

**«O‘ZBEKISTON TEMIR YO‘LLARI»
AKSIYADORLIK JAMIYATI**

TOSHKENT TEMIR YO‘L MUHANDISLARI INSTITUTI

«Temir yo‘l transportida avtomatika va telemexanika» kafedrası

«Стрелка ва сигналларни телебошқариш»

FANIDAN

O‘ Q U V–U S L U B I Y M A J M U A

1.1. MA‘RUZALAR

ЛЕКЦИЯ №1

ВВЕДЕНИЕ. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ.

Работа современного железнодорожного транспорта характеризуется интенсивным движением поездов с высокими скоростями и поэтому требует широкого применения устройств телеуправления стрелками и сигналами — эффективного технического средства, обеспечивающего безопасность следования поездов и повышающего пропускную способность станций.

Необходимость обеспечения безопасности движения поездов на станциях возникла уже в первые годы существования железных дорог. Устройства управления стрелками и сигналами того времени были весьма примитивными. Перевод стрелок и открытие сигналов (семафоров) осуществлялись вручную, стрелки запирались специальными замками с переносными ключами, что позволяло контролировать их соответствие устанавливаемому маршруту, замыкать его и лишь после этого открывать сигнал (ключевая зависимость). Примерно с середины XIX века начали применяться устройства механической централизации, которые позволили управлять стрелками и семафорами из одного централизованного поста. Для этого прокладывались передвижавшиеся на катках металлические трубы, которые соединяли стрелки и семафоры с управляющими рычагами поста.

В дальнейшем металлические трубы заменили гибкой проволочной передачей. При механической централизации использовалось центральное взаимозамыкание между стрелками и сигналами, находящимися на дистанционном управлении, и поэтому при ее введении было достигнуто значительное сокращение времени на приготовление маршрутов.

Постепенное совершенствование техники управления привело к созданию электромеханической централизации, в которой зависимости между стрелками осуществлялись механически в ящиках зависимости, а стрелки оборудовались электроприводами. Это позволило устранить один из главных недостатков механической централизации — ограниченность радиуса действия гибкой передачи.

Внедрение электрической централизации, в которой все замыкающие и контрольные функции выполняются с помощью реле непосредственно в цепях управления стрелками и сигналами (светофорами), началось в первой половине XX века. По сравнению с предшествовавшими системами электрическая централизация с методами прямого и кодового управления стрелками и сигналами практически имеет неограниченный радиус действия, а схемные зависимости обуславливают гибкость системы и возможность ее использования в различных эксплуатационных условиях.

В настоящее время устройствами электрической централизации в Узбекистане оборудованы многие станции. Применение блочных систем способствует ускорению их проектирования, изготовления и строительства. Станции с сортировочными горками оборудуются горочной автоматической централизацией, предусматривающей накопление управляющих команд для

перевода стрелок в соответствии с предстоящим маршрутом следования вагонов при роспуске состава с горки и последующий их перевод при подходе к ним очередных отцепов. В сочетании с системой автоматического регулирования скорости скатывания отцепов, телеуправления горочными локомотивами и другими устройствами централизации обеспечивают высокую перерабатывающую способность станций и обеспечивают высокий уровень безопасности движения поездов.

Для пропуска необходимого числа поездов и выполнения с ними всех необходимых технологических операций по безопасной перевозке грузов и пассажиров вся железная дорога делится на участки пути, отделяемые друг от друга отдельными пунктами с путевым развитием. Под путевым развитием понимаются станционные пути, соединённые между собой при помощи стрелочных переводов, которые позволяют переводить подвижные единицы с одного пути на другой.

В соответствии с Правилами Технической Эксплуатации (ПТЭ) железных дорог Республики Узбекистан, станцией называется отдельный пункт, имеющий путевое развитие, позволяющий производить операции: по приему, отправлению, скрещению и обгону поездов; по приему и выдаче грузов, и обслуживанию пассажиров; выполнять маневровую работу по расформированию поездов и технические операции с поездами. Если станция предназначена для выполнения ограниченного числа операций, то она может называться разъездом (операции приема, отправления, обгона и скрещенния) или обгонным пунктом (операции приема, отправления и обгона).

