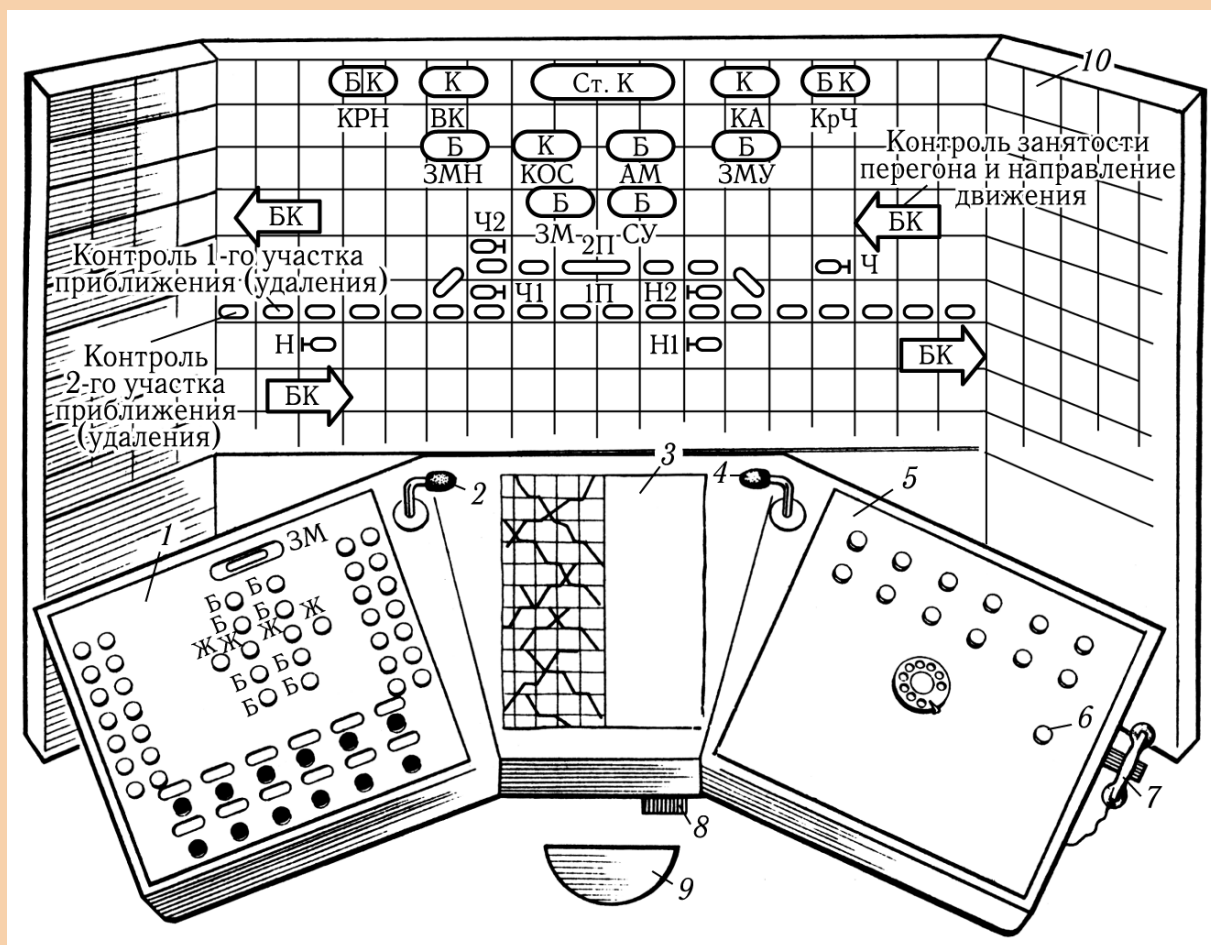
В системах ДЦ «Нева» и «Луч» для управления движением поездов на небольших станциях и разъездах из одного пункта служит пульт-манипулятор, а для контроля за движением поездов на участке, показаниями светофоров и положением стрелок на станциях — выносное табло.

Пульт-манипулятор (рис. 11.1) состоит из секции манипулятора 1 с маршрутными и вспомогательными кнопками, секции поездографа с движущейся график-лентой 3 и секции связи 5. На секции связи размещены кнопки вызова дежурных по станции 6, микрофоны 2, 4, педаль 8 и микротелефонная трубка 7. Перед пультом-манипулятором располагается рабочее место диспетчера 9. За пультом-манипулятором устанавливается выносное табло 10 типа «Домино», на котором отражена вся необходимая световая индикация.

С помощью секции манипулятора диспетчер выполняет все необходимые действия по выбору станции, заданию маршрутов, открытию или закрытию сигналов, передаче стрелок на местное управление, вызову работников к телефону и посылке других управляющих приказов. С манипулятора можно одновременно управлять только одной станцией.

В нижней части управляющей панели манипулятора располагаются стационарные кнопки черного цвета для выбора станции. В средней части панели размещаются маршрутные кнопки, а по кра-

Число маршрутных кнопок по горизонтали определяется в зависимости от схемы путей станции: поперечная или продольная. Если на участке расположены станции только с поперечной схемой путей, то на панели манипулятора кнопки располагаются тремя вертикальными рядами: два крайних ряда соответствуют путям подхода к станции (один, два или три), средний — станционным путям. На станциях с продольной схемой путей кнопки располагаются четырьмя вертикальными рядами: кнопки первого и четвертого рядов соответствуют путям подходов к станции, а кнопки второго и третьего рядов — путям станции. Число кнопок в каждом вертикальном ряду соответствует числу путей наиболее крупной станции данного участка. Назначение вспомогательных кнопок указано надписями над каждой кнопкой.



247

Набор маршрута диспетчер осуществляет нажатием кнопок по принципу «откуда—куда». Правильность установки маршрута контролируется по выносному табло (рис. 11.2), на котором размещается светосхема участка с индикацией работы устройств ДЦ и контролем положения поездов. Если кнопки задания маршрутов являются общими для всего участка, световая ячейка «Задание» устанавливается одна на панели манипулятора над маршрутными кнопками.

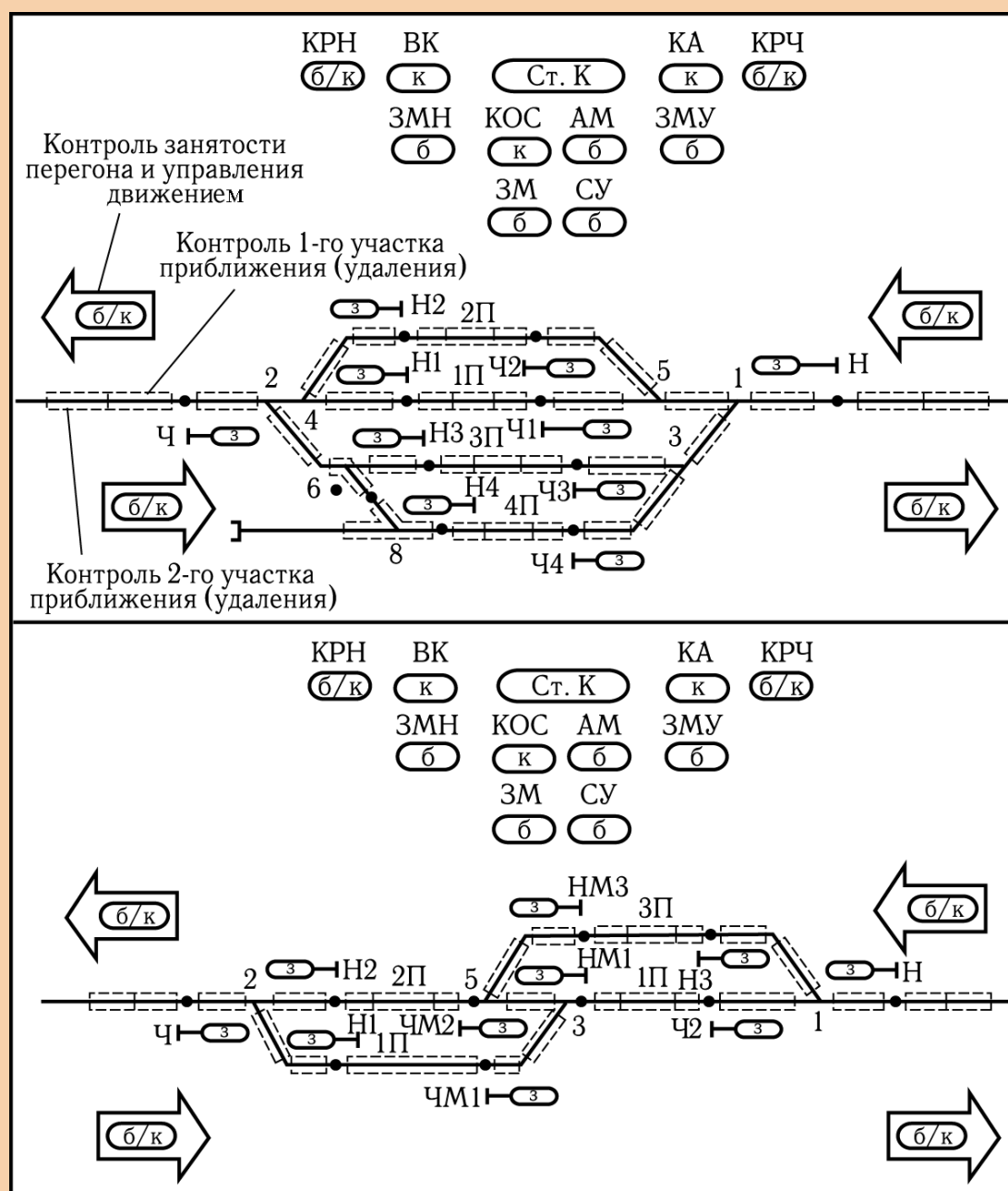


Рис. 11.2. Фрагмент выносного табло

Выносное табло. На нем для каждой станции контролируется состояние станционных путей и направление движения находящихся на них поездов, занятость стрелочных изолированных участков, состояние перегонов. Каждый станционный путь на светосхеме состоит из трех ячеек: средняя показывает состояние пути, две крайние указывают направление движения принятого на путь поезда.

При задании маршрута с момента нажатия кнопок начала и конца маршрута до получения контроля об установке маршрута лампочки концевых ячеек светят белым мигающим светом. При получении контроля об установке маршрута лампочки ячеек станционных путей и стрелочных участков по трассе маршрута высвечиваются белым светом, а в сигнальном повторителе светофора лампочка загорается зеленым светом.

При вступлении поезда на стрелочные изолированные секции ячейки высвечиваются красным светом, а при освобождении их ячейки гаснут. С каждой стороны станции контролируется состояние двух блок-участков приближения (удаления).

На табло под каждой станцией размещаются следующие контрольные лампочки: КА — контрольная аварийная (включается при потере контроля стрелки, перегорании лампы красного огня светофоров, прекращении подачи питания в станционные релейные шкафы); ЦК — контроля поступления сигналов ТС; КРН и КРЧ — контроля Положения разъединителей высоковольтной линии АБ соответственно в нечетной и четной горловинах; КОС — контроля сброса нагрузки рабочей цепи электродвигателя стрелки; ЗМН и ЗМЧ — контроля замыкания маршрута соответственно в нечетной и четной горловинах; СУ — сезонное управление станцией; ЗМ — резервное управление стрелками; АМ — контроля автоматической установки маршрутов.

В современных системах ДЦ, которые начинают с начала XXI века внедряться на сети железных дорог, выносное табло имеет блочную структуру и состоит из специализированных модулей, собранных на микросхемах. Применяется табло мозаичного типа с использованием светодиодов, которое обеспечивает отображение большого количества информации диспетчеру.

Станции, включенные в ДЦ, могут иметь диспетчерское и автономное управление. При диспетчерском управлении всей работой на участке по приему и отправлению управляет поездной диспетчер.

Перед набором маршрута приема на станции *А* диспетчер должен убедиться по табло в свободности пути и стрелочного участка, входящих в маршрут. После этого установка маршрута осуществляется в следующем порядке.

На панели манипулятора диспетчер нажимает кнопку «Ст. *А*» (рис. 11.3) и происходит выбор информации по станции, для которой будет набираться маршрут. После отпускания кнопки на манипуляторе над ней высвечивается трафарет с наименованием данной станции (действие 1). Диспетчер нажимает и отпускает маршрутную кнопку начала маршрута, в верхней части манипулятора зеленым светом высвечивается ячейка «Задание», что указывает на то, что на-

№ пп	Действия диспетчера и поездные положения	Индикация	
		на манипуляторе	на выносном табло
1.	Нажатие кнопки выбора станции		
2.	Нажатие кнопки начала маршрута		
3.	Нажатие кнопки конца маршрута		• Ч • Ч1
4.	Маршрут установлен, сигнал открыт		• • Ч Ч1
5.	Поезд вступил на стрелочный участок		• • Ч Ч1
6.	Поезд вступил на путь приема		• • Ч Ч1
7.	Поезд освободил стрелочный участок		• • Ч Ч1
8.	Путь занят поездом, маршрут не установлен		• Ч Ч1
Условные обозначения: • ячейка горящая белым мигающим светом горящая ровным белым светом горящая красным светом негорящая			

Рис. 11.3. Таблица последовательности действий поездного диспетчера и индикации при наборе и использовании маршрута

чался и еще не закончен набор маршрута (действие 2). Затем диспетчер нажимает и отпускает кнопку конца маршрута; на светосхеме данной станции загораются белым мигающим светом ячейки, ограничивающие данный маршрут; ячейка «Задание» на манипуляторе гаснет, что указывает на окончание набора маршрута (действие 3); на станцию А посылается кодовый сигнал ТУ для передачи набранной команды для установки маршрута приема.

По окончании установки маршрута приема на станции А формируется и посылается на центральный пост сигнал ТС. После приема и расшифровки этого сигнала на выносном табло от входного до выходного светофора станции А высвечиваются ячейки белым светом; в сигнальном повторителе входного светофора станции А загорается зеленый огонь, контролирующий открытие данного светофора (действие 4).

Когда поезд вступает на станцию, центральный пост принимает сигнал ТС, после расшифровки которого ячейки стрелочной секции на табло высвечиваются красным светом, повторитель входного светофора гаснет (действие 5). Поезд поступает на путь приема, не освобождая стрелочной секции. На центральный пост поступает сигнал ТС, после расшифровки которого ячейки пути на табло высвечиваются красным светом (действие 6). С момента освобождения стрелочного участка на центральный пост поступает сигнал ТС, после расшифровки которого ячейки этого пути продолжают светить красным светом, а первая по входу на путь ячейка гаснет. Две ячейки, светящиеся красным светом, указывают направление движения поезда (действие 7). Если станционный путь занят, но маршрут отправления с данного пути не установлен, то на табло красным светит только одна средняя ячейка (действие 8).

В случае необходимости узнать положение стрелок на станции диспетчер может нажатием кнопки «Без сигнала», включив подсветку табло этой станции. По направлению светящихся ячеек определяется фактическое положение стрелок станции. Если контроль положения стрелок отсутствует, будет светиться только средняя ячейка. При необходимости закрыть светофор, не пропуская поезда, дежурный должен нажать кнопку «Без сигнала».

В случае отправления поезда на участок с ДЦ со станции, прилегающей к этому участку, диспетчер нажимает кнопку «Разр. отпр.»

и посылает команды на эту станцию. Разрешение на отправление диспетчер может отменить нажатием кнопки «Без сигнала», а затем кнопки «Разр. отпр.».

Автономное управление применяют на станциях с большой маневровой работой, которую осуществляет ДСП. Отправление поездов на перегон ДСП может осуществлять только с разрешения диспетчера. В этом случае диспетчер посылает на данную станцию кодовый сигнал для открытия входного светофора.

Для автономного управления станцией, а также при повреждении кодовых устройств или устройств ЭЦ в помещении ДСП устанавливается пульт резервного управления, который представляет собой пульт-табло ЭЦ желобкового типа. При управлении стрелками и сигналами с резервного пульта исключается диспетчерское управление данной станцией. Диспетчер в этом случае может только контролировать состояние объектов, но приказы, которые могли бы оказать влияние на движение поездов, передавать не может.

Маневровая работа на линейном пункте выполняется как внутри станции, так и с выходом маневрового состава на перегон. Выход на перегон разрешается включением на входном светофоре лунно-белого огня, обращенного в сторону станции, нажатием маневровой кнопки на пульте. При загорании белого огня на входном светофоре на перегоне устанавливается направление движения для отправления, на соседнем линейном пункте загорается лампочка занятости перегона.

Передачу стрелок на местное управление производит диспетчер посылкой кодового сигнала ТУ или ДСП с пульта резервного управления. Для этого он нажимает кнопку «Маневры четн.» или «Маневры нечетн.», чем передает стрелки четной или нечетной горловины на местное управление. В маневровой колонке той или иной горловины станции загорается лампочка «Разрешение (маневров)»; в кнопке на пульте светится белая лампочка сначала мигающим, а после восприятия маневров ровным светом.

Производитель маневров извлекает ключ из замка маневровой колонки и, пользуясь им, переводит стрелки из путевых коробок. Свободность стрелок перед их переводом должен проверять производитель маневров. После окончания маневров ключ встав-

ляется в замок маневровой колонки и стрелки переводятся на управление с пульта резервного управления.

Поездограф установлен на рабочем месте диспетчера и представляет собой пишущее устройство, связанное с устройствами ДЦ.

Табло ТВБУ-ДЦ. Выносное табло действующих систем «Нева» и «Луч» имеет в современных условиях работы железных дорог недостаточную информативность (например, отсутствие информации о номерах поездов). Для устранения этого недостатка и введения дополнительных возможностей, облегчающих напряженный труд диспетчера, разработано и внедряется табло типа ТВБУ-ДЦ (табло выносное блочное унифицированное для диспетчерской централизации). Оно состоит из четырех секций с использованием в качестве управляющих устройств встроенных микропроцессорных контроллеров.

На информационном поле табло отображается следующая информация: занятие перегонов, блок-участков, направление движения поездов по перегону. Также имеется информация о состоянии стрелок, стрелочных секций и путей, включении устройств оповещения монтеров пути, открытии поездных и маневровых светофоров, оповещении переездов. Кроме этого, отображаются накопленный маршрут, номера поездов в контрольных точках, режим работы станции (ДУ — диспетчерское управление, РУ — резервное, СУ — сезонное), аварии и сбросы стрелок на станциях и аварии на перегонах, искусственная разделка замкнутых стрелочных секций, номер управляемой в данный момент станции, расположение головы поезда.

Табло обладает повышенной надежностью и экономичностью, а также улучшенной информативностью (за счет отображения номеров поездов и т.п.).

АРМ ДНЦ. Работа поездного диспетчера (ДНЦ) заключается в оперативном анализе поездной обстановки на участке и прилегающих к нему путях, быстром принятии решений по всем возникающим вопросам и контроле правильности их исполнения. От действий ДНЦ зависит обеспечение безопасности движения поездов на участке.

Автоматизированное рабочее место ДНЦ обеспечивает автоматизацию его деятельности и осуществляет следующие основные фун-

кции: ведет модель диспетчерского участка с определением поездной ситуации и состояния объектов управления и контроля; в автоматическом режиме отслеживает физические номера и индексы поездов, их скорости, технологические операции с ними и др.; автоматически управляет движением поездов при отсутствии отклонений от заданного графика; прогнозирует возможные отклонения от заданного графика и выдает диспетчеру рекомендации по предотвращению этого отклонения; ведет график исполненного движения (ГИД) с его анализом и отображением на экране, а также диспетчерский и системный журналы с занесением их в архив; управляет скоростями движения поездов в зависимости от поездной ситуации и состояния путевых объектов; передает ответственные команды телеуправления (ТУ) на линейные пункты; выбирает режим работы (автоматический, полуавтоматический, вручную); обменивается необходимой оперативной и справочной информацией с устройствами ДЦ соседних диспетчерских участков, а также с информационно-управляющими системами АСОУП, АСУ СС и др.

В состав АРМа ДНЦ входят; **мониторы** для обеспечения поездного диспетчера подробной информацией о поездном положении и состоянии устройств СЦБ на участке управления, о ходе технологического процесса на станциях и другой необходимой информацией по управлению движением на участке; **клавиатура**, с помощью которой ДНЦ может передавать приказы телеуправления; управлять информационным процессом (смена информационных фрагментов участка, станций и др.); передавать различные справочные команды (запрос справочной информации о длине путей и др.) и многие другие приказы, необходимые в его работе.

11.3. Основные требования, предъявляемые к поездному диспетчеру и дежурному по станции

Поездной диспетчер, кроме обязанностей по руководству движением поездов, предусмотренных Правилами технической эксплуатации и Инструкцией по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации, обязан выполнять следующие требования.

- При занятости пути приема отдельными вагонами необходимо стрелки установить в положение, исключающее прием поездов на этот путь, и навесить табличку «Занято» на кнопки приготовления маршрутов. Нельзя нажимать одновременно две или более маршрутные кнопки в процессе приготовления маршрута.

- Запрещается: давать приказ или указание ДСП на пользование кнопкой пригласительного сигнала или кнопкой вспомогательного перевода стрелок до перевода станции или разъезда на резервное управление; переводить на резервное управление станции или разъезды при открытых сигналах на них и переделывать маршруты, не убедившись, что поезд остановился у сигнала.

- Категорически запрещается принимать или отправлять поезда при закрытых сигналах без предварительной посылки кодового приказа на закрытие сигналов. Если кодовое управление нарушено, то станция должна быть переведена на резервное управление. Также запрещается: изменять маршрут приема с перекрытием входного сигнала, если на соседней станции поезд проследовал попутный выходной светофор; отменять маршрут отправления с закрытием выходного сигнала поезду, находящемуся на станции, не убедившись, что поезд задержан по отправлению; предварительно задавать маршруты приема и отправления при прохождении одиночно следующих локомотивов и дрезин.

Дежурный по станции обязан выполнять следующие требования: производить маневры с пульта резервного управления в пределах станции с занятием перегона при горящем лунно-белом огне на входном светофоре.

Запрещается: пользоваться кнопками передачи стрелок на местное управление на резервном пульте при управлении станцией или разъездом с диспетчерского пульта; пользоваться кнопками управления разъединителями и кнопкой переключения кодовой линии без разрешения работников дистанции сигнализации и связи; держать незапертыми маневровые кнопки и ящики телефонов, установленных на мачтах сигналов. Телефонные трубки в маневровых колонках и на выходных сигналах должны быть подвешены на рычаги телефонов. При переводе стрелок с помощью кнопки вспомогательного перевода необходимо убедиться в фактической свободности стрелки от подвижного состава.

В случае неисправности устройств СЦБ станций и разъездов, включенных в диспетчерское управление, при потере управления отдельными стрелками, но наличии контроля их положения ДСП обязан принимать и отправлять поезда по сигналам. Стрелки по указанию диспетчера ДСП переводит курбелем и запирает на висячий замок.

При ложной занятости стрелочной изолированной секции или пути приема поезд принимают при запрещающем показании входного сигнала по приказу диспетчера, переданному по поездной радиосвязи машинисту локомотива или по телефону диспетчерской связи. Стрелки запирают на висячие замки, свободу стрелочного участка проверяет ДСП. Так же при закрытом входном сигнале принимают поезда, когда отсутствует контроль положения стрелок. В этом случае по приказу диспетчера ДСП переводит стрелки курбелем и запирает их на замки.

При неисправности входного сигнала поезда принимают при закрытом входном сигнале по приказу диспетчера, переданному по поездной радиосвязи машинисту. Стрелки, входящие в маршрут приема, переводит ДСП и запирает на замки. ДНЦ обязан послать код на закрытие сигнала и после посланки кода нажать кнопку БС (без сигнала).

Глава 12. Диспетчерский контроль за движением поездов и системы технической диагностики

12.1. Общие сведения

На участках железных дорог, оборудованных АБ, информацию ДНЦ о движении поездов по перегонам и станциям передает автоматическая система телесигнализации — диспетчерский контроль, который позволяет ДНЦ в пределах диспетчерского участка видеть на световом табло местонахождение всех поездов, состояние входных и выходных светофоров на станциях и помогает тем самым контролировать действия ДСП, а также следить за изменением поезд-

ного положения на участке и при необходимости корректировать график движения поездов. Устройствами диспетчерского контроля контролируется занятость перегонных блок-участков и приемо-отправочных путей на станциях, а также состояния входных и выходных станционных светофоров (открыты или закрыты).

Типовой системой диспетчерского контроля является система частотного диспетчерского контроля (ЧДК). Она дает возможность передавать на станции, ограничивающие перегон, а затем со станций на центральный диспетчерский пост информацию о движении поездов по перегонам. Такой принцип передачи информации позволяет ДНЦ следить за положением поездов на участке и за показаниями станционных светофоров, а ДСП за движением поездов на перегонах, примыкающих к станции. Кроме того, система ЧДК обеспечивает передачу ДСП информации о неисправностях в устройствах перегонных сигнальных и переездных установок.

Вся информация с объектов перегона поступает на прилегающие станции по проводам двойного снижения напряжения с помощью аппаратуры частотного разделения в диапазоне звуковых частот. Передача сигналов диспетчерского контроля с промежуточных станций на центральный пост осуществляется по физическим цепям или каналам высокочастотной связи при помощи частотно-распределительной системы телесигнализации.

Аппаратура ЧДК выполнена на бесконтактных элементах, что повышает надежность ее работы и быстродействие. Систему ЧДК, обладающую высоким быстродействием, используют не только для диспетчерского контроля, но и для передачи контрольной и диагностической информации на центральный диспетчерский пост, промежуточные станции и посты дежурных диспетчеров дистанций сигнализации и связи.

В современных условиях работы железных дорог большое внимание уделяется комплексным системам автоматизации управления движением поездов с созданием диспетчерских центров управления (ЕДЦУ). Одной из систем, обеспечивающих работу ЕДЦУ, является автоматизированная система диспетчерского контроля (АСДК), которая выполнена на базе микропроцессорной техники.

12.2. Система частотного диспетчерского контроля

В системе ЧДК используется частотное разделение передаваемых сообщений. Для этого на каждой сигнальной установке перегона (рис. 12.1) устанавливается генератор ГК, вырабатывающий одну из 16 фиксированных частот в диапазоне 300...1500 Гц.

Генераторы ГК перегонных сигнальных установок включаются параллельно в двухпроводную цепь ДСН (двойного снижения напряжения). Действие генераторов связано с состоянием контролируемых объектов. В зависимости от состояния блок-участка генераторы ГК по цепи ДСН посылают на прилегающие к перегону станции соответствующие каждой сигнальной установке сигналы (частоты). На станции от каждого принятого сигнала через усилитель У и фильтр Ф включается контрольная лампочка на табло ДСП. Контрольные лампочки устанавливаются в верхней части аппарата управления по числу контролируемых сигнальных установок перегона, примыкающего к данной станции.

С помощью генератора ГК с каждой сигнальной установки передается следующая информация: перегорание лампы красного огня, свобода или занятость блок-участка, отсутствие основного или

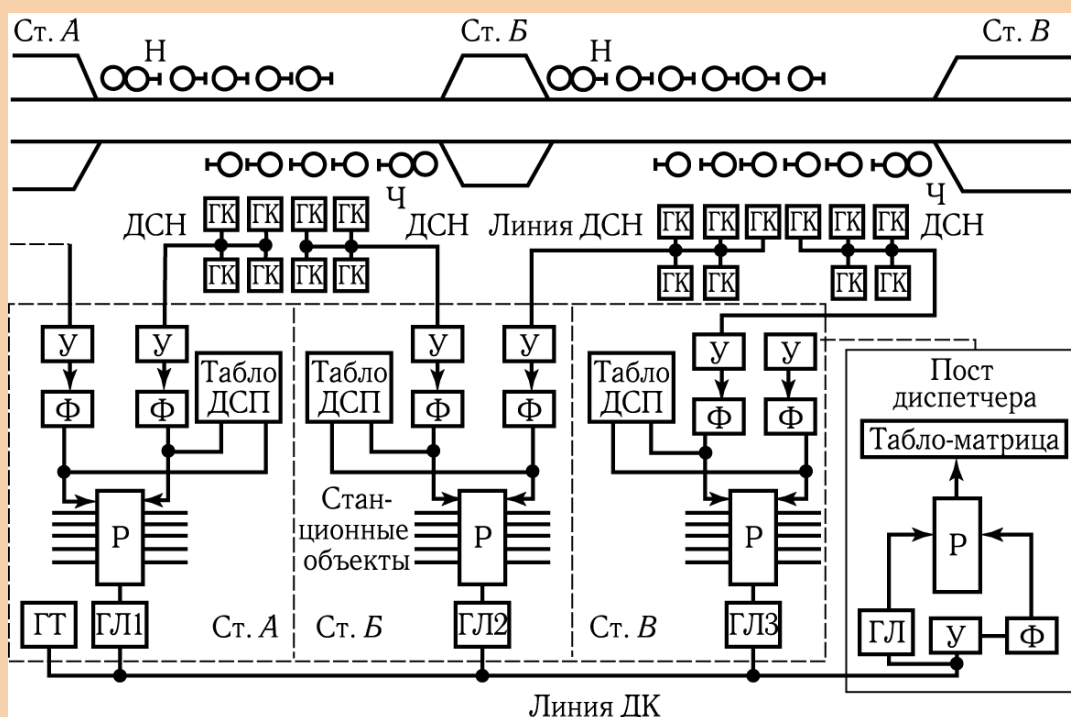


Рис. 12.1. Структурная схема ЧДК

резервного питания переменным током, неисправность дешифратора (в кодовой АБ).

При свободном блок-участке и отсутствии неисправностей на сигнальной установке создается цепь непрерывного питания генератора ГК. В линию ДСН подается непрерывный сигнал на частоте данного генератора. Прием этого сигнала на станции контролируется выключенным состоянием контрольной лампочки на табло ДСП;

При занятом блок-участке и отсутствии неисправностей питание генератора отключается. Частотный сигнал в линию ДСН не посылается, и на табло ДСП контрольная лампочка светится непрерывным светом.

При перегорании лампы красного огня обесточивается огневое реле, которое тыловыми контактами замыкает цепь питания генератора ГК частотным кодом, состоящим из импульсов длительностью 0,3 с и интервалов длительностью 1 с. При приеме этого кода на станции контрольная лампочка данной сигнальной установки на табло ДСП будет мигать.

Прекращение подачи основного питания на сигнальную установку контролируется выключением реле А, которое, замыкая тыловой контакт, образует цепь питания генератора ГК частотным кодом, состоящим из импульсов и интервалов длительностью 1 с. Отсутствие подачи резервного питания контролируется выключением реле А1, через тыловые контакты которого образуется цепь питания генератора частотным кодом, состоящим из импульсов длительностью 1 с и интервалов длительностью 0,3 с. По режиму мигания контрольной лампочки на табло ДСП определяется характер повреждения на сигнальной установке перегона.

С переездной установки передается информация о перегорании ламп переездного светофора, неисправности цепи ДСН, работе комплекта мигающих устройств, занятости участка приближения.

Информация о положении поездов на перегонах, полученная на промежуточных станциях, сведения о занятости приемо-отправочных путей и о состоянии входных и выходных светофоров передается на диспетчерский пост по линии ДК с помощью генератора ГЛ (см. рис. 12.1). Эта двухпроводная линия может быть воздушной или кабельной.

Генераторами ГЛ управляют распределители Р, установленные на каждой промежуточной станции и диспетчерском посту. Распределители Р на станциях связаны с контролируруемыми объектами. Передача информации с промежуточных станций на пост ДНЦ производится циклично. Поэтому все распределители Р работают синхронно от импульсов тактового генератора ГТ, установленного на конечной станции участка. Тактовые импульсы на всех промежуточных станциях и посту ДНЦ через приемники (У и Ф), помещенные в блоках ГЛ, поступают на распределители и приводят их в движение. От каждого тактового импульса распределители делают один шаг. Цикл работы распределителя состоит из 32 шагов, что позволяет контролировать на каждой станции 32 объекта.

На диспетчерском посту частотные сигналы поступают на общий усилитель У и затем на приемные устройства Ф, с помощью которых дешифрируется кодовый сигнал с каждой промежуточной станции.

Приемные устройства через распределитель Р связываются с выходными цепями табло ДНЦ. Если какой-либо блок-участок занят, то на соответствующем шаге распределителя с одной из станций не поступит сигнал контрольной частоты и на табло ДНЦ включится соответствующая лампочка, сигнализирующая ДНЦ о занятости блок-участка. Лампочка будет светиться до тех пор, пока в один из циклов не поступит сигнал о свободности блок-участка.

Состояния контролируемых объектов отражаются на табло (рис. 12.2), которое устанавливается в помещении ДНЦ и представ-

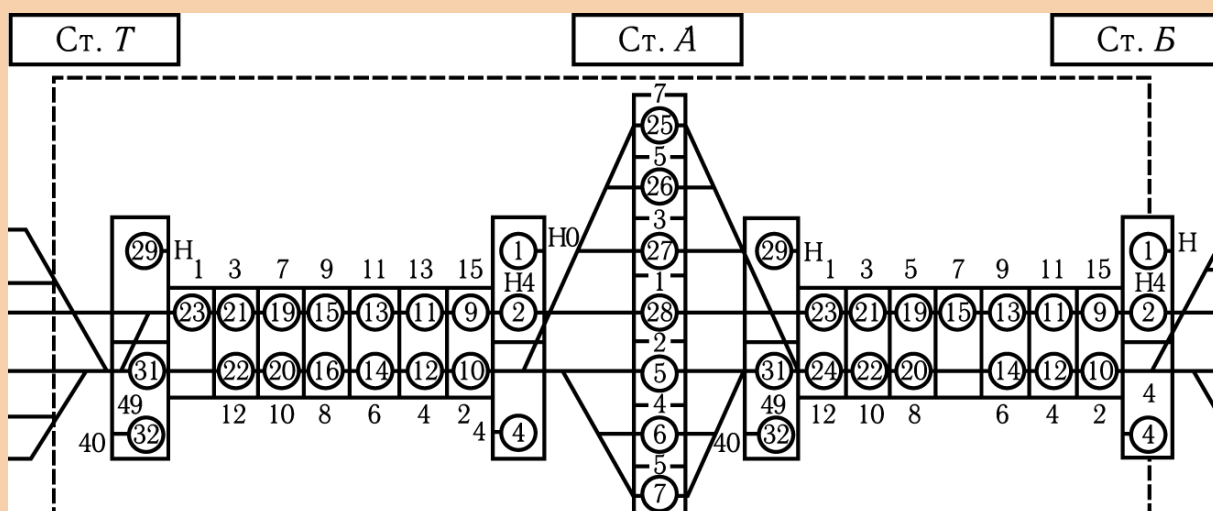


Рис. 12.2. Секция табло диспетчерского контроля

ляет собой схему участка с контрольными лампочками, включающимися при занятии блок-участков и открытии входных и выходных светофоров.

Табло ЧДК собирают из секций. У контрольных лампочек перегонных объектов поставлены цифры, указывающие номер сигнальной установки; цифры, поставленные внутри лампочек, показывают порядковый номер объекта по контролю. Входные светофоры контролируются отдельными лампочками нечетного и четного направления (Н и Ч), а выходные — групповыми (НО или ЧО).

12.3. Автоматизированная система диспетчерского контроля АСДК

Автоматизированная система диспетчерского контроля АСДК предназначена для ведения в реальном масштабе времени динамической модели поездного положения. Отображение выполняемых функций АСДК осуществляется с помощью двух мониторов ПЭВМ: на одном отображаются мнемосхемы станций с фактической информацией о состоянии устройств СЦБ, на другом — график исполненного движения (ГИД).

Система АСДК представляет собой программно-аппаратный комплекс, позволяющий автоматизировать труд ДНЦ, диспетчеров связи ШЧ, вагонных операторов и других работников, связанных с безопасностью движения поездов.

Структура АСДК представляет собой двухуровневую систему. Нижним уровнем АСДК является система передачи данных (СПД), предназначенная для сбора информации о состоянии объектов участка управления. Вся информация о состоянии контролируемых объектов по станциям и перегонам передается по каналам связи в сервер СПД, который еще является и рабочей станцией локальной вычислительной сети (ЛВС). Верхний уровень АСДК создается на базе типовых аппаратных и программных средств ЛВС, включая средства удаленного доступа и объединения локальных сетей.

Автоматизированные рабочие места персонала (АРМ) представляют собой рабочие станции ЛВС и содержат необходимый набор специализированных (прикладных) программ и общепользовательских приложений (текстовые и графические редакторы, электронные таблицы и др.).

Информация о состоянии объектов контроля на станциях и перегонах (занятость рельсовых цепей, положение стрелок, показания сигналов и др.) поступает в АСКД из СПД и помещается в базу данных о состоянии объектов. Данные, содержащиеся в базе состояний объектов, отображаются на АРМе в виде действующих схем участков, станций и перегонов, а также архивируются для возможности последующего просмотра и разбора.

В программах приложений есть специальная программа, которая на основании данных базы состояний объектов выполняет «слежение» за перемещением по участку контроля и создает базу исполненного графика движения, который отображается программой ГИД. Он также архивируется для последующего просмотра.

АСДК является системой, которая учитывает информационные потребности всех служб, оперативно обеспечивающих перевозочный процесс (сигнализации и связи, движения, вагонной, локомотивной и др.).

12.4. Система телеконтроля

Правильное и бесперебойное действие устройств автоматики и телемеханики обеспечивается техническим обслуживанием этих устройств. Необходимо так обслуживать устройства, чтобы не допускать их отказов, которые приводят к задержкам поездов, нарушению графика движения и снижению пропускной способности на перегонах и станциях. Поэтому для оценки состояния устройств автоматики и телемеханики требуется специальная система телеконтроля, обеспечивающая достаточный для оперативного обнаружения отказов объем информации, передаваемой обслуживающему персоналу. Эта система позволяет автоматически контролировать техническое состояние аппаратуры, выявлять повреждения, определять отклонения номинальных значений параметров отдельных элементов до предельно допустимых и предупреждать отказы. Эта информация передается и концентрируется на рабочем месте дежурного инженера (диспетчера) дистанции сигнализации и связи ШЧД, который принимает оперативные решения по устранению отказов с учетом поездной ситуации, выбирает порядок проведения работ, контролирует их выполнение и накапливает статистические данные о состоянии устройств ШЧ.

Структурная схема системы телеконтроля приведена на рис. 12.3. На нижнем уровне в качестве канала сбора данных используется цепь ДСН. Аппаратура сигнальной точки АСТ-ТК фиксирует состояние устройств и передает сигналы на ближайшую промежуточную станцию, где они объединяются с информацией, полученной при помощи станционного комплекта АЛП-ТК, и передается по каналу ЧДК. На промежуточной станции выделяется оперативная информация, необходимая для технического персонала, обслуживающего устройства автоматики на данном участке.

Для приема и обработки информации организуется автоматизированное рабочее место диспетчера дистанции АРМ-ШЧД, включающее в себя приемные устройства ПУ и персональную ЭВМ. Дешифрирование, накопление, анализ и вывод данных об отказах на экран ЭВМ выполняются программным способом. На рабочем месте информация собирается с нескольких диспетчерских кругов, обслуживаемых данной ШЧ.

Устройства телеконтроля обеспечивают сбор информации о состоянии устройств автоматики и телемеханики ШЧ, а также об их отказах и предотказных ситуациях. С помощью этих устройств обеспечивается оперативный контроль поездного положения; контроль за действиями эксплуатационного персонала; оперативное оповещение ШЧД об отказах и о предотказных состояниях устройств с

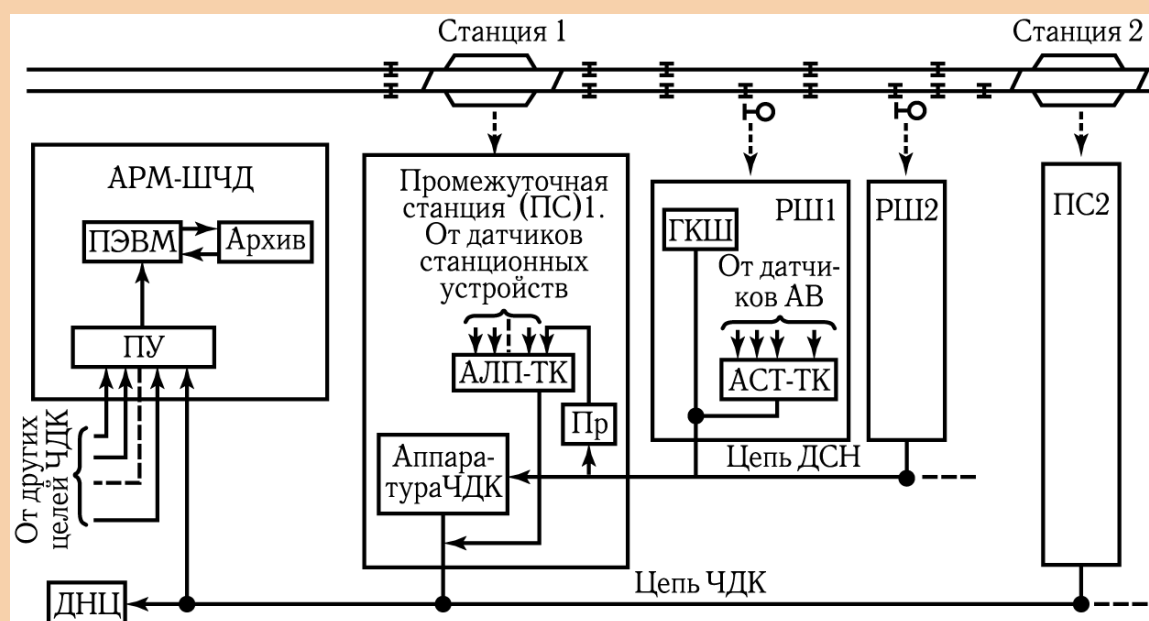


Рис. 12.3. Структурная схема системы телеконтроля

указанием конкретных причин, точного адреса и времени возникновения; просмотр полученной информации на экране монитора ЭВМ по запросам диспетчера; сортировку полученной информации и ее накопление; выдачу статистических сводок о состоянии устройств ШЧ и об отказах.

12.5. Системы контроля состояния подвижного состава на ходу поезда

На магистральных линиях, оборудованных АБ, для автоматического обнаружения перегретых букс на ходу поезда и передачи данных в пункт регистрации применяют автоматические устройства обнаружения перегретых букс (ПОНАБ), а для обнаружения дефектов колес по кругу катания — устройства КРАП.

Применение этих устройств позволило сократить количество изломов шеек осей и повысить производительность труда осмотровиков вагонов. С помощью устройств ПОНАБ автоматически обнаруживают перегретые буксы в поездах, проходящих со скоростями от 5 до 150 км/ч, и заблаговременно передают персоналу станции информацию о наличии в поезде перегретых букс. В передаваемой информации указываются порядковый номер вагона с перегретой буксой (до девяти вагонов), сторона перегрева, общее число вагонов в поезде (до 99 вагонов). Дальность передачи информации — до 20 км.

Устройства ПОНАБ и КРАП являются автономными техническими средствами контроля отдельных элементов подвижного состава. Поскольку контроль состояния элементов подвижного состава выполняют в одном месте, а именно на подходах к крупным станциям, то более целесообразно использовать комплексный принцип сбора и обработки информации. Этот принцип положен в основу комплексной дистанционно-информационной системы обнаружения перегретых букс, неровностей поверхностей колес и волочащихся частей с централизованной обработкой информации, которая получила название ДИСК-БКВ-Ц. Эта система имеет в своем составе подсистемы ДИСК-Б, ДИСК-К и ДИСК-В, которые выполняют вышеперечисленные функции с предварительной обработ-

кой сигналов, а также подсистему ДИСК-Ц для централизованной обработки полученных результатов от вышеуказанных подсистем.

Подсистема ДИСК-Б, обнаруживающая перегретые буксы, является базовой и может функционировать самостоятельно. Остальные подсистемы работают совместно с ней и дополняют ее возможности. Информация с подсистем ДИСК-К и ДИСК-В передается на линейные пункты контроля, где она принимается и обрабатывается аппаратурой ДИСК-Б. Этот комплекс ДИСК-БКВ позволяет оператору линейного пункта контроля получать информацию о состояниях контролируемых узлов приближающегося поезда, оценивать ее и принимать решения об ограничении его скорости или остановке.

Для сбора информации в пунктах технического обслуживания подвижного состава ПТО или КПТО используют подсистему ДИСК-Ц. Она представляет собой комплекты приемо-передающей и регистрирующей аппаратуры и объединяет в одном месте информацию с нескольких линейных пунктов контроля, что дает возможность оператору центрального поста принимать более обоснованные решения о техническом состоянии контролируемых элементов и необходимости остановки поезда. Централизация информации, как правило, проводится в пределах участка безостановочного следования поездов, а расстояния между линейными пунктами контроля составляет 30...35 км.

Структура системы ДИСК-БКВ-Ц и принцип ее действия. Аппаратура линейного пункта контроля системы (рис. 12.4) состоит из перегонной и станционной частей, взаимодействующих по линии местной связи, длина которой до 10 км. Постовое оборудование ПО, входящее в состав комплекта устройств четного или нечетного направлений КУНЧ(КУНН), размещается на перегоне вблизи зоны установки напольных датчиков в специальном отапливаемом помещении, а станционное СО — в пунктах технического осмотра вагонов или помещениях ДСП.

Напольные датчики подсистемы ДИСК-Б улавливают тепловое излучение букс движущегося поезда. Датчиками подсистемы ДИСК-К служат вибрационные преобразователи, а волочащиеся части вагонов или грузов обнаруживают механические датчики подсистемы ДИСК-В.

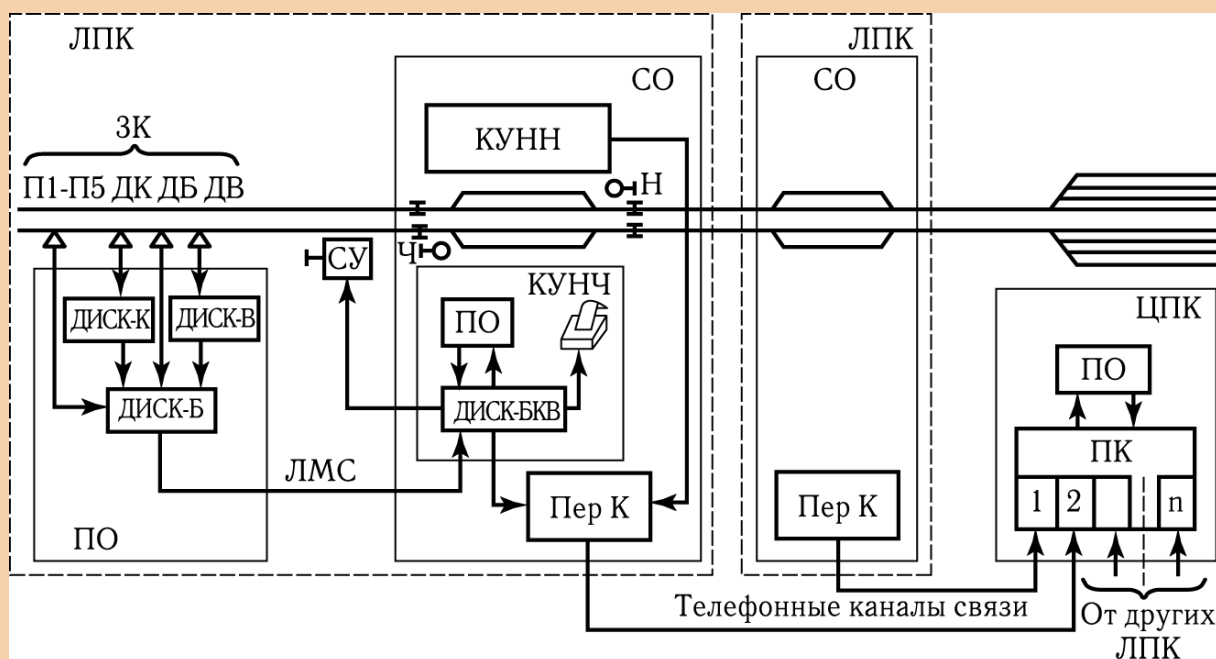


Рис. 12.4. Структурная схема системы ДИСК-БКВ-Ц

При отсутствии поезда устройства ДИСК-БКВ-Ц находятся в дежурном режиме и сигналы от датчиков не воспринимают. Подготовка их к работе осуществляется по мере приближения поезда. При этом на пульте оператора ПО линейного пункта контроля ЛПК включается световая сигнализация о наличии поезда в зоне контроля ЗК. Так как обнаруженные в движущемся поезде дефекты должны быть переданы в пункт контроля, то в состав перегонной аппаратуры входят датчики (педали П1...П5), фиксирующие проходящие оси, а также схемы отсчета и отметчики вагонов. Это дает возможность получать конкретную информацию о местах расположения обнаруженных дефектов в составе.

Предварительно обработанная информация с перегона по линии местной связи ЛМС пересылается на станцию, где она расшифровывается и регистрируется печатающим устройством. Если уровень принятого сигнала превышает предельно допустимое значение, то помимо его регистрации вырабатывается сигнал «Тревога», информирующий оператора о неисправности. Одновременно включается световой указатель, установленный у пути на подходе к станции, который информирует машиниста об имеющейся в поезде неисправности.

В системе предусмотрена возможность автономного контроля работоспособности отдельных ее узлов по командам, передаваемым с пульта оператора на перегон.

При работе подсистемы ДИСК-БКВ в режиме централизованной обработки на станции дополнительно устанавливается передающий комплект подсистемы ДИСК-Ц, состоящий из передающих Пер К и приемных ПК устройств. С помощью этих устройств результаты контроля пересылаются на центральный пункт ЦПК. В этом случае печатающие устройства переносятся на ЦПК, а на станции остается пульт оператора, которым пользуется обслуживающий персонал при отказе каналов связи или устройств ЦПК. Возможность автономной проверки перегонных устройств при этом сохраняется.

Напольное оборудование. Перегретые буксы в подсистеме ДИСК-Б обнаруживают в результате улавливания, поступающего от них инфракрасного излучения. В качестве прибора, реагирующего на тепловое излучение буксы, используют болометры. Болометр вместе с собирательной линзой и усилителем помещают в герметизированную капсулу с автоматическим регулированием температуры внутри корпуса. Капсулу устанавливают в напольной камере, имеющей оптическую систему, заслонку и контрольную лампу.

Камеры устанавливают в точке контроля по две с каждой стороны пути (рис. 12.5). Оптические оси левой НКЛО и правой НКПО основных камер ориентированы на задние по ходу движения поезда стенки корпусов букс под углом 13° к оси пути, а вспомогательных НКЛВ и НКПВ — на подступичные части колес с наружной стороны перпендикулярно оси пути. В процессе контроля на выходах усилителей тепловых сигналов камер УТС формируются импульсы, амплитуды которых пропорциональны температуре букс.

Датчики ВД1...ВД6 входят в подсистему ДИСК-В и служат для обнаружения дефектов колес по кругу катания. Их устанавливают с внутренней стороны рельсов. Сигналы датчика обрабатываются вибрационным усилителем ВУ, на выходе которого формируются импульсы постоянного тока с амплитудой, пропорциональной максимальному уровню вибраций.

Напольный датчик (ДГ) подсистемы ДИСК-В представляет собой устройство механической оценки нижней части габарита подвижного состава. Элементы, выходящие за габарит, взаимодейству-

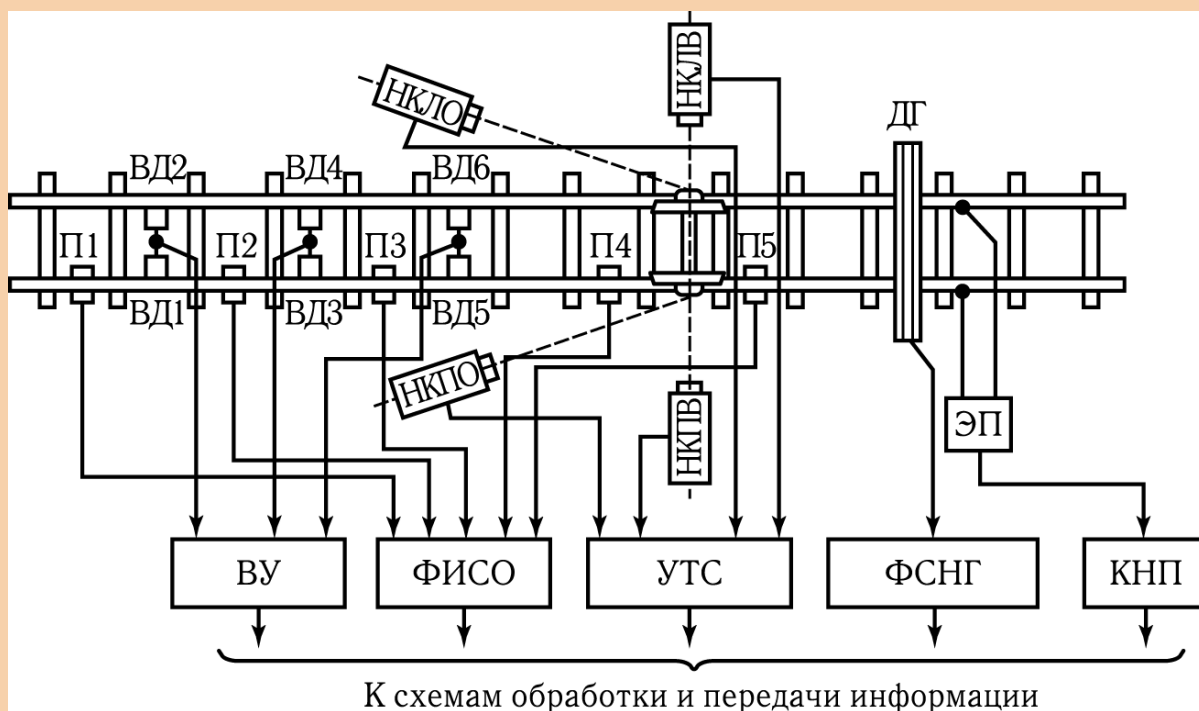


Рис. 12.5. Структурная схема расположения напольного оборудования системы ДИСК-БКВ-Ц

ют с поворотными щетками датчика. Габарит контролируется в зонах 1700 мм по обе стороны от оси пути на высоте 50...60 мм от уровня головки рельсов (ФСНГ — формирователь сигналов нарушения габарита).