Любая из вышеперечисленных станционных операций включает в себя движение. Например, для того чтобы осуществить на станции формирования пассажирского поезда посадку пассажиров, вагоны поезда следует переместить из цеха ремонта и экипировки пассажирских вагонов (РЭП) на станционный приемоотправочный путь, оборудованный пассажирской платформой. Поэтому, основой технологии работы станции является оптимальная организация передвижений. Оптимизация передвижений может быть достигнута за счет того, что предусматриваются:

а) максимальная возможность одновременной организации нескольких передвижений;

б) исключение излишних перепробегов подвижных единиц при их перестановке с одного пути на другой;

в) трассы движения подвижных единиц в любых операциях (приема, передачи, отправления, подачи локомотивов под поезда и их уборки в депо, перестановки с одного пути на другой и т.д.) должны иметь минимальную длину и минимальное количество расположенных по трассе стрелок;

г) пути станции целесообразно в максимальной степени специализировать по направлениям движения пропорционально числу поездов пропускаемых в каждом направлении;

д) минимальное различие в загрузке стрелок.

Документом, в котором отражена полная техническая характеристика всех станционных объектов, их назначение, а так же методы и способы выполнения

технологических операций движения является технико-распорядительный акт станции (ТРА).

Станционные пути это пути в границах станции. Каждый станционный путь предназначен для выполнения вполне определенных технологических операций. Станционные пути бывают: приемоотправочные; приема; отправления; сортировочные; погрузочно-выгрузочные; вытяжные; деповские (локомотивного и вагонного хозяйств); к контейнерным пунктам, базам, топливным складам; подъездные (ведущие к различным предприятиям); к пунктам промывки, очистки и дезинфекции вагонов; пути ремонта подвижного состава; прочие пути, назначение которых определяется производимыми на них операциями. Пути, предназначенные для выполнения одних и тех же операций, объединяются в группы и называются парками путей. Парки путей могут быть расположены различным образом и обязательно соединяются между собой путями, которые называются соединительными. Парки путей, тупики, вытяжки и соединительные линии являются путевым развитием станции. Пример соединения парков путей крупной станции показан на рис. 1. На нем обозначено: **ПП** - парк приёма грузовых поездов; **СП** - сортировочный парк; **ПО** - парк отправления грузовых поездов; **ПОП** - приемоотправочный парк пассажирских и транзитных поездов; **ЛХ** - локомотивное хозяйство.

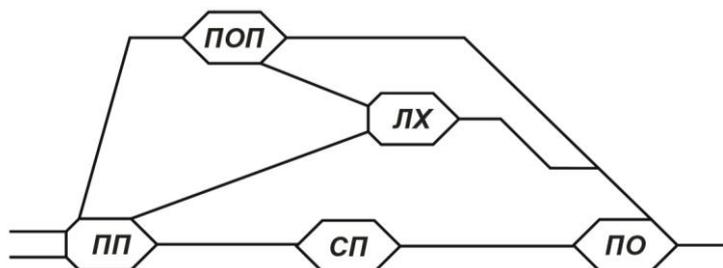


Рис. 1. Расположение парков путей крупной станции

ЛЕКЦИЯ №2 ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ ПРЕДМЕТА.

Наиболее важными автоматами централизации, при помощи которых осуществляется управление движением, являются автоматы управления и контроля положения стрелками и светофорами. Любой автомат управления объектом или контроля его положения может быть представлен в виде трехзвенной структуры, показанной на рис.4.

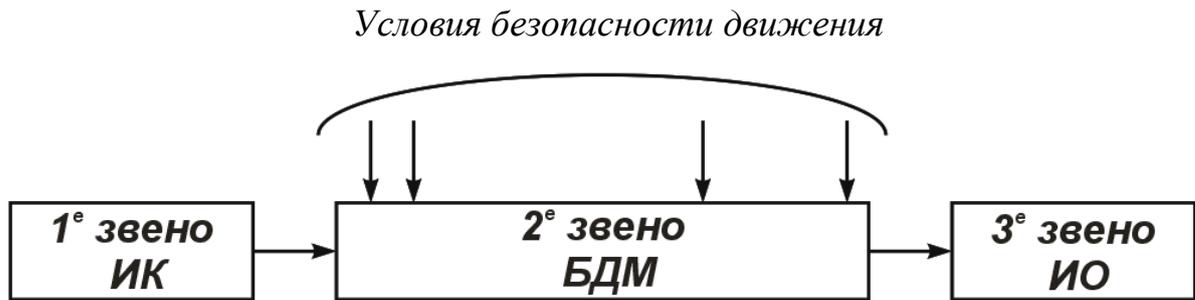


Рис.4. Структура станционного автомата

Рассмотрим назначение отдельных звеньев применительно к автомату управления стрелкой. Первое звено представляет собой источник команд на перевод стрелки (*ИК*) в качестве которого могут быть использованы кнопки, рукоятки, контакты реле, выходы микропроцессоров. Второе звено является многотактным дискретным автоматом, обеспечивающим безопасность движения и механизацию процесса перевода стрелки (*БДМ*). Третьим звеном - исполнительным органом (*ИО*), является шибер стрелочного электропривода. Шибер через рабочую и соединительную тяги перемещает острия стрелки.

На рис.4 отображено основное назначение станционных автоматов, которое состоит в том, чтобы при подготовке и выполнении операций движения автоматически осуществлять проверку условий безопасности движения (БД). Проблемы механизации, централизации и полной автоматизации процесса управления стрелками и светофорами являются задачами второго плана, однако их решение позволяет:

- а) повысить пропускную и перерабатывающую способность станций, а также производительность труда;
- б) улучшить условия и безопасность труда;
- в) повысить оперативность управления;
- г) обеспечить высокое качество транспортной продукции.

При рассмотрении станционных автоматов используется ряд специфических терминов, суть которых поясняется ниже.

Станция - отдельный пункт, имеющий путевое развитие, позволяющее производить операции по приему, отправлению, скрещению, обгону поездов, обслуживанию пассажиров, приему, выдаче грузов, а при развитых путевых устройствах - маневровую работу по формированию (расформированию) железнодорожных составов и технические операции с поездами.

Перегон - часть железнодорожной линии, ограниченная смежными станциями, разъездами, обгонными пунктами или путевыми постами.

Переезд - место пересечения железнодорожных путей в одном уровне автомобильными дорогами и трамвайными путями.

Сигнал - условный видимый или звуковой знак, при помощи которого подается определенный приказ.

Стрелочный перевод - устройство, служащее для перевода подвижного состава с одного пути на другой. Стрелочные переводы состоят из стрелок, крестовин и соединительных путей между ними. Крестовины могут быть с неподвижным или подвижным сердечником.

Маршрут - специально организованный путь следования подвижного состава полностью или частично проходящий по станционным путям, путевым участкам и стрелкам.

Зависимость - предполагает, что возможность и результат работы **ИО** (см. рис.4) автомата определяются наличием каких-либо условий (факторов). Например, для светофора, по разрешающему показанию которого будет выполняться технологическая операция приема поезда, одним из условий включения на светофоре разрешающего показания (условий БД) является свобода от подвижного состава пути, на который будет приниматься поезд. Этим условием определяется возможность работы автомата. В рассматриваемом примере, в результате работы автомата на светофоре может быть включено одно из следующих показаний: желтый; желтый мигающий; зеленый; два желтых; два желтых с миганием верхнего огня и т.д. Вид разрешающего показания определяется (зависит) от трассы маршрута, марки крестовины входящих в маршрут стрелок, показания следующего по ходу светофора.

Замыкание — термин употребляется в двух смыслах:

а) механический смысл предполагает исключение возможности механического перемещения звена при наличии воздействий на звено. Например, в конструкцию стрелочного электропривода входит зубчатая линейка называемая **шибером**. Шибер через рабочую и связную тяги соединен с остряками стрелки. Чтобы при движении по стрелке в результате воздействия колес поезда остряки не могли бы перемещаться, шибер нужно жестко зафиксировать относительно рельс (замкнуть).

б) электрический смысл предполагает исключение возможности работы звена **ИО** (см.рис 4) даже при наличии воздействия от **ИК**. Электрическое замыкание в релейных системах выполняется размыканием контакта в электрической цепи второго звена (рис.4). В бесконтактных и микропроцессорных системах электрическое замыкание выполняется подачей сигнала запрета на вход логического элемента.

Размыкание - смысл термина противоположен смыслу термина замыкания. Довольно часто вместо термина замыкание применяется термин **разделка**.

ЛЕКЦИЯ №3

ХАРАКТЕРИСТИКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ НА СТАНЦИИ.

Являясь составной частью железнодорожного транспорта, станции имеют решающее значение в его работе. На них размещаются основные устройства, обеспечивающие пропускную и провозную способность железнодорожных линий, это сортировочные устройства, станционные сооружения и устройства путевого развития, вокзалы, грузовые районы, посты централизации и другие, локомотивные и вагонные депо, пункты технического осмотра и ремонта вагонов и локомотивов, устройства автоматики, телемеханики и связи, дистанций пути, энергоснабжения и контактной сети и т.д.

Начальные и конечные операции перевозочного процесса: посадка и высадка пассажиров, погрузка и выгрузка грузов, багажа и грузобагажа совершаются на станциях.

От работы станций зависит выполнение основных качественных показателей железнодорожного транспорта: культурное обслуживание пассажиров, как на вокзалах, так и в поездах, за счет создания сервис-центров, а в области грузовых перевозок — создание центров фирменного транспортного обслуживания (ЦФТО) грузоотправителей и грузополучателей по строгому выполнению заявленной погрузки в соответствии с установленной номенклатурой грузов, а за счет внедрения Автоматизированной системы управления грузовой станцией (АСУГС) и Автоматической системы управления перевозками (АСУП) — безбумажное (бездокументное) оформление перевозочных документов и оказание другого комплекса услуг, связанных с перевозочным процессом.