В качестве датчика приближения поезда и нахождения его в зоне контроля используется короткая рельсовая цепь наложения ЭП. Она подает команду подготовки перегонного оборудования к работе и контролирует нахождение поезда на участке длиной около 50 м. Сигналы прохода колесными парами вагонов определенных точек пути вырабатываются педалями П1...П5, в качестве которых применяют датчики ПБМ-56 с соответствующими схемами формирования (ФИСО — формирователи импульсов счета осей). Датчики, установленные на определенных расстояниях один от другого, фиксируют нахождение колес в конкретных точках контрольной зоны, что дает возможность определять направление движения поезда, а также считать оси и число вагонов в поезде.

В настоящее время имеются тенденции к увеличению гарантийных плеч технического обслуживания вагонов, ликвидации контрольных пунктов технического обслуживания вагонов (КПТО) и закрытию малых станций. В этих условиях система ДИСК-БКВ те-

ряет ряд своих возможностей и становится автономной системой. В связи с такими условиями появилась необходимость перехода от разрозненных пунктов контроля к созданию единой дорожной сети контроля технического состояния подвижного состава.

Комплекс технических средств микропроцессорный КТСМ. В настоящее время разработана и внедряется микропроцессорная система контроля технического состояния подвижного состава КТСМ. На нижнем уровне она использует аппаратуру напольного оборудования устройств ПОНАБ и ДИСК, а станционное оборудование представляет собой персональный компьютер с соответствующим программным обеспечением. В качестве станционного оборудования устанавливается аппаратура АРМ ЛПК автоматизированной системы контроля подвижного состава (АСК-ПС), которая автоматизирует процесс сбора, передачи и обработки показаний аппаратуры ПОНАБ-3, ДИСК-Б и централизованно контролирует техническое состояние поездов на участках, следит за динамикой нагрева букс и централизацией диагностической информации. Линейные пункты КТСМ и АРМ ЛПК обмениваются информацией через СПД, реализованную на базе концентраторов информации «КИ». Принятая в постоянную эксплуатацию аппаратура КТСМ-02 имеет напольные камеры нового типа и более совершенные методы обработки и передачи данных. Это позволило обнаруживать буксовые узлы на ранней стадии развития дефекта. Система КТСМ-02 имеет режимы непрерывной автоматической диагностики и дистанционного контроля работоспособности узлов перегонных комплектов аппаратуры любого пункта. Это позволяет оперативно ремонтировать и технически обслуживать аппаратуру, что существенно повышает эксплуатационную надежность комплекса.

В состав напольного оборудования КТСМ-02 (рис. 12.6) входят: две основные камеры КНМ, датчики прохода осей Д1...Д3 и электронная педаль ЭП-1. При необходимости имеется возможность подключения дополнительных напольных камер КНД и датчика счета осей Д4. В аппаратуре КТСМ-02 применяются напольные камеры КНМ новой конструкции с креплением на рельс. Это повышает чувствительность и помехоустойчивость аппаратуры за счет сокращения расстояния от приемника теплового излучения до корпуса буксы. На рис. 12.6 показана структурная схема комплекса КТСМ-02,

на которой элементы КТСМ показаны сплошными линиями, а подсистемы — штриховыми.

В состав постового оборудования входят: блок преобразования и контроля БПК, блок силовой коммутационный БСК, технологический пульт ПТ, а также датчик температуры наружного воздуха ДТНВ. Блок БПК выполняет следующие функции: преобразует и обрабатывает сигналы от путевых датчиков, формирует и передает подсистемам контроля управляющие сигналы, получает от этих подсистем данные об аварийных подвижных единицах и передает собранную информацию в линию связи. Кроме этого, БПК вырабатывает сигналы управления и диагностики состояния оборудования, работающего в составе комплекса. В блоке имеются средства

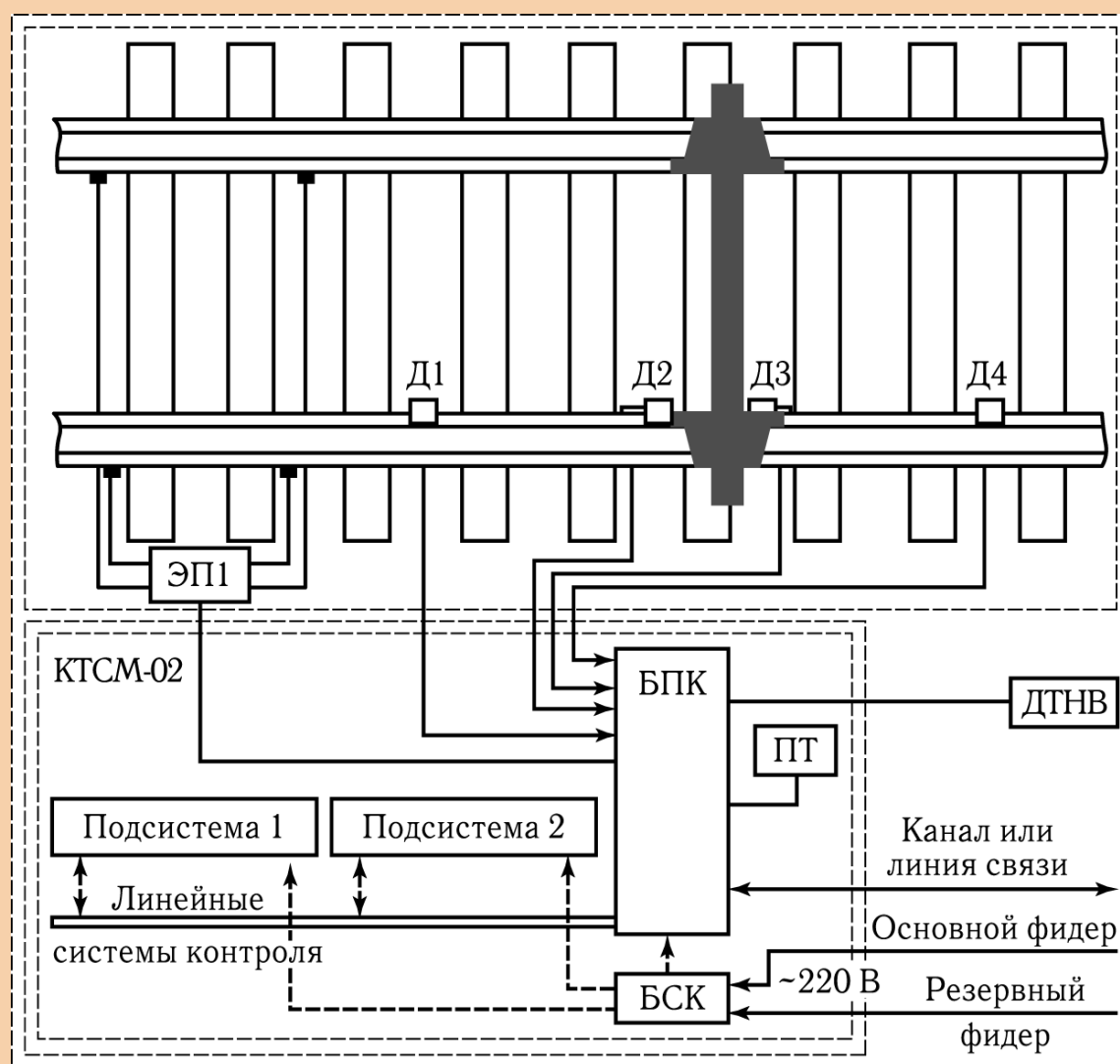


Рис. 12.6 Структурная схема комплекса КТСМ-02

тестирования и настройки комплекса персоналом в процессе технического обслуживания (технический пульт ПТ). Микропроцессорная система блока обеспечивает работоспособность напольных камер независимо от температуры окружающей среды и автоматически контролирует приемно-усилительные тракты.

В состав станционного оборудования входят: концентратор информации КИ и автоматизированное рабочее место оператора линейного поста контроля (АРМ ЛПК). Станционное оборудование дополнено подсистемой речевого оповещения и сигнализации (ПРОС-1). Она передает машинисту поезда через радиостанцию речевые сообщения об аварийном состоянии подвижного состава и включает дополнительные средства сигнализации. Обмен информацией между перегонным оборудованием, АРМом ЛПК и АРМом центрального поста происходит по системе передачи данных СПД ЛП на базе концентраторов КИ.

Функциональные возможности КТСМ-02 могут быть расширены с помощью подключения дополнительных датчиков или систем контроля.

Глава 13. Безопасность движения поездов при неисправности устройств СЦБ

13.1. Обеспечение безопасного движения поездов при полуавтоматической блокировке

Для приема поезда ДСП заблаговременно готовит маршрут приема и открывает входной светофор. После того как он убедится, что поезд прибыл на станцию в полном составе, ДСП подает на станцию отправления блокировочный сигнал прибытия, а по телефону извещает ее о времени прибытия поезда. О прибытии поезда на станцию в полном составе ДСП убеждается по наличию поездного сигнала на последнем хвостовом вагоне поезда — лично или по докладу дежурного стрелочного поста, а на станциях с централизацией стрелок — по докладам других станционных работников, связанных с движением поездов (сигналистов, операторов постов

централизации, работников составительских бригад и др.) порядком, установленным начальником железной дороги и указанным в техническо-распорядительном акте (ТРА) станции. При наличии автоматических устройств контроля прибытия поезда в полном составе ДСП после прибытия поезда убеждается в свободности перегона по показаниям контрольных приборов этих устройств. Если после приема поезда не срабатывают устройства, контролирующие его прибытие на станцию, то ДСП сначала убеждается, что поезд прибыл в полном составе, а затем докладывает об этом ДНЦ, который, убедившись путем переговоров с ДСП станций, ограничивающих перегон, что он свободен, дает одновременно на обе станции разрешение на подачу блокировочного сигнала прибытия. ДСП станции приема подает на станцию отправления блокировочный сигнал прибытия нажатием вспомогательной пломбируемой кнопки. Перед срывом пломбы с вспомогательной кнопки прибытия ДСП делает запись в Журнале осмотра ДУ-46. Если аппарат управления оборудован счетчиком с кнопкой, то при искусственной подаче блокировочного сигнала прибытия ДСП в Журнале движения поездов против номера соответствующего поезда записывает показание счетчика.

Такой же порядок действий должен соблюдаться и в случаях приема поезда на станцию при запрещающем показании входного светофора. При использовании искусственного срабатывания, вызванного неисправностью устройств СЦБ, дежурный по станции производит запись об этой неисправности в Журнале осмотра ДУ-46.

При нормальном состоянии устройств ПАБ у ДСП есть право открыть выходной светофор и отправить поезд только после получения от соседней станции по телефону уведомления о прибытии ранее отправленного поезда. На однопутных перегонах ДСП запрещается давать блокировочный сигнал согласия на прием поезда встречного направления без получения от соседней станции уведомления по телефону о прибытии ранее отправленного поезда.

Если при свободном перегоне и правильно установленном маршруте выходной светофор не открывается из-за ложной занятости изолированного стрелочного участка, ДСП после проверки фактической свободности этого участка с согласия ДНЦ может открыть выходной светофор после нажатия кнопки **«Выключение контроля**

свободности стрелочных изолированных участков в маршрутах отправления» на станциях, где она имеется.

Если после открытия выходного светофора поезд почему-либо не будет отправлен, ДСП обязан закрыть выходной светофор, сделать об этом запись в Журнале движения поездов и сообщить о задержке поезда на соседнюю станцию и ДНЦ.

Отправление задержанного или другого поезда того же направления, или отправление поезда в случаях самопроизвольного закрытия выходного светофора (вследствие ложной занятости изолированного участка, перегорания лампы или ошибочного закрытия выходного светофора) производится при закрытом выходном светофоре по разрешению на бланке зеленого цвета формы ДУ-52 с заполнением пункта I. ДСП соседней станции о времени фактического отправления поезда уведомляется по телефону.

На станциях, имеющих устройства, которые при свободном перегоне позволяют повторно открыть выходной светофор, отправление поезда ДСП производит по вновь открытому выходному светофору и только с согласия ДНЦ.

Если «голова» отправляемого поезда находится за выходным светофором и его открыть невозможно, то действие блокировки прекращается. Отправление поезда осуществляется по телефонным средствам связи с выдачей машинисту путевой записки. Также организуется движение поездов с последующим возвращением на станцию при неисправности ключа-железа.

При следовании поезда с двойной тягой или с подталкивающим локомотивом на весь перегон разрешение на право занятия перегона вручается только машинисту ведущего локомотива. Машинисты второго (при двойной тяге) и подталкивающего локомотивов должны руководствоваться сигналами или передаваемыми по радиосвязи сообщениями машиниста ведущего локомотива.

При неисправности блокировочной телефонной связи ДСП обязан особо внимательно следить за изменением показаний контрольных приборов на аппаратах управления. Уведомления о движении поездов в этом случае осуществляются через ДНЦ или по другим средствам связи, находящимся в распоряжении ДСП.

Неисправностями, при которых действие ПАБ прекращается, являются: невозможность закрытия или открытия выходного или про-

ходного светофора, подачи или получения блокировочных сигналов, а также произвольное получение блокировочных сигналов и отсутствие пломб на аппарате управления (за исключением на вспомогательной кнопке). Во всех указанных случаях, а также при работах по переоборудованию, переносу, ремонту, испытанию и замене блокировочных устройств и других работах, вызывающих временное прекращение действия устройств, движение поездов по блокировке прекращается и устанавливается по телефонной связи.

13.2. Организация безопасного движения поездов при АБ

Каждый ДСП должен знать порядок нормальной работы АБ, правильно выполнять все действия, связанные с использованием этими устройствами, и производить эти действия в соответствии с Инструкцией по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации.

Перед приемом или отправлением поезда ДСП установленным порядком готовит маршрут приема или отправления и открывает входной (выходной) светофор.

На однопутных перегонах, а также при отправлении поезда по неправильному пути двухпутного перегона с двусторонней АБ дежурный по станции обязан предварительно согласовать с ДНЦ (а при неисправности поездной диспетчерской связи — с дежурным по соседней станции) право занятия перегона.

Отправление поездов при наличии групповых маршрутных светофоров, если пути отправления не оборудованы повторительными светофорами, производится по разрешающему показанию светофора и маршрутному указателю, который показывает цифрой зеленого цвета номер того пути, с которого разрешается отправление поезда. Если на пути отправления имеется повторительный светофор группового светофора, то отправление поезда с этого пути до группового светофора производится по показанию повторительного светофора.

По сигналам АБ производятся отправление и движение по перегону поезда с подталкивающим локомотивом, следующим на весь

перегон. Отправление и следование поезда с подталкивающим локомотивом, который возвращается обратно на станцию отправления, производятся по сигналам АБ, а для возвращения с перегона машинисту подталкивающего локомотива на станции отправления выдается ключ-жезл.

Отправление хозяйственного поезда для работы на перегоне с возвращением на станцию отправления производится по открытому выходному светофору и далее по сигналам АБ, а возвращение его на станцию отправления — по ключу-жезлу, который перед отправлением со станции ДСП выдает руководителю работ для передачи машинисту перед возвращением поезда с перегона.

На двухпутных перегонах, оборудованных устройствами для движения поездов по неправильному пути по показаниям локомотивного светофора, отправление поезда с ключом-жезлом допускается только по правильному пути.

Отправление хозяйственных поездов, состоящих из двух или более единиц специального самоходного подвижного состава, допускается с ключом-жезлом только в случае их неразъединения на перегоне.

Отправление на перегон специального самоходного подвижного состава производится по сигналам АБ, при этом такой подвижной состав должен обеспечивать надежное шунтирование рельсовой цепи.

Порядок действий при неисправностях автоблокировки. Если при правильно установленном маршруте и свободном (по показаниям приборов управления) первом блок-участке выходной светофор не открывается, поезд может быть отправлен на двухпутный перегон по правильному пути: по пригласительному сигналу на выходном светофоре; по регистрируемому приказу ДСП, передаваемому машинисту отправляющегося поезда по радиосвязи; по разрешению на бланке зеленого цвета с заполнением пункта I (бланк формы ДУ-54). Отправление поезда на однопутный перегон и по неправильному пути двухпутного перегона по пригласительному сигналу запрещается.

Перед отправлением поезда ДСП обязан:

- получить регистрируемый приказ ДНЦ, подтверждающий свободу перегона (пути) от встречных поездов;
- установить блокировку в направлении отправляющегося поезда;
- изъять из аппарата ключ-жезл соответствующего перегона (пути перегона). Изъятый ключ-жезл возвращается в аппарат после фак-

тического занятия перегона отправляющимся поездом (после вступления его на первый блок-участок удаления).

На двухпутных перегонах, оборудованных АБ с движением по неправильному пути по показаниям локомотивного светофора, если выходной светофор на неправильный путь не открывается или отсутствует, отправление поезда производится после прекращения действия АБ.

При неисправности повторителей светофоров или участков приближения и удаления на аппарате управления (табло) прием и отправление поездов должны осуществляться по АБ на основании переговоров ДСП (по телефону или радиосвязи) с ДНЦ, ДСП соседних станций, машинистами локомотивов и другими работниками.

Если контрольные приборы показывают занятость перегона при фактической его свободности и при этом требуется изменить направление движения (на однопутных перегонах, на двухпутных перегонах с двусторонней АБ), а также в других случаях невозможности смены направления при помощи кнопок основного режима, то при наличии кнопок вспомогательного режима такое изменение осуществляется с помощью этих кнопок по регистрируемому приказу ДНЦ, передаваемому ДСП станций, ограничивающих перегон, после предварительной проверки его свободности. Получив такой приказ, ДСП обеих станций снимают пломбы и нажимают кнопки вспомогательного режима для изменения направления движения. Изменив направление, ДСП должны по показаниям контрольных приборов на пульте управления убедиться в том, что изменение произошло, и установить вспомогательные кнопки в нормальное положение. О снятии пломб делается запись в Журнале осмотра ДУ-46. После изменения направления движения отправление поездов производится по открытому выходному светофору.

При перерыве всех видов телефонной связи и невозможности переговоров по радиосвязи, но при исправном действии АБ движение поездов на двухпутных перегонах производится по сигналам автоблокировки только по правильному пути. На однопутных перегонах использовать в этих случаях АБ для отправления поездов может только станция, отправляющая поезда в преимущественном (нечетном) направлении при условии, что и направление АБ на этой станции на момент перерыва связи соответствует движению поездов в этом направлении.

К неисправностям, при которых прекращается действие АБ, относятся: погасшие сигнальные огни на двух или более расположенных подряд светофорах на перегоне независимо от показаний локомотивного светофора; наличие разрешающего огня на выходном или проходном светофоре при занятом блок-участке; невозможность смены направления, в том числе с помощью кнопок вспомогательного режима на однопутном перегоне или при отправлении поезда по неправильному пути на двухпутном перегоне с двусторонней АБ.

ДСП, получив сообщение о неисправности автоблокировки на перегоне или обнаружив ее неисправность по контрольным приборам, обязан:

- прекратить отправление поездов на данный перегон, привести выходные светофоры в запрещающее положение;
- вызвать по радиосвязи машинистов поездов, находящихся на перегоне, и предупредить их о неисправности;
- сообщить ДНЦ о неисправности АБ;
- сделать соответствующую запись в Журнале осмотра и сообщить электромеханику СЦБ (ШЧД).

Действие АБ прекращается приказом ДНЦ, и движение поездов устанавливается по телефонным средствам связи. Перед передачей приказа о переходе на телефонную связь при движении поездов, а также о возобновлении движения поездов по АБ диспетчер должен убедиться через ДСП в свободности межстанционного перегона.

13.3. Организация безопасного движения на переездах

Для безопасного движения поездов на переезде ограждающие устройства должны включаться до подхода поезда к переезду за время, необходимое для полного освобождения переезда транспортными средствами, и закрывать переезд до полного освобождения его поездом.

Для организации безопасного движения поездов на охраняемых переездах с автоматическими шлагбаумами устанавливают щиток управления с кнопками.

Дежурный по переезду должен обеспечивать безопасное движение поездов и транспортных средств на переезде, своевременно открывать и закрывать шлагбаумы и подавать установленные сигнала-

лы, наблюдать за состоянием проходящих поездов. В случае обнаружения неисправности, угрожающей безопасности движения, дежурный по переезду обязан принять меры к остановке поезда в соответствии с местной инструкцией.

Местная инструкция по эксплуатации переезда составляется начальником ПЧ и начальником ШЧ, а при расположении переездов на территориях станций или при обслуживании переездов работниками службы перевозок — с участием начальников станций и утверждается порядком, установленным начальником железной дороги. В местной инструкции должны быть отражены реальные возможности выполнения обязанностей дежурным по переезду.

Заступая на дежурство, дежурный по переезду совместно с дежурным, закончившим дежурство, должны проверить путь в пределах 50 м от переезда, состояние оборудования переезда и исправность всех его устройств, в том числе и автоматически действующих, у пломбируемых устройств проверить наличие пломб, наличие и состояние ручных сигналов, петард, инструментов и инвентаря.

О всех неисправностях автоматических шлагбаумов, переездной и заградительной сигнализации, а также об устраненных неисправностях вносится запись в Книгу приема и сдачи дежурств и осмотра устройств на переезде. При наличии автоматики следует записать: **«Автоматика исправна»** или **«Автоматика неисправна»**.

Все замеченные неисправности, которые могут быть устранены силами дежурных, должны быть устранены. После этого дежурные должны расписаться в Книге приема и сдачи дежурства. Если нельзя своими силами устранить неисправность, угрожающую безопасности движения, дежурный по переезду обязан оградить опасное место сигналами остановки, закрыть движение транспортных средств через переезд и немедленно известить об этом ДСП или ДНЦ и через него дорожного мастера или бригадира пути.

О неисправности переездной и заградительной сигнализации и автоматических или электрических шлагбаумов, а также телефонной связи (радио) дежурный по переезду обязан немедленно сообщить дежурным ближайших отдельных пунктов или ДНЦ. До устранения неисправности и отметки об этом электромеханика в Книге приема и сдачи дежурства и осмотра устройств на переезде пользоваться неисправными устройствами запрещается. После устранения

каждой неисправности и выполнения данных распоряжений дежурным по переезду должна быть сделана соответствующая запись в Книге приема и сдачи дежурства и осмотра устройств на переезде.

При возникновении на переезде неисправностей или препятствий, угрожающих безопасности движения, а также при загромождении переезда свалившимся грузом или остановившимся транспортным средством дежурный по переезду поступает следующим образом. При наличии заградительной сигнализации или устройства по перекрытию ближайших к переезду светофоров АБ дежурный по переезду обязан: независимо от того, есть ли на подходе поезд или нет, незамедлительно включить нажатием кнопки ЗС заградительные светофоры, которые, загораясь красным огнем, предупреждают машиниста поезда об опасности на переезде и требуют произвести торможение поезда до полной его остановки у заградительного светофора; закрыть шлагбаумы; по телефону сообщить о случившемся ДСП или ДНЦ, а при наличии радиосвязи сообщить машинистам поездов, находящихся на перегоне, о необходимости остановки и о наличии препятствия на переезде, после чего принимает меры к устранению препятствия на переезде.

Включение заградительных светофоров проверяется по контрольным лампам на щитке управления: если лампы горят — значит заградительные светофоры включены, если не горят — заградительные светофоры выключены. О срыве пломбы с кнопки ЗС должна быть сделана запись в Книге приема и сдачи дежурства и осмотра устройств на переезде и немедленно сообщено электромеханику.

Если нет заградительной сигнализации или она неисправна, то дежурный по переезду должен незамедлительно установить на каждом пути, на котором возникло препятствие, переносной сигнал остановки (днем — красный щит, ночью — фонарь с красным огнем в обе стороны). Затем закрыть шлагбаумы, известить о препятствии ДСП или ДНЦ и одновременно выяснить, отправлен со станции на перегон поезд или нет.

После устранения препятствия заградительные светофоры должны быть отключены, сигналы остановки сняты. Если не погаснет красный огонь заградительного светофора, то дежурный по переезду обязан закрыть шлагбаум и лично сообщить машинисту о порче заградительного светофора, после чего машинист имеет право

проследовать запрещающий сигнал заградительного светофора. При возникших неисправностях в работе автоматики после освобождения переезда поездом нажатием кнопки О дежурный по переезду может открыть шлагбаумы. При неисправности автоматики брус шлагбаума переводится из закрытого положения в открытое вручную. До устранения неисправности дежурный по переезду должен пользоваться запасными шлагбаумами.

Если при подходе поезда переездная сигнализация не действует, а автоматические шлагбаумы не закрываются, дежурный по переезду закрывает шлагбаумы, нажимая кнопку З экстренного закрытия автошлагбаумов. При этом включается переездная сигнализация и закрываются шлагбаумы, ограждая транспортным средствам въезд на переезд. Если при нажатии кнопки З автоматические шлагбаумы не закрываются, а также если нельзя закрыть механизированные шлагбаумы или шлагбаумы повреждены, то дежурный по переезду обязан оградить переезд запасными шлагбаумами и в дальнейшем пользоваться ими до устранения неисправности.

Во всех случаях неисправностей заградительной сигнализации и автоматических устройств дежурный по переезду обязан незамедлительно вызвать через ДСП электромеханика СЦБ.

Если переездные светофоры включились, а обстановка на переезде требует некоторого замедления опускания шлагбаумов, то дежурный по переезду на это время нажимает и держит кнопку Б (поддержания). В этом случае брусья шлагбаумов поддерживаются в верхнем положении, а на переездных светофорах красные огни продолжают мигать, предупреждая о закрытии переезда.

Для обеспечения безопасности движения при отправлении поездов по неправильному пути на перегонах, где есть переезды, необходимо руководствоваться следующими положениями: при производстве путевых и других работ, в связи с которыми действие автоматики на переезде прекращается, на охраняемых переездах с автоматическими шлагбаумами управление ими должно выполняться вручную при помощи кнопок на щитке. Шлагбаумы в это время должны быть закрыты, их открывают для пропуска транспортных средств только при отсутствии поездов, о подходе которых дежурный по переезду должен получить уведомление от ДСП.

На неохраняемых переездах, оборудованных автоматикой, на период движения поездов по одному пути должно быть установлено дежурство.

При отсутствии телефонной связи на охраняемых переездах, а также на неохраняемых, взятых временно под охрану, должна быть установлена временная телефонная связь.

ДСП или ДНЦ должны заблаговременно извещать дежурных по переездам о каждом отправлении поезда.

При введении на станции контроля работы автоматики на неохраняемом переезде при нарушении нормальной работы переездной сигнализации, если автоматика на переезде неисправна (белая лампа мигает, звонок звонит прерывисто), ДСП делает соответствующую запись в Журнале осмотра, сообщает о неисправности электромеханику и дорожному мастеру, срывает пломбу с кнопки «Неисправность», нажимает ее и выключает тем самым прерывистый сигнал звонка.

Если переездная сигнализация не работает (красная лампа светится ровным светом, звонок звонит постоянно), то ДСП делает соответствующую запись в Журнале осмотра, сообщает об аварии на переезде электромеханику и дорожному мастеру. Машинистам всех поездов, следующих по этому перегону, ДСП по радиосвязи выдает предупреждение с регистрацией сообщения в настольном журнале движения поездов о проследовании места переезда с особой бдительностью и скоростью не более 25 км/ч и извещает ДСП соседней станции, ограничивающей перегон, о выдаче аналогичных предупреждений на встречные поезда. После этого ДСП срывает пломбу с кнопки «Авария» и выключает непрерывный сигнал звонка.

О выдаче предупреждений ДСП должен сообщить ДНЦ.

13.4. Организация безопасного движения поездов при неисправности устройств ЭЦ

Порядок действий ДСП в условиях нарушения нормальной работы устройств ЭЦ. Заступая на дежурство, ДСП должен проверить наличие пломб на аппарате согласно описи, прочитать записи, сделанные ранее в Журнале осмотра, и проверить, устранены ли неисправности по этим записям, проверить состояние устройств по докладам подчиненных работников смены.

При отказе в работе устройств ЭЦ дежурный по станции должен сделать запись в Журнале осмотра, сообщить об этом электромеханику или дежурному инженеру дистанции сигнализации и связи (ШЧ), при неисправности в рельсовых цепях и стрелочных переводах — и дорожному мастеру, а при отсутствии электроснабжения — дежурному энергодиспетчеру. Пользоваться неисправными устройствами ДСП запрещается.

До прибытия электромеханика ДСП выясняет причины нарушения нормального действия устройств внешним осмотром путей и стрелок. Например, при появлении ложной занятости пути или стрелочного участка ДСП должен проверить, не замкнута ли рельсовая цепь посторонним предметом и т. п., а также при невозможности перевода стрелки с пульта управления проверить, не попало ли что-либо между остряком и рамным рельсом.

Электромеханику запрещается приступать к устранению неисправности без разрешения ДСП. Поэтому электромеханик должен прибыть к ДСП и расписаться в Журнале осмотра. После выяснения причины неисправности устройств электромеханик определяет, требуется ли выключение устройств из централизации. Если требуется для устранения неисправности выключить устройства, то делается дополнительная запись в графе 3 Журнала осмотра за подписью электромеханика и ДСП.

После устранения неисправности электромеханик совместно с ДСП проверяют правильность действия устройств по показаниям контрольных приборов на пульте управления. После этого в последней графе Журнала осмотра делается запись о причинах нарушения нормального действия устройств и их устранения за подписью электромеханика и ДСП. При наличии такой записи ДСП возобновляет пользование устройствами ЭЦ.

Включение пригласительного сигнала. При приеме и отправлении поездов по пригласительному сигналу ДСП должен руководствоваться Инструкцией по движению поездов и маневровой работы на железных дорогах Российской Федерации и ТРА станции. Прежде чем нажать кнопку пригласительного сигнала, ДСП должен установить стрелки по маршруту, если нет маневровых светофоров, убедиться в правильности установки маршрута по контрольным приборам и на все кнопки или стрелочные рукоятки стрелок, входящих в маршрут, надеть красные колпачки.

Если положение какой-либо стрелки, входящей в маршрут, не контролируется на табло, то правильность установки этой стрелки должна быть проверена на месте, стрелка запирается на навесной замок и в ее электроприводе выключена курбельная заслонка. После установки маршрута и проверки положения стрелок должна быть проверена свобода пути по маршруту лично ДСП или по его указанию другим работником движения.

При наличии маневровых маршрутов на станции маршрут приема или отправления набирается из маневровых маршрутов с открытием маневровых светофоров или набором встречных маневровых маршрутов. Стрелочные рукоятки (кнопки) индивидуального управления ставятся в положение, соответствующее положению стрелок в маршруте, и на них надеваются красные колпачки. Свобода пути по маршруту следования проверяется по белой светящейся полосе. Если после установки маневрового маршрута полоса не загорается, то свобода пути следования проверяется порядком, установленным ТРА станции.

Пригласительный сигнал включается кнопкой со счетчиком нажатия. Кнопку следует держать нажатой до тех пор, пока локомотив не проследует за светофор, в чем ДСП убеждается по контрольным показаниям на табло, а при отсутствии контроля на табло — по докладу работника службы перевозок в соответствии с ТРА станции. О причине, вызвавшей включение пригласительного сигнала, ДСП делает запись в Журнале осмотра.

Неисправность входного и выходного светофоров. В случае невозможности открытия входного светофора прием поездов на станцию при запрещающем показании входного светофора производится по пригласительному сигналу или по приказу ДСП, передаваемому машинисту по радиосвязи. Порядок установки маршрута такой же, как и при включении пригласительного сигнала.

Если при правильно установленном маршруте и свободном первом блок-участке выходной светофор не открывается, поезда отправляются при запрещающем показании выходного светофора по разрешению на бланке зеленого цвета, по регистрируемому приказу ДСП, передаваемому машинисту отправляющегося поезда по радиосвязи, по пригласительному сигналу на выходном светофоре только на двухпутный перегон. Порядок установки маршрута такой же, как и при включении пригласительного сигнала.

Неисправность изолированного участка. При неисправности изолированного стрелочного участка на пульте управления появляется «ложная занятость» участка (загорается красная полоса в пределах секции, свободной от подвижного состава). Стрелка такого изолированного участка переводится с помощью кнопки вспомогательного или аварийного перевода без контроля состояния изолированного участка. Кнопка вспомогательного перевода стрелки пломбируется, и перед ее нажатием требуется сделать запись в Журнале осмотра о срыве пломбы. Для перевода стрелки нажимается кнопка вспомогательного перевода и, не отпуская этой кнопки, нажимается кнопка перевода стрелки на «плюс» или «минус». Перед каждым переводом такой стрелки ДСП должен убедиться в свободности ее от подвижного состава. Прием и отправление поездов по маршрутам, в которые входят такие изолированные участки, производятся при запрещающем показании входных или выходных светофоров.

В системе УЭЦ при ложно занятой секции можно установить и замкнуть маршрут без открытия светофора. В этом случае маршрут устанавливается нажатием кнопок начала и конца маршрута. Затем нажимаются кнопка занятой маршрутной секции и групповая кнопка снятия контроля изоляции. На табло загорается контрольная полоса установки маршрута. Прием поезда осуществляется по пригласительному сигналу.

При ложной занятости пути приема ДСП перед приемом поезда на такой путь обязан лично или через соответствующих работников службы перевозок убедиться в его свободности от подвижного состава. Прием поезда на такие пути производится также при запрещающем показании входного светофора.

Неисправность централизованных стрелок. При невозможности перевода централизованной стрелки с пульта управления до устранения неисправности ДСП с разрешения ДНЦ может перевести стрелку на ручное управление курбелем. Перевод стрелок курбелем осуществляется ДСП или работником службы перевозок, назначенным для этой цели.

Курбельные рукоятки хранятся на посту ЭЦ в отдельном шкафу. Каждый курбель пронумерован и опломбирован. Шкаф закрыт и может открываться только дежурным по станции или по посту.

Курбели для перевода стрелок вручную выдаются только работникам движения. Курбель выдают ДСП с соответствующим оформлением в Журнале осмотра. Перевод стрелки курбелем во время проверки ее работы может производиться электромехаником с разрешения ДСП, переданного через работника службы перевозок, и под его контролем.

После каждого перевода стрелки при помощи курбеля ДСП должен установить рукоятку этой стрелки на пульте управления в положение, соответствующее положению стрелки, а при кнопочном управлении нажать соответствующую кнопку. Если на пульте сохраняется контроль положения стрелки, то движение поездов по маршрутам производится по разрешающим показаниям светофоров. Если контроль положения стрелок, переводимых курбелем, нарушен, то на кнопки (рукоятки) таких стрелок надеваются красные колпачки, а стрелки запираются в маршруте на навесные замки. Прием и отправление поездов в этом случае производятся при запрещающих показаниях светофоров.

При переводе на ручное управление одной из спаренных стрелок или стрелки с подвижным сердечником крестовины вторая стрелка или подвижной сердечник тоже должны переводиться на ручное управление. При переводе курбелем спаренных стрелок или стрелок с подвижным сердечником крестовины обе стрелки или стрелка и подвижной сердечник должны быть поставлены в одинаковое (плюсовое или минусовое) положение.

Взрез стрелки. При взрезе стрелки ДСП обязан прекратить движение по стрелке, сообщить об этом ДНЦ, сделать в Журнале осмотра запись, вызвать работников службы пути и электромеханика для осмотра взрезанной стрелки. Переводить взрезанную стрелку с пульта и руководствоваться сигнализацией ее положения запрещается. Нажатием кнопки ДСП выключает звонок взреза и на рукоятку (кнопку) взрезанной стрелки до устранения неисправности надевает красный колпачок. На время устранения неисправности взрезанную стрелку выключают из централизации без сохранения пользования сигналами. Для проверки работы электропривода после устранения взреза стрелки ДСП должен выдать оператору поста централизации, сигналисту или другому работнику движения, назначенному для обслуживания выключенной стрелки, курбель и

оформить это в Журнале осмотра. После устранения взреза электромеханик совместно с ДСП проверяют правильность работы стрелки по показаниям контрольных приборов на пульте управления и делают запись в Журнале осмотра. После этого ДСП возобновляет пользование устройствами.

Если электромеханика вызвать невозможно, то ДСП с ведома ДНЦ дает указание сигналисту перевести курбельную заслонку в нижнее положение, работнику дистанции пути — закрепить остряжки стрелки в требуемом положении, а сигналисту — запереть ее на висячий замок и произвести запись в Журнале осмотра. Затем ДСП сообщает о взрезе стрелки дежурному инженеру ШЧ и ДС. После отметки работника пути в Журнале осмотра о закреплении остряжков стрелки движение по ней разрешается без права пользования сигналами.

Перед пропуском поезда по такой стрелке ДСП убеждается в положении стрелки по маршруту лично или по докладу работника движения. Контроль за положением стрелки с закрепленными остряжками должен осуществлять работник службы движения. В этом случае движение поездов по маршруту должно производиться при запрещающих показаниях светофоров.

Неисправность устройств набора маршрутов. Если при наборе маршрута в МРЦ маршрут автоматически не набирается, то ДСП нажимает кнопку «Отмена набора» (см. рис. 9.11 или 9.12) и отменяет набор. Затем ДСП нажимает кнопку подсветки табло «Контроль стр.» и определяет, установлены ли стрелки по задаваемому маршруту. Если некоторые стрелки не перевелись, то ДСП переводит их с помощью стрелочных коммутаторов. Затем ДСП нажимает кнопку «Вспомогательное управление» (ВУ) и при нажатой кнопке ВУ последовательно нажимает кнопки начала и конца маршрута. О выключении маршрутного набора сигнализирует красная лампочка между стрелками указателя «Установка маршрутов».

Выключение переменного тока. При отключении переменного тока и неисправном действии автоматического запуска дизель-генератора ДСП и электромеханик обязаны запустить генератор кнопкой на пульте-манипуляторе. Если генератор включился, то устройствами СЦБ можно пользоваться обычным порядком.

Если генератор кнопкой не запускается, электромеханик должен сделать попытку запустить генератор вручную. Если он после нескольких попыток не запускается, стрелки переводят на ручное управление при помощи курбеля, а поезда принимают и отправляют при запрещающих показаниях светофоров порядком, установленным ТРА станции.

Неисправность устройств ограждения вагонов на путях. При неисправной работе дистанционного ограждения вагонов на путях вагоны ограждаются переносными сигналами остановки. До установки переносных сигналов остановки ДСП обязан установить стрелки в положение, исключающее въезд подвижного состава на путь, где производится ремонт и осмотр вагонов. Стрелки в ограждающее положение устанавливаются стрелочными коммутаторами, которые остаются в положении, исключающем въезд на путь. На стрелочные коммутаторы навешивают таблички «Выключена», и стрелки с обоих концов пути, установленные в ограждающее положение, запирают на закладку. После этого ДСП дает указание оператору ПТО оградить путь с обоих концов переносными сигналами остановки согласно Инструкции по сигнализации.

У переносных сигналов дополнительно укладывают тормозные башмаки. После этих действий ДСП дает разрешение на осмотр и ремонт вагонов.

Выключение стрелок из централизации. Стрелки выключают из централизации для ремонта с сохранением или без сохранения пользования сигналами. Выключение стрелок с сохранением пользования сигналами производится на срок: до 8 ч — с разрешения ДС по согласованию со старшим электромехаником и по разрешению дежурного инженера ШЧ; свыше 8 ч (до 5 суток) — с разрешения НОД; свыше 5 суток с разрешения начальника дороги. Во всех случаях разрешение на выключение стрелок с сохранением пользования сигналами должно передаваться через ДСП.

ДСП, разрешая выключить стрелку, обязан: получить согласие от ДС; прочесть запись электромеханика в Журнале осмотра о характере повреждения; доложить об этом ДНЦ; установить стрелку с пульта управления в требуемое положение; дать распоряжение работнику службы перевозок запереть стрелку в этом положении на навесной замок или работнику службы пути закрепить

остряки стрелки в требуемом положении; лично или через работника службы движения убедиться, что стрелка заперта или остряки закреплены в требуемом положении; надеть на стрелочную рукоятку (кнопки) колпачок (колпачки) красного цвета; выбрать «окно» между поездами для выключения стрелки и подписаться под текстом записи электромеханика с указанием времени, что является разрешением приступить к работе; не допускать движения по выключаемой стрелке и перевод стрелок в горловине, где находится эта стрелка, до окончания установки и проверки правильности действия макета (специальное устройство, которое обеспечивает возможность открытия светофоров по маршрутам, в которые входит выключаемая стрелка).

После получения разрешения электромеханик устанавливает макет, а ДСП по изменению контроля положения убеждается, что произошло это на той стрелке, о которой сделана запись в Журнале осмотра, и сообщает об этом электромеханику. Установив макет, электромеханик совместно с ДСП при отсутствии заданных по стрелке маршрутов убеждается в исправности действия макета. Для этого ДСП поочередно переводит рукоятку выключаемой стрелки (нажимает кнопку) в плюсовое и минусовое положения. В эти же положения ДСП должен предварительно каждый раз переводить и рукоятку управления макетом с фиксацией ее на 1...2 с в среднем положении. Если при этом стрелка амперметра не отклоняется, а стрелочные контрольные лампочки и контрольные лампочки рукоятки управления макетом загораются зеленым или желтым светом в зависимости от их одинакового положения с рукояткой, то макет действует правильно.

После такой проверки ДСП устанавливает стрелочную рукоятку (нажимает кнопку), а также рукоятку управления макетом в положение, соответствующее фактическому положению стрелки, и дает указание работнику службы перевозок опустить курбельную заслонку вниз до упора. Убедившись, что выключение стрелки произведено правильно, электромеханик изымает контрольные лампочки над стрелочной рукояткой (кнопками), указывающие положение стрелки, и делает вторую запись в Журнале осмотра о правильности выключения стрелки и изъятии ламп, под которой расписывается ДСП.

С этого момента ДСП может переводить другие стрелки в горловине станции, а электромеханик — приступить к ремонтным работам.

При необходимости перевода выключенной стрелки ДСП дает устное указание об этом работнику службы перевозок. После получения его доклада о фактическом переводе и запираании стрелки ДСП поворачивает в соответствующее положение стрелочную рукоятку (нажимает кнопку), а также устанавливает в нужное положение рукоятку управления макетом с фиксацией ее на 1...2 с в среднем положении.

Для выключения стрелки из централизации без сохранения пользования сигналами электромеханик, согласовав предварительно с ДСП время начала работ, делает запись о выключении в Журнале осмотра. На основании этой записи ДСП устанавливает стрелку в требуемое положение, дает указание работнику службы перевозок запереть стрелку на навесной замок или работнику службы пути — о закреплении ее в требуемом положении. В то же положение ДСП устанавливает стрелочную рукоятку на пульте управления или нажимает соответствующую кнопку. Получив сообщение от работника службы движения о том, что стрелка заперта или закреплена в требуемом положении, ДСП надевает на стрелочную рукоятку (кнопки) колпачок (колпачки) красного цвета.

Выбрав период, когда по выключаемой стрелке не производится передвижений, ДСП указывает время начала работ и подписывается под текстом записи электромеханика, тем самым разрешая приступить к выключению стрелки. Затем электромеханик совместно с ДСП проверяет правильность выбора согласованной к выключению стрелки по отсутствию контроля положения стрелки и нулевому показанию амперметра при ее переводе. После окончания проверки ДСП дает указание работнику службы перевозок опустить курбельную заслонку вниз до упора, а электромеханик приступает к выполнению работ.

Стрелку включают в централизацию после ремонта с разрешения ДСП в свободное от движения поездов время, оформив это записью в Журнале осмотра. С разрешения ДСП работник службы перевозок снимает со стрелки навесной замок или работник службы пути снимает крепления, и ДСП совместно с электромехаником приступает к проверке правильности работы стрелки. При этом должны быть проверены: перевод стрелки, получение на пульте уп-

равления контроля окончания перевода стрелки в плюсовое и минусовое положения, соответствие положения стрелки положению стрелочной рукоятки (нажатию соответствующей кнопки) и контролю на пульте управления.

По окончании проверки электромеханик делает запись в Журнале осмотра о проверке и включении стрелки в централизацию, ДСП подписывается под текстом записи электромеханика и сообщает работнику службы перевозок о включении стрелки.

Выключение изолированных участков. При ремонте изолированные участки выключают с сохранением или без сохранения пользования сигналами. Порядок выключения изолированного участка в этих случаях в основном такой же, как и при выключении стрелки из централизации.

На табло выключенный участок должен иметь индикацию занятости. После выключения изолированного участка электромеханик совместно с ДСП убеждается в невозможности открытия одного из светофоров по маршруту, в который входит этот участок. Для этого ДСП устанавливает любой маршрут, в который входит выключенный изолированный участок, и нажимает соответствующую сигнальную кнопку. Светофор не должен открываться на разрешающий огонь. ДСП проверяет также, что перевод с пульта управления стрелок, входящих в выключенный участок, невозможен без пользования вспомогательной кнопкой. ДСП может пропускать поезда по маршрутам, в которые входит выключенный изолированный участок, только после проверки фактической свободности этого участка от подвижного состава порядком, установленным ТРА станции.

Включение изолированного участка в централизацию производят после проверки нормальной его работы. Электромеханик включает изолированный участок и совместно с ДСП проверяет соответствие фактического состояния участка контролю на табло и контроль занятия всех ответвлений.

Независимо от способа выключения изолированного участка с начала его проверки и до оформления записи в Журнале осмотра о включении в действие запрещается открывать светофоры на разрешающие показания для движения по маршрутам, в которые входит выключаемый участок.

Раздел II СВЯЗЬ

Глава 14. Особенности и назначение железнодорожной связи

14.1. Состояние сети связи МПС России

Сеть связи МПС охватывает территорию всех железных дорог России. Структура сети железнодорожной связи определяется административной структурой МПС и особенностями управления грузовыми и пассажирскими перевозками. Сеть железнодорожной связи является составной частью *единой автоматизированной взаимоувязанной сети связи* (ВСС) России, которая по мере разработки и внедрения новых средств связи непрерывно развивается и совершенствуется. Сеть организационно и технически объединяет все средства электрической связи по проводным, радиорелейным, спутниковым и другим линиям передачи, объединяет все технические процессы на железных дорогах и на ряде направлений представляет собой резерв общегосударственной сети связи.

Приоритетным направлением совершенствования работы железных дорог является информатизация. Однако развитие информационных технологий в настоящее время сдерживается недостаточной пропускной способностью и разветвленностью сети железнодорожной связи, недостаточным качеством каналов связи. В таких условиях возникают трудности в организации глобальных сетей передачи данных, концентрации диспетчерского управления, развития специализированных сетей передачи информации. Новые задачи требуют комплекса научно-технических мер и значительных инвестиций для развития информационных и телекоммуникационных сетей и средств проводной и радиосвязи.

Основные цели, задачи и пути проведения информационной реформы железнодорожного транспорта нашли отражение в принятой МПС Концепции создания сети связи МПС с интеграцией ус-

луг и в Основных направлениях развития телекоммуникаций и информатизации железнодорожного транспорта России до 2005 г.

В Концепции показано, что для решения задач построения перспективной цифровой сети вопросы развития всех видов связи необходимо решать комплексно с учетом факторов надежности, оперативности, удовлетворения потребностей абонентов с использованием передовых телекоммуникационных технологий.

Перспективные цифровые сети железнодорожной связи должны создаваться по следующим принципам:

- интеграция в единую цифровую сеть связи средств передачи телефонных, телеграфных, факсимильных сообщений, передачи данных, высокоскоростных потоков информации, включая видеоконференцсвязь, информацию высокопроизводительных компьютерных сетей в режиме реального времени;
- обеспечение единых алгоритмов коммутации и обмена информацией между абонентскими терминалами сети;
- единство интерфейсов на различных иерархических уровнях сети;
- централизация технического обслуживания станционного и линейного оборудования и возможность его автоматического резервирования;
- предоставление всем абонентам сети доступа к широкому спектру дополнительных сетевых услуг;
- объединение системы оперативно-технологической связи и связи общего пользования на железнодорожном транспорте с приоритетом абонентов оперативных служб.

В Концепции отдельно показано место средств радиосвязи (радиорелейной, технологической, транкинговой, а в будущем — и сотовой) и спутниковой связи в общей сети связи МПС и принципы увязки сети МПС с ВСС РФ.

14.2. Основные понятия и определения

С в я з ь — это процесс передачи сообщений от источника к получателю.

С о о б щ е н и е м называют совокупность сведений о состоянии какого-либо материального объекта.

Сигнал — это физическая реальность, изменения которой в пространстве и во времени отображают передаваемое сообщение.

Передача сообщений с помощью электрических сигналов называется **электросвязью**.

Канал передачи — это совокупность технических средств и среды распространения, обеспечивающая передачу электромагнитных сигналов, ограниченных по мощности в определенной области частот или с определенной скоростью.

Система передачи сигналов — это совокупность технических средств, обеспечивающая формирование каналов связи.

Линия передачи — это совокупность физических цепей или других линейных трактов, по которым организуются каналы первичных сетей, имеющих общую среду распространения, а также линейные сооружения и устройства их обслуживания.

14.3. Виды железнодорожной связи и их назначение

Основу железнодорожных сетей связи, обеспечивающих управление технологическими процессами на всех уровнях транспортной системы (железнодорожные станции и узлы, отделения и управления железных дорог, МПС) составляют средства **проводной связи**. Базой для развития и создания таких сетей являются первичные сети связи. Структура первичной сети связи соответствует иерархии управления отраслью и включает в себя четыре уровня (рис. 14.1).

Первичная сеть состоит из совокупности линий передачи, сетевых узлов и сетевых станций. Сосредоточенная здесь аппаратура образует типовые каналы и тракты, предназначенные для передачи всех видов информации.

Наиболее мощной является **магистральная первичная сеть** (вторая по протяженности после сети Министерства связи). Она содержит типовые каналы и групповые тракты, соединяющие главный магистральный узел связи (центральную станцию связи ЦСС МПС) со всеми магистральными узлами связи управлений дорог (дорожные узлы связи ДУ). Эта сеть способна обеспечить резервирование каналов и трактов практически во всех регионах России.

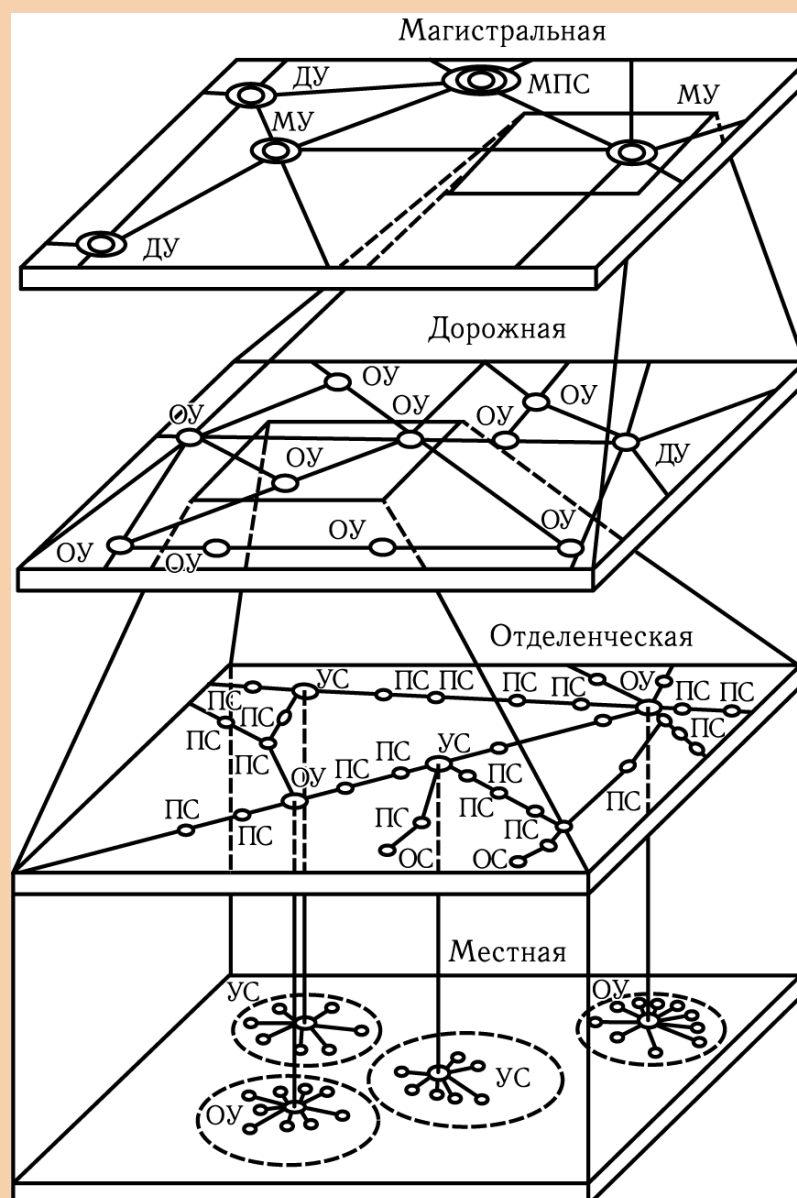


Рис. 14.1. Сеть связи МПС РФ

В **дорожную первичную сеть** входят линии передачи и узлы связи, в которых располагают аппаратуру каналов и групповых трактов для организации передачи всех видов информации в пределах дороги, т.е. между управлением дороги (ДУ) и ее отделениями (отделенческими узлами связи ОУ).