Станции также обеспечивают движение поездов по графику, отправление всех поездов в строгом соответствии с планом формирования поездов, полными по весу и длине, исправными в техническом и коммерческом отношениях, обеспечение безопасности движения при выполнении операций по приему, отправлению и пропуску поездов, производству маневров, размещению и креплению грузов, перевозимых на открытом подвижном составе, сохранность перевозимых грузов, безопасное обслуживание и перевозку пассажиров по железным дорогам.

Железнодорожная станция является линейным предприятием железной дороги по организации перевозок грузов, пассажиров и багажа, она подведомственна отделению дороги или непосредственно дороге Российской Федерации.

Ее производственно-хозяйственная деятельность регламентируется Положением о железнодорожной станции (далее Положением), которое утверждается Министром путей сообщения РФ.

В Положении излагается классификация станций, порядок их открытия и закрытия, а также перечисляются задачи пассажирских, грузовых, сортировочных, участковых и промежуточных станций.

В зависимости от объемов пассажирских, грузовых и технических операций и сложности выполнения работы Положение делит станции на внеклассные, I, II, III, IV и V классов. Классность станций устанавливается на основе оценки показателей достигнутого уровня объема работы в условных единицах — сумме баллов.

Открытие и закрытие станций для выполнения всех или некоторых операций Министерство путей сообщения РФ производит в порядке, предусмотренном Транспортным уставом железных дорог Российской Федерации.

В связи с выполнением перечисленных операций, железнодорожные станции классифицируются на разъезды, обгонные пункты, промежуточные, участковые, сортировочные, пассажирские, технические пассажирские станции, грузовые станции общего пользования, грузовые станции необщего пользования (перегрузочные станции, портовые станции) и железнодорожные станции в крупных узлах.

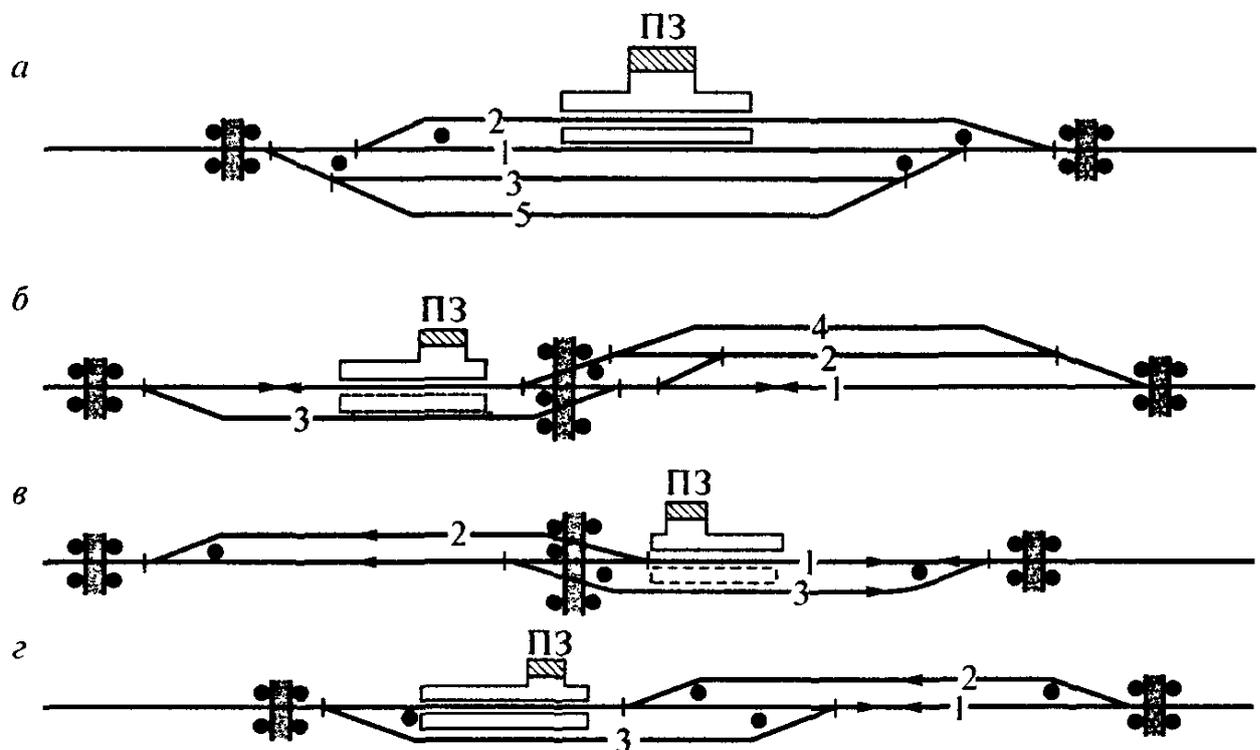


Рис. 24.1. Схемы разъездов

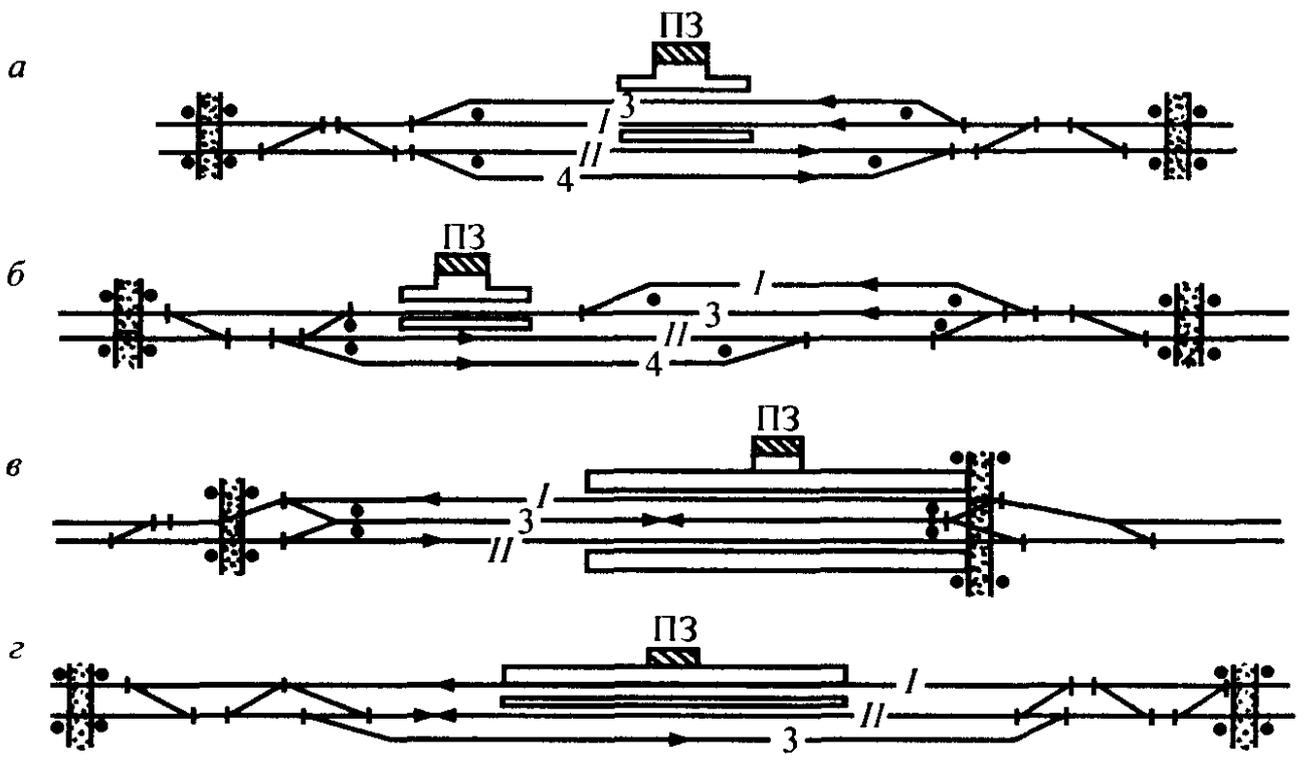


Рис. 24.2. Схемы обгонных путей

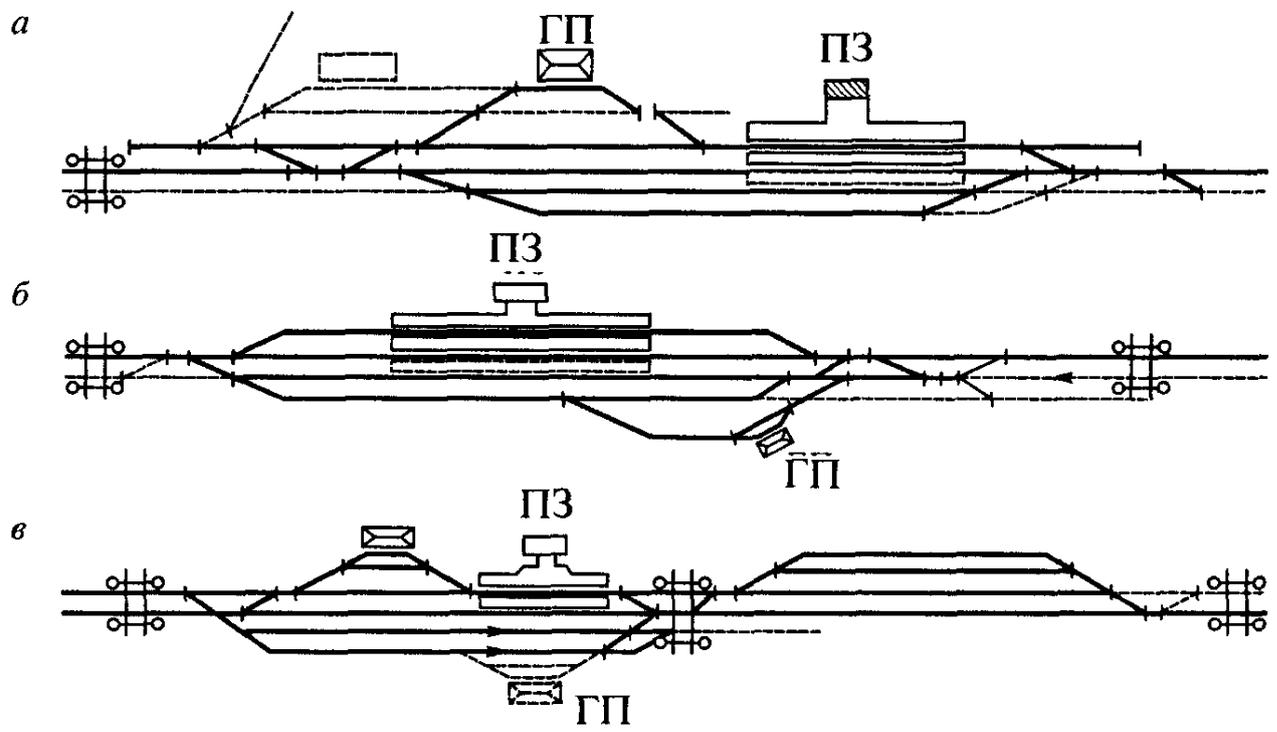


Рис. 24.3. Схемы промежуточных станций: ПЗ — пассажирское здание; ГП — грузовая платформа