Отделенческая первичная сеть содержит линии передачи, ОУ, промежуточные узлы связи (ПС) и отдельные оконечные станции (ОС), на которых установлена аппаратура образования необходимого числа каналов для организации всех видов связи отделения дороги с оконечными пунктами связи.

Местная сеть связи обычно организуется в пределах крупных железнодорожных узлов и станций.

По каналам и трактам первичной сети организуется вторичная сеть связи. В зависимости от вида электросвязи *вторичные сети* носят названия: *телефонная, телеграфная, сети передачи данных, звукового вещания, телевизионного вещания* и т.п. Магистральная и дорожная вторичные сети служат для организации связи МПС с управлениями дорог и между соседними дорогами. *Дорожная вторичная сеть* обеспечивает обмен информацией между управлением и отделениями данной дороги, а *отделенческая вторичная сеть* — между станциями внутри отделения. На базе первичной сети связи отделения дороги строится также система *внутриотделенческой технологической связи*.

Вторичная сеть каждого вида связи, будучи ведомственной, должна иметь на всех уровнях выходы в соответствующую вторичную сеть ВСС. Отделенческая сеть телефонной связи должна иметь соединительные линии с соответствующими узлами сети зонавой телефонной связи ВСС.

14.4. Перспективы развития телекоммуникаций на железнодорожном транспорте

Наиболее актуальным и приоритетным направлением перспективного развития железнодорожных коммуникаций является *коренная реконструкция первичной сети* связи МПС. В последние годы многие участки сети не удовлетворяют требованиям по пропускной способности и надежности. Существующая первичная сеть связи железнодорожного транспорта является в основном аналоговой и организована на кабельных и воздушных линиях передачи. МПС и ряд железных дорог ведут работы по созданию сети на основе *волоконно-оптических линий связи* (ВОЛС), оборудованных цифровыми системами передачи. В ближайшие годы с использованием современных технологий прокладки и подвески волоконно-оптического кабеля предполагается построить ВОЛС на наиболее грузонапряженных направлениях, создав таким образом единую магистральную и дорожную первичные сети связи.

Наряду с развитием первичной сети ведется интенсивная *реконструкция вторичных сетей связи* (в первую очередь, общетехноло-

гической), связанная с заменой аналоговых автоматических телефонных станций на учрежденческие цифровые станции с интегральными сетевыми услугами. В перспективе предполагается *создание цифровой коммутируемой сети связи* железных дорог.

Что касается радиосвязи, то на железнодорожном транспорте направлениями совершенствования систем поездной, станционной и ремонтно-оперативной радиосвязи являются:

- внедрение отечественных радиостанций на более современной элементной и технологической базе;
- ориентация при организации станционной и ремонтно-оперативной радиосвязи на системы транкинговой радиосвязи или системы с сотовой структурой, которые могут быть реализованы на базе аппаратуры зарубежного производства;
- использование для поездной радиосвязи на участках скоростных и с плотным графиком движения поездов специализированных цифровых систем сотовой связи, работающих в диапазоне 900 МГц;
- постепенный переход на низкоскоростных трассах с малой пропускной способностью участков от симплексной системы поездной радиосвязи гектометрового диапазона к системе метрового диапазона и далее — к непрерывной дуплексной связи в дециметровом диапазоне.

Для железнодорожного транспорта перспективной является и спутниковая связь, обеспечивающая:

- связь оперативного управления из вагонов начальника дороги и его заместителей независимо от скорости и направления движения;
- экстренную радиосвязь аварийно-восстановительных и пожарных поездов, а также спецподразделений ведомственной службы;
- радиосвязь с отдельными пунктами заказа и продажи железнодорожных билетов в системе «Экспресс» (при отсутствии свободных каналов кабельных линий связи);
- пассажирскую радиосвязь.

Кроме того, перспективна система *спутниковой радионавигации*, определяющая характеристики движения поезда (например, скорость движения, координаты местоположения и др.) с высокой степенью точности.

Для обеспечения безопасности движения следует развивать системы контроля параметров движущегося поезда (нагрев букс, целос-

тность тормозной магистрали, функциональное состояние машиниста локомотива и прочее) с использованием средств радиосвязи.

В области систем прикладного телевидения предстоит использовать системы телевизионного обзора железнодорожных станций и полуавтоматического считывания номеров вагонов.

Глава 15. Линии связи

15.1. Назначение и классификация линий связи

Основой первичных сетей связи являются *линии связи* или *направляющие системы*, по которым организуются тракты систем передачи. Направляющие системы передают электромагнитную энергию в заданном направлении. Их традиционно разделяют на *воздушные и кабельные* (симметричные и коаксиальные) проводные линии, а также металлические и диэлектрические *волноводы*.

Главной характеристикой линии передачи является их *полоса пропускания*, то есть диапазон частот, в котором сигналы могут передаваться без существенных искажений. Чем шире полоса пропускания, тем большее число каналов может быть организовано по данной линии передачи. На воздушных линиях используют полосу частот до 150 кГц, на симметричных кабелях — до 260 кГц. Коаксиальные кабели уплотняют в диапазоне частот до 60 МГц. Оптический диапазон электромагнитных колебаний составляет более 100 ГГц.

Для организации трактов современных цифровых систем передачи используются волоконно-оптические кабели связи, пары симметричных кабелей и стволы радиорелейных линий. В качестве основного вида направляющей системы при новом строительстве и увеличении пропускной способности действующих систем используется волоконно-оптический кабель (ВОК) как обладающий наибольшей помехозащищённостью, пропускной способностью и допускающий различные варианты подвески и прокладки в зависимости от условий эксплуатации.

Совершенствование технологии изготовления оптических кабелей, увеличение объемов их выпуска, а также отсутствие в конструкции дорогостоящих цветных металлов приводят к устойчивому

снижению их стоимости. В настоящее время стоимость ВОК сопоставима, а в ряде случаев ниже стоимости магистральных металлических кабелей связи.

15.2. Воздушные и кабельные линии связи

Воздушные линии связи предназначены для создания пучков каналов передачи информации: телефонных, телеграфных, передачи данных, а на железных дорогах — еще и для сигналов телеуправления, телеконтроля и телесигнализации.

Воздушные линии обладают большой механической прочностью, имеют длительные сроки службы, позволяют осуществлять связь на значительные расстояния. В низкочастотном диапазоне непосредственная дальность передачи по однородной линии с медными проводами достигает 250 км, в то время как по симметричному кабелю дальность передачи не превышает 30...40 км. Еще одним достоинством воздушных линий является простота обнаружения и устранения повреждений.

В то же время эти линии имеют ряд недостатков:

- невозможность передачи частот выше 350 кГц;
- зависимость электрических параметров цепей от метеорологических условий;
- громоздкость конструкций;
- подверженность электромагнитным воздействиям;
- значительная стоимость 1 канала-километра связи.

В зависимости от назначения подвешенных цепей линии разделяются на три класса. К I классу относятся линии, несущие цепи магистральной, дорожной и оперативно-технологической связи, ко II классу — несущие только цепи дорожной и оперативно-технологической связи и к III классу — линии с цепями местной (внутристанционной) связи. Линии первых двух классов несут наиболее ответственные и протяженные цепи. К их прочности и надежности предъявляются более высокие требования при строительстве и обслуживании, чем к линиям III класса. По механической прочности линии I и II классов делятся на четыре типа: О — облегченный, Н — нормальный, У — усиленный и ОУ — особо усиленный, отличающиеся главным образом числом опор,

устанавливаемых на I км линии, и числом подвешиваемых проводов.

Элементами воздушных линий связи являются провода (наибольшее распространение на линиях связи получили *стальная, медная* и *биметаллическая проволока*) и опоры. При подвеске проводов натяжение регулируется стрелой провеса, т. е. расстоянием по вертикали между линией, соединяющей точки подвеса провода, и нижней точкой провода в пролете.

Кабели классифицируют по назначению, области применения, роду изоляции, способу прокладки, конструкции жил, материалу и конструкции защитных покровов и другим признакам.

Кабель классифицируют по назначению, области применения, роду изоляции, способу прокладки, конструкции жил, материалу и конструкции защитных покровов и другим признакам.

Кабель представляет собой несколько изолированных металлических жил, заключённых, как правило, в металлическую или полимерную оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации наложен соответствующий защитный покров (рис. 15.1).

Основу конструкции кабеля составляет сердечник 1, состоящий из скрученных определенным образом изолированных токопроводящих жил. Он может быть однородным или комбинированным из жил (пар, четверок) неодинаковой конструкции. На сердечник накладывают поясную изоляцию 2 для защиты его от повреждений при наложении оболочек, повышения пробивного напряжения между жилами и защитными оболочками, придания большей подвижности жил кабелей по отношению к оболочке. Ее делают из кабельной бумаги или пластика. Для защиты жил кабеля от воздействия влаги, различных химических веществ и предохранения их от механических повреждений поверх поясной изоляции накладывают оболочку 4 из металла, пластмассы или резины. Наиболее надежными в части герметичности (влагонепроницаемости) являются оболочки из алюминия, свинца и стали. При необходимости на сердечнике перед наложением на него шланга монтируют экран 3 для защиты цепей, положенных в кабеле от внешних электромагнитных воздействий. Для устройства экранов применяют алюминиевую, медную или алюмополиэтиленовые лен-

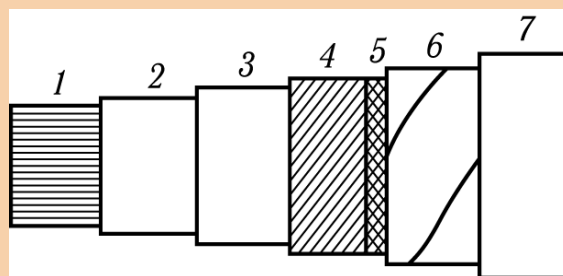


Рис. 15.1. Структура кабеля

ты, которые прокладывают поверх поясной изоляции продольно. Защитные покровы кабелей могут состоять из следующих элементов: *подушки, брони, наружного покрова*. Они предназначены для защиты кабелей от разрушающих механических воздействий, возникающих при их изготовлении (наложение брони), при выполнении строительно-монтажных работ и для предохранения кабеля от вредного воздействия агрессивной среды в условиях эксплуатации (кислоты, щелочи). Подушку 5 выполняют из битумных составов или битума, лент пластика и пропитанной кабельной бумаги, пропитанной кабельной пряжи (или стеклового, поливинилхлоридного или полиэтиленового шланга). Броню 6 изготавливают и применяют трех типов: из стальных или оцинкованных стальных лент (тип Б); из оцинкованных стальных плоских проволок (тип П); из оцинкованных стальных круглых проволок (тип К). Наружное покрытие 7 состоит из битумных составов, битума, пропитанной стекловолоконной пряжи из штапельированного волокна, поливинилхлоридных, полиэтиленовых или полиамидных лент, полиэтиленового или поливинилхлоридного шланга, накладываемых поверх брони в различных сочетаниях.

К л а с с и ф и к а ц и я к а б е л е й. Кабели связи можно классифицировать по многим признакам: назначению, условиям прокладки и эксплуатации, диапазону передаваемых частот, конструкции и взаимному расположению проводников, виду изоляции, конструкции защитных покрытий.

По назначению кабели связи разделяют на магистральные междугородные общего пользования, железнодорожные магистральные кабели связи, кабели местной (городской) телефонной связи, кабели связи для соединительных линий и вставок, кабели зоной (внутриобластной) и сельской связи, станционные и распределительные кабели.

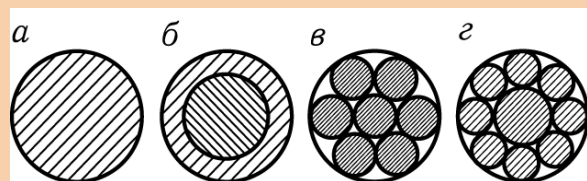


Рис. 15.2. Жилы кабеля

В зависимости от **условий прокладки и эксплуатации** кабели связи разделяют на подземные (прокладываемые в грунте и монтируемые в телефонной канализации), подводные, подвесные.

По *конструкции и взаимному расположению проводников* выделяют симметричные кабели с цепями из одинаковых в конструктивном и электрическом отношении проводников.

Токопроводящие жилы симметричных кабелей изготавливают в основном круглой формы (рис. 15.2, а) из меди диаметром 0,8; 0,9; 1; 1,05; 1,2 мм для кабелей многоканальной связи и 0,32; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 мм для кабелей местной связи. Крайне редко для изготовления жил симметричных кабелей применяют алюминиевую и биметаллическую (алюмомедную) проволоку (рис. 15.2, б). В тех случаях, когда от кабелей требуются повышенная гибкость и механическая прочность (подводные кабели), их жилы делают многопроволочными из проволок одного (рис. 15.2, в) или разного (рис. 15.2, г) сечений.

При изготовлении коаксиальных кабелей в качестве внутренних проводников применяют токопроводящие жилы перечисленных видов; внешний проводник выполняют в виде тонкостенных трубок из медных или алюминиевых лент.

Кабели связи, применяемые в железнодорожном строительстве, следующие.

- **Магистральные высокочастотные кабели связи** (МКС, МК, МКП). Эта группа кабелей предназначена, как правило, для организации магистральной (междугородной) связи протяженностью до 12500 км. Их отличие от железнодорожных магистральных кабелей заключается в том, что все четверки в кабеле высокочастотные, изготавливаемые по более жестким техническим условиям и имеющие поэтому более хорошие электрические характеристики передачи и взаимного влияния, однако хуже железнодорожных по экранирующему действию защитной оболочки. Эти кабели прокладывают в основном вдоль автомобильных дорог, где они подвержены в меньшей степени внешним электромагнитным полям, чем в условиях железнодорожного транспорта. При соответствующем технико-экономическом обосновании магистральные высокочастотные кабели связи можно применять и на железнодорожных магистралях связи. Практика разработки симметричных высокочастотных кабелей показала, что для систем с частотным разделением каналов нельзя создать кабели, которые не

требовали бы работ по уменьшению влияний между цепями в процессе монтажа магистрали (симметрирования). В то же время качество кабелей МКС позволяет использовать их при цифровых системах передачи без проведения работ по симметрированию.

- **Низкочастотные кабели многоканальной связи** (ТЗГ, ТЗБ, ТЗПАШп, ТЗПАБп). Такие кабели используют для каблирования телефонных и телеграфных узлов, устройства вводов цепей воздушных линий, кабельных вставок в воздушные линии, ответвлений от магистрального кабеля, соединительных линий между телефонными станциями. Эти кабели можно прокладывать вдоль железных дорог для организации отделенческой связи, цепей автоматики и телемеханики и линейных цепей автоблокировки.

15.3. Волоконно-оптические линии связи

ВОЛС — это линия передачи, в которой информация передается по оптическим диэлектрическим волноводам, называемым «оптическим волокном». Использование ВОЛС имеет целый ряд преимуществ по сравнению с передачей информации по металлическому кабелю. Эти преимущества вытекают из особенностей распространения сигнала в оптическом волокне.

Преимущества ВОЛС

1. Широкая полоса пропускания.
2. Малое затухание светового сигнала в волокне. Вместе с небольшой дисперсией это позволяет строить участки линий без ретрансляции протяженностью 100 км и более.
3. Низкий уровень шумов в ВОК, позволяющий увеличить полосу пропускания.
4. Высокая помехозащищенность. Поскольку волокно изготовлено из диэлектрического материала, оно невосприимчиво к электромагнитным помехам со стороны окружающих металлических кабельных систем и электрического оборудования, способного индуцировать электромагнитное излучение.
5. Малый вес и объем по сравнению с металлическими кабелями.
6. Хорошая защищенность от несанкционированного доступа. Поскольку ВОК не излучает энергии в радиодиапазоне, то затруд-

нен несанкционированный доступ к передаваемой информации без нарушения ее параметров, которые контролируются постоянно.

7. Гальваническая развязка элементов сети.

8. Взрыво- и пожаробезопасность. Из-за отсутствия искрообразования оптическое волокно повышает безопасность сети при обслуживании технологических процессов повышенного риска.

9. Экономичность. Волокно изготовлено из материала, основу которого составляет двуокись кремния — широко распространенное и поэтому недорогое вещество, в отличие от меди.

Недостатки ВОЛС

1. Со временем волокно деградирует. Однако, благодаря совершенству современных технологий производства оптических волокон, этот процесс значительно замедлен, и срок службы ВОК составляет примерно 25 лет.

2. В некоторых случаях требуется удаленное электропитание узла информационной сети. Оптическое волокно не способно выполнять функции силового кабеля.

3. Стоимость работ по монтажу, тестированию и обслуживанию ВОЛС пока еще остается высокой.

4. Необходимость специальной защиты волокна. Стекло как материал выдерживает колоссальные нагрузки с пределом прочности на разрыв выше 1 ГПа (10^9 Н/м²). Это, казалось бы, означает, что волокно с диаметром 125 мкм выдержит вес гири в 1 кг. К сожалению, на практике это не достигается. Причина в том, что оптическое волокно, каким бы совершенным оно ни было, имеет микротрещины, которые инициируют разрыв. Для повышения надежности оптическое волокно при изготовлении покрывают специальной полимерной оболочкой, а сам оптический кабель упрочняют, например, нитями на основе кевлара (неметаллический материал, выдерживающий большие нагрузки на растяжение). Если требуется удовлетворить еще более жестким условиям на разрыв, кабель может упрочняться стальным тросом или стеклопластиковыми стержнями. Но все это приводит к увеличению стоимости оптического кабеля.

Несмотря на перечисленные недостатки оптического волокна, дальнейшие перспективы развития технологии ВОЛС в информационных сетях более чем очевидны.

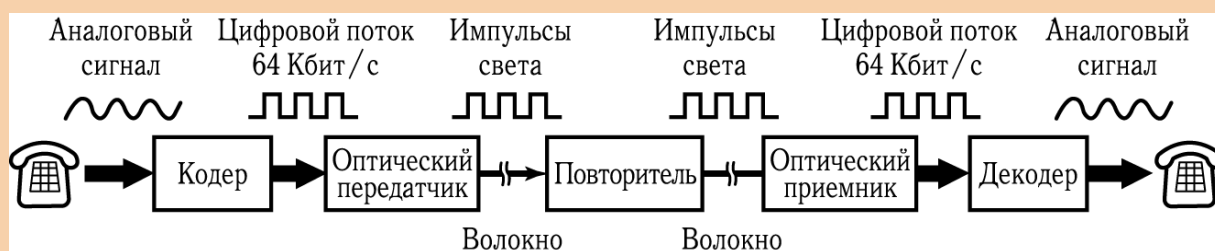


Рис. 15.3. Типовая схема системы связи с использованием ВОЛС

Типовая схема системы связи, использующей ВОЛС, показана на рис. 15.3. Аналоговый сигнал, генерируемый оконечным оборудованием данных, например, телефоном, терминалом и т.д., поступает в аналого-цифровой преобразователь (кодер), который преобразует его в бинарный цифровой поток. Цифровой поток используется для модуляции в оптическом передатчике, который передает серию оптических импульсов в волоконно-оптический кабель. На приемной стороне импульсы света преобразуются обратно в электрический сигнал при помощи оптического приемника. Декодерная часть коммуникационной системы преобразует бинарный электрический поток обратно в аналоговый сигнал. Обычно кодеры и декодеры, а также оптические приемники и передатчики совмещаются в одном устройстве, так что образуется двусторонний канал связи.

Типы оптических волокон. Оптические волокна изготавливают разными способами, обеспечивают передачу оптического излучения на разных длинах волн, имеют различные характеристики и выполняют разные задачи.

Все оптические волокна делятся на две основные группы: многомодовые и одномодовые. Многомодовые волокна подразделяются на *ступенчатые* и *градиентные*. Одномодовые волокна подразделяются на *ступенчатые одномодовые*, или стандартные волокна, на волокна со *смещенной дисперсией* и на волокна с *ненулевой смещенной дисперсией*. Каждое волокно состоит из сердцевины и оболочки с разными показателями преломления. Сердцевина, по которой происходит распространение светового сигнала, изготавливается из материала большим коэффициентом плотности. При обозначении волокна указываются *через дробь значения диаметров сердцевины и оболочки*. Волокна отличаются диа-

метром сердцевины и оболочки, а также профилем показателя преломления сердцевины. У многомодового градиентного волокна и одномодового волокна со смещенной дисперсией показатель преломления сердцевины зависит от радиуса. Такой более сложный профиль делается для улучшения технических характеристик или для достижения специальных характеристик волокна.

Одномодовое волокно имеет значительно меньший диаметр сердцевины по сравнению с многомодовым и, как следствие, из-за отсутствия межмодовой дисперсии, более высокую пропускную способность. Однако оно требует использования более дорогих лазерных передатчиков.

В ВОЛС наиболее широко используются следующие стандарты волокон:

- многомодовое градиентное волокно 50/125;
- многомодовое градиентное волокно 62,5/125;
- одномодовое ступенчатое волокно SF (волокно с несмещенной дисперсией или стандартное волокно) 8...10/125;
- одномодовое волокно со смещенной дисперсией DSF 8...10/125;
- одномодовое волокно с ненулевой смещенной дисперсией NZDSF.

Волоконно-оптические кабели, используемые при строительстве ВОЛС на грузонапряженных участках, где проходят магистральные и дорожные линии связи, должны иметь не менее 16 волокон; на малозагруженных участках или для подключения удаленных от магистрали объектов — не менее 8 волокон для обеспечения резервирования и защиты. Кабели должны быть с одномодовыми волокнами и сертифицированы для длин волн 1,31 и 1,55 мкм. Это позволит в случае необходимости осуществлять спектральное уплотнение оптических волокон.

При строительстве ВОЛС необходимо проведение комплексных изысканий с целью технико-экономического обоснования способов прокладки-подвески ВОК на отдельных участках трассы (сети): непосредственно в грунт, в полиэтиленовом трубопроводе, кабельном желобе, подвеска самонесущего кабеля на опорах контактной сети или высоковольтных линий АБ, а также способом навивания провода осветительных сетей или линий электропередачи.

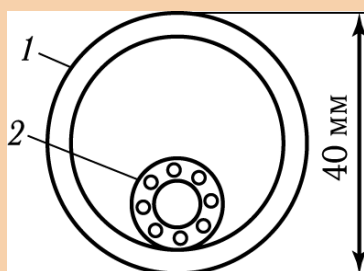


Рис. 15.4. Оптический кабель в полиэтиленовом трубопроводе

Из перечисленных способов на железнодорожном транспорте перспективен опробованный способ подвески оптического кабеля на опорах контактных сетей электрифицированных железных дорог. Это позволяет сократить сроки строительства по сравнению с традиционными способами прокладки кабеля в грунт. Вместе с тем для воздушных кабелей велик риск механического повреждения, и они не удовлетворяют требованиям МЧС по живучести в чрезвычайных ситуациях. Поэтому там, где позволяет трасса, целесообразно прокладывать кабель в грунте. Для снижения вероятности повреждения кабеля 2 (рис. 15.4) на подходах к железнодорожным станциям и в пределах станций рекомендуется прокладывать его в полиэтиленовом трубопроводе 1. Последний надежно защищает оптический кабель от механических повреждений и грызунов. Диаметр трубопровода (40 мм) достаточен для затягивания в него нескольких оптических кабелей 2.

Глава 16. Телефонные аппараты и коммутаторы

16.1. Принцип телефонной передачи речи. Схема двусторонней телефонной передачи

Принцип телефонной передачи состоит в том, что в пункте передачи звуковые колебания речи преобразуются с помощью микрофона в колебания электрического тока, которые передаются по линии связи в пункт приема. В пункте приема осуществляется обратное преобразование электрических колебаний в звуковые при помощи устройства, называемого т е л е ф о н о м .

Микрофон и телефон являются электроакустическими преобразователями. Они могут быть разных типов. Рассмотрим принцип работы микрофона на примере угольного микрофона.

В корпус угольного микрофона засыпается угольный порошок. При воздействии на мембрану звукового давления сопротивление угольного порошка между электродами внутри корпуса будет изменяться. Вследствие этого ток в микрофонной цепи также будет изменяться в соответствии со звуковыми колебаниями.

Питание микрофона обеспечивается батареей, отделенной от линии трансформатором. При отсутствии звуковых колебаний перед мембраной микрофона ток в микрофонной цепи постоянный, так как сопротивление угольного порошка не изменяется.

Электромагнитный телефон состоит из постоянного магнита, полюсных окончаний, электрообмоток и мембраны. Когда в микрофонной цепи возникают пульсирующие электрические колебания, во вторичной обмотке трансформатора создается переменная ЭДС, под воздействием которой в цепи телефона на приемной стороне появляется переменный ток. Этот ток создает переменный магнитный поток в полюсных окончаниях телефона, который, взаимодействуя с магнитным потоком постоянного магнита, заставляет колебаться мембрану. Таким образом электрические колебания преобразуются в звуковые, и абонент может слышать по телефону речь, произносимую перед микрофоном на передающей стороне.

Современные микрофоны и электромагнитные телефоны изготавливают в виде капсулей. Это обеспечивает простоту их замены.

Для двусторонней передачи в пунктах приема и передачи устанавливаются как телефоны, так и микрофоны, объединяемые в устройство, называемое **т е л е ф о н н ы м а п п а р а т о м**. Конструкция телефонного аппарата описана в п. 16.2.

Схемы двусторонней связи строятся по системе с местной батареей (МБ) или центральной батареей (ЦБ) (рис. 16.1).

Микрофоны на станциях *A* и *B* (рис. 16.1, *a*) получают питание от местных батарей GB1 и GB2. Микрофоны BM1 и BM2 включены в цепь обмоток I трансформаторов T1 и T2. В цепь обмоток II этих трансформаторов включены телефоны BF1 и BF2. При передаче речи со станции *A* на станцию *B* и наоборот схема работает так же, как и схема односторонней передачи. Недостатком схемы, приведенной на рис. 16.1, *a*, является то, что речь одновременно воспроизводится телефонами обеих станций, т.е. говорящий абонент

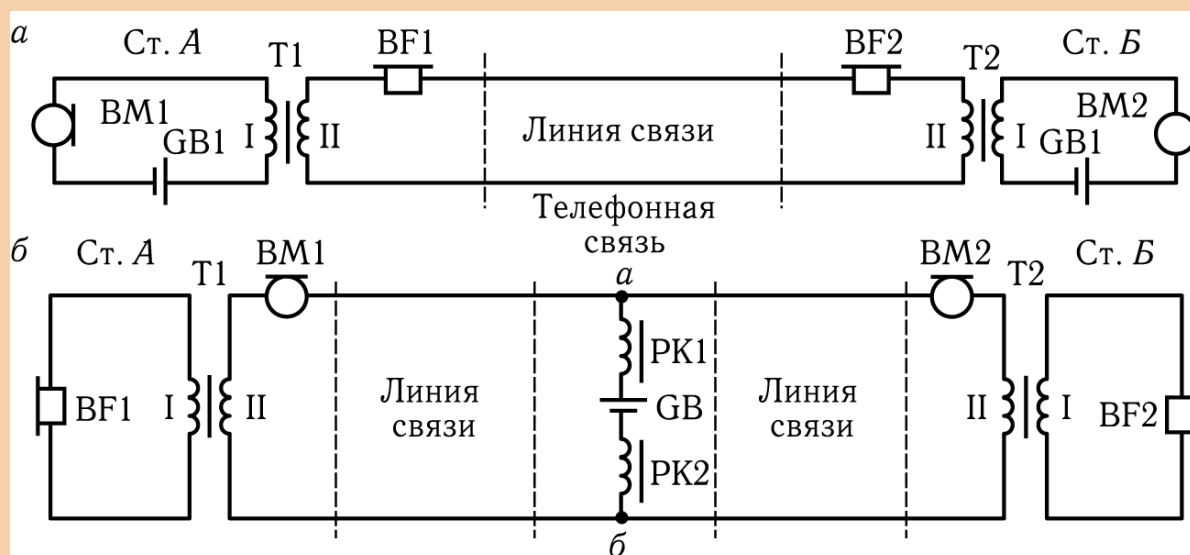


Рис. 16.1. Схемы двусторонней телефонной передачи

слышит собственный разговор в своем телефоне. Это явление носит название «местный эффект».

На схеме, приведенной на рис. 16.1, б, микрофоны включены в обмотки II трансформаторов T1 и T2, а телефоны — в обмотки I. Такая схема включения микрофонов позволяет осуществлять их питание от одной центральной батареи GB, устанавливаемой на телефонной станции. Батарея GB является общей для станций A и B и подключается к микрофонным цепям через дроссели PK1 и PK2. Они оказывают незначительное сопротивление постоянному току, протекающему от батареи GB через цепи микрофонов BM1 и BM2, и в то же время препятствуют замыканию переменной составляющей разговорного тока через батарею GB. Описанная схема двусторонней телефонной передачи также обладает местным эффектом.

Для устранения местного эффекта в телефонных аппаратах применяются специальные противоместные схемы включения микрофона и телефона.

Главным требованием, предъявляемым к телефонной передаче, является обеспечение заданного качества передачи речи. Критериями оценки качества служат разборчивость, громкость, натуральность воспроизводимого звука и др.

Разборчивость речи определяют по числу правильно принятых по тестируемому телефонному тракту элементов речи (слов, слов, фраз) по отношению общему (достаточно большому) чис-

лу переданных элементов. Величина разборчивости выражается в процентах или долях единицы. Качество связи считается удовлетворительным при разборчивости 40...55%, хорошим при 55...80% и отличным — свыше 80%.

Г р о м к о с т ь принимаемой по телефону речи зависит от затухания электрического сигнала в линии.

Н а т у р а л ь н о с т ь речи в большой степени зависит от ширины полосы частот, выделенной для канала передачи. Стандартная полоса 300...3400 Гц, принятая при телефонной передаче, обеспечивает достаточную натуральность речи при условии хорошей разборчивости и нормальной громкости.

16.2. Конструкция телефонных аппаратов.

Телефонные аппараты технологической связи

Рассмотрим противоместные схемы включения разговорных приборов (микрофона и телефона) в телефонном аппарате (рис. 16.2).

Достоинство этих схем заключается в том, что передаваемая абонентом речь в его собственном телефоне или совсем не воспроизводится, или значительно ослабляется, не мешая ведению разговора. Противоместные схемы включения приборов телефонных аппаратов бывают мостового и компенсационного типов. В основу построения противоместной схемы мостового типа (рис. 16.2, а) положен принцип уравновешенного моста. Его плечами являются полные сопротивления обмоток I и II трансформатора Т, сопротивления балансного контура $z_{бк}$ и линии $z_{л}$. В качестве балансного контура применяются резисторы и конденсаторы, соединяемые между собой параллельно или последовательно.

Переменный ток от микрофона ВМ, возникающий при передаче речи (показан сплошными стрелками), будет разветвляться и проходить по обмоткам I и II трансформатора Т в разных направлениях. При условии полного равновесия моста эти токи будут равны между собой и их суммарный магнитный поток будет равен нулю. Следовательно, в обмотке III не будет индуцироваться разговорный ток микрофона ВМ и в телефоне ВТ собственный разговор не будет слышен. При приеме с линии разговорный ток будет прохо-

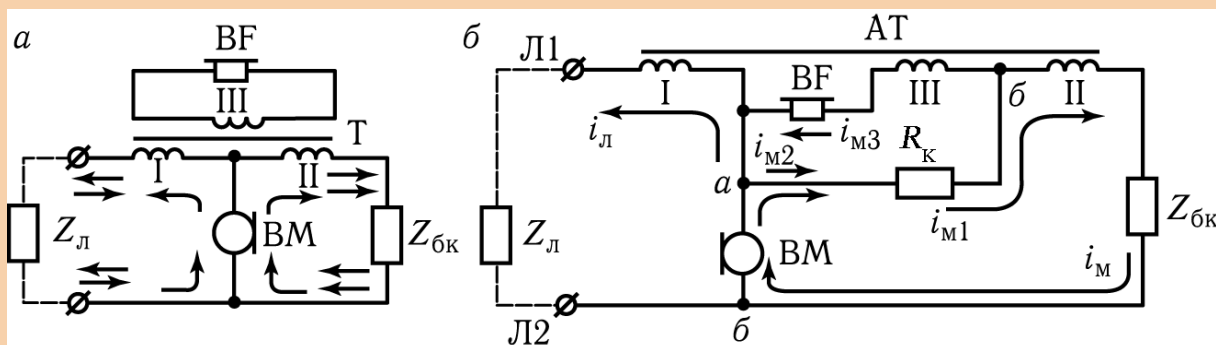


Рис. 16.2. Противоместные схемы включения разговорных приборов

дить по обмоткам I и II в одном направлении (показан штриховыми стрелками), и в обмотке III трансформатора T будет индуцироваться переменный разговорный ток, благодаря чему в телефоне BF будет воспроизводиться речь.

Поскольку в реальных схемах телефонных аппаратов идеального равновесия моста добиться практически невозможно, так как все линии отличаются параметрами, то местный эффект не подавляется полностью, а только значительно ослабляется.

В компенсационной схеме (рис. 16.2, б) телефон BF, микрофон BM, сопротивления линии $Z_{\text{л}}$ и балансного контура $Z_{\text{бк}}$ связаны между собой автотрансформатором AT, состоящим из трех обмоток I, II, III и четвертой, которая является бифилярной (наматывается в два провода для компенсации ее реактивного сопротивления). Так как эта обмотка обладает только активным сопротивлением, она на схеме обозначена как сопротивление $R_{\text{к}}$. При разговоре в цепи микрофона BM возникает ток, который разветвляется на две составляющие: местную $i_{\text{м}}$ и линейную $i_{\text{л}}$. Линейная составляющая замыкается по цепи: точка а подключения BM, обмотка I автотрансформатора AT, $Z_{\text{л}}$, точка б подключения BM.

Местная составляющая между точками а и б разветвляется на две части. Составляющие разговорного тока, проходящие по обмоткам I и II AT, создают в сердечнике автотрансформатора переменный магнитный поток, определяемый разностью магнитных потоков этих обмоток. Вследствие этого в обмотке III AT индуцируется переменный ток $i_{\text{м3}}$. При правильном подборе элементов компенсационной схемы составляющие $i_{\text{м2}}$ и $i_{\text{м3}}$ будут равны, но противоположно направлены, и местного эффекта практически не наблюдается. Очень

важную роль при этом играет подбор соотношения витков обмоток I и II АТ и сопротивления обмотки R_k . При приеме речи с линии разговорный ток проходит через обмотку I АТ и замыкается частично через ВМ, частично через ВФ и обмотку III АТ. Параллельно ток проходит через R_k и далее через обмотку II АТ, $Z_{бк}$ и в линию. В этом случае компенсации токов в телефонной обмотке III не происходит, чем обеспечивается слышимость принимаемой речи в телефоне ВФ.

Обе противоместные схемы находят применение в современных телефонных аппаратах.

Рассмотрим телефонные аппараты систем МБ и ЦБ.

Телефонные аппараты системы МБ. Телефонные аппараты системы МБ (рис. 16.3) включают в себя, кроме разговорных приборов — микрофона ВМ и телефона ВФ, телефонный индуктор И для посылки вызова на соседнюю станцию, звонок переменного тока ЗВ для приема вызова и батарею ГВ для питания микрофонной цепи.

Наличие в каждом аппарате МБ источника вызывного тока (индуктора) и батареи позволяет соединять эти аппараты между собой и включать их в коммутаторы МБ, устанавливаемые на телефонных станциях. Разговорные приборы в этих аппаратах включаются обычно по противоместной схеме мостового типа.

Телефонные аппараты системы ЦБ. Отличительной особенностью аппаратов системы ЦБ является централизованное питание их микрофонов от одной общей центральной батареи ГВ, устанавливаемой на телефонной станции, к которой подключают-

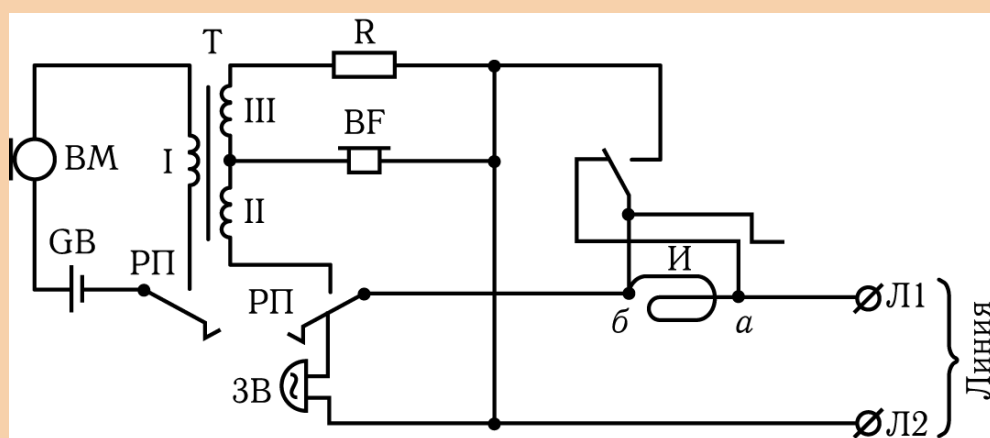


Рис. 16.3. Принципиальная схема аппарата МБ

ся эти аппараты (рис. 16.4). В аппаратах системы ЦБ в отличие от аппаратов МБ нет индуктора и батарей. Для посылки вызова в эти аппараты на телефонной станции имеется источник переменного тока частотой 25 Гц. В качестве этого источника в прошлом использовались машинные индукторы, в настоящее время широко применяются статические электронные преобразователи. Отсутствие индуктора с батареей в аппаратах системы ЦБ упрощает их обслуживание, уменьшает число повреждений в них, но исключает применение этих аппаратов для прямой связи между абонентами без телефонной станции или специального концентратора. Разговорные приборы телефонного аппарата (см. рис. 16.4) включены по противоместной схеме компенсационного типа.

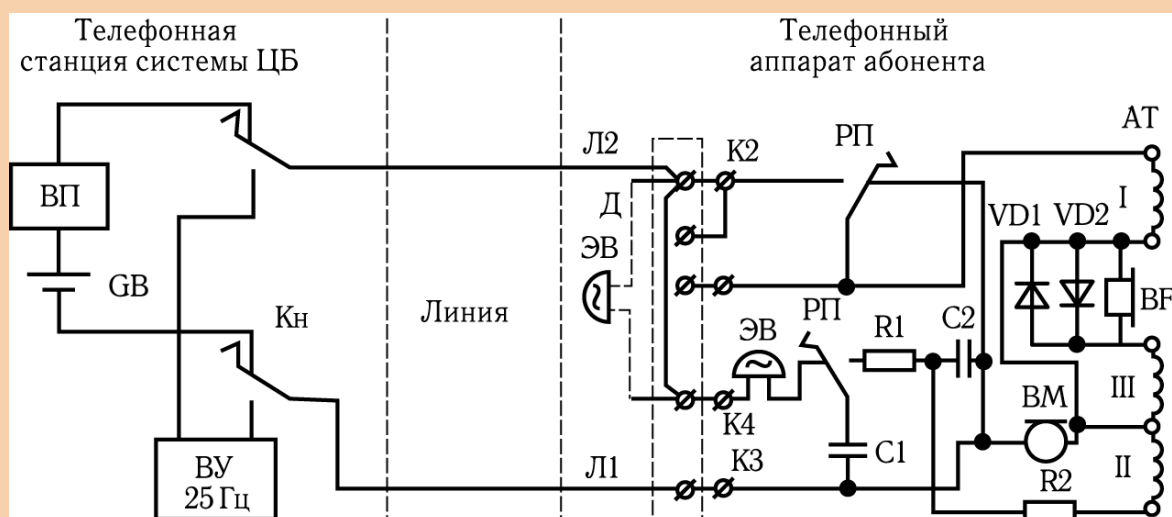


Рис. 16.4. Принципиальная схема телефонного аппарата системы ЦБ и схема его подключения к телефонной станции

16.3. Телефонные коммутаторы. Назначение и принцип действия

По своему назначению телефонные коммутаторы, с помощью которых можно устанавливать соединение между абонентами, подразделяются на коммутаторы местной, междугородной и оперативно-технологической связи.

Коммутаторы местной связи используются для связи абонентов в пределах небольших станций и учреждений.

Наибольшее применение на междугородных телефонных станциях МПС нашел коммутатор типа М-60, рассчитанный на включение шести междугородных линий. На сетях местной связи МПС коммутаторы почти повсеместно заменены автоматическими телефонными станциями.

Специальные коммутаторы оперативно-технологической связи предназначены для организации различных видов технологической связи: постанционной, ПГС, МЖС, энергодиспетчерской и т.д. В отдельную группу выделяются коммутаторы оперативной (директорской) связи, предназначенные для обеспечения связи руководителей предприятий.

Коммутаторы всех видов различают по числу включенных номеров на **коммутаторы** малой емкости (до 10 номеров) и **большой емкости** (до 100 номеров). По конструкции коммутаторы делятся на **напольные, настольные и настенные**.

По принципу питания микрофонов абонентских линий различают коммутаторы с местной батареей (МБ) и центральной батареей (ЦБ), а по способу установления соединений — шнурового и бесшнурового типов. В применяемых на железнодорожном транспорте коммутаторах местной и междугородной связи, как правило, используется шнуровой способ установления соединений, а в коммутаторах оперативно-технологической связи — бесшнуровой способ установления соединений с помощью ключей и кнопок.

Принцип работы коммутатора рассмотрим на примере коммутатора шнурового типа (рис. 16.5).

Схема коммутатора содержит три основные группы приборов: приборы комплектов абонентских линий (АЛ) и соединительных ли-

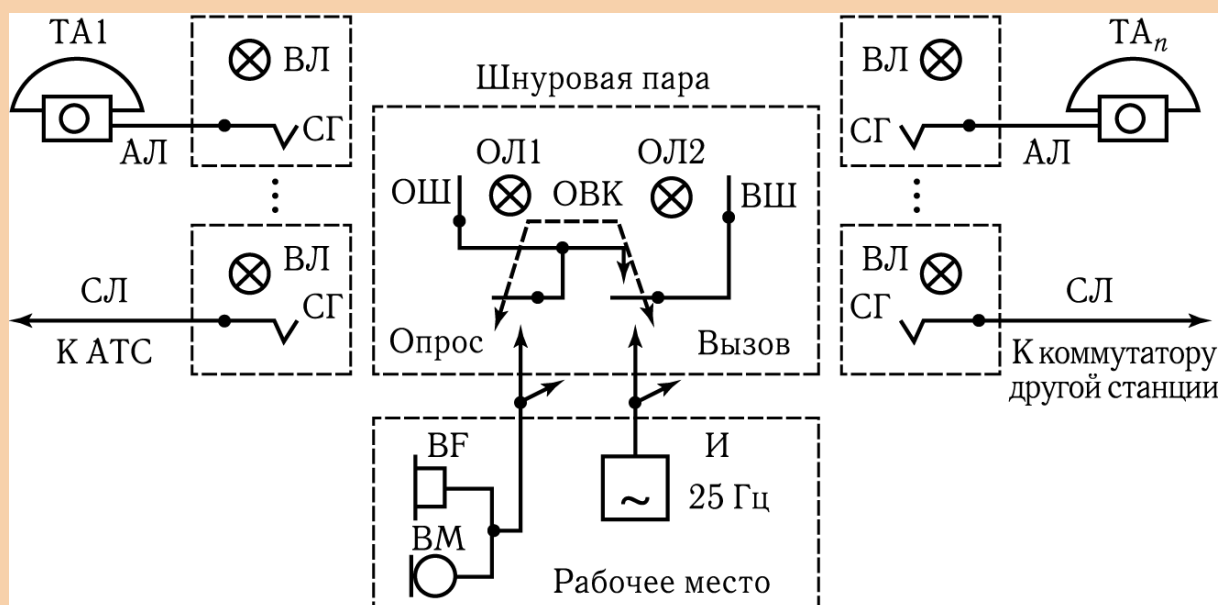


Рис. 16.5. Функциональная схема телефонного коммутатора

ний (СЛ), приборы шнуровых пар и приборы рабочего места телефонистки. Комплекты АЛ служат для подключения телефонных аппаратов абонентов. Комплекты СЛ служат для подключения соединительных линий от АТС и других коммутаторов. В состав комплектов АЛ и СЛ входят реле, вызывные лампы ВЛ и соединительные гнезда СГ. Число комплектов определяется емкостью коммутатора.

Приборы шнуровой пары предназначены для установления соединения между абонентами, аппараты которых включены в данный коммутатор {ТА1—ТА_n}, а также этих абонентов с абонентами, аппараты которых включены в АТС и другие коммутаторы.

На одном коммутаторе в зависимости от его емкости имеется до 18 шнуровых пар. Шнуровые пары составляют опросный ОШ и вызывной ВШ штепселя, отбойные лампы ОЛ1 и ОЛ2, опросно-вызывной ключ ОВК, с помощью которого происходит опрос и посылается вызов абонентам.

Рабочее место телефонистки содержит разговорные (микрофон ВМ и телефон ВФ) и вызывные приборы. Приборы рабочего места могут быть подключены к любой шнуровой паре соответствующим опросно-вызывным ключом.

Установление соединения на коммутаторе осуществляется следующим образом. При поступлении вызова от абонента загорается

вызывная лампа ВЛ. Телефонистка вставляет опросный штепсель ОШ в соединительное гнездо СГ вызывающего абонента и переводит опросно-вызывной ключ ОВК в положение «*Опрос*», при этом гаснет вызывная лампа ВЛ и абонент подключается к разговорным приборам ВМ и ВР рабочего места. Узнав у вызывающего абонента номер вызываемого абонента, телефонистка вставляет вызывной штепсель ВШ шнуровой пары в гнездо СГ требуемого абонента и переводит ключ ОВК в положение «*Вызов*», подключая тем самым к абонентской линии источник И индукторного тока частотой 25 Гц.

После ответа вызываемого абонента телефонистка переводит ключ ОВК в исходное положение, соединяя абонентов для разговора. По окончании разговора абоненты дают отбой (кладут микрофонные трубки на аппарат), в результате чего загорается отбойная лампа шнуровой пары ОЛ1 или ОЛ2, и телефонистка вынимает штепселя шнуровой пары из гнезд, разъединяя абонентов.

При вызове абонента, аппарат которого включен в коммутатор другой станции, телефонистка вставляет вызывной штепсель ВШ в гнездо СГ соединительной линии к данному коммутатору и вызывает телефонистку соседней станции, посылая в линию вызов от индуктора И. Получив вызов, телефонистка другого коммутатора вызывает требуемого абонента и осуществляет соединение. При вызове абонента, аппарат которого включен в АТС, телефонистка вставляет штепсель в гнездо соединительной линии АТС и, получив сигнал «*Ответ станции*», осуществляет набор номера вызываемого абонента.

16.4. Коммутаторы оперативной и оперативно-технологической связи

Для организации работы на станциях создается несколько сетей распорядительной связи. Эти сети организуются отдельно от других телефонных сетей, коммутация абонентов в этих сетях осуществляется с помощью специальных телефонных коммутаторов бесшнурового типа.

Сети станционной оперативно-технологической связи имеют радиальное (рис. 16.6, а) или радиально-узловое (рис. 16.6, б) строение.

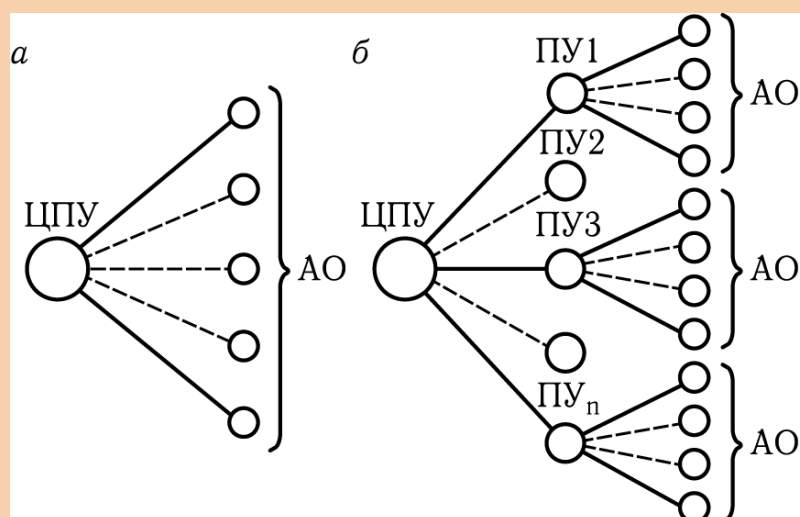


Рис. 16.6. Схемы построения сетей

При **радиальном строении** у руководителей на центральном пункте управления ЦПУ устанавливается коммутатор, к которому подключаются индивидуальные абонентские линии (кабельные или воздушные), идущие от абонентских установок АО. Каждой линии на коммутаторе соответствуют кнопка или ключ и сигнальная лампочка. У абонентов устанавливаются телефонные аппараты, оснащенные в зависимости от схемы включения различными дополнительными устройствами. В коммутаторах, устанавливаемых у руководителей, предусматривается возможность как индивидуальных вызовов и переговоров, так и циркулярных.

При **радиально-узловом построении** сети имеется несколько пунктов управления ПУ1...ПУ n , соединенных линией связи с центральным пунктом управления ЦПУ. При такой схеме построения сети руководитель ЦПУ может устанавливать связь как с руководителями ПУ1...ПУ n , так и с абонентами, аппараты которых включены в коммутаторы, установленные на ПУ.

Для организации станционной связи выпускается несколько типов специальных коммутаторов различной емкости, предназначенных для организации станционной связи, например коммутаторы станционной связи КСС, комплекты станционной связи КАСС и универсальные коммутаторы станционной связи УКСС.

Коммутаторы КСС 20/30 рассчитаны на включение 20 или 30 линий к абонентским установкам и другим коммутаторам станцион-

ной связи (рис. 16.7). Схема коммутатора позволяет осуществлять посылку как индивидуального, так и маршрутного вызова, т. е. одновременно нескольким стрелочным постам, объединенным в одну группу. К коммутатору можно подключить усилитель УС, обеспечивающий прием речи от абонентов на громкоговоритель ВА, а передачу речи к ним — через микрофон ВМ.

Кроме коммутаторов КСС, в эксплуатации находится большое число комплектов аппаратуры станционной связи типа КАСС, с помощью которых можно организовать различные виды станционной связи. Применяют аппаратуру типов КАСС-6, КАСС-22, КАСС-53, КАСС-ДСЦ, КАСС-ДЦ, КАСС-ДСП и их модификации, рассчитанные на различное число подключаемых линий связи.

Для организации перегонной связи применяется коммутатор типа КПС2/3, рассчитанный на включение двух линий перегонной связи и трех линий избирательной связи (например, ПДС, ЭДС и СЭМ).

В целях дальнейшего совершенствования станционной оперативно-технологической связи разработан коммутатор технологической связи КТС, выполненный с учетом применения в качестве групповых каналов связи как аналоговых систем передачи (К-24Т), так и цифровых (ИКМ-30, ИКМ-120).

В стативе КТС, входящем в состав коммутатора КТС, могут устанавливаться: до 10 комплектов оперативно-технологической отделенческой связи; до 4 комплектов перегонной связи (ПГС-60 или ПГС-24); комплект выносного телефонного аппарата; до 33 абонент-

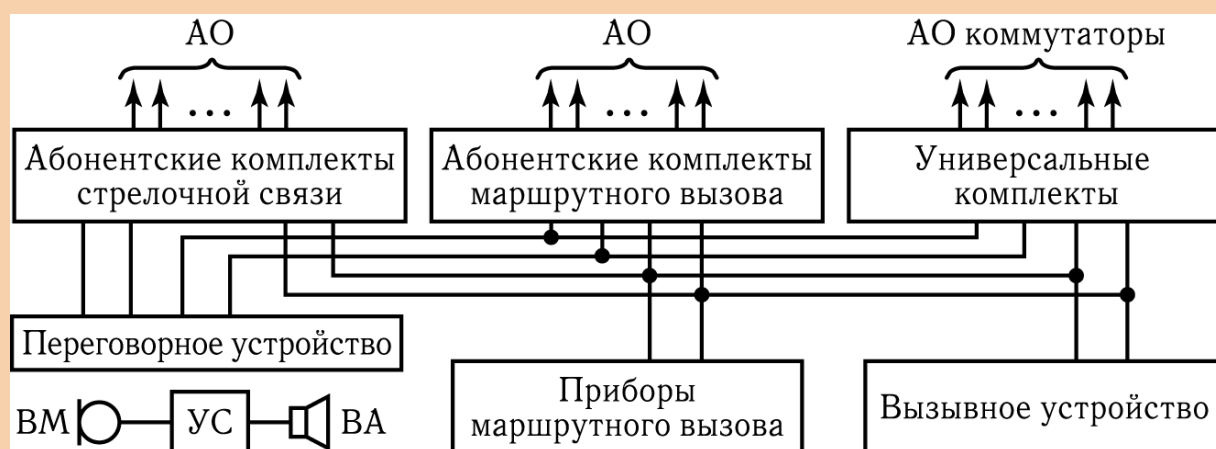


Рис. 16.7. Структурная схема КСС 20/30

ских активных и пассивных комплектов; комплект соединительных линий с АТС; устройство сопряжения с оборудованием станционной двусторонней парковой связи и с аппаратурой парковой связи громкоговорящего оповещения; до 16 комплектов избирательной связи; до 5 устройств подключения линий ответвления. Входящий в состав коммутатора КТС пульт связи и управления ПСУ используется в качестве переговорного устройства ДСП или любого другого руководителя работ.

Телефонный аппарат «Перегон-КТС» предназначен для организации перегонной связи. Аппарат обеспечивает работу по двух- или четырехпроводным линиям перегонной связи.