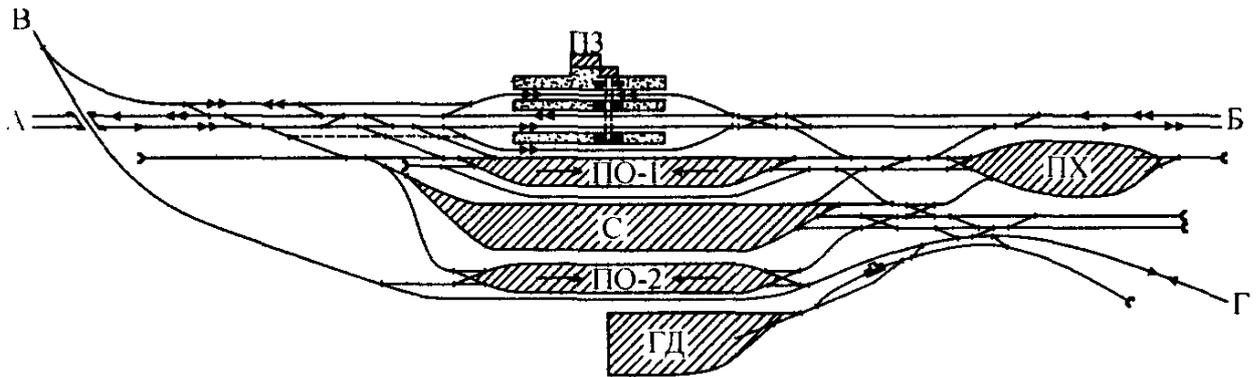


Рис. 24.5. Участковая станция поперечного типа (специализация парков по «линиям»): ПЗ — пассажирское здание; ПО-1 — приемо-отправочный парк для нечетных поездов; ПО-2 — то же для четных поездов; С — сортировочный парк; ГД — грузовой двор; ЛХ — локомотивное хозяйство (депо)

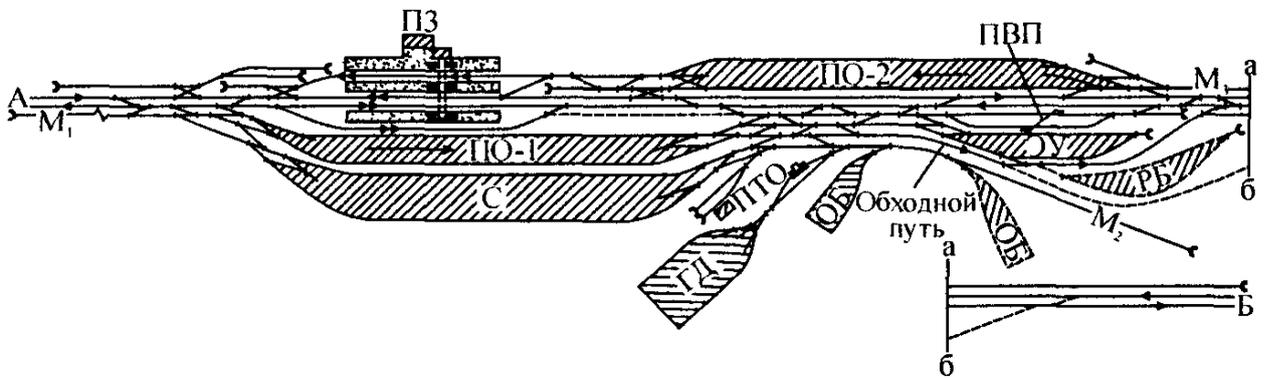


Рис. 24.6. Участковая станция полупродольного типа

ЛЕКЦИЯ №4 МАРШРУТИЗАЦИЯ СТАНЦИЙ.

Для обеспечения безопасности движения подвижных единиц передвижения на станциях осуществляются по поездным и маневровым маршрутам. Напомним, что маршрутом называется специально организованный путь следования подвижного состава полностью или частично проходящий по станционным путям, путевым участкам и стрелкам. Если в однопутном изображении начертить план путевого развития станции (см. рис.5), то на нем для маршрута можно указать точку его начала и точку конца. Так, точка начала маршрута приема нечетного направления на *1й* путь находится в створе со светофором *Н* (см. точка «а»), а точка конца (см. точка «б») - в створе со светофором *Н2*. Линия, проведенная по изображению путевого развития станции от точки начала до точки конца называется *трассой* маршрута. На средних и больших станциях нередки случаи, когда между точками начала и конца можно указать несколько трасс. Тогда маршрут с наиболее выгодной трассой называется *основным* маршрутом, а маршруты по остальным трассам - *вариантными* маршрутами.

Маршруты бывают *поездные* и *маневровые*. К поездным маршрутам относятся маршруты приема, передачи и отправления. Маршруты, по которым осуществляются передвижения поездов с перегона на ближайший по ходу движения приемоотправочный путь станции, называются *маршрутами приема*. Маршруты, по которым осуществляются передвижения поездов с приемоотправочного пути одного парка на приемоотправочный путь другого парка, называются *маршрутами передачи*. Маршруты, по которым осуществляются передвижения с приемоотправочного пути станции на перегон, называется *маршрутами отправления*. Маршруты, по которым осуществляются передвижения в пределах одной горловины станции, называется *маневровыми*.

Маршруты бывают централизованные и нецентрализованные. *Централизованные маршруты* устанавливаются с автоматической проверкой всех условий безопасности движения (БД), а передвижения по ним осуществляются после открытия светофора и при электрически замкнутых ходовых (по которым поедет поезд) и охранных стрелках. Электрическое замыкание автоматически снимается после проследования подвижными единицами стрелочных секций маршрута.

Нецентрализованные маршруты устанавливаются производителем маневров без автоматической проверки всех условий БД и при электрически разомкнутом состоянии стрелок. Для установки нецентрализованных маршрутов стрелки передаются на местное управление, а решение проблемы БД полностью возлагается на

Стоимость включения маршрутов в централизацию достаточно высока.

С целью экономии средств некоторые маршруты могут не включаться в централизацию. Например, на станции рис.3 необходимость в маневровых передвижениях возникает крайне редко и эпизодически. На такой станции маневровые маршруты в централизацию могут не включаться, а маневровая работа будет выполняться путем передачи стрелок горловины на местное управление, что предусмотрено пунктом 88 ПТЭ железных дорог РУ.

Трасса маршрута определяется положением входящих в маршрут стрелок и поэтому включение маршрутов в централизацию предполагает и включение в централизацию как ходовых, так и охранных стрелок. Эти понятия поясняются при помощи рисунка 6.