Переносное переговорное устройство «Полигон» предназначено для организации временной связи между станцией и местом проведения работ на перегонах. Переговорное устройство позволяет вести переговоры в режиме громкоговорящей связи. При этом уровень приема достаточен для прослушивания вызова голосом с расстояния не менее 10 м.

Коммутаторы оперативной связи. На предприятиях железнодорожного транспорта широкое распространение получили такие разновидности оперативной связи, как директорская связь (служебная связь руководителей железнодорожных предприятий) и оперативная диспетчерская связь внутри предприятий.

Директорская связь организуется с помощью специальных директорских коммутаторов, устанавливаемых в кабинетах руководителей. В эти коммутаторы включаются прямые абонентские линии подчиненных отделов и служб, соединительные линии со столами заказов междугородных станций и АТС, линии от телефонного аппарата секретаря и т.д. У прямых абонентов, линии которых включены в директорские коммутаторы, устанавливаются телефонные аппараты ЦБ. В некоторых типах директорских коммутаторов имеется громкоговорящее переговорное устройство.

Диспетчерская связь внутри предприятий железнодорожного транспорта позволяет диспетчеру в любой момент быстро связаться с одним или несколькими работниками цехов, отделов, постоянно следить за ходом выполнения производственных процессов, передавать оперативные указания абоненту или сразу группе абo-

нентов, связаться по линии междугородной (МТС) или местной (АТС) связи с абонентами других предприятий или учреждений и т.д. Для организации оперативной связи на предприятиях и в учреждениях железнодорожного транспорта широкое применение нашли специальные телефонные установки типа СТУ емкостью от 20 до 50 линий. Кроме СТУ на предприятиях железнодорожного транспорта находят применение и другие коммутаторы оперативной связи типа КД, рассчитанные на 18, 36, 60 и 120 линий; типа «Кристалл», рассчитанные на 70 и 110 линий, и др.

16.5. Цифровые телефонные аппараты и коммутаторы

В электронном телефонном аппарате (ТА), так же, как и в электромеханическом, можно выделить несколько основных функциональных блоков: рычажный переключатель (РП); номеронабиратель (НН); микрофон (М); телефон (Т); противоместная схема. Каждый из этих узлов в том или ином виде присутствует в любом ТА, в том числе и в электронных, бесшнуровых и сотовых телефонах, но их схемотехника намного сложнее, и для построения этих узлов используется современная элементная база. При существующем уровне интегральной технологии вся «начинка» электронного ТА может уместиться в одном корпусе интегральной схемы (ИС). Кроме этого, появляются дополнительные функциональные возможности, которые нельзя было реализовать в электромеханических ТА. На рис. 16.8 показана функциональная схема электронного ТА отечественного производства. На рис. 16.9, 16.10 приведены схемы ТА зарубежного производства с расширенными возможностями.

Рассмотрим принцип действия электронного ТА по функциональной схеме (см. рис. 16.8). При снятии микротелефонной трубки рычажный переключатель РП подключает ТА к абонентской линии, связывающей его с АТС. В результате образования делителя напряжение на линейных зажимах снижается до величины 5...15 В. При этом схема «Отбой» вследствие подачи напряжения в схему осуществляет начальную установку ИС НН (режим готовности к набору номера).

В режиме готовности к набору номера ИС НН вырабатывает сигнал управления импульсным ключом (ИК) и разговорным ключом



Рис. 16.8. Структурная схема ТА отечественного производства

чом (РК). Получив эти сигналы, разговорный узел, состоящий из микрофонного и телефонного усилителей и противоместной схемы, с помощью РК подключается к линии и в микротелефонной трубке прослушивается ответ станции. ИК в этот момент находится в разомкнутом (вскрытом) состоянии.

Абонент начинает набор номера. При касании кнопок клавиатуры ИС НН формируется последовательность импульсов, управляющих работой ИК и РК. ИК замыкает линию накоротко и размыкает ее, формируя посылки постоянного тока, управляющие работой АТС. РК отключает разговорный узел от общего провода на время следования посылок набора номера, что устраняет неприятные щелчки в телефоне микротелефонной трубки при наборе номера.

По окончании набора РК вновь подключает разговорный узел и в трубке слышны тональные посылки от АТС, говорящие об окончании установления соединения и поступлении в линию вызываемого абонента посылок вызывного сигнала. При снятии вызываемым абонентом микротелефонной трубки устанавливается соединение между двумя абонентами.

По окончании разговора микротелефонная трубка возвращается на рычаг. РП размыкает цепь и схема ТА переходит в дежурный

режим. В дежурном режиме схема питания обеспечивает подпитку микроскопы памяти ИС НН, в котором хранится последний набранный номер, схема «Отбой» запрещает набор номера с клавиатуры с целью сохранения последнего набранного номера, а вызывное устройство готово к приему сигналов вызова АТС.

При поступлении сигнала вызова от АТС вызывное устройство (ВУ) вырабатывает звуковые сигналы, информирующие о вызове другим абонентом. До снятия микрофонной трубки схема ТА находится в дежурном режиме.

При снятии трубки ИС устанавливается в исходное состояние с той лишь разницей, что вместо сигнала «Ответ станции» (гудка) в микрофонной трубке слышен голос вызывающего абонента.

При кратковременном нажатии на РП или касании кнопки «Отбой» на наборном поле клавиатуры посредством схемы «Отбой» ТА переводится в исходное состояние. На рис. 16.9 представлена схема ТА с кнопочным номеронабирателем. Принципы и алгоритмы работы ТА выработаны на протяжении сотни лет и останутся такими, вероятно, еще столько же. Однако телефонный аппарат совершенствуется, и его дополнительные (сервисные) возможности непрерывно расширяются и дополняются, позволяя абоненту более эффективно использовать телефонную сеть и экономить свое время и средства.

Телефонные аппараты с расширенными сервисными возможностями (схемы на рис. 16.9, 16.10) имеют английское название «feature-phones».

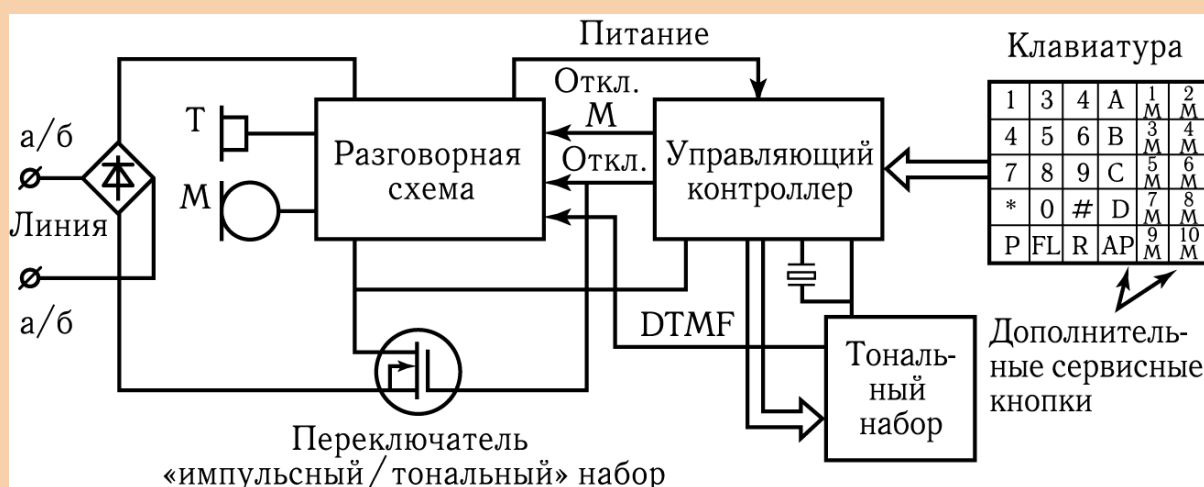


Рис. 16.9. Структурная схема ТА с управляющим микроконтроллером

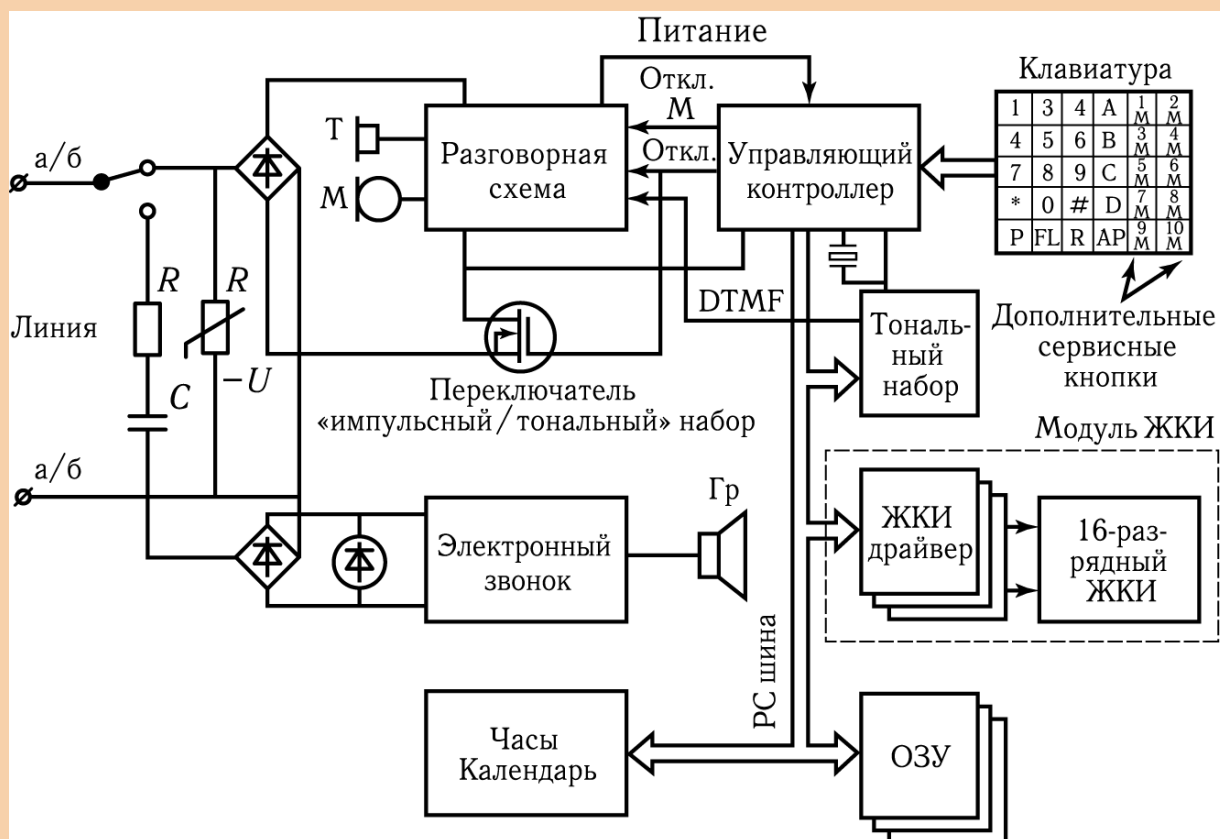


Рис. 16.10. Структурная схема ТА с функционально-гибким номеронабирателем

Подобные ТА обладают расширенными возможностями базовых функций: «speech processing» — обработка речи; «dialling» — набор номера; «alerting» — вызов абонента.

За последние несколько лет учрежденческие средства телекоммуникаций претерпели значительные изменения. Это связано с интенсивным развитием и, как следствие, широким распространением современных учрежденческих АТС (мини-АТС и УПАТС). Параллельно развитию коммутационной техники появились новые разработки и в области терминального оборудования оконечных устройств, подключаемых к УАТС и работающих под ее управлением. Такие телефонные аппараты получили название «системных» (или локальных).

Они не имеют непосредственной связи с городскими АТС и подключаются непосредственно к мини-АТС (или УПАТС). Кроме того, особенностью системных аппаратов является возможность работы

только с теми УАТС, для которых они разработаны Системный ТА одной фирмы-разработчика чаще всего невозможно подключить к УАТС (или мини-АТС) другой фирмы.

Системные телефонные аппараты можно подразделить на две группы, работающие по аналоговым либо по цифровым линиям связи с УАТС.

Телефонные аппараты и той и другой группы имеют дополнительные функциональные возможности, отличающие их от «классических» ТА. Имеют они и несколько конструктивных характеристик, к которым относятся следующие.

1. Функция FLASH (клавиша кратковременного отбоя). С ее помощью имитируется кратковременное нажатие на рычаг аппарата (размыкание линии). Этот искусственный прием — кратковременный отбой — используется как префикс команды для УАТС. Получив от абонента кратковременный отбой, она интерпретирует последующий набор не как номер вызываемого абонента, а как код какой-либо команды, например, поставить вызов на ожидание, переадресовать или вернуть его и т.д.

2. Функция HOLD (удержание линии). После нажатия этой клавиши микрофонную трубку можно положить на рычаг, а установленное до этого соединение не прервется. Эта функция удобна в случае, когда к одной линии подключено несколько ТА (параллельное включение). Если трубка снята на одном аппарате, а разговор необходимо продолжить с другого, то первый аппарат нажатием клавиши HOLD переводится в режим удержания линии (чаще всего имеется световая индикация нажатия клавиши).

Среди системных телефонных аппаратов появились модели, сочетающие в себе функции «классического» аналогового ТА и мини-АТС. Эти аппараты удобно использовать в небольших офисах (так называемые Small Office Home Office, SOHO), где имеются 2...4 городские линии. В таком случае установка УАТС экономически не оправдана, оптимальным решением является применение многолинейных ТА. Примером такого аппарата являются двухлинейный телефон фирм Northwestern Bell Phones и General Electric. Эти аппараты подключаются к двум аналоговым линиям и выполняют все

основные функции «классических» ТА, но, кроме этого, позволяют выполнять и дополнительные функции, одной из которых является конференцсвязь. Одновременное общение по телефону сразу нескольких абонентов — телефонная конференция — удобно во многих случаях. Чаще всего сотрудники учреждений пользуются конференцсвязью для деловых переговоров и консультаций.

Глава 17. Телеграфная связь и передача данных

17.1. Принцип организации и назначение телеграфной связи

Телеграфная связь на железнодорожном транспорте служит для передачи документальных сообщений от источника к получателю. Передача и прием сообщений осуществляются с помощью буквопечатающих телеграфных аппаратов (телетайпов), имеющих клавиатуру, аналогичную клавиатуре пишущей машинки. В телеграфных сообщениях передаются сведения о работе подразделений железных дорог. Сообщения состоят из знаков — букв, цифр, символов и знаков препинания. Для передачи сообщения из одного пункта в другой телеграфные аппараты Т соединяются между собой каналом телеграфной связи (рис. 17.1, а). При этом сообщение для передачи по каналу преобразуется в электрические сигналы.

Принцип работы телеграфных буквопечатающих аппаратов рассмотрим по упрощенной схеме (рис. 17.1, б). По этой схеме передача сообщений осуществляется от станции А к станции Б. На станции А передаваемое сообщение с помощью передатчика ПРД преобразуется в электрические сигналы. Эти сигналы представляют собой токовые (1) и бестоковые (0) импульсы. На станции Б эти сигналы принимаются приемником ПРМ, который связан с печатающим устройством.

В телеграфной связи комбинации сигналов электрического тока, с помощью которых в условном виде передаются все буквы, цифры и знаки, называются телеграфным кодом; процесс замены

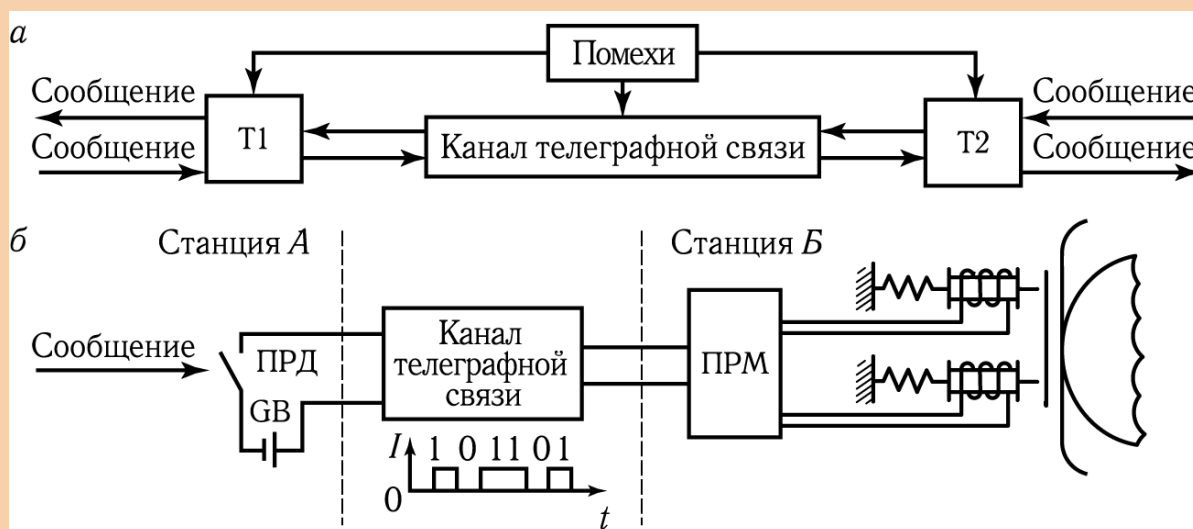


Рис. 17.1. Схема телеграфной связи

знаков передаваемого сообщения соответствующими комбинациями токовых и бестоковых сигналов — к о д и р о в а н и е м, а процесс обратного преобразования — д е к о д и р о в а н и е м.

Телеграфный код состоит из кодовых комбинаций, которые в свою очередь состоят из элементов (элементарных сигналов). Количество элементарных сигналов для передачи знаков сообщения может быть различным или одинаковым. Если кодовые комбинации всех знаков состоят из одинакового количества элементов, то такой код называется р а в н о м е р н ы м, а если из неодинакового количества элементов — н е р а в н о м е р н ы м. Примером неравномерного кода является код Морзе.

В коде Морзе знаки сообщений передаются с помощью кодовых комбинаций, состоящих из различного числа сигналов различной длительности. Код Морзе имеет следующие существенные недостатки: большое число элементарных сигналов для передачи кодовой комбинации одного знака; сложность построения буквопечатающих приемников, вследствие чего принятые сообщения регистрируются в виде точек и тире, т. е. в виде, непригодном для непосредственного вручения адресату. По этим причинам код Морзе находит ограниченное применение в телеграфной связи.

Работа всех современных буквопечатающих телеграфных аппаратов построена на равномерных кодах. В этих кодах каждая кодо-

вая комбинация содержит равное число элементарных сигналов 1 или 0 одинаковой длительности.

Наиболее распространен в телеграфной связи пятиэлементный равномерный код, получивший название международного телеграфного кода № 2 (МТК-2). В коде МТК-2 используются элементарные сигналы двух видов: 1 и 0, вследствие чего этот код называется также двоичным, или бинарным. При передаче сообщений на современных стартстопных буквопечатающих аппаратах к комбинациям кода МТК-2 добавляются стартовый и стоповый коррекционные сигналы. Стартовый сигнал необходим для пуска в ход приемника аппарата, он передается перед сигналами каждой кодовой комбинации. После передачи кодовой комбинации знака с передатчика передающего аппарата передается стоповый сигнал, устанавливающий приемник приемного аппарата в исходное положение. Стоповый сигнал по длительности отличается от других сигналов, он равен полуторной длительности элементарного сигнала.

Каждое сообщение в телеграфной связи передается с определенной скоростью. Скорость телеграфирования измеряется количеством элементарных сигналов (1 и 0), передаваемых в одну секунду. Единицей скорости телеграфирования является Бод. Скорость 1 Бода — это передача одного элементарного сигнала в секунду.

Скорость телеграфирования $v = nN/60$, где n — число элементарных сигналов, необходимых для передачи одного знака; N — число знаков, передаваемых телеграфным аппаратом в минуту; 60 — число секунд в минуте. Большинство современных стартстопных телеграфных аппаратов имеет скорость передачи 50...100 Бод.

Большинство телеграфных связей на железных дорогах нашей страны работает по каналам связи, организованным с помощью аппаратуры частотного телеграфирования. Принцип частотного телеграфирования рассмотрен на рис. 17.2.

С помощью передатчика ПРД на передающей станции A к линии поочередно подключаются генераторы переменного тока $G1$ и $G2$ с частотами соответственно f_1 и f_2 . На приемной станции B сигналы переменного тока преобразуются в приемнике ПРМ в однополюсные сигналы постоянного тока, поступающие в элект-

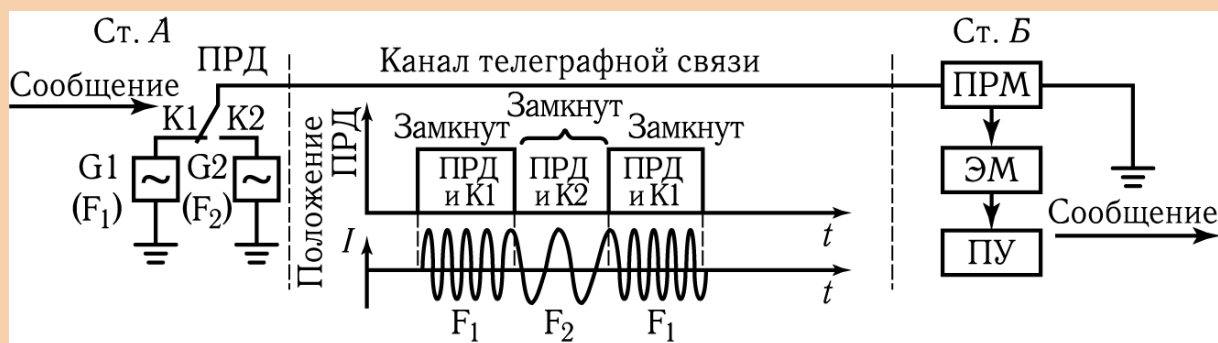


Рис. 17.2. Принцип частотного телеграфирования

ромагниты ЭМ, которые управляют печатающим устройством ПУ. Для одновременной передачи по одному каналу связи нескольких сообщений к нему подключаются несколько передатчиков ПРД, имеющих генераторы с разными частотами. При этом в качестве канала связи используется телефонный канал тональной частоты (спектр частот от 0,3 до 3,4 кГц), в котором с помощью фильтров выделяются несколько телеграфных каналов, т.е. используется принцип частотного разделения. Число таких каналов зависит от типа телеграфной каналообразующей аппаратуры и может достигать 24. Эта аппаратура носит название аппаратуры тонального телеграфирования (ТТ). Дальность действия связи по таким каналам практически не ограничена, так как при телеграфировании переменным током легко решается вопрос увеличения дальности усилением сигналов переменного тока.

Сообщения по каналу телеграфной связи могут передаваться двумя способами: одно- или двусторонним.

Более эффективным является двусторонний способ телеграфирования (рис. 17.3). При таком способе каждая станция осуществляет одновременно прием и передачу сообщений. Для включения телеграфных аппаратов по такому способу телеграфирования применяют специальные согласующие устройства СУ, включаемые между аппаратом и каналом связи.

На рис. 17.3, а показана схема телеграфирования с использованием на каждой станции по одному аппарату. При такой схеме передающая часть ПРД в аппарате используется для передачи сообщений, а прием-

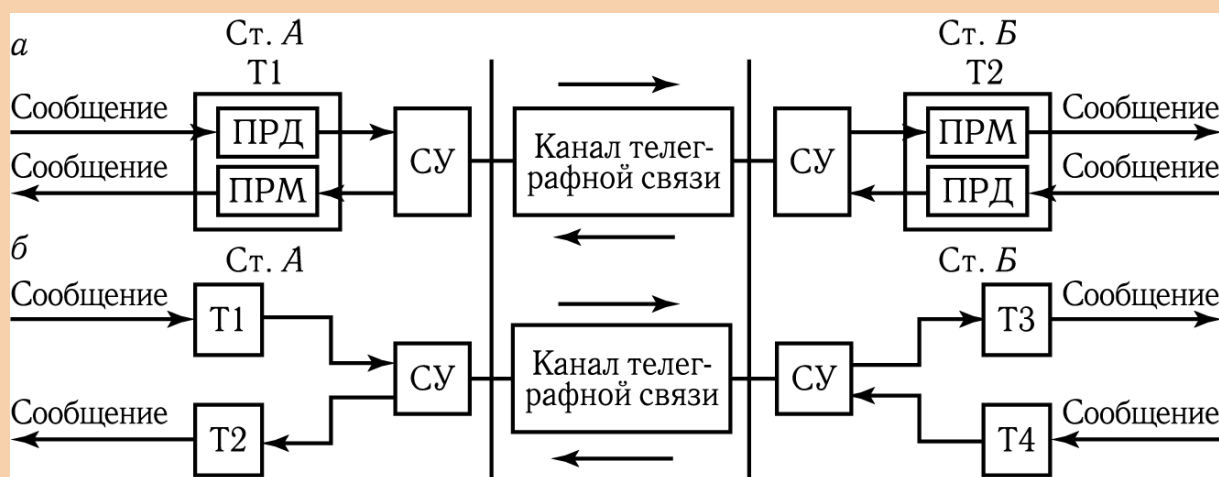


Рис. 17.3. Схема двустороннего телеграфирования

ная ПРМ — для приема. При этом телеграфист не видит контроля своей передачи, что является существенным недостатком такого способа телеграфирования. Схема, приведенная на рис. 17.3, б, свободна от указанного недостатка, так как на каждой станции установлено по два аппарата: один для передачи, другой для приема.

17.2. Телеграфные аппараты. Автоматическая телеграфная связь

Широкое распространение на железнодорожном транспорте получили телеграфные аппараты равномерного кода МТК-2. Сообщение, принимаемое этими аппаратами, печатается в виде буквенно-цифрового текста на ленте или рулоне бумаги. По этому признаку буквопечатающие аппараты делятся на *ленточные* и *рулонные*.

По конструкции буквопечатающие аппараты делятся на *электро-механические* и *электронно-механические*. В электронно-механических аппаратах основные узлы построены на электронных схемах с широким применением транзисторов и интегральных микросхем. Как электромеханические, так и электронно-механические аппараты выпускаются автоматизированными и неавтоматизированными. Первые имеют в своем составе автоматический передатчик сообщений — трансмиттер и приемник сообщений на перфорированную ленту — реперфоратор. С этой ленты принятое сообщение можно передавать с трансмиттера в канал связи или вводить в память

ЭВМ. С начала 1980-х годов на транспорте широко внедрялись электронно-механические рулонные аппараты РТА-80 и F-1100, F-2000. Все эти аппараты в большинстве случаев являются полностью автоматизированными и рассчитаны на две скорости передачи: 50 и 100 Бод.

В настоящее время, исходя из принятой МПС России Концепции создания сети связи МПС России с интеграцией услуг, разрабатываются предложения по интеграции документальной телеграфной связи в цифровую мультисервисную сеть МПС России. Разрабатывается программно-технический комплекс почтово-телеграфной связи, коммуникационные серверы и автономные телеграфные и СОМ-принтеры, базирующиеся на современной технологии IP-сетей передачи данных. Введено новое понятие для телеграфной сети связи МПС России — IP-телеграфия. Терминалом такой сети является телеграфный принтер.

Телеграфный принтер ТГА-1 предназначен для автономного приема и печати информации, получаемой с телеграфной линии. Может использоваться в локомотивных и вагонных депо, технических конторах связи, дистанциях сигнализации и связи. Является оптимальным решением при замене устаревших принтеров F-1213 зарубежного производства. Скорости телеграфирования 50, 75, 100, 200 Бод. Принтер обеспечивает автоматический прием и сохранение текста последней принятой телеграммы в оперативной памяти устройства, дает возможность печати любого числа копий телеграммы в фоновом режиме одновременно с приемом новой телеграммы.

Телеграфный принтер ТГА-1М отличается от модели ТГА-1 наличием функциональной клавиатуры, а также энергонезависимой памяти для сохранения текста телеграмм.

Автоматическая телеграфная сеть МПС построена с применением автоматических телеграфных коммутационных станций (АКТС), установленных в МПС, а также при управлениях, отделениях дорог и на отдельных станциях (рис. 17.4).

Основная задача, выполняемая АКТС, заключается в установлении временного, на период передачи телеграфных сообщений, соединения между двумя телеграфными аппаратами Т, установленными в различных оконечных пунктах (ОП) телеграфной сети. Такими

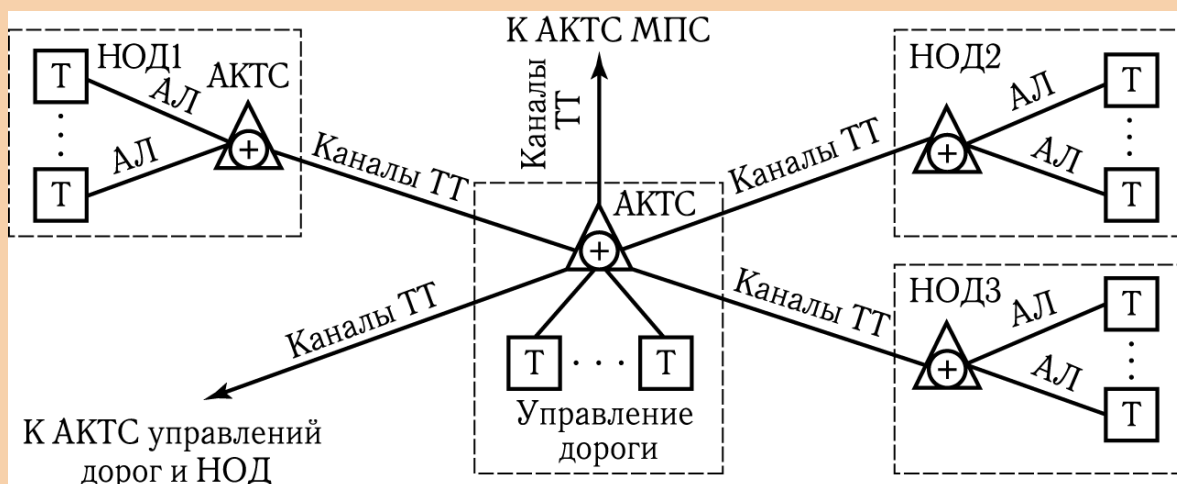


Рис. 17.4. Схема автоматизированной телеграфной сети МПС

пунктами могут быть станции, депо, станционные технологические центры, сортировочные горки, грузовые районы и т.д.

Соединение между телеграфными аппаратами может быть установлено как через одну, так и через большее число АКТС. Например, телеграфная связь между одним из пунктов, находящимся на территории НОД1, и другим пунктом, находящимся на территории НОД2, будет устанавливаться через АКТС НОД1, АКТС управления дороги и АКТС НОД2. Аппараты включаются в АКТС по абонентским линиям АЛ, а сами станции соединяются между собой каналами тонального телеграфирования ТТ. При помощи развитой телеграфной сети любой пункт, включенный в эту сеть МПС, может быть соединен с любым другим пунктом этой сети для передачи различных сообщений.

Станции АКТС, используемые на телеграфной сети МПС, построены с использованием координатных и электронных систем. Принцип построения АКТС координатной системы рассмотрен по упрощенной схеме, приведенной на рис. 17.5.

Оконечные пункты ОП через абонентские линии АЛ подключаются к абонентским панелям АП, которые являются индивидуальными устройствами для каждого такого пункта. Панели АП предназначены для трансляции управляющих сигналов и сигналов кодовых комбинаций от ОП к коммутационной станции и обратно. Число АП равно числу абонентских линий (в рассматриваемом

примере 20). Соединение АП между собой осуществляется через шнуровые комплекты ШК, число которых значительно меньше числа панелей, установленных на данной АКТС (на рис. 17.5 на 20 АП приходится 6 ШК). Возможность подключения большего числа АП к меньшему числу ШК обеспечивается с помощью ступени абонентского искания, состоящей из коммутационного блока АИ и маркера абонентского искания МАИ. Коммутационный блок АИ содержит многократные координатные соединители (МКС), с помощью которых входы коммутационного блока, к которым подключены АП, соединяются с выходами, к которым подключены шнуровые комплекты. Коммутационный блок АИ условно изображен на схеме в виде трапеции, большее основание которой обращено в сторону большего числа включаемых приборов (АП). Процессом соединения в коммутационном блоке АИ управляет МАИ, который осуществляет соединение между входом и выходом блока.

В состав оборудования станции входят также регистры Р для приема, пересчета и запоминания импульсов набора номера, поступающих с вызывающего оконечного пункта. Регистры Р используются только во время установления соединения между пунктами, поэто-

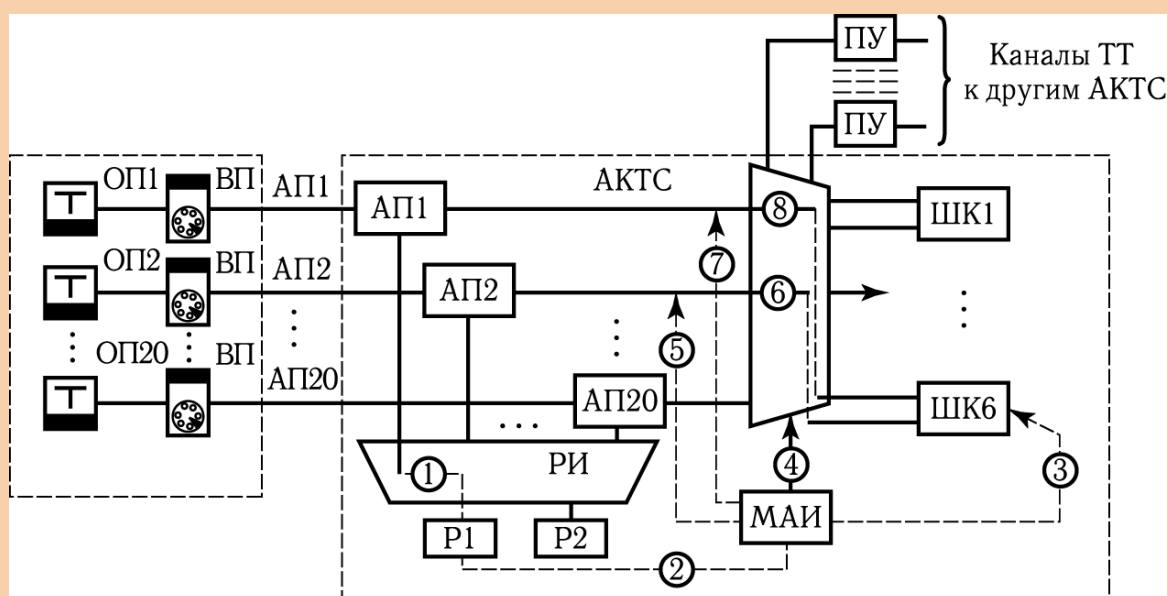


Рис. 17.5. Упрощенная схема АКТС

му их число всегда меньше числа АП (на рис. 17.5 два регистра). Для подключения меньшего числа регистров к большему числу АП используется ступень регистрового искания, состоящая из блока регистрового искания РИ. На рис. 17.5 штриховыми линиями показаны соединения, образующиеся только в процессе работы приборов станции на время установления соединения между ОП. Сплошными линиями показаны постоянные соединения между приборами станции, устанавливаемые при ее монтаже. Подключившись к вызывающей АП, регистр посылает в вызывной прибор ОП сигнал ответа станции о готовности приборов АКТС к приему импульсов набора номера вызываемого пункта, в результате этого на вызывном приборе ОП загорается сигнальная лампа разрешения набора номера. Телеграфист пункта ОП набирает номер. Принимая одну за другой серии импульсов номера, регистр Р1 запоминает их. После приема последней цифры номера регистр Р1 занимает МАИ (соединение 2) и передает в его схему сигналы, характеризующие цифры набранного номера. Маркер МАИ, получив информацию о номере вызываемого ОП, производит пробу шнуровых комплектов ШК (соединение 3) и выбирает один из свободных, например ШК6. Управляя электромагнитами МКС блока АИ, МАИ обеспечивает соединение выбранного ШК с абонентской панелью вызываемого ОП (соединения 4 и 5). При установлении соединения через АИ шнуровой комплект выбирается в процессе свободного искания, а вызываемая АП для подключения к ней ШК — в процессе вынужденного искания. Свободным называется искание, совершаемое маркером независимо от цифр номера, поступающих от вызывающего абонента. Вынужденное искание, совершаемое маркером, зависит от цифр номера, поступающих на АКТС от вызывающего абонента.

После соединения с вызываемой АП ШК (соединение 6) проверяет состояние этой АП, т.е. определяет, не занята ли данная панель другим, ранее установленным соединением. Если АП свободна, то МАИ, управляя приборами блока АИ, осуществляет подключение вызывающей АП к выбранному ШК (соединения 7 и 8). После подключения ШК к вызываемой и вызывающей АП регистр Р1 и МАИ освобождаются. При этом нарушаются соединения 7—6 и 7. Таким

образом, через АКТС устанавливается соединение между двумя ОП через блок АИ и ШК6 (соединения 6 и 8). На конечных пунктах автоматически включаются телеграфные аппараты, а на вызывных приборах загораются лампы, сигнализирующие об установлении соединения. После этого происходит обмен телеграфными сообщениями между ОП с помощью телеграфных аппаратов. Во время передачи телеграмм шнуровой комплект осуществляет контроль за состоянием абонентских панелей, подключенных к данному ШК.

После окончания передачи сообщений на ВП одного из ОП нажимают кнопку отбоя, в результате чего в блоке АИ нарушаются соединения 6 и 8. Разъединение установленного соединения может быть осуществлено с любого ОП, так как в телеграфных коммутационных станциях используется принцип полного одностороннего отбоя.

Через блок абонентского искания (АИ) может быть установлено соединение с другими АКТС. Для этого в блок АИ включаются каналы ТТ, через которые устанавливаются соединения между станциями. Каналы ТТ подключаются к АИ через переходные устройства ПУ, предназначенные для связи оборудования коммутационной станции с каналами ТТ.

При передаче сообщения по телеграфным каналам каждый абонент имеет свой номер, однозначно идентифицирующий его в телеграфной сети. В рамках новой цифровой сети, базирующейся на протоколе ТСР/ІР (протокол управления передачей/межсетевой-ся протокол) таким номером является постоянный ІР-адрес подключенного к сети устройства, например, компьютера телеграфного цеха отделения дороги. Таким образом, если компьютер, на котором установлен специальный программно-технический комплекс почтово-телеграфной связи, физически подключен одновременно и к телеграфной сети, и к локальной сети учреждения, имеющей выход на цифровую сеть МПС, то обмен информацией может производиться как по телеграфному каналу, так и через цифровую сеть (рис. 17.6).

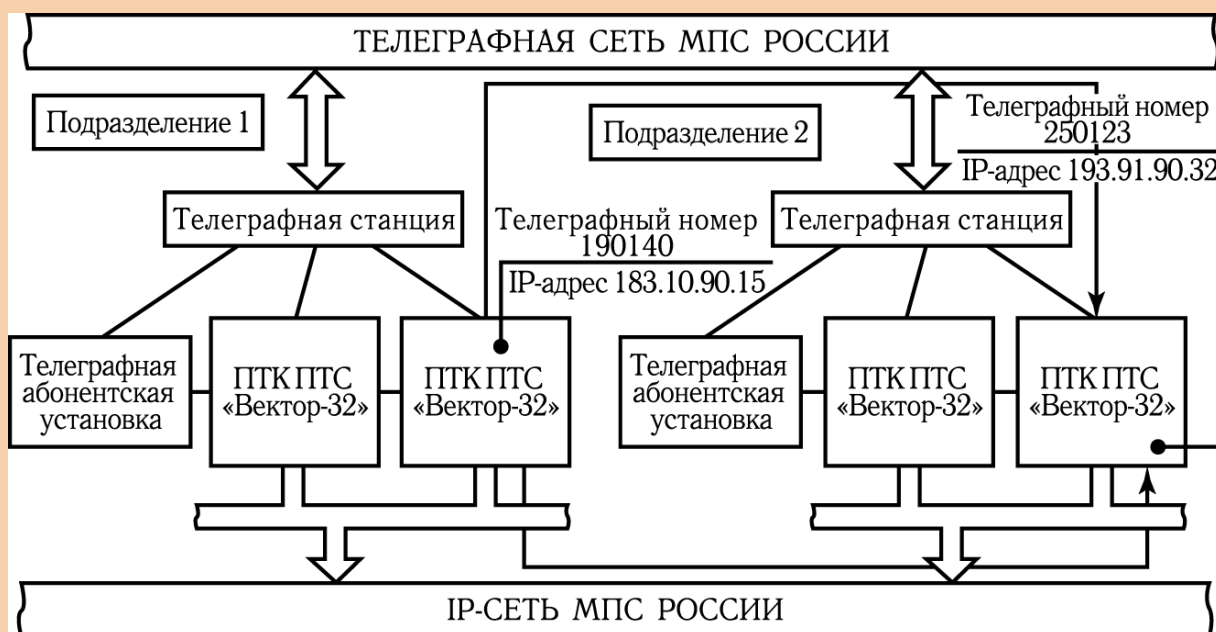


Рис. 17.6. Способы обмена информацией

17.3. Создание сети передачи данных железных дорог России

В решении задач оперативного управления перевозками и регулирования движения поездов большую роль играет автоматизированная система управления железнодорожным транспортом (АСУЖТ).

Для нормального функционирования АСУЖТ необходимо обеспечить сбор, передачу и обработку огромного объема различных данных о работе всех подразделений железнодорожного транспорта. Чтобы данные использовались эффективно, они должны быть верными и своевременно поступать на вычислительные центры.

Под **верностью** данных понимают одинаковость их в моменты составления и использования. Различные неточности в полученных данных могут появиться из-за искажений в процессе их сбора, передачи или обработки. К верности данных, передаваемых и обрабатываемых в АСУЖТ, предъявляются достаточно высокие требования.

В телеграфной технике и передаче данных используется понятие вероятности ошибки, количественное значение которой упрощенно находится из отношения числа обнаруженных ошибок к общему числу переданных знаков. Заметим, что ошибка, возникшая в тек-

сте обычной телеграммы, в большинстве случаев легко обнаруживается по смыслу, а при передаче данных, представляющих собой сочетания цифр, обнаружить ошибку по смыслу практически невозможно, а даже редкие ошибки в данных, введенных в ЭВМ, могут исказить результаты работы целого звена АСУЖТ. Поэтому при передаче данных применяют специальные методы обнаружения и исправления ошибок.

Требование *своевременности* получения данных связано с интенсификацией процессов управления. Многие звенья АСУЖТ работают в реальном масштабе времени, т. е. решения по вопросам управления принимаются немедленно.

В связи с высокими требованиями, предъявляемыми к данным, передача их осуществляется с помощью специальной аппаратуры передачи данных (АПД) по телеграфным или телефонным каналам связи. Совокупность АПД и каналов связи называется сетью передачи данных (СПД). По своей структуре СПД бывает как с коммутируемыми (АТС, АТ-ПС-ПД), так и с некоммутируемыми (выделенными или закрепленными) каналами. Использование закрепленных каналов целесообразно только при передаче большого объема данных, например, между информационно-вычислительными центрами (ИВЦ) и Главным информационно-вычислительным центром (ГИВЦ) МПС и ИВЦ между собой.

По пропускной способности каналы для передачи данных подразделяются на три группы: низкоскоростные (телеграфные) со скоростями передачи 50...200 бит/с; среднескоростные (телефонные), по которым передача ведется со скоростью от 200 до 9600 бит/с; высокоскоростные (широкополосные), имеющие большую полосу частот, чем у телефонного канала; данные по таким каналам передаются со скоростью более 9600 бит/с.

СПД железнодорожного транспорта предназначена для распределения и доставки потоков данных к потребителям, которыми являются вычислительные центры и информационные пункты (ИП). Организуются ИП в расчетных технологических центрах, на контейнерных площадках, в депо, местах погрузки-разгрузки, на сортировочных горках, откуда необходимо передавать данные в ВЦ и принимать данные, уже обработанные на ЭВМ.

На железнодорожном транспорте применяются различные способы построения СПД. В большинстве случаев АПД, устанавливаемая в ИП, не функционирует непрерывно в течение целого дня, поэтому нет необходимости в том, чтобы дорогостоящий канал связи между ИП и ВЦ был постоянно включен. В таких случаях экономия в стоимости каналов связи достигается за счет применения коммутируемой телефонной или телеграфной сети. Выбор сети определяется необходимой скоростью передачи данных.

На рис. 17.7, а показано включение АПД через ЖАТС. При этом АПД устанавливается на ИП вместе с телефонным аппаратом, который обычно используется для телефонных переговоров. При необходимости передать данные в ИВЦ оператор ИП набирает номер АПД ИВЦ и, установив связь, переключает абонентскую линию на АПД информационного пункта и передает или принимает данные. Скорость передачи при таком способе включения АПД может быть от 600 до 9600 бит/с.

Передача данных по коммутируемой телеграфной сети (рис. 17.7, б) осуществляется через автоматические коммутационные станции АТ-ПС-ПД. Установка соединения, передача или прием данных осу-

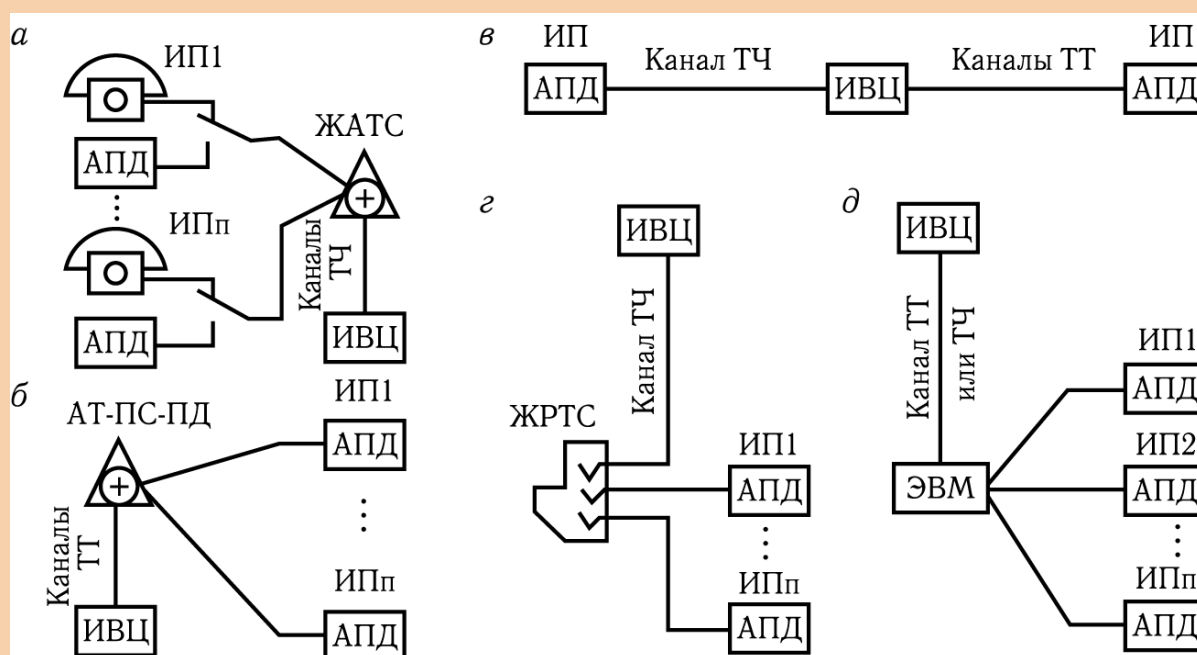


Рис. 17.7. Схемы включения АПД

ществляются так же, как и при телеграфной связи. Скорость передачи может быть 50, 100 или 200 бит/с.

В системах реального времени АПД функционирует большую часть дня. В этом случае АПД не коммутируется, а остается постоянно включенной. Такой способ включения АПД находит применение в системе резервирования и распределения билетов «Экспресс».

При включении АПД по некоммутируемому телеграфному каналу (рис. 17.7, в) скорость передачи может быть 50, 100 или 200 бит/с. При работе АПД по некоммутируемому телефонному каналу тональной частоты скорость передачи данных может достигать 9600 бит/с. При наличии на железнодорожной станции ручной телефонной станции РТС коммутация АПД осуществляется телефонисткой (рис. 17.7, г). Скорость передачи может достигать 9600 бит/с. На ряде отделений железных дорог и станций устанавливаются компьютерные системы, имеющие специальные коммутационные устройства для подключения аппаратуры передачи данных, установленной на информационных пунктах (рис. 17.7, д). Такие коммутационные устройства носят название м у л ь т и п л е к с о р о в . Скорость передачи данных в этом случае может быть весьма различной — 50, 100, 200, 600 бит/с и более.

В настоящее время создается СПД, использующая современные телекоммуникационные технологии, с целью замены физически устаревших систем передачи данных, используемых в АСУЖТ. Это необходимо для обеспечения возможностей внедрения новых информационных технологий, отвечающих современным международным требованиям и концепции информатизации железнодорожного транспорта.

СПД базируется на технологиях передачи данных с пакетной коммутацией (протокол X.25) по аналоговым каналам передачи и ретрансляции кадров (Frame Relay) по высокоскоростным цифровым каналам. СПД представляет собой совокупность специализированных программно-аппаратных средств передаче данных (коммутаторов и аппаратуры передачи данных) и каналов передачи (аналоговых и цифровых), обеспечивающих услуги по достоверной передаче данных между абонентами, подключенными к сети. СПД должна объединить в единую сеть дорожные сети передачи данных и сеть передачи данных ГИВЦ.

Взаимодействие региональных СПД между собой должно обеспечиваться через региональные и главные узлы или по цифровым каналам передачи данных со скоростью до 2048 кбит/с с использованием технологии Frame Relay.

На нижнем уровне СПД отделения дороги создаются СПД АСУ (АСОУП, СФТО, «Экспресс-2» и др.) и сеть автоматизированной системы сбора оперативных данных, предназначенная для автоматического съема данных с контролируемых технических объектов — источников первичной информации, находящихся на станциях и перегонах.

Обеспечение *информационной безопасности* в СПД железнодорожного транспорта — один из важнейших элементов комплексной безопасности МПС России и государства в целом.

Проблема информационной безопасности в сети выходит за рамки задач сетевой операционной системы. Назначение систем информационной безопасности сети: защита от несанкционированного доступа и модификации информации, восстановление информации после разрушений. Функции систем информационной безопасности: аутентификация, разграничение доступа, защита на сетевом уровне. В настоящее время ни одна операционная система не способна с достаточной степенью безопасности защитить критически важные данные *без дополнительных продуктов или специальных разработок*.

Аутентификация чаще всего выполняется через пароли. Разработаны серверы, предназначенные для аутентификации пользователя, получающего доступ к услугам сети с любого узла. Целесообразна периодическая смена паролей, доступ к файлам пароля должен быть только у администратора сети.

Разграничение доступа должно обеспечиваться на нескольких уровнях. На внешнем уровне устанавливаются права доступа извне и выхода изнутри корпоративной сети. На сетевом, системном и прикладном уровнях регламентируются права доступа к сетевым информационным ресурсам, ресурсам операционной системы и к пользовательским данным соответственно. Другая модель устанавливает уровни входа в систему, доступа к базам данных, доступа к приложениям.

Между общедоступными и секретными объектами в сети (между общедоступными и частными сетями) можно установить специальное программное обеспечение, называемое *брандмауэром*, которое либо запрещает выполнение определенных действий на сервере, либо фильтрует пакеты, разрешая проход только от оговоренных узлов.

Борьба с перехватом сообщений на сетевом уровне — шифрование при передаче через канал (криптография). Разработан стандарт шифрования DES (Data Encryption Standard). Различают симметричную и асимметричную схемы шифрования. В симметричных схемах секретный ключ должен быть известен как отправителю, так и получателю. Это затрудняет смену ключей, полезность которой очевидна. В асимметричных схемах шифрование производится открытым ключом, а дешифрование — секретным ключом, известным только получателю. Случайно подобрать секретный ключ злоумышленник не может, так как это требует громадного перебора вариантов. Одним из применений шифрования является электронная подпись, предназначенная для удостоверения подлинности документа, пересылаемого по сети.

Глава 18. Автоматическая телефонная связь на железнодорожном транспорте

18.1. Принципы автоматической коммутации. Общие сведения о системах АТС

Под *коммутацией* понимается процесс образования электрических трактов для передачи сообщений между абонентскими пунктами. На сети связи коммутация осуществляется коммутационными станциями, в которые включаются абонентские устройства. Коммутация может осуществляться вручную или автоматически. Ручная коммутация сохранилась при организации междугородной связи и выполняется телефонистками ручных междугородных коммутаторов. Автоматическая коммутация преимущественно распространена на сетях связи.

Можно выделить следующие способы коммутации — коммутацию каналов, пакетов, сообщений.

Телефонные сети позволили накопить опыт в области коммутации каналов, т.е. техники установления соединений для двусторонних обменов информацией в реальном времени. Телеграфные сети явились источником опыта в области коммутации сообщений, при которой связь осуществляется без установления соединений. В этом случае сообщения передаются по сети от одного узла к другому, записываются в каждом узле, после чего воспроизводятся для передачи к следующему узлу.

Когда средства связи начали переводить на цифровую технику, а отдельные службы (или услуги) связи интегрировать на основе цифровой техники в единой сети, не были забыты и получили дальнейшее развитие оба эти исторически сложившихся режима коммутации.

В настоящее время термин «коммутация сообщений» устарел, причем устарели только слова, но не сам процесс связи. Это легко понять, если представить себе случай передачи очень длинного сообщения. Такое сообщение не только задержит многие следующие за ним короткие сообщения, но и перегрузит накопитель, что может привести к потере части сообщения. Поэтому вполне естественно было перейти от передачи и коммутации сообщений к передаче и коммутации пакетов. В этом случае сообщение разбивается на отдельные блоки данных, которые называют п а к е т а м и , и каждый такой блок передается самостоятельно. В результате принятия этого технического решения короткие сообщения, которые укладываются в один пакет, получают преимущество, и доставляются быстрее. Свойства же коммутации сообщений целиком относятся и к коммутации пакетов как частному случаю коммутации сообщений.

Важно обратить внимание на то, что при пользовании словом «пакет» необходимо проявлять осмотрительность, так как это слово может употребляться как в широком, так и в узком смысле. В широком смысле слова пакетом часто называют любой блок данных, сформированный для передачи по цифровому каналу. Например, в литературе это слово иногда применяют даже к ячейкам технологии асинхронного режима переноса АТМ. В узком же смысле пакетом называется конкретный тип блока данных, а именно: блок данных сетевого уровня многослойной архитектуры взаимодействия

открытых систем. Такой пакет формируется добавлением к блоку данных транспортного уровня заголовок пакета. Затем к пакету добавляется заголовок кадра, и полученный после этого блок, называемый к а д р о м, передается на уровне канала. Примером употребления слова пакет в таком узком смысле является стандарт X.25. Если пакет длиной, например, 3840 разрядов, передается с помощью технологии АТМ, он должен быть разбит на 10 ячеек. Отсюда становится ясным, как можно запутать вопрос, применив слово «пакет» к ячейке АТМ (пришлось бы говорить, что пакет передается с помощью пакетов).

В настоящее время существуют две крупные взаимно обогащающие, но и остро конкурирующие между собой всемирные сети связи. Одна из них — коммутируемая интегральная сеть связи общего пользования, работающая по принципу коммутации каналов. Другая — сеть Интернет, работающая по принципу передачи и коммутации пакетов.

Вид коммутационной станции зависит от вида коммутируемых сообщений (речь, телеграммы, передача данных); применяемых в них коммутационных приборов; назначения сети связи (учрежденческая, городская, сельская, междугородная).

В зависимости от вида коммутируемых сообщений можно выделить: автоматические телефонные станции, автоматические телеграфные станции, центры коммутации пакетов (ЦКП) и интегральные станции. Последние позволяют коммутировать тракты, по которым передаются речевые и телеграфные сообщения, осуществляется передача данных.

Рассмотрим АТС. По видам коммутационных приборов можно выделить электромеханические, квазиэлектронные и электронные АТС.

Электромеханические АТС бывают декадно-шаговые, координатные и релейные.

Декадно-шаговые АТС (АТСДШ) строятся на основе щеточных искателей, в которых коммутационным элементом являются щетка и ламель контактного поля.

В координатных АТС (АТСК) используются специальные соединители, получившие название м н о г о к р а т н ы х к о о р д и -

натных соединителей (МКС), в которых коммутационный элемент образуется подвижными контактными пружинами и неподвижными вертикальными шинами. Координатные АТС можно также строить на базе других соединителей.

В релейных АТС коммутация осуществляется с использованием отдельных электромагнитных реле. Вследствие больших размеров релейные АТС используют для малых групп абонентов (емкость 10...20 номеров). Доля таких станций на сети связи железных дорог очень мала.

В квазиэлектронных АТС (АТСКЭ) коммутация обеспечивается малогабаритными быстродействующими коммутационными приборами, с герметизированными контактами. К таким приборам относятся герконовые реле с электрическим или магнитным (феррид) удержанием контактов в замкнутом состоянии и с открытыми контактами, мини-МКС (miniswitch), реле ЕСК. В АТСКЭ применяются электронные управляющие устройства.

Во всех электромеханических и квазиэлектронных АТС используется пространственное деление каналов.

В электронных АТС (АТСЭ) коммутационные приборы и управляющие устройства выполнены из электронных элементов. Эти АТС строят с пространственным и с временным разделением каналов. В аналоговых АТСЭ (с пространственным разделением каналов) коммутационными приборами являются аналоговые электронные контакты. АТСЭ с временным разделением каналов осуществляют коммутацию цифровых сигналов (сигналы импульсно-кодовой модуляции — ИКМ), вследствие чего получили название цифровые АТС (АТСЦ). Наибольшая часть электронных АТС — цифровые.

Независимо от вида в состав каждой АТС входит следующее оборудование: коммутационное поле, состоящее из коммутационных приборов и служащее для образования электрических трактов передачи сообщений; согласующие комплекты, обеспечивающие совместную работу АТС с различными периферийными устройствами сети (телефонные аппараты, приборы соседних АТС и другие); устройства приема и передачи на другие станции цифр

номера; устройства управления работой станции; генераторное оборудование, вырабатывающее различные электрические сигналы, в частности, служащие для извещения абонентов об этапе установления соединения (сигнал ответа станции, «занято», посылка и контроль вызова); кросс (главный щит переключения), на котором осуществляются долговременные соединения между линейными (абонентские, соединительные линии) и станционными (входы и выходы станционных приборов) цепями; устройства электропитания станции.

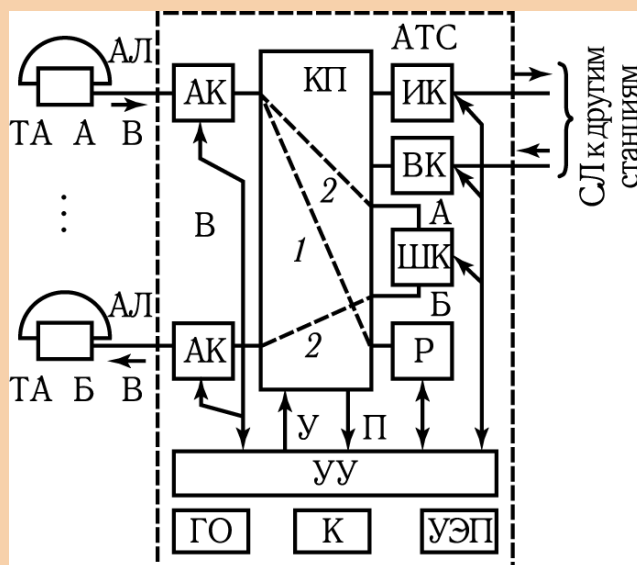


Рис. 18.1. Обобщенная структурная схема АТС

Рассмотрим обобщенную структурную схему АТС (рис. 18.1), на примере которой определим основные функции АТС.

На схеме показаны следующие устройства: КП — коммутационное поле; АК и ШК — абонентский и шнуровой комплекты, обеспечивающие работу вместе с телефонными аппаратами по линии 2; ИК и ВК — исходящий и входящий комплекты соединительных линий (СЛ), служащие для взаимодействия с другими телефонными станциями; Р — регистр, принимающий номер вызываемого абонента по линии 1; УУ — устройства управления станцией, формирующие и передающие сигналы управления к различным устройствам станции, а также принимающие от них различные сигналы, характеризующие этапы соединения и разъединения; ГО — генераторное оборудование; кросс К; УЭП — устройства электропитания станции; АЛ — абонентская линия; В — вызов.

Алгоритм установления соединения между двумя ТА, включенными в АТС, имеет следующие этапы. Вызывающий абонент снимает с телефонного аппарата ТА А микрофонную трубку, и на АТС передается вызов В. Вызов фиксируется в АК, и сигнал о вызове передается в УУ. УУ устанавливает через КП

соединение с регистром по следующему пути: ТА А—АЛ—АК—КП— Р. Из Р абоненту передается сигнал ответа станции (частота 425 Гц, непрерывно), означающий, что абонент может набирать цифры номера. Во время набора номера цифры принимаются и запоминаются в Р. По окончании набора номера цифры передаются из Р в УУ, после чего регистр освобождается, а соединительный путь от АЛ А до Р нарушается. Управляющие устройства по принятым цифрам определяют состояние АЛ вызываемого абонента (ТА Б) и соединительных путей: (ТА А)—АЛ—АК—КП— ШК — КП — АК — АЛ (ТА Б). Если абонент Б свободен и есть хотя бы один свободный соединительный путь от АЛ (А) до АЛ (Б), образуется выбранный соединительный путь (в коммутационном поле включаются соответствующие коммутационные приборы). Из ШК в сторону АЛ (Б) передается вызывной сигнал, а в сторону АЛ (А) — контроль вызова. При ответе абонента Б сигнал ответа принимается в ШК. Прекращается посылка вызова, и абоненты разговаривают. После отбоя соединительный путь нарушается, а абоненту, не сделавшему отбой, посылается сигнал «занято».

18.2. АТС координатной системы и квазиэлектронные АТС

Автоматические телефонные станции (АТС) координатной системы по сравнению с декадно-шаговыми станциями обладают рядом преимуществ, среди которых — надежность работы, обеспечение многопроводной коммутации, невысокие капитальные затраты и эксплуатационные расходы. Координатные АТС характеризуются применением в качестве устройств коммутации **многократных координатных соединителей (МКС)**, блочным принципом построения, использованием звеньевых структур в ступенях искания, косвенным способом управления устройствами коммутации с применением регистров и маркеров.

Соединитель МКС является основным коммутационным прибором координатных АТС. В МКС используются контакты давления (обычно из серебра), обеспечивающие малое электрическое сопротивление. Конструктивно МКС представляет собой комплекс

искателей с общим приводом. Привод состоит из выбирающих и удерживающих планок, которые перемещаются под действием электромагнитов. В результате перемещения планок совершаются соединения входов и выходов искателей.

АТС при установлении соединений между абонентами выполняет две основные задачи: отыскание требуемой линии и образование разговорного тракта. В АТС координатной системы эти функции выполняют разные устройства. Образование разговорного тракта обеспечивают МКС, а функция отыскания линии реализуется посредством общих управляющих устройств — маркеров. Такой способ установления соединения называется *о б х о д н ы м*.

Для уменьшения времени занятия маркеров и приборов разговорного тракта в координатных АТС применяется косвенное (регистрационное) управление. Регистры принимают знаки номера от абонентов, а затем передают их последовательно быстродействующим кодом в маркеры. Для построения маркеров и регистров используют электромагнитные реле и электронные элементы (транзисторы и диоды).

Коммутационные устройства координатных АТС обычно имеют двухзвенное или многозвенное построение и образуют ступени искания или одну общую для всей станции коммутационную систему.

Аппаратура АТС выполняется в виде блоков, содержащих коммутационные и управляющие приборы соответствующих ступеней искания. Управляющие приборы могут быть индивидуальными для каждого блока, общими для нескольких или всех блоков данной ступени искания или общими для всей АТС.

Существует несколько типов АТС координатной системы отечественного и импортного производства. Эти станции отличаются между собой по конструкции и коммутационным параметрам МКС, построению схемы станции, емкости и принципам группообразования блоков ступеней искания, степени централизации управления коммутационными приборами.

Из отечественных АТС координатной системы распространены станции АТСК 100/2000, разработанные для учреждений и сельских сетей, и АТСК-У, применяемые на крупных городских телефонных сетях. Эти станции нашли применение на телефонной сети

железнодорожного транспорта. АТС типа КРЖ производства Болгарии также получили на железнодорожном транспорте широкое распространение.

К в а з и э л е к т р о н н ы е (почти электронные) АТС характеризуются следующими основными признаками: коммутационное поле построено на малогабаритных быстродействующих коммутационных приборах; управляющие устройства выполнены на электронных элементах. Наиболее часто коммутационными приборами являются герконовые реле. Управляющие устройства УУ строятся с замонтированной или записанной программой работы коммутационной станции. УУ с замонтированной программой имеют жесткие (неизменяемые) связи между отдельными функциональными узлами, что не позволяет изменять программу работы станции (управляющие устройства выполнены по тем же принципам, что и маркеры координатных АТС, но на базе электронных элементов). В основе УУ с записанной программой используются электронные управляющие машины (ЭУМ), которые можно строить на базе микропроцессоров. В ЭУМ программа работы станции хранится в з а п о м и н а ю щ е м у с т р о й с т в е (ЗУ). Для изменения или дополнения программы работы станции достаточно записать новую информацию в ЗУ.

Наибольшее распространение на железнодорожном транспорте получила АТСКЭ «Квант», имеющая УУ с записанной программой. К АТСКЭ с замонтированной программой относится станция малой емкости типа П-437 (до 100 номеров).

В АТСКЭ «Квант» в качестве коммутационных приборов применяют матричные соединители на ферридах (МСФ), а система управления основана на применении специализированных ЭУМ.

АТСКЭ «Квант» предназначены для применения на ведомственных и на сельских сетях связи в качестве оконечной (ОС), узловой (УС), центральной (ЦС) станций и узла автоматической коммутации (УАК). Оконечные станции выполняют внутренние соединения между абонентами данной станции и внешние исходящие и входящие соединения. Узловые и центральные станции, кроме соединений, устанавливаемых ОС, осуществляют транзитные соединения между соединительными ли-

ниями внешней связи. Различие в УС и ЦС состоит в том, что на сети связи в УС включаются только ОС, а в ЦС — оконечные и узловые станции. Узлы автоматической коммутации осуществляют только транзитные соединения между соединительными линиями внешней связи. На оконечных станциях соединения двухпроводные, а на УС, ЦС и УАК — двух- или четырехпроводные (двухпроводные при оконечных или транзитных соединениях на местной сети, четырехпроводные — при транзитных соединениях на междугородной сети). Абонентская емкость ОС, УС и ЦС изменяется в пределах от 256 до 2048 номеров с шагом наращивания в 256 номеров. Максимальное число входящих и исходящих СЛ на ОС может достигать 256, а на УС или ЦС — 384. Емкость УАК, оцениваемая количеством входящих (числитель) и исходящих (знаменатель) СЛ, имеет следующие значения: 64/64, 128/128 и 256/256. На ОС, УС, ЦС или УАК можно организовать до 32 направлений внешней связи, причем все СЛ станции могут быть распределены по направлениям внешней связи в любом сочетании.

18.3. Цифровые АТС

На цифровой АТС (АТСЦ) в коммутационном поле осуществляются соединения между временными каналами цифровых СЛ, включенных в станцию.

Станция АТСЦ (рис. 18.2) включает в себя: цифровое коммутационное поле ($КП_{ц}$), цифровой концентратор ($К_{ц}$), аналого-цифровые преобразователи АЦП, абонентские комплекты АК, комплекты соединительных линий КСЛ, мультиплексор МХ, сигнальные устройства СУ, генератор тональных сигналов ГТС, линейное оборудование ЛО цифровых СЛ, управляющие

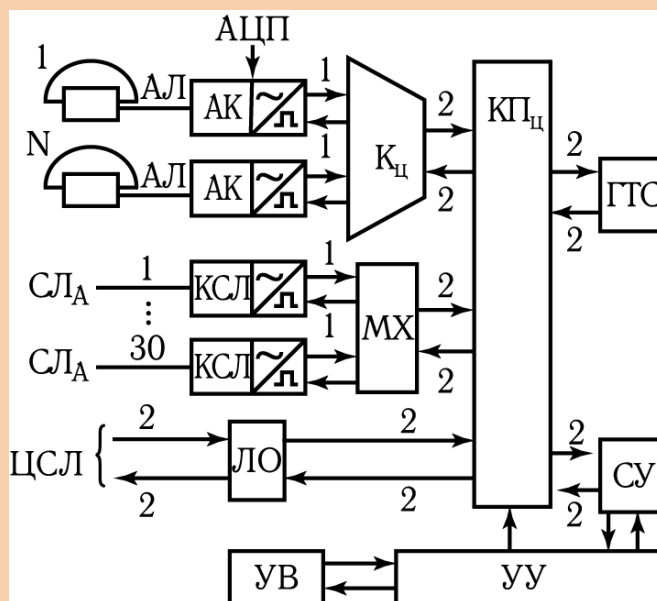


Рис. 18.2. Структурная схема АТСЦ

устройства УУ и внешние устройства УВ. В $KП_{ц}$ включаются цифровые 32-канальные СЛ. Внутри $KП_{ц}$ осуществляются межканальные соединения в соответствии с требованиями абонентов на установление соединений. В АК включаются аналоговые абонентские линии. Посредством АЦП речевые и другие аналоговые сигналы преобразуются в сигналы ИКМ и наоборот. При передаче речи от каждого АЦП к $K_{ц}$ передается цифровой поток 1 со скоростью 64 кбит/с, который в $K_{ц}$ объединяется с такими же потоками от других АЦП. В результате на выходе $K_{ц}$ образуется цифровой поток 2 со скоростью 2048 кбит/с, содержащий 32 временных канальных интервала, из которых 30 используются для передачи речи, один для передачи управляющих сигналов и данных сканирования АК, и еще один — для синхронизации ЦСЛ. При приеме речи в $K_{ц}$ от $KП_{ц}$ принимается аналогичный поток со скоростью 2048 кбит/с, который в $K_{ц}$ разделяется между АЦП. От $K_{ц}$ к каждому АЦП передается цифровой поток со скоростью 64 кбит/с, несущий речевую информацию. Кроме объединения (мультиплексирования) и разделения (демультиплексирования) цифровых потоков, в $K_{ц}$ концентрируется телефонная нагрузка (в один $K_{ц}$ включается больше 30 абонентских линий). Для объединения и разделения цифровых потоков со скоростью 64 кбит/с используется мультиплексор МХ. Генератор тональных сигналов передает через коммутационное поле в АЛ, аналоговые СЛ, каналы ЦСЛ известительные сигналы станции (готовность приема номера), контроля посылки вызова, занято и др. Линейное оборудование осуществляет преобразование линейных первичных цифровых потоков во внутристанционные потоки, коммутируемые в $KП_{ц}$, и наоборот.

УУ обеспечивают установление соединений, автоматизацию технического обслуживания и администрирование станции.

На сетях связи железных дорог должны найти широкое применение цифровые АТС, что объясняется, во-первых, универсальностью их использования на сетях связи, во-вторых, тенденцией создания полностью цифровых сетей связи. Кроме того, на базе цифровых коммутационных станций создаются цифровые сети с интеграцией обслуживания. Интегральная сеть получила в зарубежной литературе обозначение ISDN (Integrated Services Digital Network).

Рассмотрим виды интеграции и доступов на сети. Цифровые коммутационные станции (КСЦ) позволяют объединить сети телефонной, телеграфной связи и передачи данных. На такой сети может быть организована видеотелефонная связь. На интегральной сети разные виды сообщений передаются с использованием общих коммутационных станций и линий передачи.

На сети с функциями ISDN сообщение любого вида передается от одного абонентского пункта к другому в цифровом виде.

Абонентам интегральной сети предоставляется широкий набор дополнительных услуг, которые действуют по всей сети (например, можно организовать конференцсвязь для абонентов, аппараты которых включены в разные коммутационные станции сети). На интегральной сети технический персонал имеет возможность контролировать состояние коммутационных станций и систем передачи всей сети, а также управлять сетью из одного ее пункта.

Действие дополнительных услуг по всей сети, централизация технического обслуживания и управление сетью возможны при организации на интегральной сети общих каналов сигнализации. По общим каналам сигнализации, кроме сигналов, требуемых для установления соединений, передаются данные по предоставлению дополнительных услуг по контролю и управлению техническими средствами сети.

18.4. Аппаратура оперативно-технологической связи с временной коммутацией

Аппаратура оперативно-технологической связи с временной коммутацией предназначена для использования в качестве распорядительной станции диспетчерской телефонной связи, а также исполнительной станции и коммутатора местной телефонной связи. Аппаратура рассчитана для работы в системе отделенческой связи по групповым телефонным каналам аналоговых и цифровых систем передачи и физическим линиям.

Структурная схема аппаратуры приведена на рис. 18.3, где обозначено: ПП — перефирийный процессор; ЦП — центральный процессор; УС — устройство сопряжения с пультами.

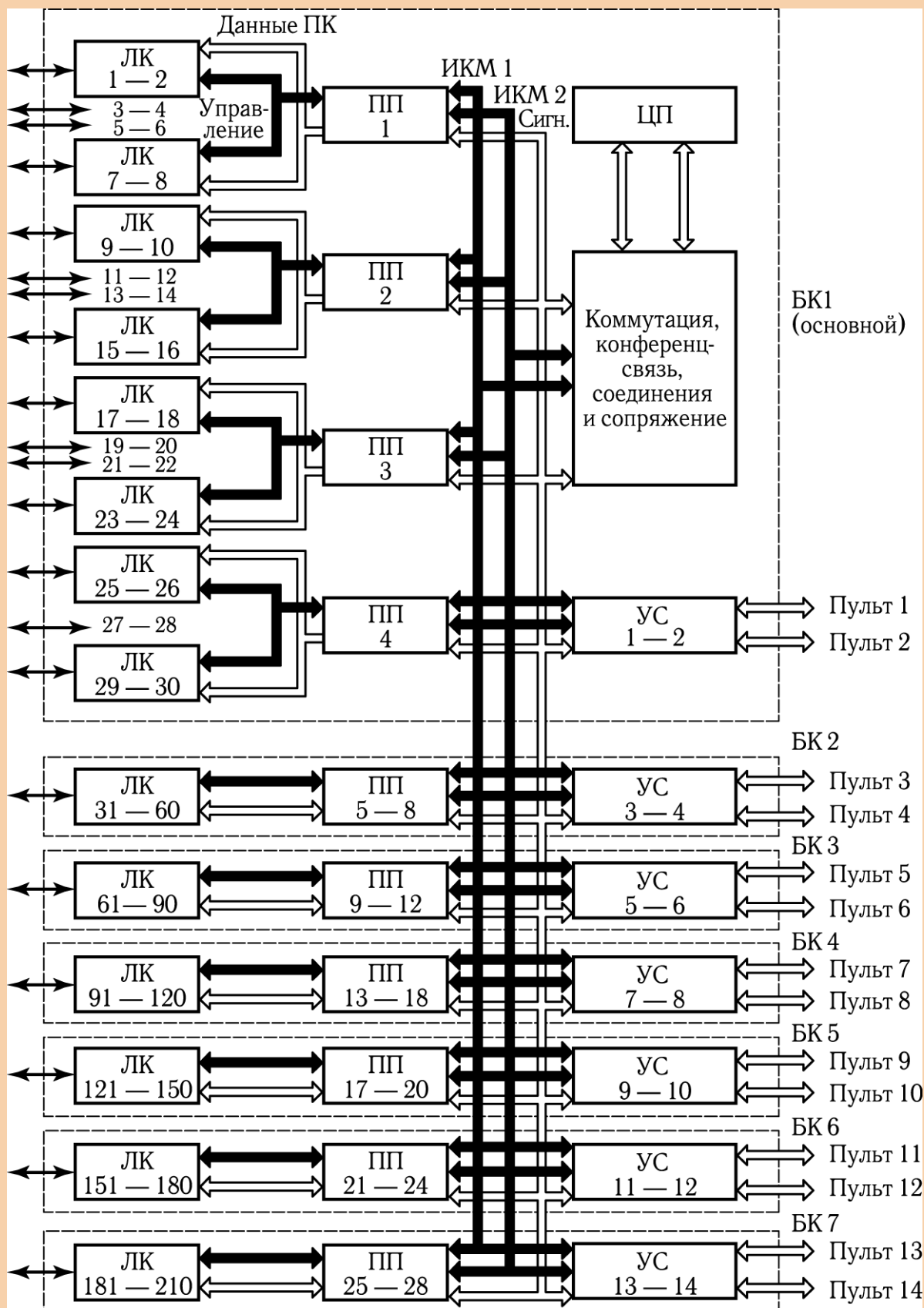


Рис. 18.3. Структурная схема аппаратуры KS 2000 R1

В состав оборудования входят: коммутационная станция, пульта руководителя, приборы рабочего места обслуживающего персонала.

Коммутационная станция КС может содержать от одного до семи блочных каркасов БК, каждый из которых рассчитан на подключение до 30 различного типа абонентских линий АЛ и до двух пультов руководителя. К КС подключаются также приборы рабочего места обслуживающего персонала. Максимальная емкость КС составляет 14 пультов руководителя и 210 АЛ. КС представляет собой единую коммутационную систему, обеспечивающую соединение каждого пульта с любой АЛ независимо от того, к какому из БК она подключена.

В аппаратуре предусмотрена возможность оперативного перепрограммирования, осуществляемого с помощью приборов рабочего места. Пульта руководителей подключаются к КС по двухпроводной линии с использованием стандартного интерфейса 2В+D.

Коммутационная станция содержит следующие линейные комплекты (ЛК), обеспечивающие подключение всех типов линий ОТС: ПТЦБ — для подключения прямых телефонов ЦБ; ПТМБ — для подключения прямых телефонов МБ или линий МЖС; ПТН — для подключения прямых телефонов ЦБ с декадным или частотным набором номера или линий ПГС; АТС — для подключения линий от ЖАТС или ГАТС; ИС2 — для сопряжения с двухпроводным групповым каналом избирательной связи; ИС4 — для сопряжения с четырехпроводным групповым каналом ТЧ избирательной связи; УС — для подключения входов фидерных усилителей громкоговорящей парковой связи; ППУ — для подключения парковых переговорных устройств системы двусторонней парковой связи.

С пульта руководителя, используемого на распорядительной станции (на рабочих местах диспетчеров), обеспечиваются: посылка и прием вызова по каждой из подключенных к КС линии; посылка избирательного, группового и циркулярного вызовов по линии диспетчерской связи; посылка сигнала избирательного подключения стационарных радиостанций ПРС; прием вызова голосом по линии диспетчерской связи; посылка избирательного вызова по линии станционной связи; прием вызывного сигнала 1600 Гц; посылка вызова на любой пульт руководителя, подключенный к КС;

ведение переговоров в симплексном или дуплексном режиме по телефонному переговорному устройству.

С пульта руководителя, используемого на исполнительной станции (ДСП, ДСПГ и др.), обеспечиваются: посылка и прием вызова по каждой из подключенных к КС линий; ведение переговоров в симплексном или дуплексном режиме по каждой из подключенных линий; возможность подключения линий перегонной связи; передачи громкоговорящего оповещения, посылка вызова на любой другой пульт руководителя и др.

Остальные линейные комплекты обеспечивают организацию всех видов связи, организуемых в сетях ОТС железных дорог России.

Глава 19. Многоканальные системы передачи

19.1. Особенности каналов связи и методы их уплотнения

Для передачи *речи* или *данных*, рассматриваемых в общем случае как сигнал, имеющий определенные характеристики, используется канал связи, организуемый между *передатчиком* и *приемником*. Один из основных вопросов заключается в том, может ли этот сигнал быть принят без искажений. Если нет, то насколько он искажается при прохождении по каналу связи.

Отношение мощности сигнала к мощности шума (*отношение сигнал/шум*) определяет наряду с шириной полосы пропускания пропускную способность канала связи или допустимую скорость передачи сигнала. Аналоговый сигнал, непосредственно передаваемый по каналу связи, может быть искажен по *амплитуде*, *фазе* и *частоте* или временному масштабу. Эти искажения являются следствиями естественных или искусственных ограничений канала связи, например, по полосе пропускания.

При передаче сигнала на дальние расстояния энергетически выгодно использовать высокочастотную *несущую*, параметры которой модулируются передаваемым сигналом. Для передачи речи по каналам связи обычно используют два метода модуляции несу-

щей: **амплитудную модуляцию (АМ)** и **частотную модуляцию (ЧМ)**. В процессе модуляции (а это операция нелинейная) несущей f_0 появляются верхние и нижние боковые частоты $f_0 \pm n\Delta f$, здесь Δf — основная полоса частот, занимаемая сигналом. Для АМ $n = 1$, для ЧМ n зависит от индекса модуляции. Полоса частот, занимаемая модулированным сигналом (или его спектр), которая и составляет в этом случае требуемую ширину полосы частот канала передачи, для АМ равна $2\Delta f$.

Системы связи ассоциируются с системами передачи речи или телефонной связи, которые только в последнее время в связи с развитием модемной и факсимильной связи стали использоваться для передачи данных. Ясно, что эти системы рассчитывались и оптимизировались для передачи речи. Из экономических соображений системы телефонной связи строились как **многоканальные системы**, использующие различные методы уплотнения каналов для передачи по линии все большего и большего числа каналов (телефонных разговоров) одновременно. Из приведенного выше примера ясно, что при выборе метода модуляции предпочтение было отдано АМ. Более того, основная полоса частот передаваемого речевого спектра была оптимизирована по **индексу артикуляции**, принятому равным 0,7, соответствующему уровню разборчивости слов 85...90% и составила 3100 Гц. Она размещается в диапазоне 300...3400 Гц. Учитывая, что указанная полоса частот должна выделяться реальным, а не идеальным, аналоговым полосовым фильтром, имеющим конечную крутизну спада частотной характеристики в переходной полосе, было предложено использовать полосу в 4 кГц в качестве расчетной ширины основной полосы **стандартного телефонного канала** (защитная полоса между двумя соседними каналами при этом составляет 900 Гц).

Наряду с использованием аналоговых можно использовать импульсные методы модуляции, в частности, **амплитудно-импульсную модуляцию (АИМ)**, что позволяет улучшить энергетические характеристики процесса передачи в целом, если учесть, что длительность излучаемого импульса может быть мала по сравнению с периодом несущей.

Импульсные методы модуляции основаны на процессе **дискретизации** передаваемого аналогового сигнала, т.е. использо-

вании последовательности выборок (выборочных значений) аналогового сигнала, взятых периодически с частотой дискретизации f_d . Она выбирается из условия возможности последующего восстановления аналогового сигнала без искажений из дискретизированного сигнала с помощью фильтра нижних частот. Для сигнала с ограниченным спектром, к которому относится и сигнал стандартного телефонного канала, имеющий частоту среза $f_{cp} = 4$ кГц, применима теорема Котельникова—Найквиста, определяющая $f_d \geq 2f_v$ (где f_v — верхняя частота спектра дискретизируемого сигнала). Отсюда получаем, что для стандартного телефонного канала частота дискретизации составляет 8 кГц (т.е. выборки аналогового сигнала следуют с периодом дискретизации $T_d = 125$ мкс).

Следующим логичным шагом может быть к в а н т о в а н и е амплитуд импульсных выборок — процесс определения для каждой выборки и присвоение ей эквивалентного численного (цифрового) значения. Указанные два шага (дискретизация и квантование) определяют процессы, осуществляемые при и м п у л ь с н о - к о д о в о й м о д у л я ц и и (ИКМ). Они позволяют перейти от аналогового представления речевого сигнала к ц и ф р о в о м у .

Численное значение каждой выборки в этой схеме может быть далее представлено (закодировано) в виде 7 или 8-битного двоичного кода (на практике при использовании аналого-цифровых преобразователей (АЦП) двоичное кодирование осуществляется непосредственно при квантовании).

Первые системы телефонной связи использовали отдельные линии передачи для организации каждого канала. Идеи организации передачи нескольких телеграфных каналов по одной линии (или идеи уплотнения) были впервые осуществлены еще в 1918 г. с помощью механического коммутатора.

П о д у п л о т н е н и е м, или м у л ь т и п л е к с и р о в а н и е м, понимают объединение нескольких меньших по емкости входных каналов связи в один канал большей емкости для передачи по одному выходному каналу связи. При реализации такого объединения телефонных каналов одной из основных задач является устранение взаимного влияния соседних каналов. До последнего времени широко использовались два метода мультиплексирования:

- мультиплексирование с частотным разделением каналов (частотное уплотнение);

- мультиплексирование с временным разделением каналов (временное уплотнение).

При частотном уплотнении полоса частот выходного канала делится на некоторое число полос (подканалов) n , соответствующих по ширине основной полосе стандартного телефонного канала 4 кГц.

Например, на рис. 19.1 показана такая группа из четырех каналов с полосой 4 кГц, отведенной под каждый канал, и частотами, сдвинутыми на 60 кГц в результате амплитудной модуляции.

Каждый канал имеет фактическую полосу пропускания 3,1 кГц и формируется полосовыми фильтрами с частотами среза, сдвинутыми на 4 кГц относительно друг друга. Например, фильтр первого канала имеет частоты среза 60,3 и 63,4 кГц, второго — 64,3 и 67,4 кГц. При больших уровнях сигнала в каналах защитной полосы 900 Гц между каналами недостаточно для устранения перекрестной наводки (телефонного разговора) от соседних каналов. Для формирования канальных групп используется процедура ОБП-ПН — модулирования несущей и поднесущих по амплитуде с подавлением *одной боковой полосы* (левой или правой) и подавлением несущей. Схема формирования *канальных групп* может быть разной. Стандарт ССІТТ рекомендует следующую систему группирования:

- первичная канальная группа (12 стандартных телефонных каналов);

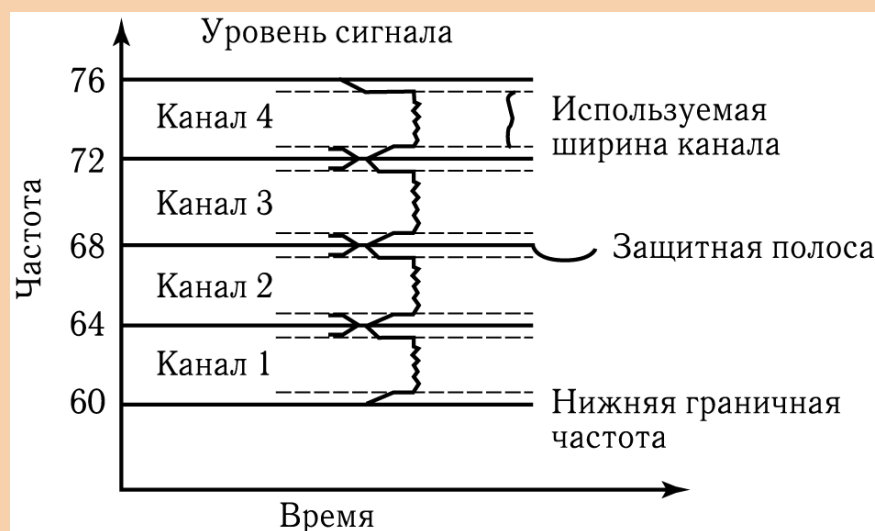


Рис. 19.1. Вид канальной группы, полученной в результате частотного уплотнения

- вторичная канальная группа (5 первичных канальных групп, т.е. 60 каналов);
- третичная канальная группа (5 вторичных канальных групп, т.е. 300 каналов, или 10 вторичных групп, т.е. 600 каналов, или 16 вторичных групп, т.е. 960 каналов).

Различное число вторичных и третичных канальных групп может быть использовано в процессе группирования, образуя четвертичные группы. Формирование основной канальной группы показано на рис. 19.2, где используется двухступенчатая схема: на первой формируется группа из трех (правых) каналов ОБП путем модуляции поднесущих 12, 16 и 20 кГц, на второй — канальная группа из 12 (левых) каналов ОБП путем модуляции поднесущих 84, 96, 108 и 120 кГц. В результате формируется канальная группа с шириной полосы 48 кГц (60...108 кГц), которая используется для модуляции 5 несущих (420, 468, 512, 564, 612 кГц) при формировании вторичной группы с шириной полосы 210 кГц (312...522 кГц) и т.д.

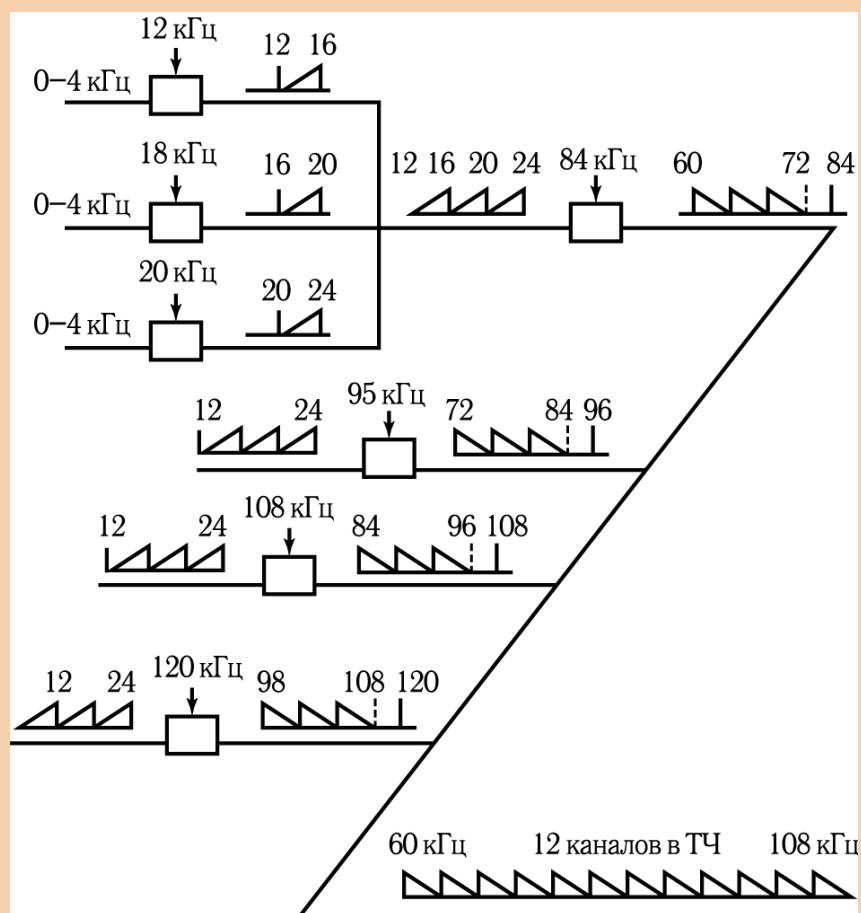


Рис. 19.2. Схема формирования основной канальной группы

Частотное мультиплексирование достаточно сложно в реализации и настройке (как и все аналоговые методы). При использовании ИКМ наиболее удобной является схема мультиплексирования с временным разделением каналов, или **временным уплотнением**. В такой схеме разделение ресурсов происходит с помощью коммутатора (на передающей стороне), который последовательно подключает каждый входной канал на определенный временной интервал, необходимый для посылки выборки или фиксированной части сигнала данного канала.

Сформированный таким образом поток выборок от разных входных каналов направляется в канал связи. На его приемной стороне демультимплексор с помощью аналогичного коммутатора и фильтров нижних частот выделяет отдельные выборки и распределяет их по соответствующим каналам. Важно то, что коммутаторы на передающей и приемной сторонах должны работать синхронно, т.е. должны быть синхронизированы. Схема временного мультиплексирования выборок приведена на рис. 19.3.

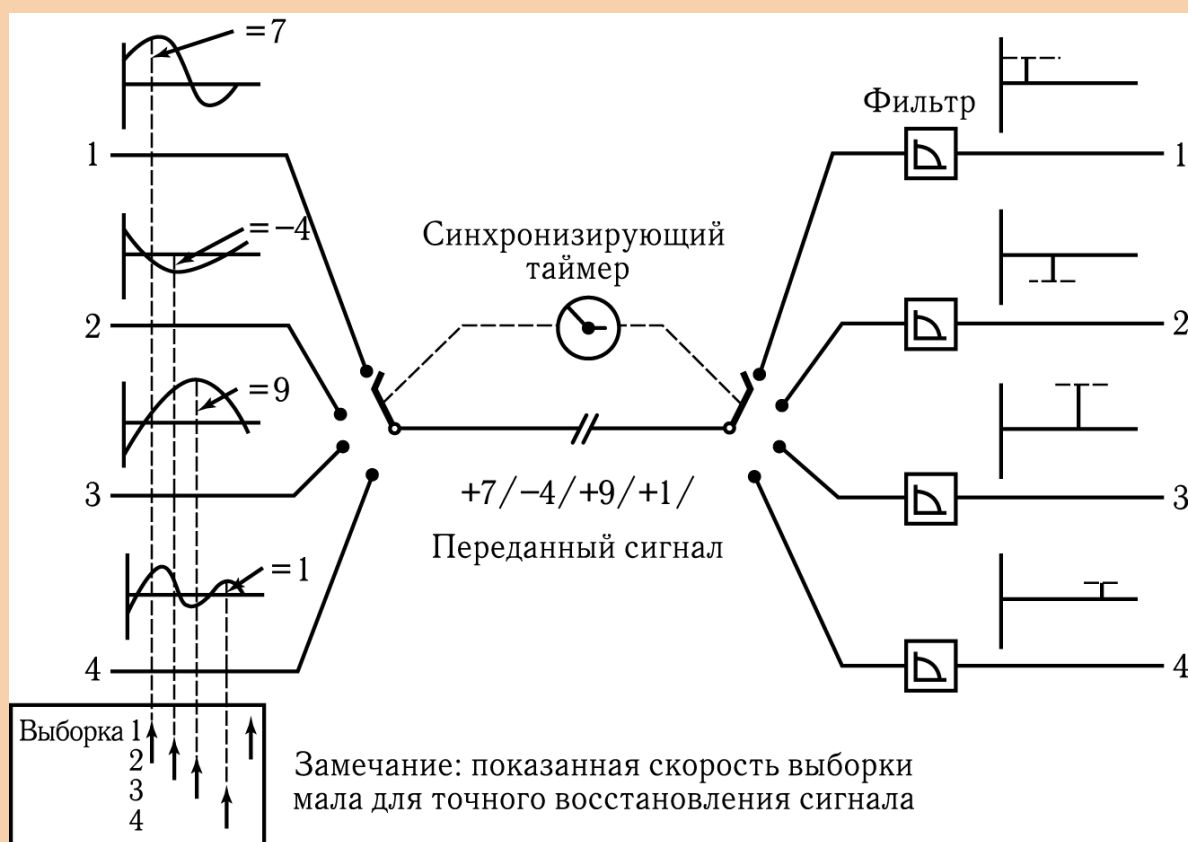


Рис. 19.3. Обобщенная схема временного мультиплексирования

19.2. Аналоговые многоканальные системы передачи

Аналоговые системы передачи используют частотный метод разделения каналов. Системы, эксплуатируемые на воздушных линиях связи, позволяют организовать малое число каналов тональной частоты. К этим системам относятся: В-3-3 — двухполосная двухпроводная система, работающая в полосе частот 4...31 кГц и позволяющая организовать 3 канала ТЧ; В-12-3 — двухполосная двухпроводная система, позволяющая организовать 12 каналов ТЧ. В системе В-12-3 предусмотрены промежуточные усилительные пункты. Это позволяет организовывать связь на расстояние до 2000 км.

Рассмотрим также две основные системы передачи, эксплуатируемые на кабельных линиях связи.

Система передачи К-60П. Предназначена для работы по парам симметричных кабелей. Является однополосной двухкабельной и предназначена для использования на дорожных и магистральных линиях связи. Позволяет организовать 60 каналов тональной частоты. Максимальная дальность связи, организованной с помощью системы передачи К-60П, составляет 12500 км.

Система К-24Т. Специально разработана для организации отделенческой связи железнодорожного транспорта. Система является однополосной двухкабельной, рассчитана для работы по парам симметричных кабелей. Позволяет организовать 24 канала ТЧ. Линейный спектр системы занимает полосу частот 12...108 кГц. Система включает в себя оконечные СО-К-24Т и промежуточные СП-К-24Т станции. На промежуточных станциях предусмотрено выделение 12 телефонных каналов, что позволяет на всех промежуточных станциях одного участка железной дороги получить 12 групповых каналов ТЧ. Эти каналы могут быть использованы для организации избирательной связи, междугородной автоматической связи и сети передачи данных.

Существующая первичная (в основном аналоговая) сеть связи железнодорожного транспорта построена на базе кабельных и воздушных линий связи. К концу 1999 г. на Российских железных дорогах находились в эксплуатации 20 тыс. км воздушных, 15 тыс. км однокабельных, около 48 тыс. км двухкабельных, 9,0 тыс. км ра-

диорелейных (РРЛ) и 7 тыс. км ВОЛС. На указанных линиях (за исключением ВОЛС) используется аппаратура разработки 1970—80 гг. емкостью от 3 до 60 каналов ТЧ.

Исторически особенно неблагоприятное положение сложилось на железных дорогах Европейской части страны, на Урале и в Западной Сибири, где процент каблирования ниже среднесетевого на 10...30 %. Очевидно, что аналоговое оборудование сети будет преобладающим еще довольно длительное время. Поэтому действующая аналоговая сеть должна поддерживаться в работоспособном состоянии и модернизироваться для возможности ее использования на магистральных направлениях в качестве резерва создаваемой цифровой сети связи.

Разработаны и выпускаются по заданию МПС специализированные аналоговые системы передачи К-60Т. По сравнению с традиционными системами К-60П система передачи К-60Т обладает более широкими функциональными возможностями, обеспечивая интеграцию каналов на сетях связи различных уровней.

Система передачи К-60Т с более совершенными устройствами телеконтроля параметров обслуживаемых и необслуживаемых пунктов позволяет оперативно выявлять поврежденные участки, быстро их локализовать и организовать обходы, что в конечном счете повышает живучесть сети. Использование в аппаратуре К-60Т современных миниатюрных изделий и микросхем значительно уменьшает габариты оборудования и потребление электроэнергии.

В аппаратуре К-60Т предусмотрена возможность многократного выделения до 12 каналов ТЧ в любой точке магистрали. При этом структура каналов удовлетворяет требованиям, предъявляемым к ним при создании обще- и оперативно-технологических вторичных сетей связи, где необходимо подключение абонентов диспетчерской связи на промежуточных станциях. Использование аппаратуры К-60Т позволит перевести большую часть каналов с физических цепей на каналы ТЧ, что значительно повысит качество каналов технологических видов связи.

Таким образом, развитие и эксплуатационно-техническое обеспечение устойчивого функционирования существующей сети связи МПС — важная задача, предполагающая поэтапную замену воз-

душных линий кабельными, доуплотнение однокабельных и двухкабельных линий с помощью аналоговых (АСП), а на некоторых направлениях — цифровых систем передачи (ЦСП).

19.3. Цифровые многоканальные системы передачи

Цифровые системы передачи используют временной принцип разделения каналов. В качестве направляющих систем используют металлические и волоконно-оптические кабельные линии и радиорелейные линии.

Система ИКМ-30 является цифровой системой передачи, позволяющей организовать 30 каналов ТЧ по двум парам кабеля. В ней используется ИКМ с временным разделением каналов. Скорость передачи в линейном тракте составляет 2048 кбит/с. Оборудование ИКМ-30 состоит из оконечных пунктов и регенерационных промежуточных пунктов.

Система ИКМ-120 — цифровая система передачи, позволяющая организовать 120 каналов ТЧ по двум парам, расположенным в разных кабелях. В этой системе используются высокочастотные симметричные кабели типов МКСА, МКСАП, МКСБ и др. По этим двум кабельным парам передаются сигналы 120 телефонных каналов со скоростью 8448 кбит/с. Используется ИКМ.

Позднее разработаны цифровые системы ИКМ-480 и ИКМ-1920, позволяющие организовать соответственно 480 и 1920 каналов ТЧ.

С 1987 г. на железнодорожном транспорте внедряются волоконно-оптические системы передачи (ВОСП). Сети связи, построенные с использованием ВОСП, имеют высокую пропускную способность, то есть позволяют передавать потоки информации в цифровой форме со значительно более высокими скоростями. Такие свойства обусловлены прежде всего шириной полосы пропускания направляющей среды, то есть ВОК, характеристики которого рассмотрены в гл. 15.

19.4. Цифровая первичная сеть

Первичная сеть связи как основа системы электросвязи МПС определяет ее главные качественные характеристики: надежность, про-

пускную способность, управляемость и технико-экономические показатели. Цикл жизни первичной сети обычно значительно превышает аналогичный период для вторичной сети, поэтому топология перспективной первичной сети должна быть оптимальна как для всех существующих на ее основе вторичных сетей, так и для возможного расширения их функций и интеграции.

Перспективная цифровая сеть должна быть создана на основе рационального использования всех типов направляющих систем и современных технологий организации систем передачи.

Новые технологии телекоммуникаций стали развиваться в связи с переходом от аналоговых к цифровым методам передачи сообщений, основанным на мультиплексировании с временным разделением каналов и ИКМ. Как уже отмечалось, под мультиплексированием понимают объединение нескольких меньших по емкости входных каналов связи. Мультиплексор при этом должен обеспечить скорость передачи данных порядка $n \times V$, где n — число входных цифровых последовательностей (или число каналов); V — скорость передачи данных одного входного канала (одинакова для всех каналов). Если в качестве входного сигнала используется сигнал основного цифрового канала (ОЦК) со скоростью передачи 64 кбит/с, то с помощью одного мультиплексора типа $n \times 1$ теоретически можно формировать потоки со скоростью $n \times 64$ кбит/с. Если считать этот мультиплексор первым в схеме каскадного соединения из нескольких мультиплексоров второго, третьего и т.д. уровней, то можно сформировать различные иерархические наборы цифровых скоростей передачи, или цифровые иерархии, позволяющие получить требуемое количество ОЦК на выходе.

Развитие схем мультиплексирования привело к возникновению трех цифровых иерархий с разными уровнями стандартизованных скоростей передачи (цифровых каналов). Эти схемы цифровых иерархий (американская — АС, японская — ЯС и европейская ЕС), известные под общим названием *плезиохронная* (т.е. почти синхронная) цифровая иерархия РДН (ПЦИ), широко используются как в цифровой телефонии, так и для передачи данных (табл. 19.1).

Таблица 19.1

Уровень цифровой иерархии скоростей

Уровень цифровой иерархии	Скорости передачи, соответствующие различным схемам цифровой иерархии, кбит/с		
	АС	ЯС	ЕС
0	64	64	64
1	1544	1544	2048
2	6312	6312	8448
3	44736	32064	34368
4	274176	97728	139264
5	—	—	564992

Основной недостаток PDH заключается в том, что добавление/изъятие выравнивающих битов делает невозможным идентификацию и вывод, например потока 64 кбит/с, или 2 Мбит/с, «зашитого» в поток 140 Мбит/с, без полного демультиплексирования или «расшивки» этого потока и удаления/добавления выравнивающих битов. Эксплуатация сети при наличии большого числа пользователей, требующих ввода/вывода исходных (например, 2 Мбит/с) потоков, становится экономически невыгодной.

Дальнейшее развитие технологии цифровых систем передачи на основе PDH привело к появлению двух новых цифровых технологий: синхронной оптической сети SONET (COC) и синхронной цифровой иерархии SDH (СЦИ). Иногда эти технологии рассматриваются как единая технология SONET/SDH. Они ориентированы на использование ВОК в качестве среды передачи и позволяют расширять диапазон скоростей до 40 Гбит/с.

В качестве основного элемента технологии SDH принят синхронный транспортный модуль STM-1, имеющий скорость передачи 155,52 Мбит/с, позволяющий включить в схему мультиплексирования максимальную скорость европейской PDH-иерархии — 140 Мбит/с.

Синхронные сети имеют следующие преимущества перед плезиохронными.

1. **Упрощение сети.** Один мультиплексор ввода/вывода позволяет непосредственно ввести/вывести, например, поток E1 из фрейма (в фрейм) STM-1 (155 Мбит/с), заменяя целую «гирлянду» мультиплексоров PDH.

2. **Надежность и самовосстанавливаемость сети.** Технология SDH организуется в основном по ВОК, которые не подвержены внешним электрическим воздействиям. Кроме того, применяется защищенный режим работы, допускающий два альтернативных пути распространения сигнала и обход поврежденного узла сети (благодаря соответствующей архитектуре сети и гибкой системе управления ею).

3. **Гибкость управления сетью** обусловлена наличием большого числа широкополосных каналов управления и компьютерной иерархической системы управления, а также возможностью автоматического дистанционного управления сетью из одного центра, включая динамическую реконфигурацию каналов и сбор статистики о функционировании сети.

4. **Оперативное выделение полосы пропускания** по требованию путем переключения на другой широкополосный канал.

5. **Прозрачность** для передачи нагрузки любого типа.

6. **Универсальность** применения, обусловленная возможностью формирования цифровых потоков со скоростью передачи до 40 Гбит/с.

7. **Простота наращивания мощности**, поскольку аппаратура STM позволяет переходить на другие скорости иерархии механической заменой функциональных блоков.

При разработке технологии SDH учтен принцип преемственности и поддержки стандартов PDH, причем как американских, так и европейских. Это выразилось в том, что терминальные мультиплексоры ввода/вывода, через которые осуществляется доступ в сеть, были рассчитаны на поддержку только тех каналов доступа, скорость передачи которых соответствовала объединенному стандартному ряду американской и европейской иерархий PDH: 1,5; 2; 6; 8; 34; 45; 140 Мбит/с.

В настоящее время эксплуатируются или разрабатываются SDH-системы со скоростями, Мбит/с:

STM-1 155,52; STM-4 622,08; STM-16 2488,32; STM-64 9953,28;
STM-256 39813,12.

Концепция создания сети связи МПС России с интеграцией услуг позволяет построить сеть связи МПС на единых принципах и при развитии сохранить свое организационно-техническое единство, обеспечивая высокое качество и надежность современных видов связи. На магистральном, дорожном и отделенческом уровнях цифровая сеть МПС развивается вдоль железных дорог с использованием оборудования систем передачи СЦИ на принципах стратегии «наложения». Это позволит создать качественно новую сеть, оптимальную по структуре, управлению и возможностям ее дальнейшего развития.

Развитие местных сетей будет продолжаться в основном на базе систем плезиохронной цифровой иерархии посредством «замещения» аналоговых систем на цифровые. Причем для кабелей с медными жилами целесообразны специальные технологии, например, HDSL.

Первичные сети на базе СЦИ оптимальны для взаимодействия с существующими сетями связи. Сочетания различных топологий позволяют создавать сети СЦИ с гибкой архитектурой. Как правило, все мультиплексоры СЦИ имеют возможность оснащения различными платами оптоэлектронных интерфейсов на длинах волн 1310 нм и 1550 нм, выбор которых позволяет оптимизировать структуру линии в зависимости от соотношения стоимости и длин регенерационных участков.

Для железнодорожных сетей СЦИ наиболее целесообразно использовать кольцевые топологии и их варианты. Тип кабеля, его оптические и конструктивные характеристики, а также топология линейного тракта выбираются с учетом способа прокладки технологии выполнения аварийно-восстановительных работ, варианта обслуживания сети связи, цены простоя линейного тракта или отдельных сегментов связи, требуемого значения коэффициента готовности линейного тракта, территориального распределения потребителей услуг в районе прохождения трассы ВОЛС и величины передаваемой информационной нагрузки.

При планировании цифровой сети связи МПС учитывается ряд характерных ее особенностей. Сеть концентрируется вдоль железной дороги, полностью отражая при этом ее конфигурацию. Основная функция первичной сети в данном случае — формирова-

ние единого информационного потока, проходящего через последовательно расположенные пункты выделения, где часть потока ответвляется для обслуживания абонентов местной сети. Другой особенностью сети является то, что в большинстве пунктов выделения ответвляется незначительная часть потока, составляющая от долей до нескольких процентов от главного.

Хребтовая структура, упоминавшаяся ранее, строится с учетом необходимого резервирования так, чтобы к каждому Управлению дороги подходило два направления волоконно-оптических трасс. По этим трассам организуются кольцевые топологии магистральных колец СЦИ, пропускная способность которых не менее формата STM-4. Пропускная способность систем передачи на других направлениях определяется общей емкостью информационного потока, который должен быть обеспечен на данном участке железной дороги, а количество первичных потоков E1(2,048 Мбит/с), выделяемых на станциях, зависит от производственной необходимости, а также от числа терминалов местной сети, которым требуется доступ в сеть связи МПС.

При таком построении в определенной степени сглаживаются традиционные понятия магистрального, дорожного и отделенческого уровней сети, и цифровая сеть отражает двухуровневую систему, имеющую уровни транспортной сети и абонентского доступа.

Принцип построения первичной сети на базе оборудования СЦИ иллюстрируется на рис. 19.4. Вдоль железной дороги прокладывается ВОЛС с использованием систем передачи STM-4 (STM-16). На крупных и средних железнодорожных станциях организуются сетевые узлы, оборудованные синхронными мультиплексорами ввода/вывода с функциями кросс-соединения, обеспечивающими ответвление высокоскоростных потоков (155, 140 Мбит/с), распределение компонентных потоков, взаимодействие STM-1 и STM-4 нижнего уровня, разветвление потоков по направлениям на узловых железнодорожных станциях, а также выделение необходимого количества первичных потоков E1(2,048 Мбит/с).

Терминалы абонентов местной сети включаются в коммутационное оборудование вторичных сетей, которое, в свою очередь, через стыки 2,048 Мбит/с подключается к первичной сети СЦИ.

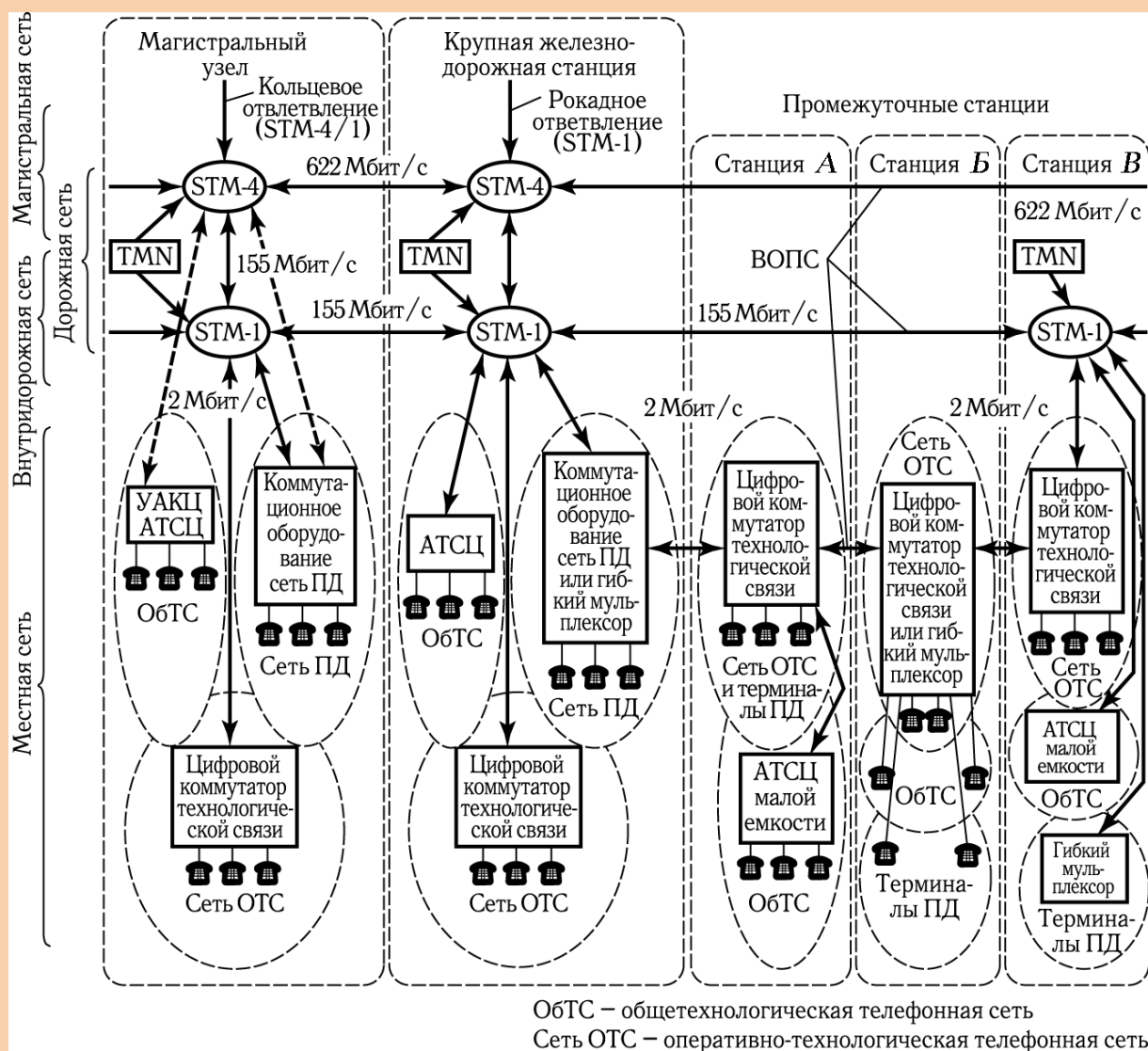


Рис. 19.4. Построение первичной сети на базе оборудования СЦИ

Абоненты малых промежуточных станций соединяются с помощью отдельных трактов (скорость 2,048 Мбит/с), организуемых по тем же ВОЛС, по которым работают системы СЦИ. На малых станциях устанавливается цифровой коммутатор оперативно-технологической связи (ОТС), к которому подключаются терминалы всех станционных абонентов. Коммутатор имеет оптоэлектронные преобразователи, благодаря чему нет необходимости в отдельной цифровой системе передачи.

Глава 20. Технологическая телефонная связь на железнодорожном транспорте

20.1. Классификация и назначение технологической связи

Интенсивное развитие железнодорожного транспорта требует четкого взаимодействия подразделений и служб, занимающихся организацией движения, эксплуатацией подвижного состава, пути, устройств электроснабжения и других технических средств. Значительная роль в организации этого взаимодействия принадлежит транспортной связи, которая по своей сущности является технологической. Особенно велика роль технологической связи в непосредственном управлении движением поездов, регулировании грузопотоков и в организации наиболее эффективного использования подвижного состава.

Различают две сети технологической связи: общетехнологическую (или общеслужебную) сеть и предназначенную для решения задач оперативного характера, т. е. оперативно-технологическую (ОТС). Первая предназначена для общего руководства работой подразделений, служб и предприятий железнодорожного транспорта, вторая — для непосредственной организации технологического процесса и регулирования движения поездов, для обеспечения работы технических устройств на перегонах и участках, а также эксплуатации и ремонта технических сооружений транспорта.

Для обеспечения слаженной и бесперебойной работы всех звеньев управления железнодорожным транспортом создается сеть технологической связи.

По области применения вторичные технологические сети делятся на сети общеслужебной и оперативно-технологической связи (рис. 20.1). Сети связи общеслужебного пользования и местной телефонной связи предназначены для общего руководства работой подразделений железнодорожного транспорта и должны иметь выход во взаимоувязанную сеть связи (ВСС) России. В ряде случаев



Рис. 20.1. Структурная схема классификации технологической связи

отдельные вторичные сети могут сливаться, используя общие каналы первичной сети и коммутационные устройства. Этот процесс будет проходить особенно интенсивно при внедрении на сети технологической связи МПС интегральной цифровой системы связи, в которой передача и распределение информационных сигналов будут осуществляться в единой цифровой форме. Объединение линий и каналов в единую сеть позволит более рационально построить системы управления сетью и потоками сообщений. Различные виды технологической связи и соответствующие им сети можно классифицировать по двум основным признакам: по виду передаваемой информации и району действия.

По виду передаваемой информации вторичные сети технологической связи делятся на телефонную (речь), телеграфную (передача буквенно-цифрового текста), передачи данных, сеть передачи сигналов телеуправления и телеконтроля. Кроме того, на транспорте функционируют сети технологической радиосвязи. Сети проводной и радиосвязи существуют отдельно и по своему назначению образуют общую сеть технологической связи.

Сеть станционной технологической связи дополняют сетью передачи данных, предназначенной для обеспечения функциониро-

вания подсистем АСУЖТ, а также сетью технологической телеграфной связи, служащей для передачи служебных телеграфных сообщений между любыми пунктами сети железных дорог.

По району действия сеть технологической телефонной связи делится на *сети магистральной, дорожной, отделенческой и станционной связи*. В каждой из этих сетей организуется комплекс общеслужебных и оперативно-технологических видов связи, различающихся областью применения и степенью воздействия на процесс управления соответствующими подразделениями железнодорожного транспорта (рис. 20.2).

Магистральная сеть связи организуется в пределах всей или части сети связи МПС, в нее входят следующие виды связи:

- **магистральная связь совещаний (МСС)** — для проведения оперативных совещаний руководящих работников МПС и управления железных дорог;

- **магистральная распорядительная связь (МРС)** — для регулирования вагонопотоков и грузов, а также распределения локомотивного и вагонного парков по направлениям железных дорог. Она служит для оперативного руководства работой дорог с ответственными работниками управлений дорог и с дорожными междугородными телефонными станциями, для установления соединений с узловыми и другими крупными станциями зарождения вагонопотоков по каналам дорожной телефонной связи, с распорядительными отделами службы движения дорог;

- **магистральная информационная связь (МИС)** по продаже билетов на пассажирские поезда (чаще телеграфная), организуемая между железнодорожным агентством обслуживания пассажиров (ЖАОП) и дорожным бюро (ЛЖБ) и последних между собой;

- **магистральная связь транспортной военизированной охраны МПС (МСТВ)** — для оперативного управления подразделениями военизированной охраны МПС, предусматривается между Управлением военизированной охраны и отделениями военизированной охраны при управлениях железных дорог;

- **магистральная связь транспортной милиции (МСТМ)** — для оперативного управления подразделениями транспортной милиции.

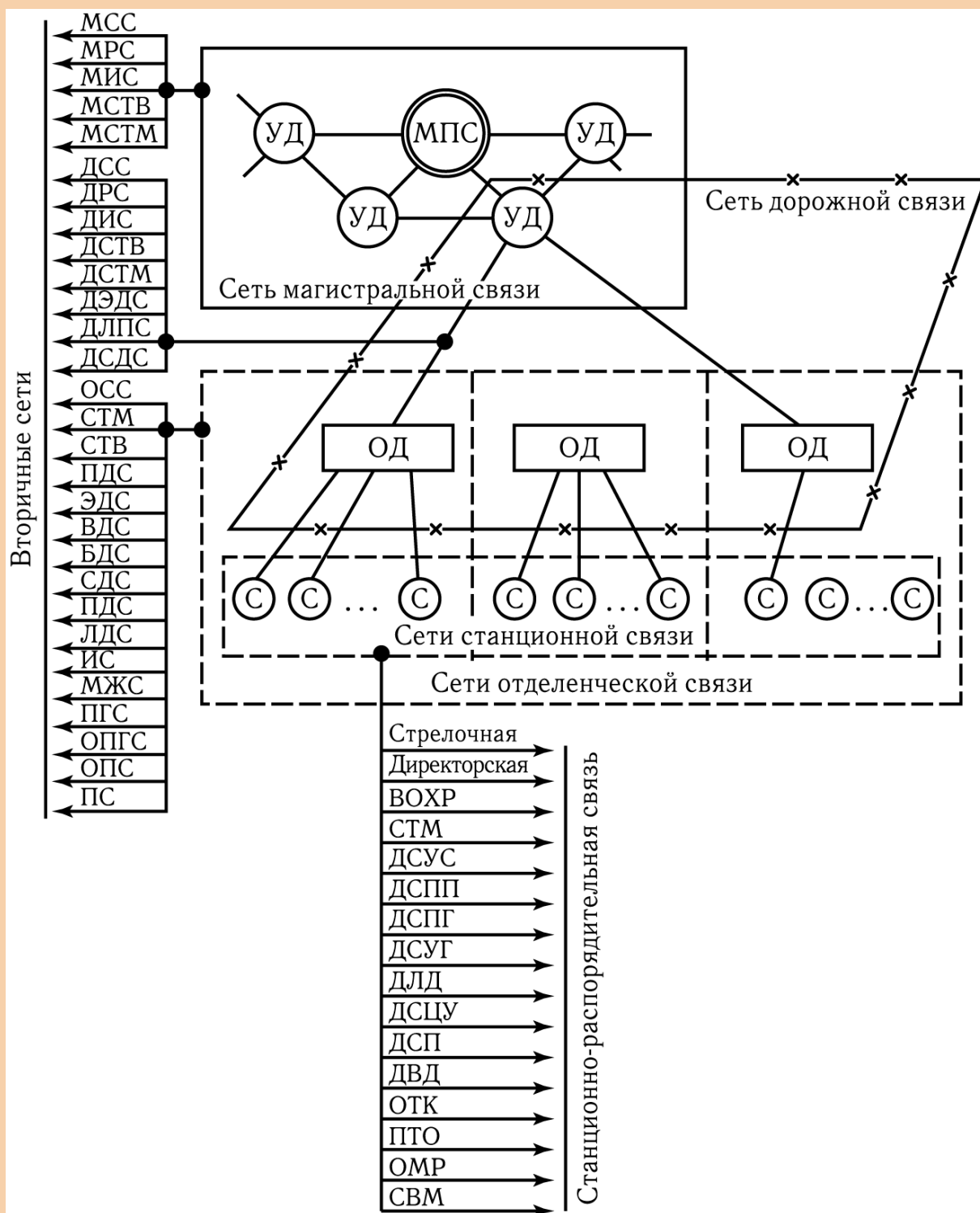


Рис. 20.2. Структурная схема организации первичных и вторичных сетей технологической связи

В пределах каждой дороги организуются следующие виды дорожной технологической связи:

- **дорожная распорядительная связь (ДРС)** — для регулирования вагонопотоков и распределения подвижного состава между отделениями железных дорог. Она организуется между дежурными по распорядительному отделу службы движения дороги ДГП и дежурными по отделениям. Каналы ДРС на указанных станциях включаются в междугородные телефонные станции;

- **дорожная связь совещаний (ДСС)** — для проведения совещаний руководства управления железной дороги с работниками отделений железных дорог и при необходимости — сортировочных, участковых и отдельных крупных грузовых и пассажирских станций;

- **дорожная информационная связь (ДИС)** по продаже билетов на пассажирские поезда, связывающая дорожные бюро (ЛЖБ) с бюро отделений, а последние — между собой. Телеграфная связь дополняется телефонной. Для дорожных бюро, крупных железнодорожных узлов и примыкающих к ним пригородных зон может быть организована телефонная связь бюро заказов и справок;

- **дорожная связь транспортной военизированной охраны (ДСТВ)**, организуемая для управления работой отделения военизированной охраны; связывает отделение военизированной охраны при управлениях железных дорог с отделами при отделениях железных дорог;

- **дорожная связь транспортной милиции (ДСТМ)**, организуемая для управления работой Управления транспортной милиции железных дорог и для связи последних с линейными отделами на отделенческих и крупных станциях;

- **дорожная энергодиспетчерская связь (ДЭДС)**, организуемая для связи дорожного диспетчера службы электрификации и электроснабжения с диспетчерами дистанций электроснабжения;

- **дорожная линейно-путевая связь (ДЛПС)** для связи дорожного диспетчера службы пути с диспетчерами дистанции пути;

- **дорожная служебная диспетчерская связь (ДСДС)** для оперативного руководства дорожным диспетчером службой сигнализации и связи в пределах дороги. В каналы ДСДС

включают телефонные аппараты диспетчеров дистанции сигнализации, связи и вычислительной техники.

Самыми насыщенными различными видами связи являются отделения дороги, так как именно на участках дорог в пределах отделений осуществляются непосредственное регулирование движения поездов и эксплуатация технических устройств железнодорожного транспорта. В отделение дороги с его территории стекается вся оперативная информация и здесь находятся диспетчеры, которые руководят движением поездов, энергосистемами, погрузкой, выгрузкой и распределением вагонов и другими технологическими операциями на участках и станциях.

В *отделении дороги* организуются следующие виды связи:

- **отделенческая связь совещания (ОСС)** для проведения оперативных совещаний руководящих работников отделения дороги с подчиненными им работниками в пределах отделения;
- **отделенческая связь транспортной милиции (СТМ)** для оперативного управления линейными отделами транспортной милиции, организуемая в пределах отделения;
- **отделенческая связь транспортной военизированной охраны (СТВ)** для оперативного управления отрядом транспортной военизированной охраны;
- **поездная диспетчерская связь (ПДС)** для руководства движением поездов; служит для переговоров поездного диспетчера с раздельными пунктами, входящими в обслуживаемый им участок по вопросам приема и отправления поездов;
- **энергодиспетчерская связь (ЭДС)** для оперативного руководства работой хозяйства электрификации и электроснабжения на электрифицированных участках железных дорог;
- **вагонная диспетчерская связь (ВДС)** для оперативного регулирования вагонного парка, контроля за его продвижением и за состоянием погрузочно-разгрузочных работ;
- **билетная диспетчерская связь (БДС)** по продаже билетов на пассажирские поезда, организуемая на участке от бюро отделений до линейных пунктов (билетных касс). БДС является частью общего комплекса связи для централизованной продажи билетов на пассажирские поезда (ЖАОП—ЛЖБ—БДС). Она ис-

пользуется для переговоров диспетчеров бюро по распределению мест на пассажирские поезда с кассирами линейных и городских билетных касс;

- **служебная диспетчерская связь (СДС)** для оперативного руководства работой технического персонала дистанции сигнализации и связи по обеспечению надежного действия устройств автоматики, телемеханики и связи на станциях и перегонах, организуется в пределах каждой дистанции;

- **локомотивная диспетчерская связь (ЛДС)** для переговоров локомотивного диспетчера с работниками отделения, занимающихся подготовкой локомотивного парка;

- **линейно-путевая связь (ЛПС)** для оперативного руководства работой технического персонала дистанции пути, занятого обслуживанием и содержанием путевых устройств и искусственных сооружений;

- **постанционная связь (ПС)** для служебных переговоров работников промежуточных станций (разъездов и остановочных пунктов) между собой и с работниками участковых и отделенческих станций. Линия ПС включается в междугородные телефонные коммутаторы на станциях участка, что обеспечивает выход абонентов в сеть дальней дорожной телефонной связи. В нее могут включаться и АТС промежуточных станций для связи абонентов АТС с абонентами других промежуточных станций;

- **информационная связь о подходе поездов и грузов (ИС)**, организуемая в узлах с интенсивной грузовой работой для передачи на сортировочную станцию сведений о подходе поездов и составе грузов. Она организуется между данной сортировочной станцией и ближайшими к ней грузовыми и сортировочными станциями. При помощи этой связи (она может быть телеграфной или телефонной) информационный центр сортировочной станции собирает сведения о планируемом грузопотоке со станций узла в направлении на сортировочную станцию, обеспечивая планирование ее работы;

- **поездная межстанционная связь (МЖС)**, предназначена для переговоров дежурных соседних раздельных пунктов по вопросам движения поездов. МЖС организуется между соседними станциями, разъездами, обгонными пунктами, путевыми постами;

- **перегонная связь (ПГС)** для переговоров работников различных служб (автоматики, телемеханики и связи, пути, энергетики), находящихся на перегоне, с дежурными по станциям, ограничивающим перегон, поездным и энергодиспетчером, диспетчерами дистанций пути, сигнализации и связи. При отсутствии поездной радиосвязи на участке или при неисправности локомотивной радиостанции ПГС служит для связи остановившегося в пути поезда с дежурным ближайшей станции. Перегонная связь используется для организации связи с местом восстановительных работ на перегоне;

- **обходная перегонная связь (ОПГС)** организуется на участках с диспетчерской централизацией и предназначена для дистанционного подключения телефонисткой междугородного (или местного) коммутатора цепи ПГС к каналу диспетчерских связей на ближайшей к данному перегону станции (при установке на станциях аппаратуры КАСС-ДЦ, КТС);

- **связь охраняемого переезда (ОПС)** — связь дежурного по охраняемому переезду с дежурными по ближайшей станции и поездным диспетчером для переговоров по обеспечению безопасности движения на железной дороге и переезде, а также для контроля внешнего состояния поездов.

Сеть *станционной технологической телефонной связи* состоит из трех сетей: стрелочной, станционной распорядительной телефонной и административно-хозяйственной (директорской) связи.

Стрелочная связь предназначена для связи ДСП со станционными стрелочными постами.

Станционная распорядительная связь представляет собой комплекс различных видов связи для руководителей, организующих работу на станции. Она строится по лучевому принципу с установкой у руководителей технологических процессов коммутаторов оперативной телефонной связи. Основные виды станционной распорядительной связи следующие: связь дежурного по станции (ДСП), станционного или узлового диспетчера (ДСЦС, ДСЦУ), маневровых диспетчеров (ДСЦГ), дежурных по паркам (ДСПП), горкам (ДСПГ), связь оператора маневрового района (ОМР), сменного вагонного мастера (СМВ), оператора пункта технического осмотра вагонов (ПТО), дежурного по вагонному депо,

дежурного по локомотивному депо (ДВД), станционная связь транспортной милиции (СТМ) и военизированной охраны (ВОХР).

Административно-хозяйственная связь — прямая телефонная связь руководящих работников предприятий с работниками подчиненного им аппарата (руководство дороги, станции, завода и т.д.).

Кроме перечисленных видов связи на предприятиях железнодорожного транспорта может организовываться диспетчерская связь в пределах как всего предприятия, так и его отдельных подразделений (корпусов, цехов, участков) для связи диспетчера с работниками предприятий и подразделений.

Характерной особенностью технологической связи является разнообразие *способов установления соединения* распорядительной станции с абонентами:

- **прямой** — непосредственное соединение абонентов прямыми каналами. Этот способ характерен для МЖС, ПГС, а также для связи охраняемого переезда;

- **избирательный** — соединение устанавливается в пределах определенного вида связи посылкой избирательного вызова. Этот способ присущ большинству видов оперативно-технологической связи, в которых служебный характер переговоров связан с управлением определенным технологическим процессом. К таким видам связи относятся ПДС, ЭДС, ВДС, БДС, ЛПС, СТМ, СТВ, ПС и др.;

- **связь совещаний** — сеть создается временно на период проведения совещания;

- **коммутируемое** — соединение с абонентами устанавливается руководителем подразделения посылкой вызывного сигнала. Этот способ характерен для станционной связи.

20.2. Системы избирательного вызова

Системам избирательной телефонной связи по групповым каналам присущи следующие эксплуатационно-технические особенности:

- возможность индивидуального, группового и циркулярного вызовов;

- прием вызывного сигнала осуществляется специальными устройствами, обеспечивающими избирательность приема вызова, так как каждому аппарату, включаемому в групповой канал, присваивается свой вызывной сигнал;

- в линию при приеме вызова посылается сигнал контроля его приема, по которому оператор вызывающего пункта убеждается в получении посланного вызова;

- вызов посылается в линию простейшими манипуляциями, нажатием кнопки, при этом исключается необходимость запоминания номера абонента, что существенно снижает время установления соединения.

В системе избирательной связи с тональным избирательным вызовом, вызывные комбинации передаются импульсами переменного тока в диапазоне ТЧ от 316 до 2000 Гц. Выбор такого диапазона частот определяется тем, что аппаратура должна быть универсальной и работать по каналам НЧ и ТЧ воздушных и кабельных линий связи. Рабочая полоса частот каналов НЧ, организованных по стальным цепям воздушных линий связи с двусторонними усилителями, для обеспечения устойчивости связи ограничивается диапазоном 300...2000 Гц.

Для образования вызывных комбинаций используется многочастотный код. В заданном диапазоне частот размещены семь тональных вызывных частот:

Порядковый номер	1	2	3	4	5	6	7
Вызывная частота, Гц	316	430	585	795	1080	1470	2000

Каждая вызывная комбинация отличается от остальных частотами одного или обоих кодированных сигналов либо порядком их следования. Тональный вызывной сигнал имеет длительность 2,4 с и состоит из двух импульсов тока разных частот, следующих один за другим без перерыва. Продолжительность первого импульса 0,8 с, второго — 1,6 с. Такой многочастотный двухпозиционный последовательный код является равномерным. Выбор длительности послыки первого импульса определяется условиями уверенного его приема при наличии линейных шумов и передаваемых по каналу

речевых сигналов, а также условием несрабатывания приемника от действия помех в паузах между передачей кодированных сигналов. Так как амплитуда вызывных сигналов соизмерима по значению с амплитудой речевых, необходимо использовать временную защиту дешифратора от ложного срабатывания от разговорных токов, введя замедление на срабатывание его исполнительных элементов. Это достигается при длительности импульса 0,8 с.

Все вызывные комбинации разделены на семь групп по шесть комбинаций в каждой группе (табл. 20.1).

Таблица 20.1

Вызывные комбинации в системе избирательной связи

Номер группы	Вызывные комбинации						
1	–	21	31	41	51	61	71
2	12	–	32	42	52	62	72
3	13	23	–	43	53	63	73
4	14	24	34	–	54	64	74
5	15	25	35	45	–	65	75
6	16	26	36	46	56	–	76
7	17	27	37	47	57	67	–

В табл. 20.1 каждая вызывная комбинация обозначается двумя цифрами, которые соответствуют номерам вызывных частот первого и второго импульсов. Так, например, число 25 означает, что кодовая комбинация состоит из последовательной посылки сначала импульса частотой 430 Гц, затем 1080 Гц. Сочетания 11, 22...77 в качестве вызывных комбинаций не используются. Комбинации 21, 12, 34, 45, 56, 67 применяются для группового вызова промежуточных пунктов. Признаком группы является вторая цифра комбинации, т. е. все комбинации, заканчивающиеся на одну цифру, относятся к одной группе. Комбинация 24 используется для дистанционного соединения и разъединения двух смежных диспетчерских кругов.

Таким образом, общее число индивидуальных комбинаций в системе составляет 34. Циркулярный вызов осуществляется посылкой восьми последовательных импульсов частот без интервала 2—1—2—3—4—5—6—7. В этой серии каждая пара соседних импульсов образует одну групповую комбинацию и последовательно вызываются пункты всех семи групп, начиная с первой. Если по условиям эксплуатации групповые комбинации не требуются, то они могут быть использованы для индивидуальных вызовов, расширяя емкость кода до 42.

Избирательная связь, организуемая по диспетчерскому принципу. Большинство видов связи, входящих во вторичную сеть ОТС, организуется по специально выделенным физическим цепям и каналам ТЧ с использованием группового принципа построения. Этот принцип характеризуется параллельным подключением всех переговорных приборов абонентов одного вида связи к общему телефонному каналу. Использовать одну цепь при групповом включении аппаратов промежуточных пунктов более эффективно, чем индивидуальные линии к каждому промежуточному пункту, так как наиболее дорогими устройствами являются линейные сооружения связи.

Групповой принцип построения целесообразно применять при линейном расположении абонентов на участке значительной протяженности. Цепи диспетчерской связи и других видов ОТС имеют протяженность 70—150 км и более, промежуточные пункты расположены вдоль участка через 4...10 км.

Особенностями ОТС являются специальная область применения, подчиненность одному командиру, служебно-оперативный характер переговоров, что определило необходимость организации по групповым цепям ПДС, ПРС, ОПГС, ЭДС, ЛПС, СДС, БДС, ВДС, СОВД, ЛДС и МДС.

Телефонную ОТС организуют по принципу следующих видов связи: СС, ДРС, ДС, ПС; используют также комбинированную связь (КС) и принцип прямой связи (МБ или ЦБ).

Каналы ОТС, организованные по принципу ДРС, ДС, ПС или КС, являются избирательными. Для вызова отдельных абонентов, группы или всех абонентов, включенных в групповые каналы, применяется избирательный вызов (индивидуальный, групповой или циркулярный).

Диспетчерский принцип связи используют при организации ПДС, ПРС, ЭДС, СДС, ВДС, БДС, СОВД, ЛДС, МДС и ЛПС. Причем СДС и ЛПС могут организовываться по принципу КС, а ВДС и СОВД — по принципу ДРС.

По постанционному принципу организуются ПС и ОПГС. ЛПС ранее организовывалась по принципу ПС.

При организации ОПС и ПГС используется принцип прямой связи по системе ЦБ, а при организации МЖС — прямой связи по системе МБ. Если МЖС и ПГС совмещены и организованы по одной физической цепи, то они построены по принципу прямой связи по системе ЦБ.

По принципу СС организуются МСС, ДОС, ОСС, МСОВД, ДСОВД, а **по принципу ДРС** — МРС, ДРС, ДСДС, ДЭДС, ДЛПС, МСТВ, ДСТВ, СТВ.

При организации **по диспетчерскому принципу** командиром, в распоряжении которого находится данный вид связи, является диспетчер (рис. 20.3). Любого абонента, телефонный аппарат которого включен в данную цепь диспетчерской связи, диспетчер вызывает, посылая индивидуальный избирательный вызов. Для вызова одновременно нескольких абонентов диспетчер посылает группо-

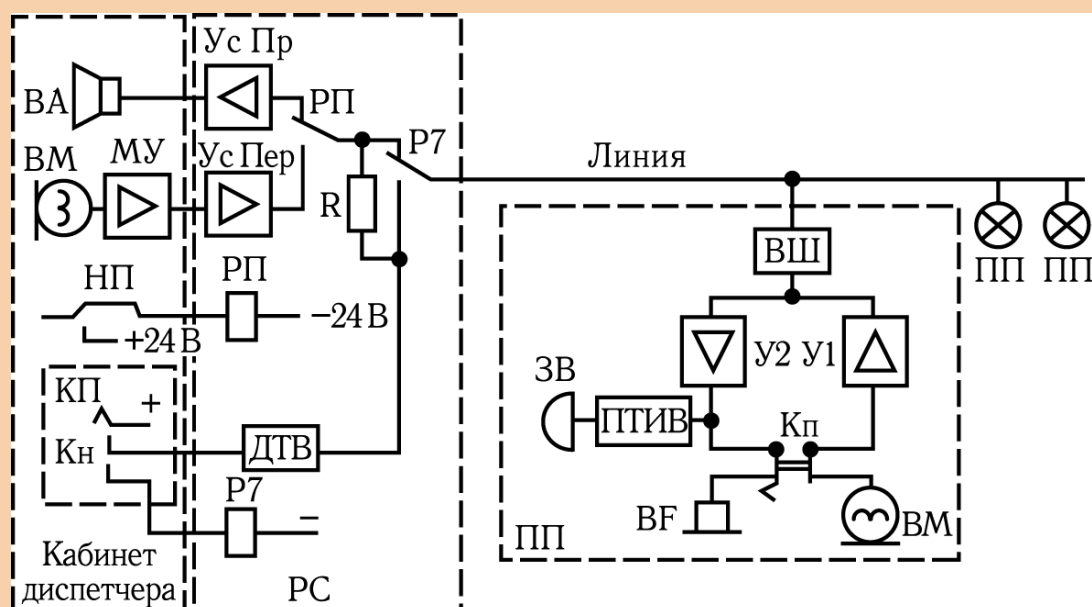


Рис. 20.3. Упрощенная функциональная схема связи, организованной по диспетчерскому принципу

вой избирательный вызов, а для вызова всех абонентов, относящихся к данному виду диспетчерской связи, с распорядительной станции РС посылается циркулярный вызов. Диспетчера со стороны любого промежуточного пункта ПП вызывают голосом. Посылка индивидуального, группового или циркулярного вызова осуществляется нажатием на кнопочном пульте КП соответствующей кнопки Кн. С распорядительной станции РС при индивидуальном и групповом вызовах посылается комбинация из двух частот, а при циркулярном — из восьми (21234567). В аппаратуре промежуточного пункта ПП для приема вызова имеется приемник тонального избирательного вызова ПТИВ, настроенный на соответствующие вызывные комбинации (индивидуальную и групповую). Две соседние частоты циркулярного вызова (21, 12, 23, 34, 45, 56 и 67) образуют групповой сигнал вызова, поэтому ПТИВ будет срабатывать и при приеме циркулярного вызова. Разговорные приборы диспетчера подключаются к цепи диспетчерской связи через усилители передачи Ус Пер и приема Ус Пр. Прием речи осуществляется на громкоговоритель ВА, а передача — с электродинамического микрофона ВМ с микрофонным усилителем МУ.

В состав оборудования распорядительной станции РС входят: датчик тонального избирательного вызова ДТВ, усилитель Ус Пр с корректирующим контуром усилитель Ус Пер и реле управления РП и Р7. Ножная педаль НП и кнопочный пульт КП на 40 вызывных кнопок располагаются в кабинете диспетчера.

Промежуточный пункт ПП состоит из вводного щитка ВЩ, приемника ПТИВ и телефонного аппарата.

Для организации диспетчерской связи применяют двухпроводные воздушные и кабельные цепи и каналы ТЧ. В цепь диспетчерской связи включают одну распорядительную станцию и до 20 комплектов аппаратуры промежуточных пунктов. Распорядительные станции устанавливаются, как правило, в пунктах расположения отделения дороги. В пределах одного отделения дороги оборудуют обычно несколько цепей ПДС, ЭДС и БДС, а также одну-две цепи ВДС.

Избирательная связь, организуемая по постанционному принципу. Постанционная ПС и обходная перегонная ОПГС виды связи организуются по постанционному принципу.

По цепи ПС работники промежуточных станций, разъездов, платформ могут вести переговоры с работниками отделения дороги, дистанций, других промежуточных станций участка. Абоненты управления дороги могут осуществлять переговоры с работниками любой промежуточной станции, используя каналы междугородной связи и цепи ПС.

Для организации связи абонентов, находящихся на перегоне, с абонентами распорядительной станции при диспетчерском управлении используется цепь ОПГС.

На конечных станциях цепи ПС и ОПГС включают в телефонные коммутаторы РМТС.

Особенностью постанционного принципа является то, что вызов абонентами распорядительной станции осуществляется не голосом, а с помощью специального вызывного устройства, обеспечивающего загорание вызывной лампы на коммутаторе. Телефонистка опрашивает абонента и посылает избирательный вызов на требуемый промежуточный пункт или соединяет групповую цепь с линией абонента распорядительной станции.

В состав распорядительной станции РС (рис. 20.4) входят: датчик тонального избирательного вызова ДТВ, генератор контроля вызова ГКВ, приемник тонального вызова ПТВ, реле избирательного вызова ИВ и контроля вызова КВ, линейный трансформатор ЛТ.

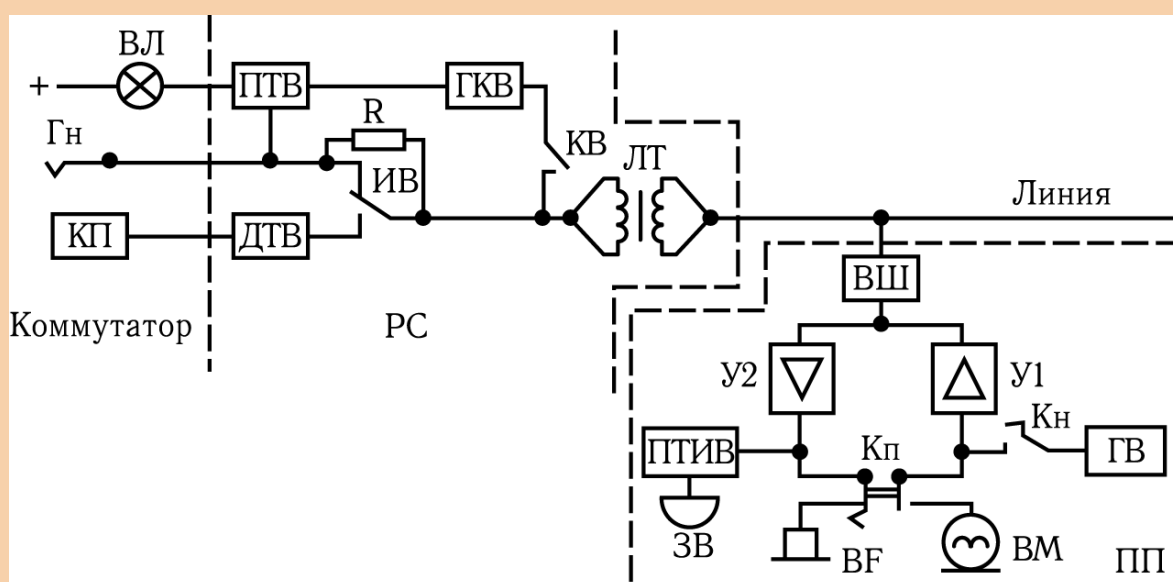


Рис. 20.4. Упрощенная функциональная схема связи, организованной по станционному принципу

Для посылки вызова рядом с коммутатором устанавливается кнопочный пульт КП либо рамки с кнопками могут быть установлены на гнездовом поле коммутатора.

Для вызова распорядительной станции РС абонент промежуточного пункта ПП нажимает вызывную кнопку Кн, предварительно убедившись в свободности линии. В линию от генератора вызова ГВ будет послан вызывной сигнал, который на РС воспринимается приемником ПТВ. Последний через релейную схему включает вызывную лампу ВЛ на коммутаторе. Генератор ГКВ через замкнувшиеся контакты реле КВ посылает в линию сигнал контроля приема вызова.

Получив вызов, телефонистка распорядительной станции вставляет опросный штепсель шнуровой пары в гнездо Гн коммутатора и опрашивает абонента. Если последнему необходима связь с абонентом своей цепи, то телефонистка посылает избирательный вызов на требуемый ПП с помощью датчика ДТВ. Подключение ДТВ к линии осуществляется автоматически при вставлении штепселя в гнездо Гн. Вызывные сигналы поступают в линию через замкнутые контакты реле ИВ. Через резистор R часть вызывного тока ответвляется в телефон телефонистки для контроля посылки вызова.

В цепи ПС могут быть включены телефонные станции некоторых промежуточных пунктов. Цепи ПС, как правило, организуются в пределах участков железных дорог.

Обходную перегонную связь ОПГС предусматривали на участках железных дорог с ДЦ или при кабельной линии многоканальной связи при отсутствии коммутаторов КТС. На промежуточных пунктах цепь ОПГС заводят в коммутаторы станционной связи дежурных по станциям (КАСС), которые соединяют цепь ПГС с цепью ОПГС, включенной в РМТС на распорядительной станции. Телефонистка посылает вызов и соединяет линии абонентов.

20.3. Магистральная и дорожная технологическая связь

Магистральная и дорожная технологическая связь имеют общие принципы построения, так как решают аналогичные задачи и различаются лишь зоной действия. Строятся они по принципам ДРС и СС с использованием одинаковой аппаратуры.

Принцип организации и технико-эксплуатационные требования.

Устройства ДРС должны обеспечивать: организацию связи диспетчерского участка с включением в сеть до 38 оперативных работников и неограниченного числа маловероятных абонентов как местной, так и междугородной связи в пределах своей зоны управления (при этом абоненты участка могут располагаться на железнодорожных станциях и в узлах в пределах четырех отделений дороги); возможность индивидуального вызова любого абонента; сигнализацию у ДГП контроля работы звонка на вызванном промежуточном пункте; вызов ДГП со стороны абонента ДГП голосом; односторонний способ ведения переговоров с приоритетом ДГП вплоть до перебоя; реализацию принципа: «Говорит один — слышат все»; громкоговорящий прием у ДГП и прием на микротелефон у остальных абонентов; возможность подключения ДГП к соседним участкам ДРС для ведения переговоров как с ДГП, так и с абонентами его участка, сохраняя при этом приоритет при разговоре с абонентами; подключение руководящих работников управления дороги к каналу ДГП и приоритетного ведения переговоров с любым абонентом круга, включая ДГП.

Для организации ДРС (рис. 20.5) используется аппаратура распределительной станции ДРС-Р, устанавливаемая в ЛАЦе при управле-

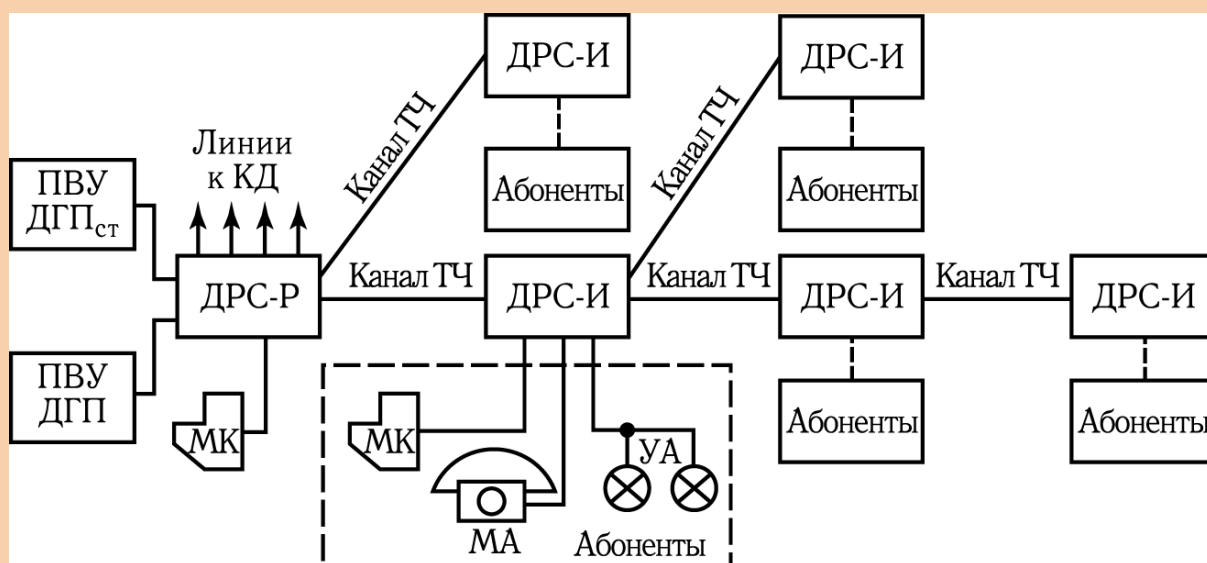


Рис. 20.5. Структурная схема организации дорожной распорядительной станции

нии дороги, и аппаратура исполнительных станций ДРС-И, располагаемая в местах концентрации абонентов и разветвления связи на несколько направлений.

В аппаратуру ДРС-Р включаются переговорно-вызывное устройство ДГП (ПВУ ДГП), четырехпроводные каналы ТЧ к исполнительным станциям, линии к директорским коммутаторам КД руководства дороги, а также линия к МТС ручного обслуживания (РМТС). В аппаратуру может включаться линия от ПВУ ДГП старшего смены ПВУ ДГПст. При организации нескольких участков ДРС аппаратура ДРС-Р обеспечивает подключение ДГП к другим участкам связи.

Связь совещаний. Основные технико-эксплуатационные требования к СС вытекают из ее основного назначения: оперативность совещания, т. е. оно должно быть организовано к указанному времени (совещания обычно проводятся по расписанию или особому назначению и, как правило, имеют небольшую продолжительность); простота пользования средствами связи для вызова и разговора любого участка совещания; приоритет руководителя при проведении совещания.

Перечисленные требования позволяют сформулировать основные требования к аппаратуре связи совещаний, включающей в себя аппаратуру, устанавливаемую в помещениях студий, распорядительных и исполнительных станций и каналы связи: громкоговорящий прием во всех студиях и вызов любого участника совещания голосом; реализация принципа: «Говорит один — слышат все»; односторонний способ ведения переговоров с приоритетом распорядительной станции вплоть до перебоя; высокое качество трактов передачи и акустических свойств студий; высокая надежность функционирования сети связи в целом; минимальное время подготовки аппаратуры и системы связи в целом; постоянный контроль за качеством системы связи со стороны обслуживающего персонала.

Принцип организации. Для совещаний в МПС, при управлениях и отделениях дорог, а также на крупных станциях оборудуются специальные помещения — залы совещаний, называемые *студиями*. При подготовке совещаний дежурный персонал ЛАЦа включает ап-

паратуру связи совещаний, подключает к ней основной и резервный каналы и проверяет качество тракта передачи с аппаратуры контроля, а затем — и из помещений студий.

20.4. Оперативно-технологическая связь отделения железной дороги

Диспетчерская связь обеспечивает переговоры оперативного руководителя (диспетчера, оператора) с работниками, непосредственно организующими перевозочный процесс: погрузку и разгрузку вагонов, обеспечение электроэнергией устройств железнодорожного транспорта, распределение билетов на пассажирские поезда и с другими работниками, обслуживающими различные устройства на железной дороге.

Любого абонента, аппарат которого включен в данную цепь диспетчерской связи, диспетчер вызывает, посылая индивидуальный избирательный вызов. Для вызова одновременно нескольких абонентов он посылает групповой избирательный вызов, а для вызова всех абонентов, относящихся к данному виду диспетчерской связи, с распорядительной станции (РС) посылается циркулярный вызов. Вызов диспетчера со стороны ПП осуществляется голосом.

Диспетчерский принцип используется при организации следующих видов связи: ПДС, ЭДС, ВДС, БДС, СДС и др.

На участках с ДЦ в каналы ПДС необходимо включить телефонные аппараты, устанавливаемые на квартирах начальников станций с диспетчерским управлением, на охраняемых переездах, на входных и выходных светофорах.

Каналы ПДС рекомендуется проектировать по физической цепи. Расчеты показывают, что по воздушной стальной цепи может быть обеспечена дальность передачи по каналу диспетчерской связи до 80—100 км, а по непупинизированной кабельной линии — до 30 км. Если длина канала ОТС превышает указанные расстояния, то для обеспечения требуемой дальности передачи включают двусторонние усилители (примерно через 20...25 км для кабельной линии) или же канал ОТС делится на более короткие участки, и связь с удаленными участками организуется с помощью обходных каналов ТЧ.

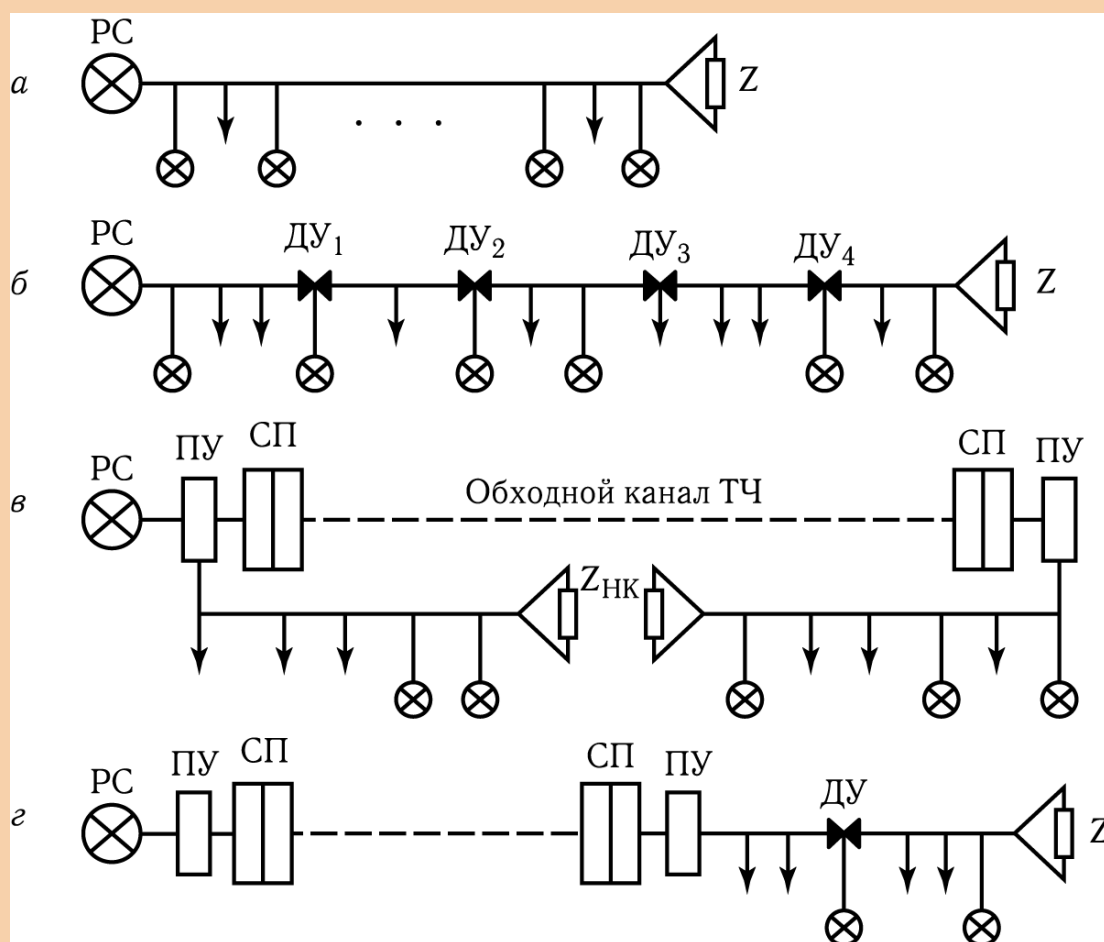


Рис. 20.6. Структурные схемы организации ПДС

На рис. 20.6 представлены примеры организации ПДС без дуплексных усилителей (ДУ) (рис. 20.6, а), с использованием ДУ (рис. 20.6 б), с применением каналов ТЧ с переходными устройствами (ПУ) и дуплексными усилителями (рис. 20.6, в, г). В качестве ПУ могут быть использованы ПУ-4Д. Промпункты, находящиеся в месте включения двустороннего усилителя, подключаются к групповому каналу через третью дифсистему ДУ. В качестве оборудования РС применяется аппаратура РСДТ. Связь между диспетчерами смежных участков одного отделения осуществляется при помощи аппаратов прямой телефонной связи, а связь между диспетчерами смежных участков соседних отделений — путем соединения цепей диспетчерских участков через соединительное устройство (СУ-М) либо при помощи телефонного канала общей связи, предоставляемого диспетчерам по их требованию. Для организации обходных каналов ОТС основное распространение получила однополосная двухкабельная система передачи К-60П.

В канал ЭДС включают телефонные аппараты (ТА), установленные в помещениях начальника участка энергоснабжения и его заместителя; дежурных по станциям; дежурных по тяговым подстанциям; дежурных по дистанциям контактной сети на участках с электротягой переменного тока. ЭДС организуется в пределах участка энергоснабжения с любыми видами электротяги. Число каналов ЭДС определяется конфигурацией участка железной дороги. Кроме ТА, включаемых в канал ЭДС, энергодиспетчер должен иметь связь с поездным диспетчером по каналам ПДС, с электромехаником СЦБ — по каналу СДС через РМТС, с руководителями работ на перегоне — по цепи ПГС, подключаемой к каналу ЭДС на время переговоров. Поскольку ЭДС организуется по принципу диспетчерской связи, схемы организации ЭДС будут в основном такими же, как показаны на рис. 20.6.

В канал ВДС включают ТА, установленные у дежурных по станциям, маневровых диспетчеров, в товарных и технических контролах, в погрузочных пунктах, на предприятиях с подъездными путями. ВДС организуется на участках с большой грузовой работой. В пределах отделения железной дороги проектируется, как правило, всего один канал ВДС, но могут быть организованы и несколько каналов в зависимости от задания на проектирование, конфигурации железной дороги и технических данных аппаратуры. При построении ВДС по принципу диспетчерской связи (ДС) используют схему организации, приведенную на рис. 20.7.

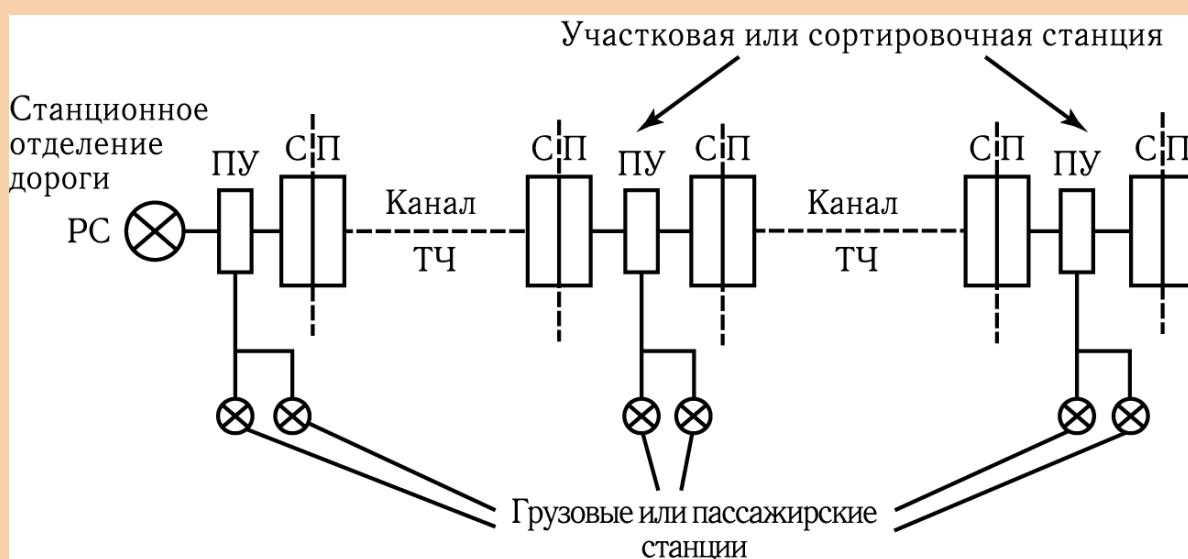


Рис. 20.7. Структурная схема организации ВДС и БДС

Билетная диспетчерская связь (БДС) является частью общего комплекса связи для централизованного руководства продажей билетов. В канал БДС включают ТА билетных касс на станциях (рис. 20.7). БДС по продаже билетов на поезда организуется на участках отделения с интенсивным пассажирским движением. РС устанавливается в отделении дороги для дежурного диспетчера.

Канал ПС включают в РМТС. По цепи ПС работники промежуточных станций, разъездов, платформ могут вести переговоры с работниками отделения дороги, дистанций, других промежуточных станций участка. Абоненты управления дороги могут осуществлять переговоры с работниками любой промежуточной станции, используя каналы междугородной связи и цепи ПС. На конечных станциях цепи ПС и ОПГС включают в телефонные коммутаторы РМТС. В цепи ПС могут быть включены телефонные станции некоторых промежуточных пунктов, не имеющих прямой связи с участковой станцией. Цепи ПС, как правило, организуются в пределах участков железной дороги и не должны объединять более 15 станций и быть длиннее 70...80 км. ПС является составной частью сети дорожной телефонной связи и обеспечивает выход каналов сети на промежуточные станции, разъезды, остановочные пункты. Канал ПС оканчивается, как правило, на участковых и отделенческих станциях. У дежурных по станциям канал ПС включают в комплект коммутатора станционной связи. Схема организации ПС приведена на рис. 20.8. Канал ПС оборудуется распорядительной станцией типа ПСТ-2М, ПСТ-4М, которая устанавливается на участковой станции.

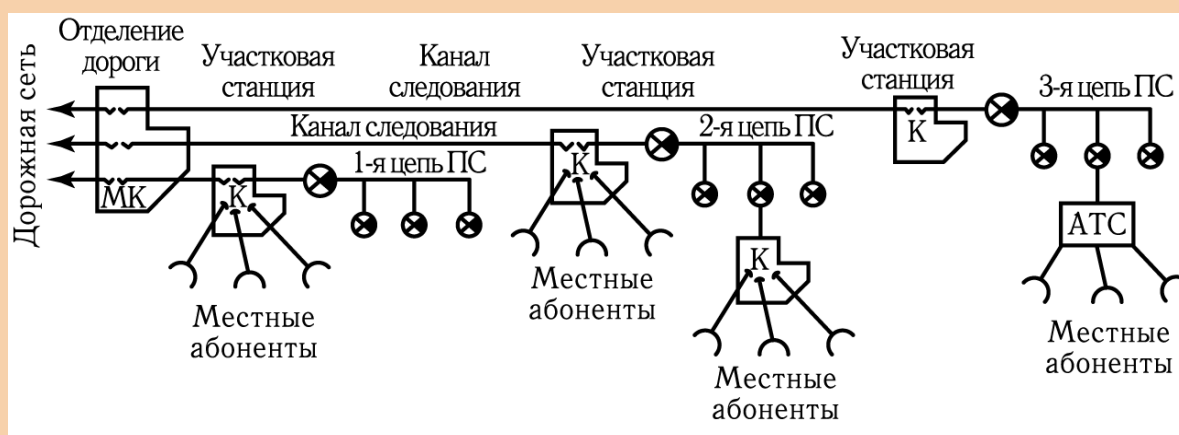


Рис. 20.8. Структурная схема организации ПС

Особенностью постанционного принципа является то, что вызов абонентами РС осуществляется не голосом, а с помощью специального вызывного устройства, обеспечивающего загорание вызывной лампы на коммутаторе. Телефонистка опрашивает абонента и посылает избирательный вызов на требуемый ПП.

Аппараты ЛПС устанавливают в кабинете начальника в конторе ПЧ, на квартирах ПД и ПДБ, в табельных, в пунктах обогрева, на квартирах путевых обходчиков, у квартиры дежурных по переездам.

ЛПС проектируется в пределах ПЧ.

ЛПС должна быть включена в КАСС или КТС дежурных по станциям для подключения к ней ПГС и РМТС. В настоящее время ЛПС организуется по диспетчерскому или комбинированному принципу. При организации по диспетчерскому принципу схемы построения ЛПС аналогичны схемам организации ЭДС. На рис. 20.9 пока-

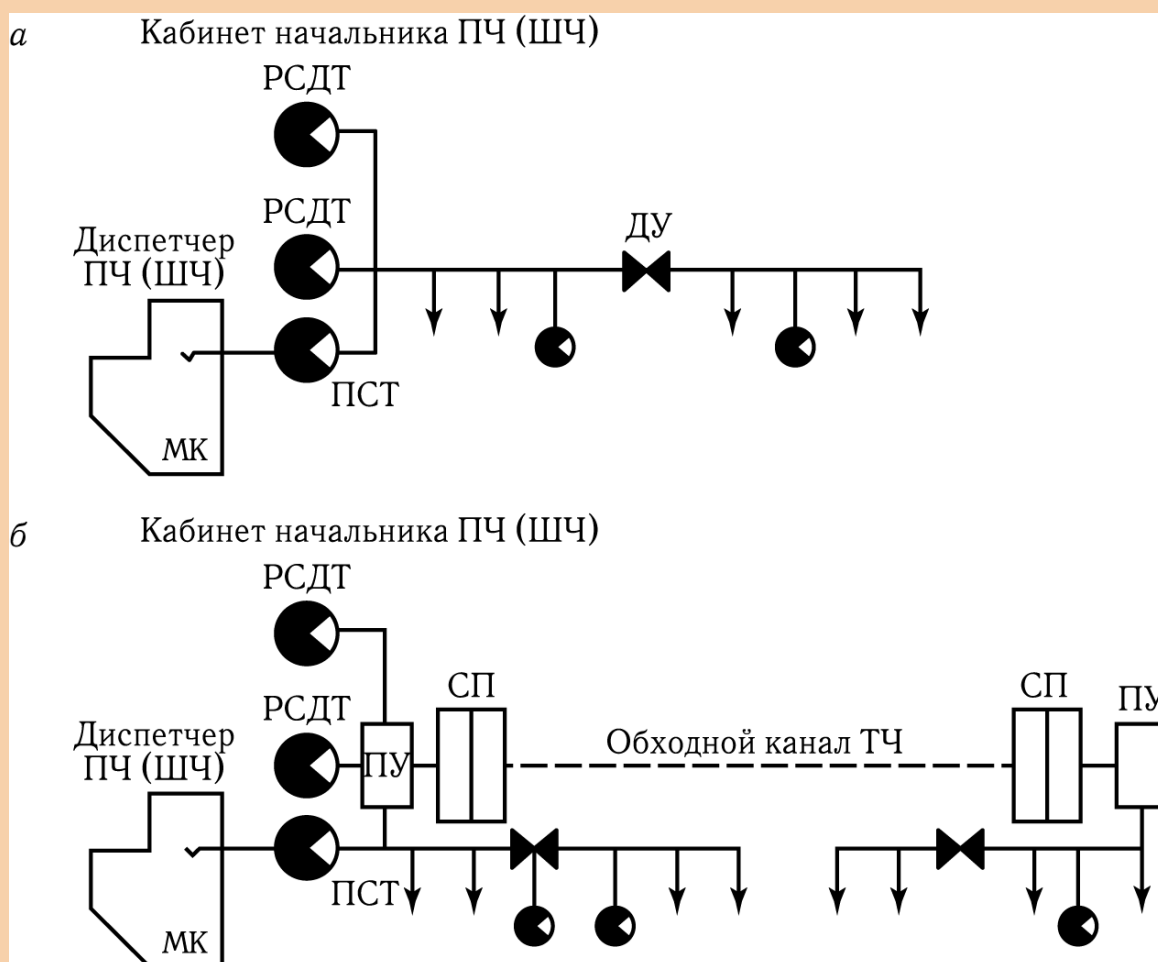


Рис. 20.9. Структурная схема организации ЛПС и СДС по комбинированному принципу

заны возможные варианты схем организации ЛПС по комбинированному способу. В этом случае РС ПСТ устанавливают по месту нахождения РМТС, в ЛАЦ, а РС РСДТ — в здании ПЧ: одну в кабинете ПЧ, а другую у диспетчера ПЧ. В дневное время цепь работает в диспетчерском режиме, а в ночное — в постанционном.

В канал СДС включают аппараты, устанавливаемые в помещениях: начальника и дежурного диспетчера ШЧ; у ДСП; дежурного инженера СЦБ поста ДЦ; релейных СЦБ; в квартирах электромехаников СЦБ; в квартирах электромехаников связи; в пунктах где имеются РМТС. СДС организуют в пределах ШЧ (средняя протяженность дистанции сигнализации и связи 200—250 км). В некоторых случаях СДС организуют по комбинированному принципу. Для чего кроме РС диспетчерского типа, которые ставятся в кабинете ШЧ и у диспетчера ШЧ, предусматривается РС постанционного типа, которая работает в ночное время, когда РС диспетчерского типа выключается, и тогда канал работает по принципу ПС (рис. 20.9). Канал СДС включают в РМТС.

Цепь ПГС должна подключаться к каналам ПДС, ЭДС, ЛПС, СДС. Подключение выполняется дежурным по станции, а на станциях диспетчерского управления — телефонисткой РМТС (рис. 20.10).

МЖС организуют между смежными станциями, разъездами, обгонными пунктами, путевыми постами по отдельной физической 2-проводной цепи.

Аппараты ПГС размещаются на расстоянии не более 2 км один от другого. Цепь ПГС должна подключаться к цепям ПДС, ЭДС, ЛПС и СДС. Подключение выполняет дежурный по станции с помощью КАСС. На станциях с диспетчерским управлением это подключение осуществляется телефонисткой участковой станции дистанционно по цепи ОПГС или через коммутатор КТС. На кабельных линиях для ПГС выделяется 2-проводная или 4-проводная цепь; последняя устраивается при длине перегона свыше 15 км). Канал ОПГС организуется по принципу ПС и оборудуется РС ПСТ и аппаратурой дальнего набора (КДН) для управления автоматическим соединением. В том случае, когда применяется аппаратура станционной связи типа КТС, канал ОПГС не требуется, т.к. эта аппаратура предусматривает автоматическое соединение канала ПГС с нужным абонентом с помощью набора номера на аппарате ПГС.

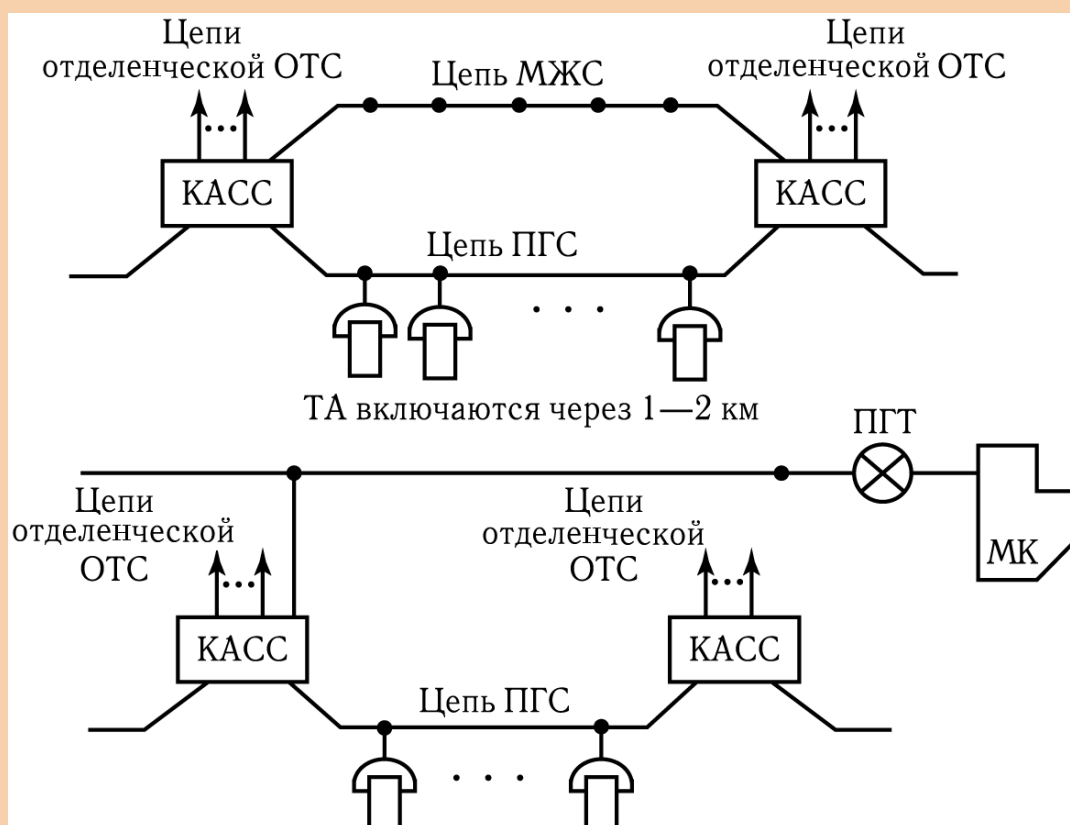


Рис. 20.10. Структурная схема организации МЖС и ПГС

20.5. Станционная технологическая связь

Для управления технологическим процессом работы железнодорожных станций организуется внутростанционная оперативная телефонная связь, к которой предъявляются следующие технико-эксплуатационные требования: связь должна технически реализовывать иерархическую структуру управления работой станции; каждый руководитель должен иметь оперативную связь с кругом исполнителей, непосредственно участвующих в технологическом процессе его зоны управления, а также руководителями смежных зон управления; все абоненты участка связи должны подразделяться на категории в зависимости от характера выполняемой работы и уровня иерархии в системе управления; связь должна обеспечивать взаимные переговоры любого абонента участка (с учетом его категории) с руководителем; в экстренной ситуации допускаются взаимные переговоры абонентов одной категории по разрешению руководителя и под его контролем; связь должна обеспечивать инди-

видуальный вызов любого абонента участка, а также вызов группы абонентов, участвующих в выполнении единой технологической операции; посылка вызова должна сопровождаться сигналами контроля работы звонка у абонентов, а также контроля приема вызова у руководителя; односторонний способ ведения переговоров с микротелефона или у громкоговорителя с приоритетом руководителя, вплоть до перебоя; поступление вызова от абонента должно сопровождаться оптической и звуковой сигнализацией; работа системы связи при поступлении вызова в момент занятости руководителя должна определяться категориями абонентов и распоряжениями руководителя.

Структура абонентских сетей всех видов связи строится по радиальному принципу.

Сеть стрелочной связи устраивается отдельно от других сетей. В ее провода не разрешается включать никакие другие телефонные аппараты. Для организации этого вида связи у ДСП устанавливают коммутаторы типа КАСС или КСС различной емкости, а на стрелочных постах — телефонные аппараты ЦБ. Стрелочные посты оборудуются дополнительно наружными звонками громкого боя.

Для организации станционной распорядительной связи также применяют коммутаторы типа КСС, устанавливаемые у станционных диспетчеров, и телефонные аппараты ЦБ, устанавливаемые у абонентов. Для удобства работы диспетчера коммутатор снабжается громкоговорящей установкой, состоящей из электродинамического микрофона и усилителя.

У руководителя устанавливается директорский телефонный коммутатор с усилительной установкой, а у абонентов — телефонные аппараты системы ЦБ, включенные в этот коммутатор.

У диспетчера билетных касс размещается коммутатор оперативной связи, в который включаются абонентские громкоговорящие установки всех кассиров, начальника вокзала и дежурного по вокзалу.

Руководителями технологического процесса на станциях, для которых организуются сети связи, являются: ДСП, ДСЦС, ДСЦ, ДСПП, ДСПО, ДСПГ, ДСЦГ, ДВД, ДЛД. У этих руководителей

устанавливаются коммутаторы технологической связи типа КАСС, КСС, КТС, которые рассчитаны на включение в них абонентских линий с АТС и РМТС, каналов ОТС.

Связь ДСП. В коммутатор ДСП (КАСС) могут быть включены следующие абоненты станции: ДС, ДСЦС, ДСЦ, ДСПГ, электро-механик СЦБ и связи, сменный вагонный мастер, дежурные по депо, паркам, грузовому двору, абоненты помещений локомотивных бригад, пунктов технического осмотра (ПТО), технические и товарные конторы и т.д. Помимо этого в коммутатор ДСП включают линии отделенческих связей: ПРС, ЭДС, СДС, ПС, МЖС и ПГС. На промежуточных станциях в коммутатор ДСП включают сети стрелочной связи и связи обслуживания электроприводов.

Связь ДСЦС (рис. 20.11). Этот вид связи организуется на крупных сортировочных станциях.

Связь ДСЦ. На участковых пассажирских и грузовых станциях организуется связь ДСЦ, куда входят следующие абоненты: ДСП, дежур-

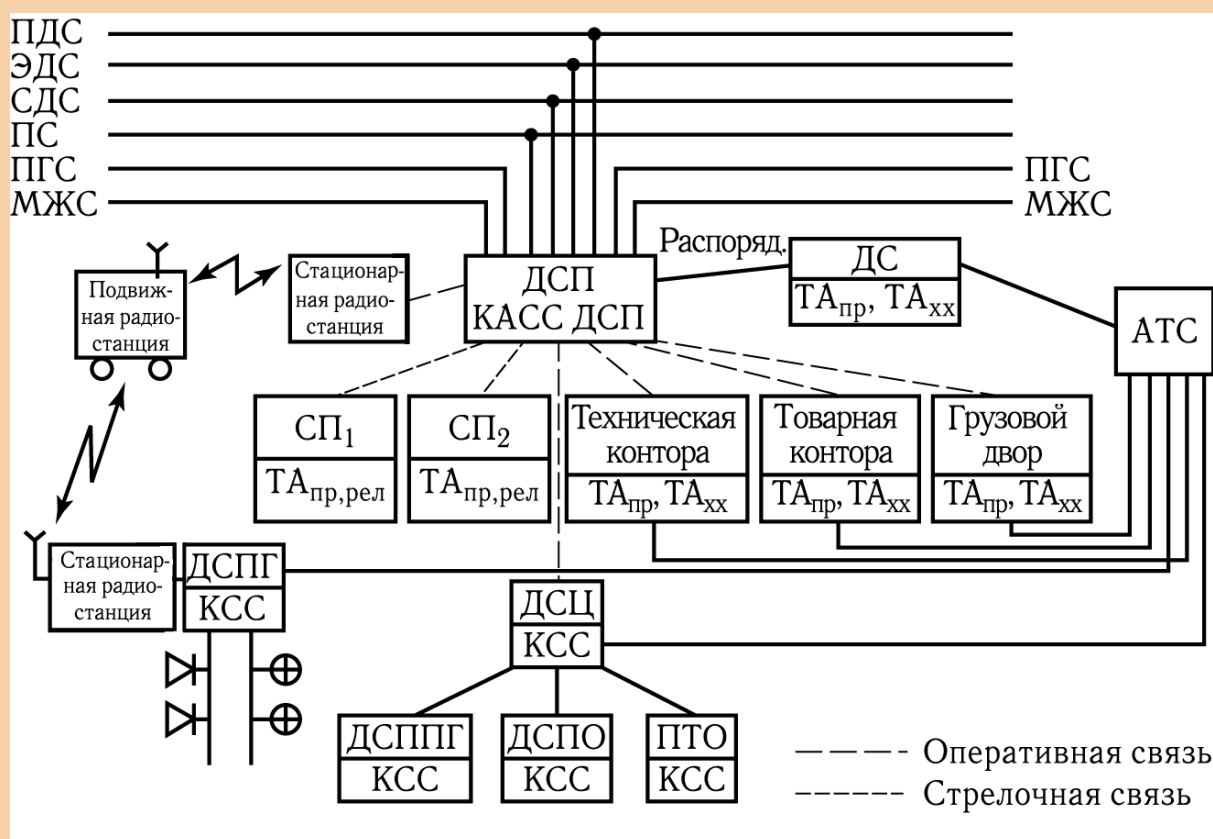


Рис. 20.11. Схема станционной связи для сортировочной станции

ный по депо, стрелочным постам, ПТО, технической и товарной конторам, ДС. В коммутатор ДСЦ включают цепи ВДС. ДСЦ разных парков одного направления должны быть обязательно связаны.

Связь ДСПП. На сортировочных станциях каждый парк (прибытия, сортировки, формирования, отправления) имеет дежурного по парку ДСПП со своей сетью связи, куда входят переговорные колонки составительских бригад, стрелочные посты парка, ПТО, дежурные по депо, нарядчики кондукторских бригад, караульные помещения военизированной охраны.

Связь ДСПГ. В нее включены ТА операторов, исполнительных постов, ДСПП, механика горки, башмачников и составителей, техконтор, компрессорной, НТО, начальника горки, ДСП, ДСЦ.

Связь ДСЦГ. На сортировочных платформах, пунктах взвешивания вагонов, транспортно-экспедиционных контор МПС, контор льдопунктов, товарных и технических контор, ПТО, транспортных диспетчеров крупных предприятий, зам. начальника станции по грузовой работе. Связь ДСЦГ должна иметь выход на отделенческую ВДС.

Связь сменного вагонного мастера или старшего осмотрищика вагонов (замещающего сменного вагонного мастера при меньшем объеме работ) должна иметь соединение с ТА в ПТО, у диспетчеров вагонного депо, в вагоноремонтном пункте автотормозов, в компрессорной, в пункте подготовки вагонов под разгрузку.

Деповская телефонная связь охватывает все основные и оборотные локомотивные депо на грузонапряженных магистралях. Для этого в депо у дежурного по депо устанавливают коммутаторы УКСС-8 (каждый имеет 3 комплекта для включения избирательной связи отделенческой ОТС). В крупных депо сооружается АТС. ТА устанавливаются на контрольном посту, в пунктах экипировки локомотивов, складах топлива, на насосной станции водоснабжения, поворотном круге, контрольном пункте осмотра радиостанций и автостопов, у нарядчиков локомотивных бригад, начальников депо и т.д. В ремонтных депо коммутатор КСС устанавливают дополнительно у зам. начальника депо по ремонтной работе. В эту сеть включаются ТА мастеров заготовительных цехов, мастерских, кладовых, служебно-бытовых помещений.

Стрелочная связь СС предназначена для связи ДСП или других дежурных со стрелочными постами. На крупных станциях СС

организуется по паркам прибытия (ПП) и отправления (ПО), включается в КСС соответствующего дежурного по парку ДСПП, ДСПО. В сеть СС включаются ТА, установленные в помещениях стрелочных постов, сигнальных маневровых колонок, на постах местного управления стрелками, в будках охраняемых переездов. Связь СС является закрытой и организуется отдельно от других видов связи.

Кроме оперативно-технологической телефонной связи, осуществляемой через коммутаторы КСС и КАСС, на станциях имеется связь общего пользования, организуемая через ЖАТС. На сортировочных станциях устраивается также проводная связь громкоговорящего оповещения, которая применяется для оповещения работников подгорочного парка в процессе роспуска составов с горки с помощью громкоговорителей на опорах осветительной или контактной сети. Обратный обмен информацией возможен через переговорные колонки в междупутьях парка.

Кроме проводной связи на станциях есть радиосвязь, которая организуется для переговоров ДСЦ, ДСПГ с машинистами маневровых горочных локомотивов.

20.6. Единая цифровая платформа для организации общетехнологической и оперативно-технологической связи

Рассматриваемая цифровая платформа является полностью цифровой телефонной станцией с распределенным управлением и распределенной коммутацией. Архитектура позволяет реализовывать широкий спектр сетевых услуг.

Распределенное управление позволяет создавать станции различной емкости, в том числе с распределением абонентов по неограниченной территории (в случае объединения нескольких станций цифровыми трактами 2048 кбит по рекомендации G.703). В рамках топологии сети станция может выполнять функции оконечной, транзитной, транзитно-оконечной станций.

Станция может включаться в цифровой и аналоговом окружении, что делает ее применение эффективным при поэтапной модернизации сетей связи даже при отсутствии цифровых каналов.

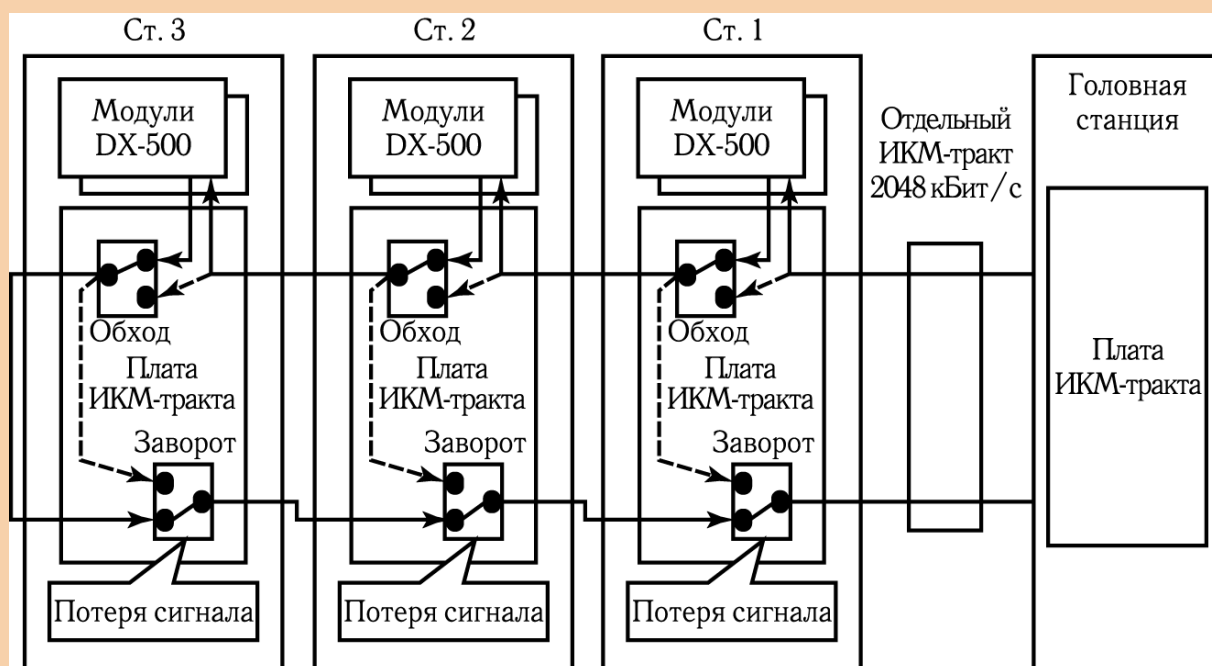


Рис. 20.12. Схема линейной структуры сети связи

На рис. 20.12 приведена схема линейной структуры сети связи с одним шлейфом многократного доступа и тремя ведомыми станциями. Управляющая информация для всех ведомых станций посылается ведущей (головной) станцией. Она распределяет каналы ИКМ-тракта для каждой ведомой станции. На рис. 20.12 сплошными линиями показаны пути прохождения сигналов при нормальном режиме работы. При отключении одной из ведомых станций или нарушении целостности шлейфа она изолируется от ИКМ-тракта. Пути обхода станции показаны штрихпунктирной линией.

Для организации диспетчерских связей в состав системы входят кроме коммутационного оборудования диспетчерские пульта. Общее число пультов в системе может достигать 96. Каждый пульт может иметь от 10 до 122 именных клавиш. За ними программно закрепляются любые абонентские, внешние и соединительные линии. Программно определяются варианты организации полностью или частично параллельных рабочих мест, группирование вызовов, поступающих на пульта диспетчера и т.д.

Пульт диспетчерской связи позволяет одновременно принимать любое число входящих и исходящих вызовов, организовывать конференцсвязь с числом абонентов до 64, визуальное контролировать

состояние абонентских соединительных линий и каналов, составлять любое число транзитных соединений и оперативно контролировать их. Функциональные клавиши пульта позволяют реализовывать разнообразные дополнительные абонентские услуги, в том числе: посылку групповых, циркулярных вызовов для организации конференций, организацию нескольких независимых соединений между парами абонентов, услуги безусловной и условной переадресации вызовов при занятости, неответе по расписанию, документирование ведущих разговоров и т.д.

Для обеспечения внешних взаимосвязей с другими станциями, сетями и абонентскими терминалами применяются стандартные интерфейсы цифровых трактов, аналоговых соединительных линий, цифровых сетей интегрального обслуживания (ЦСИО), аналоговых терминальных устройств, цифровых каналов специального назначения.

Ориентируясь на поэтапный переход от аналоговых к цифровым сетям связи, система поддерживает подключение различных аналоговых устройств. Используются интерфейсы цифровых каналов для специального применения.

Станция имеет модульный принцип построения и содержит набор модулей (кластеров). Структурная схема станции приведена на рис. 20.13.

Абонентский кластер — это модуль, имеющий собственное микропроцессорное управление. Абонентский кластер обеспечивает работу до четырех модулей аналоговых интерфейсов, каждый из которых может содержать до 32 аналоговых абонентских комплектов или до 8 комплектов аналоговых соединительных линий и 24 абонентских комплектов.

Кластер ИКМ-трактов и цифровых терминальных интерфейсов также имеет собственное микропроцессорное управление.

Модуль центрального коммутационного поля содержит: центральное коммутационное поле 1024×1024 , управляющий процессор, энергонезависимое ОЗУ 128К, HDLC-контроллеры, ПЗУ, контроллеры портов RS-232.

Система имеет полностью распределенную архитектуру обработки сигналов, что достигается применением цифрового

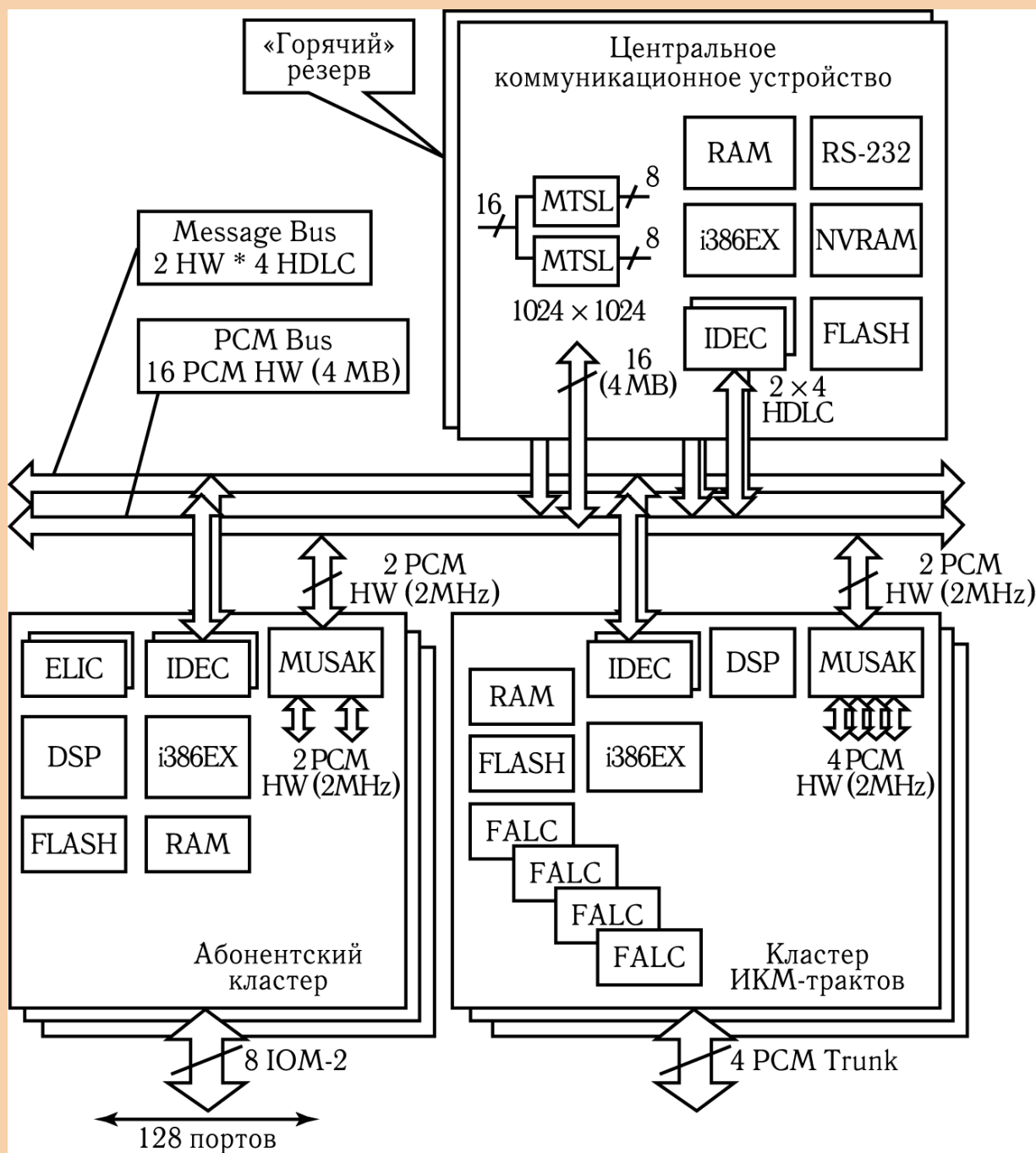


Рис. 20.13. Структурная схема станции Мини-КОМ DX-500

коммутационного поля с собственным процессорным управлением, окруженного независимыми модулями (кластерами) с программным управлением. Модули могут свободно добавляться для расширения емкости станции. Полный отказ системы практически невозможен, так как функции отказавшего оборудования могут передаваться резервным модулям.

Глава 21. Радиосвязь

21.1. Основные понятия

Радиосвязь — это вид электрической связи, в которой для передачи сигналов от источника сообщений к приемнику используется процесс распространения электромагнитных волн в пространстве. Передача радиосообщений осуществляется с помощью комплекса устройств, обеспечивающих создание беспроводного канала связи между отправителем и получателем сообщения. Сообщение (речь, данные, изображения и др.) может быть представлено как в аналоговой, так и в цифровой форме.

В пункте передачи сообщение с помощью преобразователя Π (рис. 21.1) преобразуется в сигналы, передаваемые по каналу радиосвязи, организуемому между станциями A и B . В качестве преобразователя в зависимости от вида передаваемого сообщения могут использоваться микрофон, телеграфный или факсимильный аппарат, а также телекамера или компьютер. В пункте приема осуществляется обратное преобразование принятого сигнала в сообщение.

Для преобразования сигнала в электромагнитные волны в пункте передачи необходимо иметь радиопередающую станцию или передатчик. В состав передатчика входит генератор G , являющийся источником тока высокой частоты. Током этого генератора управляет модулятор M . Усиленный усилителем $УС$ высокочастотный сигнал поступает в передающую антенну $A_{пер}$. В приемной антенне $A_{пр}$ наводится ЭДС. Принятые антенной $A_{пр}$ сигналы поступают в радиоприемное устройство (приемник) станции B . В приемнике сигналы усиливаются усилителем $УС$ и поступают в демодулятор D , где радиосигналы преобразуются в исходные сигналы и поступают в Π , где они преобразуются в сообщение, аналогичное переданному со станции A .

Рассмотренная схема радиосвязи является односторонней, т.е. сообщение может быть передано только со станции A на станцию B . Для организации двусторонней радиосвязи необходимо иметь на обеих

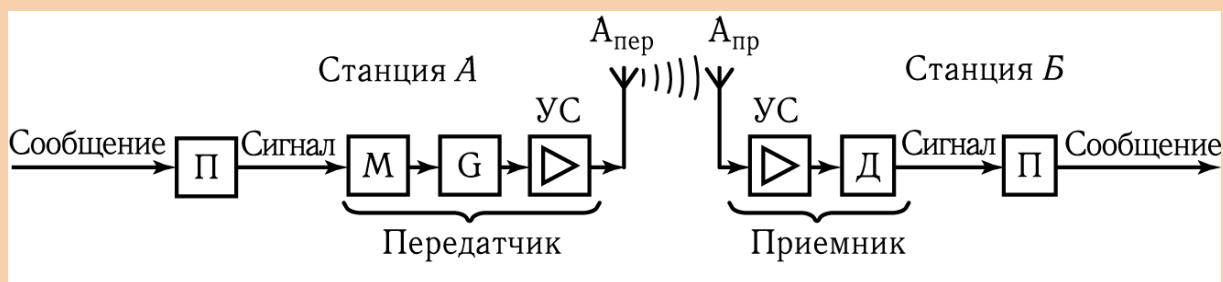


Рис. 21.1. Схема радиосвязи

станциях *А* и *Б* как передатчик, так и приемник. Комплекс, состоящий из комбинации приемника и передатчика, носит название **радиостанции**.

Железнодорожная связь, исходя из технологических особенностей и особых требований служб железных дорог, разделяется на **поездную** (ПРС), **станционную** (СРС) и **ремонтно-оперативную** (РОРС).

Применение радиосвязи на железных дорогах позволяет значительно повысить оперативность управления перевозочным процессом, так как многие объекты управления являются подвижными, что не всегда позволяет использовать проводные виды связи.

Пользователями технологической радиосвязи являются машинисты, операторы, составители поездов, осмотрщики вагонов, приемосдатчики и т. д. Переговоры этих работников осуществляются также по системе громкоговорящей связи. На железнодорожном транспорте связь громкоговорящего оповещения находит широкое применение для передачи различных сообщений в пределах территории станционных парков, депо, вокзалов, пассажирских платформ и т.д.

Для наблюдения за состоянием локомотивного и вагонного парков на станциях и сортировочных горках применяются телевизионные установки, включающие в себя телекамеры и телеприемники. При этом управление телекамерами осуществляется дистанционно.

При организации каналов магистральной, дорожной или отделенческой связи находит применение **радиорелейная связь**.

Увеличение объемов перевозок грузов и пассажиров, совершенствование технологических процессов работы транспорта выдвигают новые требования к устройствам железнодорожной радиосвязи. Ростом этих требований была вызвана разработка единой системы технологической радиосвязи «Транспорт», охватывающей

несколько типов различных радиостанций (стационарных, возимых и носимых), вспомогательное оборудование и контрольно-измерительные средства.

Одной из основных составных частей устройств радиосвязи являются **колебательные контуры**, которые служат для возбуждения колебаний переменного тока высокой частоты. В реальных колебательных контурах, применяемых в устройствах радиосвязи, в катушке индуктивности, конденсаторе и проводах, соединяющих их, возникают необратимые потери энергии и колебательный процесс в таком контуре через некоторое время затухает. Такие колебания носят название **затухающих**.

Чтобы получить в контуре **незатухающие** колебания, необходимо периодически восполнять потери энергии от постороннего источника — **генератора сигналов высокой частоты G** (рис. 21.2, а). Для излучения электромагнитных волн в окружающее пространство используют открытый **колебательный контур**. Его можно создать из замкнутого, наращивая расстояние между обкладками конденсатора и одновременно увеличивая их поверхность так, чтобы емкость его не изменялась (рис. 21.2, б). При этом электрическое поле будет возрастать. Чтобы увеличить магнитное поле катушки индуктивности, ее проводник следует выпрямить и соответственно увеличить его длину так, чтобы он обладал такой же индуктивностью, как и катушка. В результате будет получена система, которую можно представить в виде двух прямолинейных проводов с генератором, включенным посередине (рис. 21.2, в). Такая система обладает индуктивностью, емкостью и активным сопротивлением, **равномерно распределенными** по всей длине, и является открытым колебательным

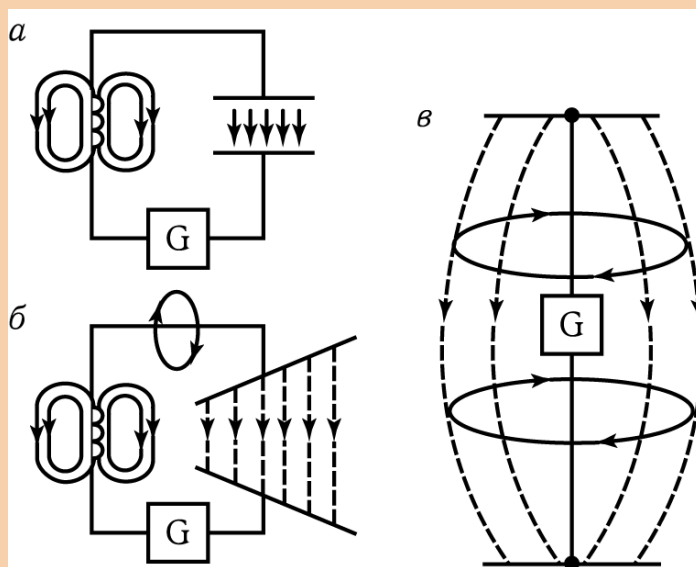


Рис. 21.2. Открытый колебательный контур

контуром, или симметричным вибратором, представляющим собой элементарную антенну.

Антенны делятся на *приемные* и *передающие*, хотя они обладают свойствами обратимости. Передающие антенны предназначены для преобразования энергии генераторов сигналов высокой частоты в энергию радиоволн, излучаемых в окружающее пространство. В приемной антенне происходит обратный процесс преобразования энергии радиоволн в энергию токов высокой частоты.

21.3. Станционная радиосвязь

Станционная радиосвязь используется для организации оперативного управления различными технологическими процессами на станции. Этот вид радиосвязи обеспечивает связь между работниками станции и подразделяется на радиосвязь горочную, маневровую и радиосвязь работников, обрабатывающих составы. Работники, пользующиеся станционной радиосвязью, разделяются на две основные группы. К первой относятся работники, непосредственно обеспечивающие маневровую и горочную работы. Это ДСЦ, ДСЦС, ДСПП, ДСПФ, ДСПО, операторы горочных постов, составители, машинисты локомотивов. Ко второй группе относятся работники, обеспечивающие обработку составов на станции: коммерческие и технические осматриватели, работники технологического центра обработки поездной информации и перевозочных документов и т.д. Применение станционной радиосвязи снижает простой вагонов, повышает производительность и улучшает условия труда работников, а также повышает безопасность проведения работ на станциях.

Пример организации станционной радиосвязи на сортировочной станции приведен на рис. 21.3. Станция имеет несколько рабочих зон: ПО, ПС, ПП, горловину формирования ГФ и горку. В каждой рабочей зоне выполняется своя работа, по своим технологическим процессам, руководство которыми осуществляют соответствующие работники (ДСЦ, ДСЦС, ДСПП и т. д.). Для обеспечения их радиосвязью с исполнителями в пределах станции организуется несколько радиосетей, в которых используются различные

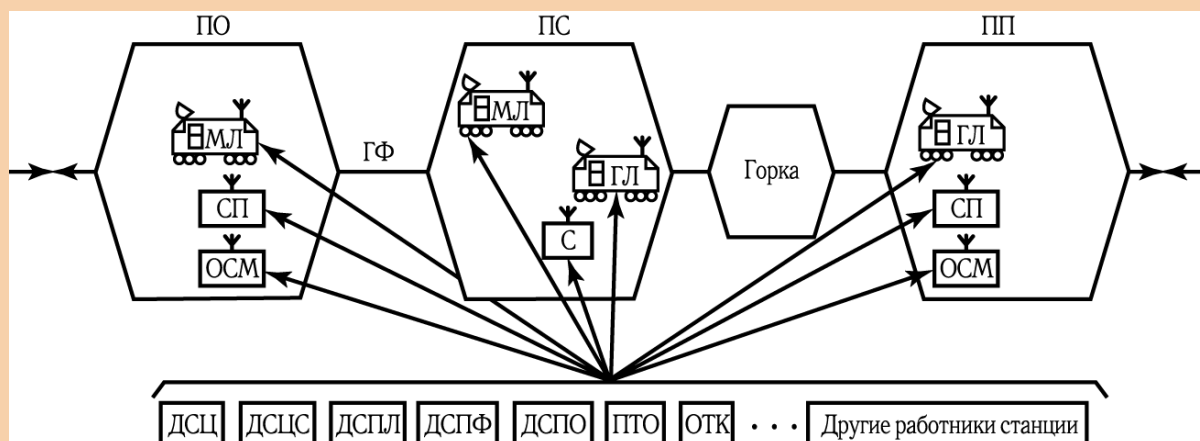


Рис. 21.3. Схема организации станционной радиосвязи на сортировочной станции

рабочие частоты. Каждая из станционных радиосетей имеет свою специфику, определяемую характером работы.

Маневровая радиосвязь обеспечивает связь ДСЦ или ДСПП, ДСПФ, ДСПО с машинистами маневровых локомотивов МЛ и машинистов этих локомотивов с составителями поездов С. При организации маневровой радиосвязи используется групповой вызов на одной вызывной частоте. Все радиостанции на маневровых локомотивах работают в режиме дежурного приема. Все МЛ прослушивают в громкоговорителях вызов и сообщение о том, кто из них вызывается диспетчером или дежурным. Вызываемый машинист снимает со своей радиостанции микрофонную трубку и ведет переговоры с дежурным. Другие машинисты по истечении 10...15 с не слышат дальнейших переговоров вызванного машиниста и дежурного, так как их радиостанции находятся в режиме дежурного приема.

Кроме МЛ в сеть маневровой радиосвязи включаются составители С, оснащенные носимыми радиостанциями. Кроме того, составители могут пользоваться выносным переговорным устройством локомотивных радиостанций.

Горочная радиосвязь предназначена для связи ДСПГ с машинистами горочных локомотивов ГЛ. Радиостанции, установленные на ГЛ, также работают в режиме приема. Как и при маневровой радиосвязи, горочная радиосеть на станции имеет одну стационарную и несколько локомотивных радиостанций.

Применение горочной радиосвязи позволяет ГЛ оперативно выполнять команды, подаваемые дежурными ДСПГ. Специфика го-

рочной работы состоит в том, что задержка выполнения команд на несколько секунд может заметно сказаться на результатах работы горки, поэтому применение средств радиосвязи значительно повышает оперативность работы горки.

Радиосвязь *работников, обрабатывающих составы*, обеспечивает их общение с работниками объединенного станционного технологического центра обработки поездной информации и перевозочных документов; технических и коммерческих осмотрщиков вагонов (ОСМ) с работниками пунктов технического осмотра (ПТО). Кроме того, этот вид станционной радиосвязи обеспечивает связь между операторами тормозных средств, слесарями-автоматчиками и машинистами поездных локомотивов, а также связь диспетчера грузового района станции с крановщиками, стропальщиками и т.д. Радиосвязь этих работников обеспечивается с помощью стационарных и носимых радиостанций по принципу горочных сетей.

При организации станционной радиосвязи маневровые и горочные локомотивы оборудуются возимыми радиостанциями, у маневрового диспетчера и в станционных технологических центрах устанавливаются стационарные радиостанции, а составители и списки вагонов используют носимые радиостанции.

21.3. Поездная радиосвязь

Поездная радиосвязь предназначена для организации служебных переговоров ДНЦ, ДСП и других работников, связанных с движением поездов, с машинистами поездных локомотивов, а также машинистов между собой. Этот вид радиосвязи обеспечивает оперативное руководство движением поездов и способствует выполнению графика движения, сокращению стоянок поездов на промежуточных станциях, увеличению среднесуточного пробега локомотивов и повышению безопасности движения. Поездная радиосвязь особенно эффективна на грузонапряженных участках.

Связь ДНЦ с машинистами локомотивов комбинированная. При этом используется как проводной, так и радиоканал. Распорядительная станция А поездной диспетчерской связи (СР) соединяется

со всеми промежуточными станциями ($B, B, \dots, n$), входящими в участок поездной диспетчерской связи (рис. 21.4).

Стационарные радиостанции РС промежуточных станций $B, B, \dots, n$ подключаются к линии поездной диспетчерской связи (ПДС) через специальные радиопроводные устройства. Такая комбинированная схема позволяет ДНЦ связываться с машинистом любого локомотива, находящегося на его участке. При этом все локомотивы оборудуются возимыми радиостанциями РВ.

Для вызова машиниста локомотива диспетчер ДНЦ использует настольный пульт поездной радиосвязи. Вызов передается по проводному каналу до ближайшей к локомотиву РС промежуточного пункта. Например, для вызова радиостанции РВ-1 локомотива № 1 диспетчер использует радиостанцию РС1 станции B , расположенную ближе всех к локомотиву № 1.

Подключение РС контролируется ДНЦ через громкоговоритель прослушиванием тонального сигнала подключения. После этого ДНЦ может вызвать нужный ему локомотив и вести разговор с машинистом через его локомотивную радиостанцию РВ. При разговоре остальные локомотивные радиостанции находятся в режиме дежурного приема.

Окончив разговор, ДНЦ посылает в линию сигнал отбоя и отключает РС от линии поездной диспетчерской связи.

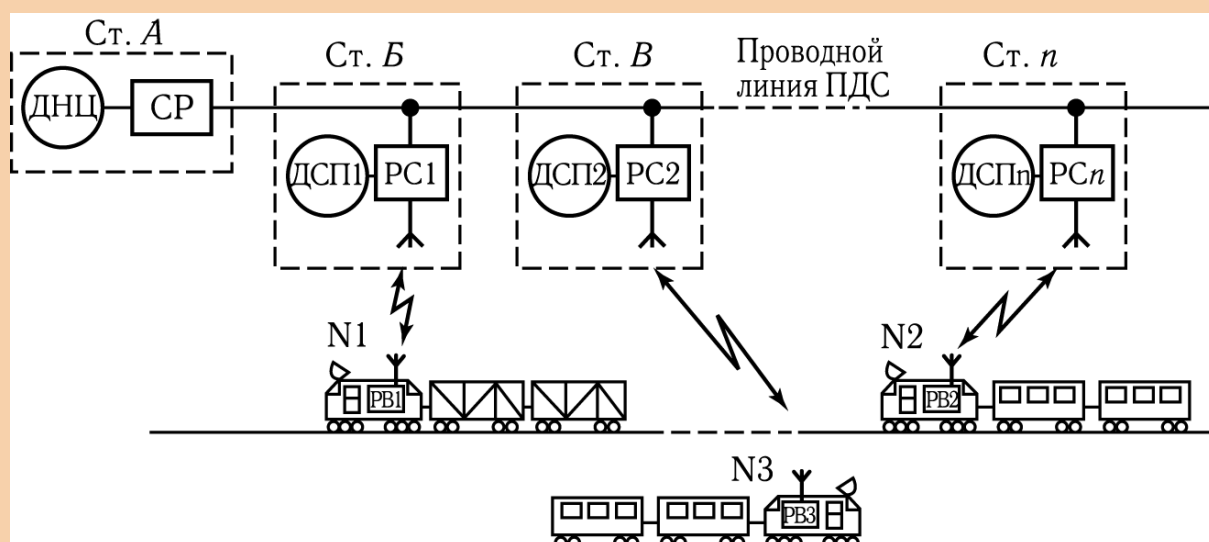


Рис. 21.4. Схема организации поездной радиосвязи

ДСП для связи с машинистом локомотива использует ту же РС, что и ДНЦ.

Машинист локомотива для связи с ДНЦ нажимает на пульте локомотивной радиостанции кнопку ДНЦ и посылает сигнал вызова. Этот сигнал принимается несколькими ближайшими РС промежуточных пунктов. Однако к линии связи подключится только та радиостанция, которая обеспечит более высокое качество связи. При этом соседним радиостанциям посылается сигнал блокировки.

21.4. Ремонтно-оперативная радиосвязь

Ремонтно-оперативная радиосвязь предназначена для организации оперативного руководства проведением различного вида ремонтно-восстановительных работ. Используемые при этом средства радиосвязи позволяют быстро передавать необходимую информацию в пределах организуемого фронта работ, за счет чего время выполнения этих работ значительно сокращается, эффективнее используются выделяемые «окна» в движении поездов, а также обеспечивается безопасность проследования поездов через участки ремонтных работ и безопасность работников, производящих ремонт.

Данный вид радиосвязи обеспечивает общение широкого круга работников, выполняющих различные виды ремонтно-восстановительных работ путевого хозяйства, энергохозяйства, службы сигнализации и связи и т. д. При этом работники могут находиться как на стационарных, так и на подвижных объектах (автомотрисы, дрезины, автолетучки).

Для организации данного вида радиосвязи используются как стационарные РС, так и переносные РП и носимые РН портативные радиостанции (рис. 21.5). Для ремонтно-оперативной радиосвязи используется сеть УКВ поездной диспетчерской радиосвязи (ПДС), которая обеспечивает связь руководителя ремонтных работ с ДНЦ, диспетчером ШЧ, руководителя ремонтных работ с ДНЦ, диспетчером ШЧ, энергодиспетчером (ЭЧЦ) и диспетчером ПЧ. При этом используются РС, установленные на близлежащих от места работ станциях, и распорядительные станции диспетчерской связи СР.

Временно организуемая диспетчерская радиосвязь обеспечивает организацию оперативной связи диспетчерской службы НОД с

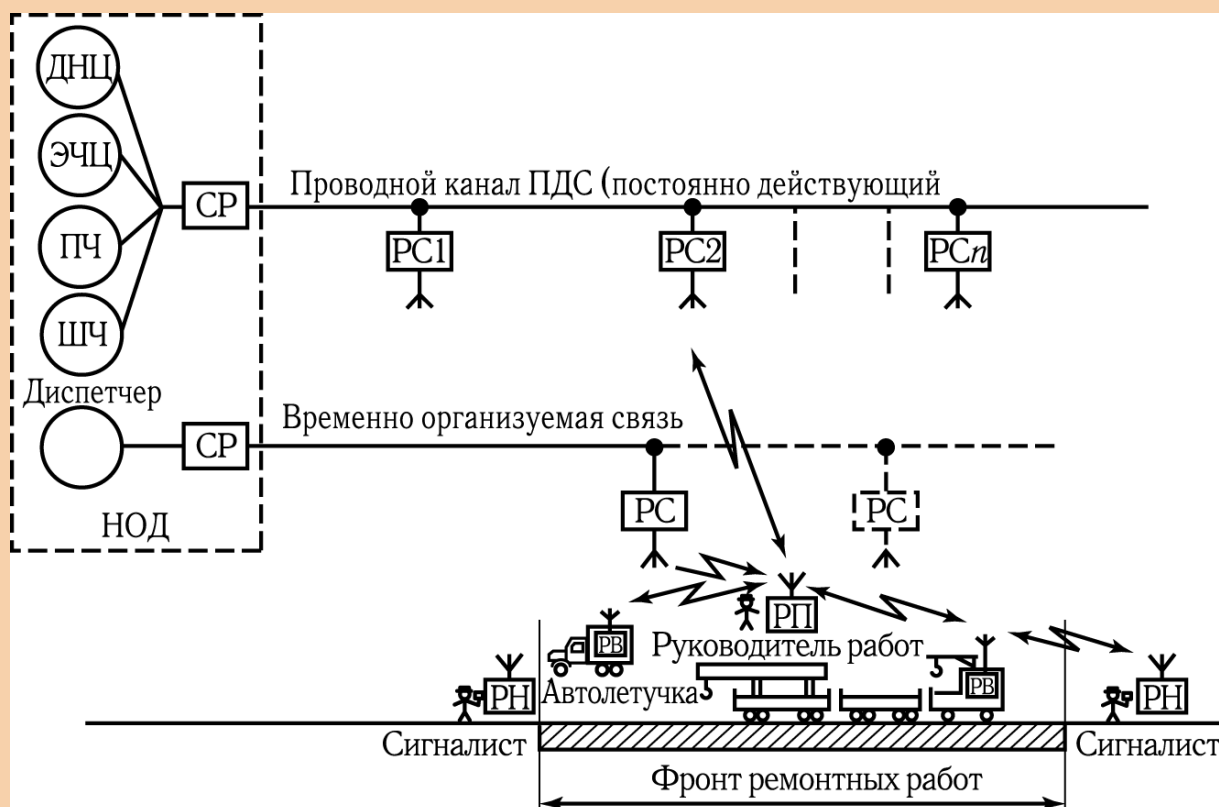


Рис. 21.5. Схема организации ремонтно-оперативной радиосвязи

местом проведения ремонтных работ по вопросам организации этих работ и их материально-технического обеспечения. Для организации такой связи в районе проведения ремонтных работ временно устанавливается и включается в проводной канал связи РС. Обычно она устанавливается на станции, рядом с которой ведутся работы. В НОДе у диспетчера также временно устанавливается СР, которая позволяет дистанционно управлять работой РС.

Работники ремонтных подразделений, сигналисты и др. используют радиостанции РН и РВ, устанавливаемые на автомотрисах и автолетучках. Если фронт ремонтных работ охватывает протяженный участок, то во временно организуемую линию связи включается не одна, а большее число РС по принципу организации поездной диспетчерской связи.

В системе «Транспорт» предусмотрена возможность выхода с подвижных объектов (автомотрис, автолетучек, дрезин и т. д.) на абонентов, линии которых включены в ЖАТС, а также возможность вызова абонентами ЖАТС работников, находящихся на подвижных объектах.

21.5. Радиорелейная связь

Радиорелейная связь применяется на железнодорожном транспорте для организации магистральной, дорожной и отделенческой связи. Для радиорелейной связи используется диапазон ультракоротких волн (УКВ). В этом диапазоне радиоволн легко получить широкую полосу пропускания при достаточно высоком качестве связи, сравнимом с качеством связи по кабельным линиям. Широкая полоса пропускания обеспечивает одновременную передачу значительного количества телефонных и телеграфных сообщений, передачу данных, а также телевизионных программ и радиовещания. На радиорелейную связь незначительно влияют атмосферные и промышленные помехи, включая помехи от электрифицированного подвижного состава. Радиорелейная связь мало зависит от метеорологических условий и от времени года и суток.

Особенности строительства этих линий диктуются применением УКВ-диапазона. Радиоволны этого диапазона распространяются прямолинейно, почти не огибая выпуклостей земной поверхности и не отражаясь от ионосферы. Поэтому использовать устойчивую связь с помощью УКВ-радиостанций можно только в пределах прямой видимости на расстоянии 50—60 км между антеннами этих станций.

Для организации связи на большие расстояния на трассе радиорелейной линии между двумя конечными станциями устанавливаются промежуточные станции, называемые **промежуточными пунктами**. На этих пунктах, называемых также **ретрансляторами**, сигнал, передаваемый от конечной станции, усиливается и автоматически передается в сторону другой конечной станции. Такая цепь конечных и промежуточных станций образует радиорелейную линию связи, по которой можно передавать различные сообщения на большие расстояния.

Процесс передачи сигнала через промежуточный пункт называется **ретрансляцией**. Если на ретрансляторе осуществляется усиление сигналов, то он называется **активным**, а если сигнал не усиливается, то **пассивным**. Пассивные ретрансляторы предназначены для изменения направления распространения сигналов по радиорелейной линии.

В радиорелейной связи в зависимости от протяженности линий и числа каналов связи используются различные поддиапазоны частот с учетом особенностей диапазона УКВ. Например, в поддиапазоне от 70 до 400 МГц (метровые волны) работают радиорелейные линии небольшой протяженности, оснащаемые оборудованием, рассчитанным на 4...12 каналов связи. Поддиапазоны 1300...1600, 1700...2300 и 6000...8000 МГц (дециметровые и сантиметровые волны) предназначаются для линий протяженностью до 1000...2500 км с числом каналов связи от 24 до 120, а поддиапазоны 3000...4200, 4400...5000, 6000...8500, 8400...10000 МГц (сантиметровые волны) отведены для радиорелейных линий протяженностью до 5000 км, рассчитанных на 600 и более каналов связи.

Для организации по одной радиорелейной линии нескольких каналов связи используется аппаратура систем передачи (СП). Применение СП на радиорелейных линиях связи позволяет по одной такой линии организовать до нескольких тысяч телефонных каналов с одновременной передачей телевизионных и радиовещательных программ.

Принцип организации радиорелейной связи иллюстрируется на рис. 21.6. На оконечной станции ОС1 устанавливаются: аппаратура систем передачи СП, передатчик СВЧ-колебаний ПРД и антенна А1. Сигналы каналов тональной частоты с помощью аппаратуры СП преобразуются в групповой сигнал, поступающий на вход передатчика ПРД, где происходит преобразование этих сигналов в сигналы СВЧ-колебаний частотой F_1 . Эти колебания излучаются через антенну А1 в сторону промежуточного пункта ПП, где через антенну А2 они принимаются приемником ПРМ, усиливаются и через передатчик ПРД поступают в антенну А3, откуда передаются в сторону ОС2 на другой фиксированной частоте F_2 . Число промежуточных пунктов ПП зависит от длины радиорелейной линии и может быть от одного до нескольких десятков. Принятый на оконечной станции ОС2 сигнал частотой F_2 в приемнике ПРМ преобразуется в групповой сигнал аппаратуры СП, на выходе которой происходит разделение каналов сигналов ТЧ, подаваемых абонентам.

Линии радиорелейной связи являются двусторонними, т.е. передача сигналов в направлении от ОС2 к ОС1 происходит аналогич-

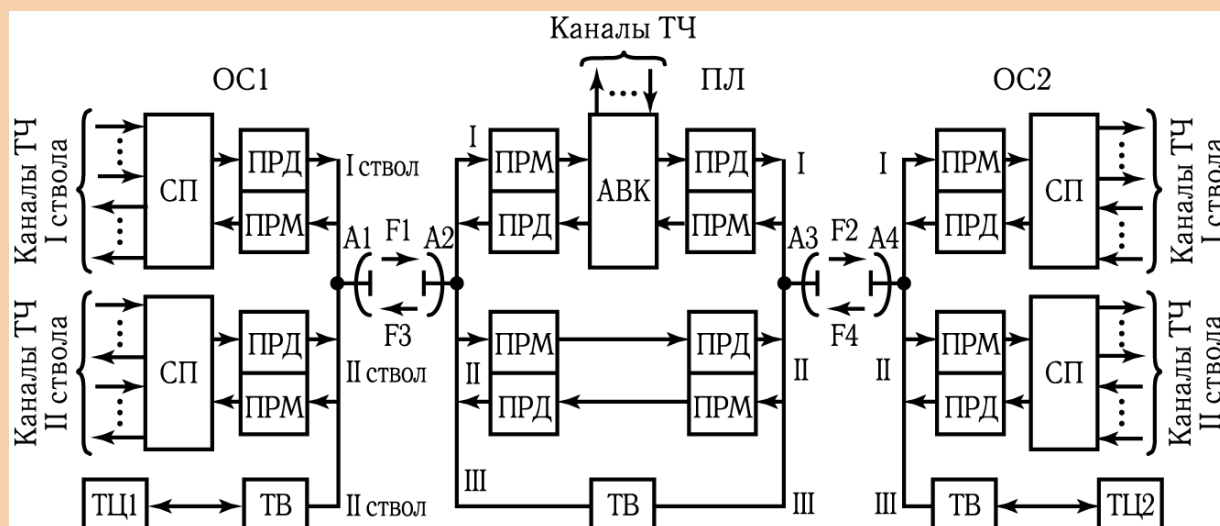


Рис. 21.6. Схема организации радиорелейной связи

но передаче от ОС1 к ОС2. Передача и прием СВЧ-колебаний на ОС и ПП производятся на различных частотах, благодаря чему в приемнике ПРМ обеспечивается подавление помех от своего передатчика ПРД. Прием и передача сигналов в одном направлении осуществляются, как правило, через общую антенну.

Аппаратура СП в сочетании с приемопередающей радиорелейной аппаратурой образуют широкополосный радиоканал, называемый стволом, работающий на определенной строго фиксированной частоте. На одной радиорелейной линии, как правило, организуются несколько стволов, оборудованных однотипной аппаратурой.

На промежуточных пунктах возможно выделение части каналов ТЧ одного ствола. Это осуществляется с помощью аппаратуры выделения каналов АВК, включаемой на ПП между приемником и передатчиком. С помощью АВК можно организовать необходимое количество каналов ТЧ на участках ОС1-ПП и ПП-ОС2.

Кроме канала ТЧ в одном стволе организуются каналы служебной связи для технического персонала, а также каналы телеуправления и телесигнализации.

На одной радиорелейной линии, кроме стволон телефонной и телеграфной связи, может быть организован ствол для передачи программ радиовещания и телевидения. На рис. 21.6 для этой цели ис-

пользуется ствол III. Телевизионные программы с передающего телецентра ТЦ1 передаются на ОС1, где через аппаратуру телевизионного вещания ТВ ствола III передаются через ПП на ОС2 в приемный телецентр ТЦ2.

21.6. Перспективы развития железнодорожной радиосвязи

Практически все системы поездной радиосвязи, станционной связи с подвижными объектами, ремонтно-оперативной, служебно-оперативной радиосвязи и т. п. реализуются в диапазонах 2, 160, 330 и 450 МГц на радиостанциях с угловой модуляцией с фиксированным закреплением каналов связи. Лишь в некоторых подсистемах системы «Транспорт» предусматривалось использование принципа равнодоступных каналов (т р а н к и н г а).

Совершенствование сетей технологической железнодорожной радиосвязи ведется в два этапа с учетом этапов развития сети связи железных дорог и создания единой интегрированной цифровой сети связи.

Первый этап.

1. Внедрение поездной радиосвязи гектометрового диапазона (2 МГц) на основе модернизированных радиосредств: РС-46М, РС-23М, СР-234М, УС-2/4М, двухдиапазонных радиостанций РВ-1М, РВ-1.1М.

2. Внедрение поездной диспетчерской дуплексной радиосвязи системы «Транспорт» диапазона 330 МГц на основных направлениях сети железных дорог Сибири и Дальнего Востока, что позволит организовать сети радиосвязи при использовании на локомотивах трехдиапазонных радиостанций РВ-1М.

Поездная диспетчерская радиосвязь создается в двух диапазонах — дециметровом (330 МГц) и гектометровом (2 МГц).

В диапазоне 330 МГц организуется основной канал диспетчерской связи, обеспечивающий непрерывную радиосвязь ДНЦ, ЭЧЦ и поездного диспетчера по локомотивам (ТНЦ) с машинистами поездных локомотивов в пределах всего диспетчерского участка.

Сеть дуплексной поездной диспетчерской радиосвязи обеспечивает тестовую проверку исправности стационарной и возимой аппаратуры с отображением результатов контроля. В гектометровом диапазоне организуется резервный канал диспетчерской связи, используемый в основном для радиотелефонных переговоров диспетчеров с машинистами.

Связь машинистов поездных локомотивов с ДСП и по переездам организуется в гектометровом (2 МГц) и метровом (160 МГц) диапазонах.

Связь машинистов поездных локомотивов с дежурными по локомотивным депо, стрелками военизированной охраны, руководителями ремонтных работ с различными категориями абонентов, оснащенных носимыми радиостанциями организуется в метровом диапазоне волн (160 МГц) с возможностью приема на возимой радиостанции фиксированных команд и сообщений от специализированных напольных устройств или носимых радиостанций («Внимание, переезд», «Ремонт пути», «Пожар в поезде», «ЧП в поезде» и др.).

Связь машинистов поездных локомотивов с машинистами встречных и вслед идущих поездов организуется в гектометровом и метровом диапазонах волн и с помощниками машинистов при выходе последних из кабины локомотива — в диапазоне метровых волн. Помощники машинистов при этом должны иметь носимые радиостанции.

Связь начальника (бригадира) пассажирского поезда с машинистом поездного локомотива, с дежурными по станциям и переездам и различными категориями работников, оснащенных носимыми радиостанциями (дежурные по перрону, по вокзалу, сотрудники милиции и др.) организуется в метровом диапазоне волн (160 МГц).

Внутрипоездная сеть связи и громкоговорящего оповещения обеспечивает передачу информации пассажирам поезда и связь начальника поезда с членами бригады.

3. Разработка и внедрение поездной диспетчерской радиосвязи ПРС460 на основных направлениях сети дорог Европейской части России и районов Урала. При этом на подвижных объектах железнодорожного транспорта будут устанавливаться двухдиапазонные дуплексно-симплексные радиостанции дециметрового (460 МГц) и

метрового (160 МГц) диапазонов. В переходный период будут оставаться в эксплуатации радиостанции гектометрового диапазона 42РТМ-А2-ЧМ (ЖР-К-ЛП) или РК-1.

4. Станционная и ремонтно-оперативная радиосвязь (РОРС) с использованием закрепленных каналов в диапазоне метровых волн (160 МГц). Тенденция развития РОРС связана с внедрением сетей, использующих равнодоступные каналы (транкинговых сетей).

5. Радиосвязь с использованием равнодоступных каналов в диапазоне дециметровых (460 МГц) волн.

В транкинговые сети должны включаться абоненты руководящего состава, а также абоненты следующих сетей станционной и ремонтно-оперативной связи: ремонтных служб пути, электроснабжения, связи и СЦБ; работников военизированной охраны; начальника пассажирского поезда с дежурными по вокзалам, линейными пунктами милиции; службы капитального строительства; площадок погрузочно-разгрузочных работ; грузовой и коммерческой работы; радиосетей локомотивного хозяйства; пунктов коммерческого осмотра вагонов; транспортно-экспедиционных предприятий по доставке контейнеров и грузов; радиосети пожарных и восстановительных поездов.

Второй этап.

1. Создание цифровых сотовых сетей подвижной радиосвязи, принятых МСЖД (GSM-R) в соответствии с Рекомендациями UIC-751.4, которые позволят организовать каналы, обеспечивающие передачу ответственных команд в системе управления движением поездов; поездной диспетчерской радиосвязи для обеспечения связи диспетчерского аппарата с машинистами поездных локомотивов; поездной технологической радиосвязи для решения всех технологических задач, включая станционную и ремонтно-оперативную радиосвязь (кроме маневровой и горочной связи), а также радиосвязь обслуживания пассажиров за счет избыточной емкости поездной технологической радиосвязи и с выходом в сеть ЖАТС.

2. Организация связи обслуживания пассажиров и внутрипоездной радиосвязи с использованием средств железнодорожной технологической радиосвязи, сухопутной подвижной радиосвязи общего пользования и подвижной спутниковой связи.

Внутрипоездная радиосвязь должна строиться в соответствии с Рекомендациями МСЖД (ТЛС-568 с учетом требований к поездной радиосвязи ШС-751.3) и обеспечивать:

- громкоговорящее оповещение пассажиров в пределах всего поезда начальником поезда и поездным диспетчером с использованием поездной диспетчерской радиосвязи; в пределах вагона — проводником поезда;
- связь начальника поезда с проводниками и машинистами локомотива в пределах поезда, а на остановках — и в пределах перронов;
- связь пассажиров поезда с абонентами ЖАТС, абонентами в других поездах, выход в телефонную сеть общего пользования; связь с абонентами, входящими в систему железнодорожной технологической поездной радиосвязи, работающей в режиме цифровых транкинговых радиосетей и/или в системе GSM-R.

Необходимость совершенствования технологической радиосвязи обусловлена следующими задачами, стоящими перед железнодорожным транспортом:

- совершенствование структуры управления и технологии работы транспорта;
- повышение производительности труда работников и сокращение эксплуатационных расходов;
- повышение безопасности движения на основе развития систем управления движением поездов по радиоканалу;
- повышение качества обслуживания пассажиров, развитие сферы услуг и коммерческих пассажирских перевозок.

Требования, предъявляемые эксплуатационными службами железнодорожного транспорта к системе технологической радиосвязи:

- наращивание числа абонентов сетей железнодорожной радиосвязи и оснащение радиосредствами работников всех служб МПС;
- расширение зон связи и повышение надежности связи диспетчерского аппарата при организации поездной и маневровой радиосвязи;
- организация сетей радиосвязи работников ремонтных и эксплуатационных подразделений ;
- предоставление ряду категорий абонентов железнодорожного транспорта мобильных (носимых) радиотерминалов с обеспечени-

ем возможности установления оперативной связи в телефонном режиме или режиме передачи данных с аппаратом МПС, управлений и отделений дорог по сети общетехнологической связи МПС.

На современном этапе развития подвижной железнодорожной радиосвязи могут быть существенно изменены технологии ее использования. До настоящего времени радиосвязь применялась преимущественно в радиотелефонном режиме и только в отдельных технологических процессах, например, для управления маневровыми локомотивами или локомотивами соединенных поездов — в режиме передачи телеметрической информации.

В настоящее время значительное внимание должно уделяться решению задач автоматизации управления движением поездов по радиоканалу, мониторинга технологических процессов транспорта и информационного обеспечения автоматизированных систем управления.

Анализ возможностей современных средств подвижной радиосвязи показывает, что их использование позволяет обеспечить решение многих прикладных задач, в частности:

- автоматическое управление маневровыми и горочными локомотивами на станциях;
- контроль и передача диагностической информации о состоянии поезда и локомотива в депо, центры технического обслуживания;
- оповещение машинистов поездов и бортовых средств управления с помощью аппаратуры контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда (ДИСК, ПОНАБ и др.);
- интервальное регулирование движением поездов, в том числе для высокоскоростных магистралей;
- полуавтоматическая блокировка на малодеятельных линиях;
- пожарная и охранная сигнализация в депо, местах отстоя подвижного состава;
- организация радиотелефонной связи, передачи факсимильной, видеоинформации с места проведения восстановительных работ с обеспечением возможности ведения переговоров и передачи информации на уровень МПС России, управлений и отделений железных дорог;

- оповещение ремонтных бригад и машинистов поездов о приближении к месту проведения ремонтных работ;
- передача телеметрической информации для управления стационарными объектами электроснабжения, тяговыми подстанциями, шлагбаумами на неохраемых переездах, компрессорными станциями и др.;
- управление соединенными поездами повышенной массы и длины;
- идентификация и контроль местоположения поездов по стыкам дорог, границам диспетчерских участков и станций с передачей данных о поезде, включая сведения из натурального листа в реальном масштабе времени в диспетчерский центр управления дороги в систему ДИСПАРК и др.
- контроль местоположения поездов, перевозящих особо ценные и опасные грузы;
- услуги доступа к системе «Экспресс-3» для заказа и приобретения билетов в поездах.

На основании детального изучения и анализа потребностей всех служб железнодорожного транспорта в передаче речевой информации и данных и с целью обеспечения совершенствования управления перевозочным процессом на основе удовлетворения этих потребностей разработаны «Эксплуатационно-технические требования к цифровой системе радиосвязи железнодорожного транспорта России».

21.7. Цифровые системы радиосвязи

В связи с модернизацией систем технологической радиосвязи МПС России осуществляет переход к цифровым системам. На стадии испытаний находятся система транкинговой связи стандарта TETRA и система сотовой связи GSM-R.

Общая характеристика стандарта TETRA. Стандарт TETRA описывает цифровую систему радиосвязи, предоставляющую широкий спектр телекоммуникационных услуг. В их число входят индивидуальные и групповые вызовы, выход в телефонную сеть общего пользования, передача данных, а также различные дополнительные службы.

Важнейшее свойство стандарта TETRA заключается в том, что он позволяет организовать одновременную работу множества независимых виртуальных сетей, принадлежащих различным ведомствам и организациям, в рамках одной и той же системы. Абоненты каждой из них, общаясь между собой, никак не будут ощущать присутствие «чужих» сетей. В то же время при необходимости (например, в чрезвычайных ситуациях) можно оперативно организовать их взаимодействие.

Стандарт TETRA обеспечивает надежную защиту информации. Для этого предусмотрена система мер, включая обязательное шифрование радиопереговоров. Несанкционированный доступ в систему стандарта TETRA невозможен — при каждом соединении абонент и сеть проводят взаимную проверку подлинности, используя криптостойкий алгоритм. Пользователи, предъявляющие повышенные требования к конфиденциальности, могут воспользоваться услугой сквозной передачи зашифрованной информации — этот метод исключает перехват сообщений не только в эфире, но и в сетевой инфраструктуре.

Системы стандарта TETRA предоставляют абонентам широкий спектр услуг передачи данных — от пересылки коротких текстовых сообщений до организации каналов, позволяющих вести обмен информацией со скоростью 28,8 кбит/с. Абонент сети TETRA может одновременно пользоваться услугами речевой связи и передачи данных. Кроме того, абонентские радиостанции TETRA, имеющие встроенный графический дисплей и поддерживающие протокол WAP (Wireless Application Protocol — протокол беспроводных приложений), могут обращаться к информационным ресурсам ведомственных, корпоративных сетей и Интернет.

Стандарт TETRA позволяет назначить каждому абоненту определенный уровень приоритета. Пользователи, имеющие высокий приоритет, располагают безусловным правом доступа в сеть — даже если все каналы окажутся занятыми, система при поступлении запроса немедленно разорвет одно из текущих соединений и предоставит канал связи. В стандарте TETRA используются специальные методы обработки речевого сигнала, которые обеспечивают не только верную передачу тембра голоса, но и сохранение разборчивости

при работе в условиях сильных внешних шумов (например, на стройплощадках, железнодорожных станциях и т.д.). В момент перехода абонента из одной зоны обслуживания в другую разговор не прерывается.

Таким образом, стандарт TETRA позволяет создавать цифровые сети радиосвязи, в полной мере отвечающие потребностям самых разных абонентов. Несмотря на то, что стандарт включает сегодня все необходимые производителям спецификации, работы по его расширению продолжают. Так, ведется разработка технологии, которая позволит значительно увеличить дальность радиосвязи — до 100 км. Кроме того, совершенствуется спецификация TETRA PDO — специальная версия стандарта, ориентированная только на пакетную передачу данных.

В соответствии со спецификацией V+D, реализующейся в стандарте TETRA, пользователю для передачи данных предоставляется одна из трех услуг: передача данных с коммутацией цепей (CD), передача коммутируемых пакетов данных (PD) и передача коротких сообщений (SDS). Метод CD в основном предназначен для транспортировки больших объемов данных поверх основного трафика канала, причем в каждом канале шириной 25 кГц задействуется один из четырех тайм-слотов. Именно в этом случае стандарт TETRA обеспечивает нужное качество обслуживания, так как по требованию можно зарезервировать необходимую полосу пропускания. Если пользователю необходимо повысить пропускную способность, можно объединить два-четыре временных слота и установить канал связи сквозным из конца в конец, а для повышения скорости пользователю придется понижать степень защищенности такого канала.

Что касается режима PD, то на сегодняшний день это наиболее интересный и перспективный метод, что связано в основном с общемировыми тенденциями, в частности, с сетью Интернет. Тотальное распространение IP-протокола и, как следствие, приложений, базирующихся на IP, нашло свое применение и в сетях TETRA. В данном случае мобильная радиостанция выступает в качестве IP-клиента, а сеть TETRA — в качестве транспортной среды. Такая схема отличается повышенными гибкостью и надежностью за счет

существования различных путей доставки радиосигнала, готовности к увеличенному трафику, возможности подсоединения к радиостанции практически любого компьютерного оборудования и, естественно, поддержки стандартных продуктов и приложений.

Функциональные схемы построения различных сетей связи стандарта TETRA представляются как совокупность элементов сети, соединенных определенными интерфейсами. Сети стандарта TETRA содержат следующие основные элементы:

- базовая приемопередающая станция BTS (Base Transceiver Station) — базовая стационарная радиостанция, обеспечивающая связь в определенной зоне (ячейке). Такая станция выполняет основные функции, связанные с передачей радиосигналов: сопряжение с мобильными станциями, шифрование линий связи, пространственно-разнесенный прием, управление выходной мощностью мобильных радиостанций, управление радиоканалами;

- устройство управления базовой станцией BCF (Base Station Control Function) — элемент сети с возможностями коммутации, который управляет несколькими базовыми станциями и обеспечивает доступ к внешним сетям, а также используется с целью подключения диспетчерских пультов и терминалов для эксплуатационного и технического обслуживания;

- контроллер базовой станции BSC (Base Station Controller) — элемент сети с большими по сравнению с устройством BCF коммутационными возможностями, позволяющий обмениваться данными между несколькими BCF. BSC имеет гибкую модульную структуру, позволяющую использовать большое число интерфейсов разного типа;

- диспетчерский пульт — устройство, подключаемое к контроллеру базовой станции по проводной линии и обеспечивающее обмен информацией между оператором (диспетчером сети) и другими пользователями сети. Часто используется для широковещательной передачи информации, создания групп пользователей и т.п.;

- мобильная станция MS (Mobile Station) — радиостанция, используемая подвижными абонентами;

- стационарная радиостанция FRS (Fixed Radio Station) — радиостанция, используемая абонентом в определенном месте;

- терминал технического обслуживания и эксплуатации — терминал, подключаемый к устройству управления базовой станцией ВСФ и предназначенный для контроля за состоянием системы, проведения диагностики неисправностей, учета тарификационной информации, внесения изменений в базу данных абонентов и т.п. С помощью таких терминалов реализуется функция управления локальной сетью LNM (Local Network Management). Благодаря модульному принципу разработки оборудования, сети связи стандарта TETRA могут быть реализованы с разными иерархическими уровнями и различной географической протяженностью (от локальных до национальных). Функции управления базой данных и коммутации распределяются по всей сети, что обеспечивает быструю передачу вызовов и сохранение ограниченной работоспособности сети даже при потере связи с ее отдельными элементами.

На национальном или региональном уровне структура сети может быть реализована на основе сравнительно небольших, но полных подсетей TETRA, соединенных между собой с помощью межсистемного интерфейса ISI для создания общей сети. При этом возможно централизованное управление сетью. Вариант построения такой сети показан на рис. 21.7.

Каждая подсеть TETRA выполняет свои функции управления и коммутации, а также предоставляет возможность для централизованного управления более высокого уровня. Структура подсети зависит от нагрузки, а также от требований к эффективности установления связи. В случае, если не требуется резервирование каналов, возможно и достаточно создание подсети по конфигурации звезды. При использовании линейных трактов подсеть TETRA может быть реализована в виде длинной линии (цепи). В этом случае каждый модуль устройства управления базовой станцией ВСФ наряду с требуемой дальностью связи обеспечивает локальный доступ к внешним сетям. Простейшая конфигурация подсети TETRA включает только один модуль ВСФ.

В сетях связи стандарта TETRA предусматриваются различные способы обеспечения отказоустойчивости, позволяющие в случае отказа отдельных элементов сети сохранять полную или частичную работоспособность, возможно — с ухудшением ряда параметров,

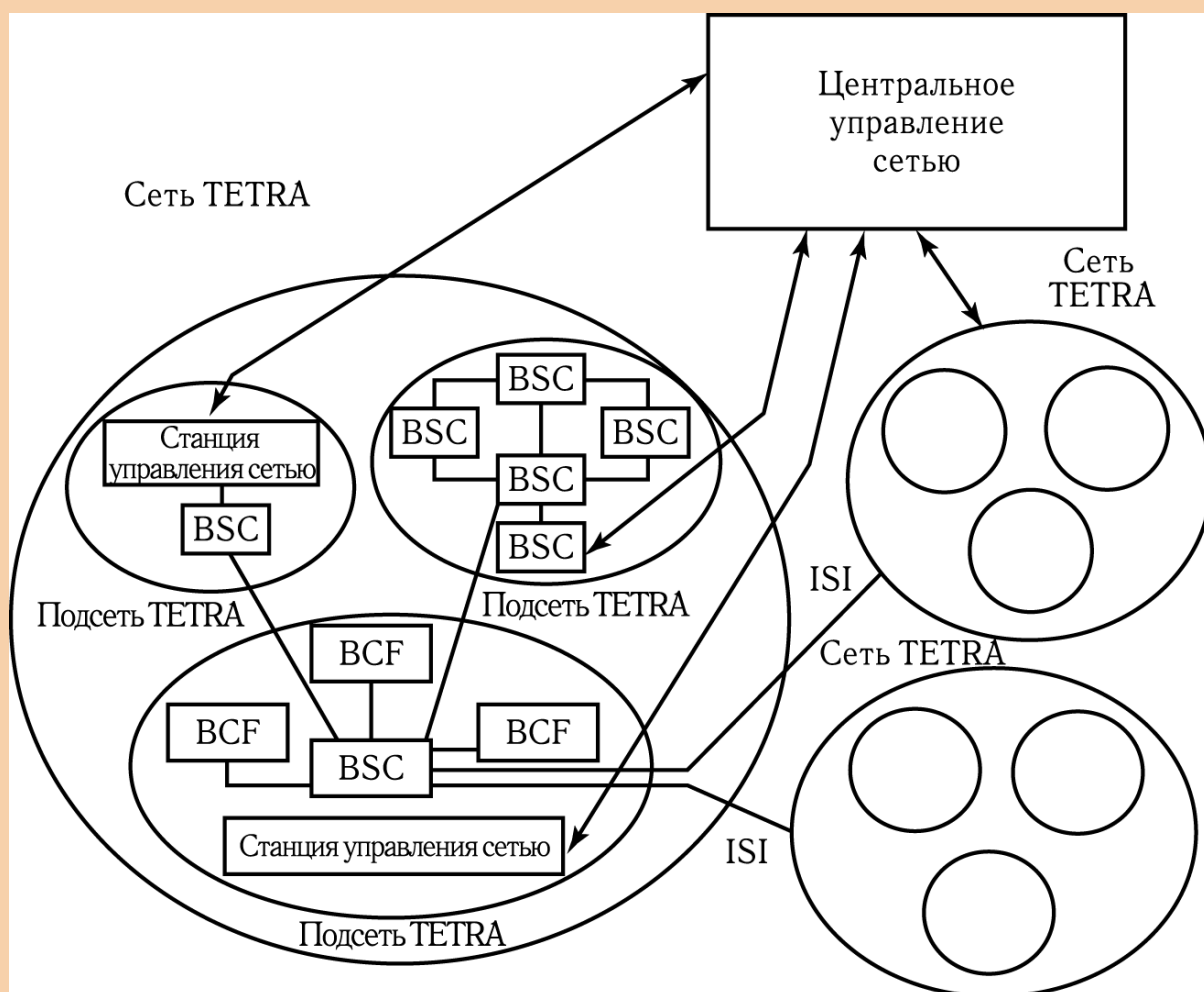


Рис. 21.7. Схема организации сети TETRA

таких, как время установления соединения и т.д. Для сетей национального уровня, как правило, используется несколько альтернативных маршрутов соединения сетей регионального уровня. В региональных сетях подобные альтернативные маршруты используются для соединения контроллеров базовых станций. Кроме этого, для региональных сетей предусматривается взаимное копирование баз данных в контроллерах базовых станций.

Общая характеристика GSM-R. Система радиосвязи GSM-R разработана на основе сотового стандарта GSM и ориентирована на удовлетворение потребностей европейских железных дорог в обмене информацией с подвижными объектами, а также на создание условий для реализации систем управления движением с использованием радиоканалов за счет применения полос шириной 4 МГц в диапазонах 876—880 МГц и 921—925 МГц (рис. 21.8).

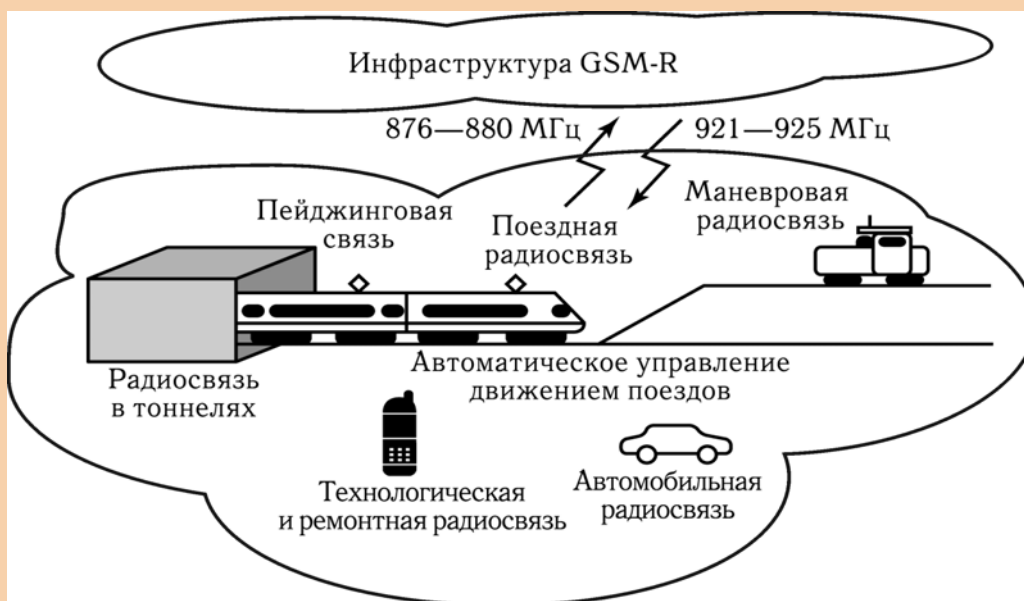


Рис. 21.8. Схема организации радиосвязи по GSM-R

Железнодорожный участок разбивается на несколько районов, покрываемых распорядительными центрами RBC. В системе формируются команды управления, осуществляется контроль скорости, определяется местоположение поезда. Во время связи между поездом и центром RBC возможна дуплексная передача. Например, центр передает разрешение для движения поезда, а поезд — информацию о своем местонахождении.

Стандарт GSM был принят Международным союзом железных дорог (МСЖД) в 1993 г. в качестве базовой технологии для реализации железнодорожной системы цифровой связи. Но так как данный стандарт не обладал сервисом, необходимым для профессиональных систем, то в 1993 г. МСЖД сделал запрос в ETSI (European Telecommunication Standards Institute) на реализацию дополнительных свойств ASCII. Они включают в себя расширенные многоуровневые приоритеты, резервирование, услуги широкополосного речевого оповещения и речевого группового вызова. Наряду с ASCII для удовлетворения требований железных дорог на услуги поездной, маневровой радиосвязи, передачи данных для управления движением поездов, телеуправления и т.д. должны быть реализованы функциональная адресация, адресация в зависимости от текущего местоположения и обработка вызовов с высоким приоритетом.

Сеть GSM-R можно разделить на несколько подсистем:

- бортовые устройства;
- стационарные устройства;
- центр управления.

Разделение задач между тремя управляющими подсистемами осуществляется следующим образом:

- центр управления берет на себя управление маршрутами и обеспечивает поездам бесконфликтное назначение участков пути (регулирование порядка следования поездов);
- бортовые устройства выдают задания стационарным устройствам в соответствии с назначенными им маршрутами и контролируют движение поездов;
- стационарные устройства выполняют, в свою очередь, функции управления и контроля стрелок, подходов к пассажирским платформам и переездам.

Каждая из подсистем имеет свой доступ к сети радиосвязи и способна взаимодействовать с другими подсистемами. Распределение функций обеспечения безопасности между несколькими подсистемами потребовало формирования единой базы данных. Это необходимо прежде всего для согласования данных на поездах и в центре управления. Поэтому подсистемы работают с данными единого атласа линии, содержащего всю описывающую эту линию информацию. К ней относятся, наряду с топологическими сведениями (модель линии, местоположение стрелок и переездов), данные о максимально допустимых скоростях и адресации в системе радиосвязи.

Сеть GSM-R состоит из сотов, расположенных вдоль железной дороги или на территории станции. Каждая ячейка сотов оборудуется одним или несколькими приемопередатчиками в зависимости от нагрузки. Каждый контроллер базовой станции прикреплен к определенным номерам сотов. Контроллеры базовых станций соединены с центром управления MSC (Mobile Switching Center)/VLR (Visitor Location Register). MSC устанавливает внешние соединения и обеспечивает интерфейс с другими сетями (рис. 21.9), где используются следующие сокращения:

- AUC (Authentication Center) — центр аутентификации;
- BSC (Base Station Controller) — контроллер базовой станции;
- BTS (Base Station System) — приемопередатчик базовой станции;

GCR (Group Call Register) — регистр группировки вызовов;
 EIR (Equipment Identification Register) — регистр идентификации оборудования;
 SMS (Short Message Service) — служба коротких сообщений;
 VMS (Visitor Management Server) — сервер управления перемещениями;
 OSS (Operation System Server) — сервер центра управления;
 OMC (Operation and Maintenance Center) — центр управления и обслуживания;
 SCP (Service Control Point) — пункт управления услугами связи;
 IN (Intelligent Networks) — интеллектуальная сеть;
 PABX (Private Automatic Branch Exchange) — автоматический коммутатор выделенных каналов.

Все сетевые компоненты в стандарте GSM-R взаимодействуют в соответствии с системой сигнализации ITU-T SS.No (CCITT SS №7).

Центр коммутации обслуживает группу сотов и обеспечивает все виды соединений подвижной станции.

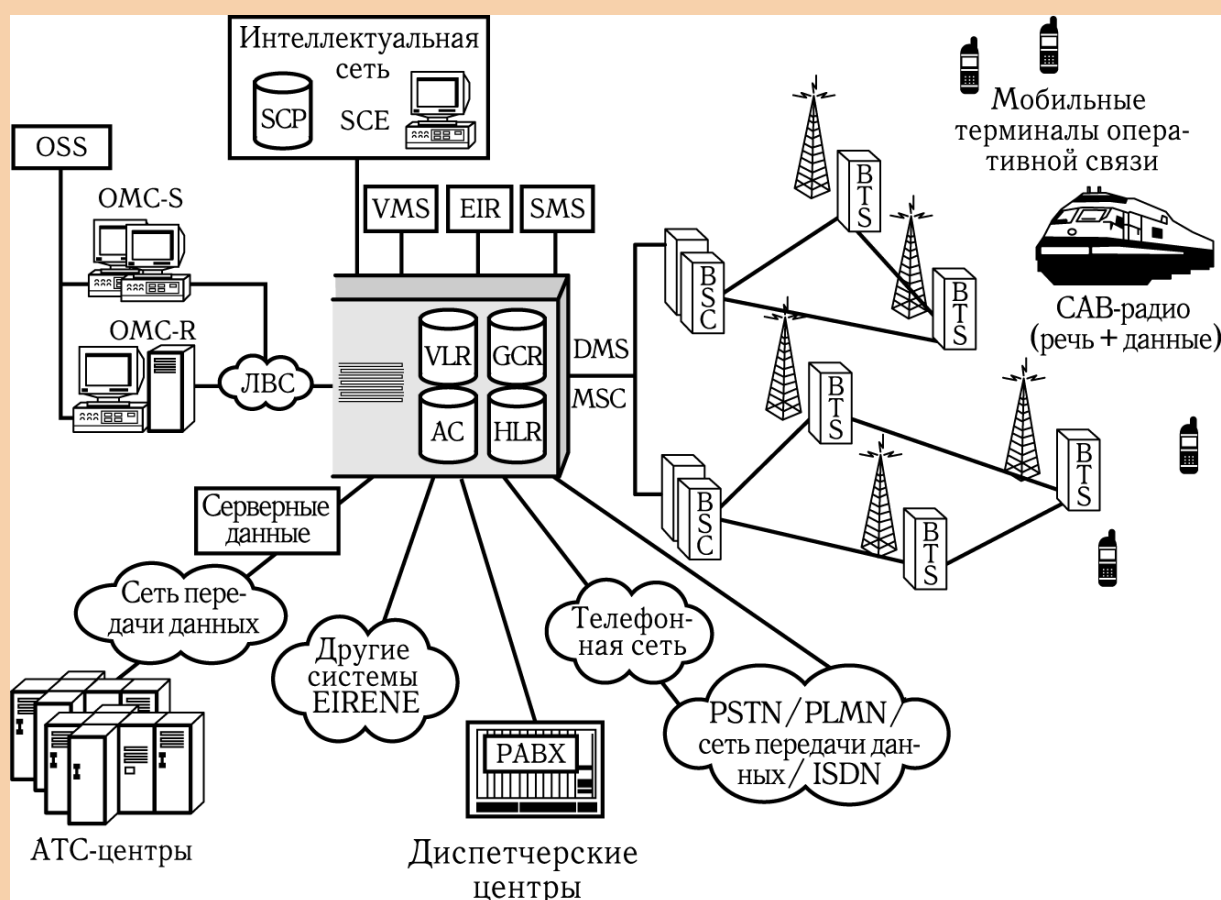


Рис. 21.9. Схема сети GSM-R

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Архипов Е.В., Гуревич В.Н.* Справочник электромонтера СЦБ. М.: Транспорт, 1999. — 351 с.
2. *Буканов М.А.* Безопасность движения поездов (в условиях нарушения нормальной работы устройств СЦБ и связи). М.: Транспорт, 1990. — 112 с.
3. *Волков В.М., Зорько А.П., Прокофьев В.А.* Технологическая телефонная связь на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 1990. — 293 с.
4. *Волков В.М., Лебединский А.К., Павловский А.А., Юркин Ю.В.* / Под ред. *В.М. Волкова.* Автоматическая телефонная связь на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 1996. — 342 с.
5. *Гапеев В.И., Пищик Ф.П., Егоренко В.И.* Обеспечение безопасности движения и предупреждения травматизма на железнодорожном транспорте. Минск, 1994. — 310 с.
6. *Грачев Г.Н., Колужный К.О., Липовецкий Ю.А., Цывин М.Е.* Кодовая автоблокировка на электронной элементной базе / Автоматика, телемеханика и связь, №7, 1995. — С. 28—29.
7. *Казаков А.А., Бубнов В.Д., Казаков Е.А.* Автоматизированные системы интервального регулирования движения поездов. М.: Транспорт, 1995. — 320 с.
8. *Козлов П.А.* Курс — на комплексную автоматизацию сортировочных станций // Автоматика, связь, информатика, №1, 2001. — С. 6—9.
9. *Кондратьева Л.А., Борисов Б.Б.* Устройства автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте. М.: Транспорт, 1991. — 407 с.
10. *Косова В.В.* Оперативно-технологическая связь отделения железной дороги. М.: Транспорт, 1993. — 144 с.
11. *Кравцов Ю.А., Нестеров В.Л., Лекута Г.Ф.* Системы железнодорожной автоматики и телемеханики. М.: Транспорт, 1996. — 400 с.

12. *Иванова Т.И.* Абонентские терминалы и компьютерная телефония. М.: Эко-Трендз, 1999. — 240 с.
13. Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации: ЦД-790 / МПС России. М.: Техинформ, 2000. — 317 с.
14. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве работ по техническому обслуживанию и ремонту устройств СЦБ: ЦЩ/530 / МПС России. М.: Трансиздат, 1998. — 96 с.
15. Инструкция по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации / МПС России. М.: Транспорт, 2000. — 128 с.
16. Инструкция по эксплуатации железнодорожных переездов МПС России: ЦП/483 / МПС России. М.: Транспорт, 1997. — 103 с.
17. *Петров А.Ф.* Устройство заграждения железнодорожного переезда // Автоматика, связь, информатика, №7, 1998. — С. 24—28.
18. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации / МПС России. М.: Техинформ, 2000. — 190 с.
19. *Сапожников В.В., Елкин Б.Н., Кокурин И.М., Кондратенко Л.Ф., Кононов В.А.* Станционные системы автоматики и телемеханики. М.: Транспорт, 1997. — 432 с.
20. *Слепов Н.Н.* Синхронные цифровые сети SDH. М.: Эко-Трендз, 1998. — 148 с.
21. *Соколов С.В.* Автоматизированное рабочее место поездного диспетчера — АРМ ДНЦ «Сетунь» / Автоматика, связь, информатика, №5, 2001. — С. 13—16.
22. Современные телекоммуникации железнодорожного транспорта / Под ред. *Г.В. Горелова*. — УМК МПС РФ, 2000. — 577 с.
23. *Убайдуллаев Р.Р.* Волоконно-оптические сети. М.: Эко-Трендз, 1998. — 240 с.
24. *Чернин М.А., Протопопов О.В.* Автоматизированная система диспетчерского контроля // Автоматика, связь, информатика, №10, 1999. — 48 с.
25. *ЩигOLEв С.А., Талалаев В.И., Шевцов В.А., Сергеев Б.С.* Алгоритм функционирования системы УКП СО и увязка с полуавтоматической блокировкой // Автоматика, связь, информатика, №5, 1999. — С. 10—14.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3

Раздел I

СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

<i>Глава 1. Элементы систем регулирования движения</i>	6
1.1. Классификация систем	6
1.2. Общие сведения об элементах систем	9
1.3. Общие сведения о реле	11
1.4. Реле постоянного тока	16
1.5. Реле переменного тока	24
1.6. Трансмиттеры и электронные приборы	26
<i>Глава 2. Светофоры</i>	31
2.1. Назначение, виды и места установки светофоров	31
2.2. Сигнализация светофоров	37
2.3. Классификация и устройство светофоров	43
<i>Глава 3. Электропитание устройств автоматики и телемеханики</i> ..	46
3.1. Аппаратура электропитания	46
3.2. Системы электропитания	49
<i>Глава 4. Рельсовые цепи</i>	52
4.1. Устройство, принцип действия и назначение рельсовых цепей ..	52
4.2. Классификация рельсовых цепей	56
4.3. Основные режимы работы рельсовых цепей	58
4.4. Надежность работы рельсовых цепей	61
4.5. Схемы рельсовых цепей	63
<i>Глава 5. полуавтоматическая блокировка</i>	73
5.1. Назначение и принципы построения полуавтоматической блокировки	73
5.2. Способы фиксации проследования и контроля прибытия поезда	78
5.3. Релейная полуавтоматическая блокировка системы ГТСС	80

<i>Глава 6. Автоматическая блокировка</i>	<i>91</i>
6.1. Общие сведения и классификация систем автоблокировки	91
6.2. Системы сигнализации	94
6.3. Принципы построения автоблокировки постоянного тока	97
6.4. Принципы построения двухпутной автоблокировки переменного тока	107
<i>Глава 7. Автоматическая локомотивная сигнализация и автостопы</i>	<i>119</i>
7.1. Общие сведения	119
7.2. Автоматическая локомотивная сигнализация непрерывного типа	121
7.3. Автоматическая локомотивная сигнализация единого ряда с непрерывным каналом связи	129
7.4. Система автоматического управления тормозами	130
<i>Глава 8. Ограждающие устройства на переездах</i>	<i>133</i>
8.1. Назначение и виды автоматических ограждающих устройств на переезде	133
8.2. Управление переездными светофорами и автоматическими шлагбаумами	139
8.3. Устройство заграждения железнодорожного переезда	143
<i>Глава 9. Электрическая централизация стрелок и сигналов</i>	<i>147</i>
9.1. Назначение и классификация систем электрической централизации	147
9.2. Оборудование станции устройствами релейной централизации	151
9.3. Стрелочные электроприводы	170
9.4. Схемы управления стрелками	175
9.5. Релейная централизация промежуточных станций	179
9.6. Релейная централизация для средних и крупных станций	189
9.7. Принципы построения блочной маршрутно-релейной централизации	201
9.8. Микропроцессорные системы ЭЦ	211
<i>Глава 10. Механизация и автоматизация работы сортировочных горок</i>	<i>223</i>
10.1. Принципы механизации и автоматизации работы сортировочных станций	223
10.2. Горочные вагонные замедлители	227

10.3. Горочный пульт управления	229
10.4. Комплексная автоматизация работы сортировочных станций	237
10.5. Действия дежурного по горке при нарушении нормальной работы устройств автоматизации и механизации	241
<i>Глава 11. Диспетчерская централизация</i>	<i>244</i>
11.1. Общие сведения	244
11.2. Аппараты управления и контроля	246
11.3. Основные требования, предъявляемые к поезвному диспетчеру и дежурному по станции	254
<i>Глава 12. Диспетчерский контроль за движением поездов и системы технической диагностики</i>	<i>256</i>
12.1. Общие сведения	256
12.2. Система частотного диспетчерского контроля	258
12.3. Автоматизированная система диспетчерского контроля АСДК	261
12.4. Система телеконтроля	262
12.5. Системы контроля состояния подвижного состава на ходу поезда	264
<i>Глава 13. Безопасность движения поездов при неисправности устройств СЦБ</i>	<i>271</i>
13.1. Обеспечение безопасного движения поездов при полуавтоматической блокировке	271
13.2. Организация безопасного движения поездов при АБ	274
13.3. Организация безопасного движения на переездах	277
13.4. Организация безопасного движения поездов при неисправности устройств ЭЦ	281

Раздел II СВЯЗЬ

<i>Глава 14. Особенности и назначение железнодорожной связи</i>	<i>291</i>
14.1. Состояние сети связи МПС России	291
14.2. Основные понятия и определения	292
14.3. Виды железнодорожной связи и их назначение	293
14.4. Перспективы развития телекоммуникаций на железнодорожном транспорте	295

<i>Глава 15. Линии связи</i>	297
15.1. Назначение и классификация линий связи	297
15.2. Воздушные и кабельные линии связи	298
15.3. Волоконно-оптические линии связи	302
<i>Глава 16. Телефонные аппараты и коммутаторы</i>	306
16.1. Принцип телефонной передачи речи. Схема двусторонней телефонной передачи	306
16.2. Конструкция телефонных аппаратов. Телефонные аппараты технологической связи	309
16.3. Телефонные коммутаторы. Назначение и принцип действия	313
16.4. Коммутаторы оперативной и оперативно-технологической связи	315
16.5. Цифровые телефонные аппараты и коммутаторы	319
<i>Глава 17. Телеграфная связь и передача данных</i>	324
17.1. Принцип организации и назначение телеграфной связи	324
17.2. Телеграфные аппараты. Автоматическая телеграфная связь	328
17.3. Создание сети передачи данных железных дорог России	334
<i>Глава 18. Автоматическая телефонная связь на железнодорожном транспорте</i>	339
18.1. Принципы автоматической коммутации. Общие сведения о системах АТС	339
18.2. АТС координатной системы и квазиэлектронные АТС	344
18.3. Цифровые АТС	347
18.4. Аппаратура оперативно-технологической связи с временной коммутацией	349
<i>Глава 19. Многоканальные системы передачи</i>	352
19.1. Особенности каналов связи и методы их уплотнения	352
19.2. Аналоговые многоканальные системы передачи	358
19.3. Цифровые многоканальные системы передачи	360
19.4. Цифровая первичная сеть	360
<i>Глава 20. Технологическая телефонная связь на железнодорожном транспорте</i>	367
20.1. Классификация и назначение технологической связи	367

20.2. Системы избирательного вызова	375
20.3. Магистральная и дорожная технологическая связь	382
20.4. Оперативно-технологическая связь отделения железной дороги	385
20.5. Станционная технологическая связь	391
20.6. Единая цифровая платформа для организации общетехнологической и оперативно-технологической связи	395
<i>Глава 21. Радиосвязь</i>	<i>399</i>
21.1. Основные понятия	399
21.3. Станционная радиосвязь	402
21.3. Поездная радиосвязь	404
21.4. Ремонтно-оперативная радиосвязь	406
21.5. Радиорелейная связь	408
21.6. Перспективы развития железнодорожной радиосвязи	411
21.7. Цифровые системы радиосвязи	416
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	425

Учебное издание

**Любовь Александровна Кондратьева
Оксана Николаевна Ромашкова**

**СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

*Учебник для студентов техникумов
и колледжей ж.-д. транспорта*

Редактор *В.В. Космин*

Корректор *Н.А. Каменская*

Компьютерная верстка *Н.П. Якушина*

Изд. лиц. ИД № 04598 от 24.04.2001 г. Подписано в печать 10.10.2003.

Формат 60×88¹/₁₆. Усл.-печ. л. 27,0. Тираж 9000 экз.

Издательство «Маршрут», 107078, Москва, Басманный пер., д. 6
УМК МПС России

Отпечатано в типографии

ISBN 5-89035-094-3