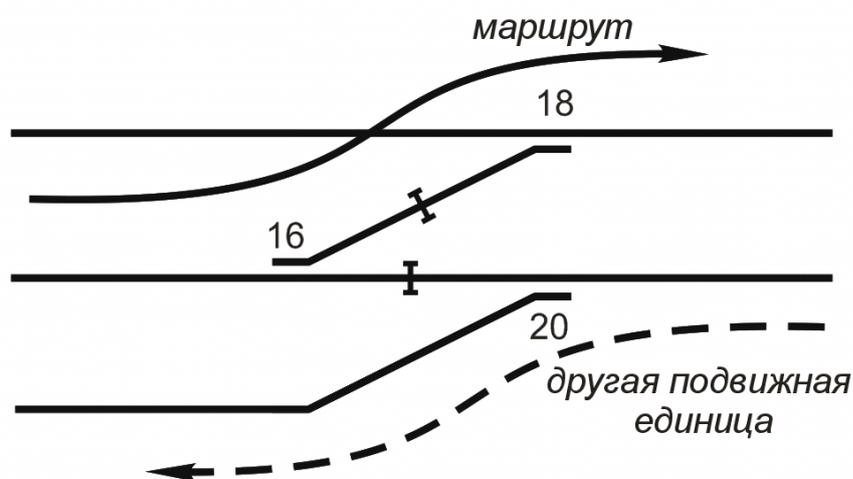


Рис. 6. Охранная стрелка.

Для маршрута по минусовому положению стрелок съезда 16/18 стрелки съезда 16/18 являются *ходовыми* (по ним поедет поезд), а стрелка 20-охранной (по ней не поедет поезд), так как при её минусовом положении исключается выход другой подвижной единицы на маршрут.

Разработать маршрутизацию станции это значит определить количество централизованных маршрутов, их трассы, положение входящих в маршрут ходовых и охранных стрелок. Маршрутизация разрабатывается на основе *технико-распорядительного акта станции* (ТРА) и перспектив развития станции. В общем случае в централизацию включается:

- все поездные маршруты (приема, отправления, передачи);
- маневровые маршруты, полностью или частично проходящие по трассам поездных маршрутов;
- маневровые маршруты, ведущие в локомотивные и вагонные депо и из этих депо;
- маневровые маршруты, ведущие в грузовые дворы, на подъездные пути предприятий и из них;
- маневровые маршруты, ведущие в маневровые районы станций и из них;
- маневровые маршруты передачи составов из одного парка в другой;

- все стрелки, входящие в централизованные маршруты и охранные для них;
- стрелки маневровых районов, ручное обслуживание которых технически и экономически нецелесообразно;
- сбрасывающие стрелки.

Для централизованных маршрутов вводится понятие враждебности, при этом группа нецентрализованных маршрутов (местного управления) приравнивается к одному централизованному маршруту. Два маршрута называются **враждебными**, если по ним по каким-либо причинам не могут одновременно выполняться передвижения соответствующими подвижными единицами. Например, для станции рис. 5 маршрут приема на **III** со стороны прилегающей станции **A** враждебен маршруту приема на **III** со стороны прилегающей станции **B**, т.к. это может привести к столкновению поездов. Маршруты, в которые входят общие участки трасс, называются маршрутами **прямой** враждебности. Маршруты, которые не имеют общих участков трасс (пути, путевые участки, стрелки) могут быть враждебны по неблагоприятным условиям подхода к станции. Такие маршруты называются **условно-враждебными**, а враждебность называется **условной** или **косвенной**. Так, если со стороны станции **A** (см. рис.5) к светофору **H** прилегает затяжной спуск, то нечетный маршрут приема на **III** будет враждебен маршрутам нечетного отправления с **2П** или с **3П**. Характеристики затяжных спусков приведены в разделе 5 ПТЭ РУ.

Каждый централизованный маршрут (например, отправления с **III**) или группа маршрутов (например, приема на **III**, **2П**, **3П**) ограждается светофором. Светофор, ограждающий группу маршрутов приема, называется входным и обозначается одной буквой (литерой), указывающей направление движения по маршрутам (**H** - нечетный, **Ч** - четный). Светофор, ограждающий маршрут отправления называется выходным и обозначается литерой, указывающей направление движения по маршруту и цифрой номера пути (**H1**, **H2**, **H3**, **Ч1**, **Ч2**, **Ч3**), светофоры, ограждающие маршрут или группу маршрутов передачи называются маршрутными и обозначаются двумя литерами с добавлением номера пути (**HМ1**, **HМ2**, ..., **ЧМ1**, **ЧМ2**, ...). Маневровые светофоры обозначаются литерой **M** с добавлением порядкового номера светофора. Порядковая нумерация маневровых светофоров начинается со стороны входного светофора и их номера увеличиваются по мере приближения к оси станции. Если нумерация производится от светофора **H**, то для нумерации маневровых светофоров используют только нечетные числа (**M1**, **M13**, ..., **M15**, ...) вне зависимости от направления ограждаемого маршрута. Если нумерация производится от светофора **Ч**, то для нумерации используют только четные числа (**M2**, **M4**, ..., **M24**,...).

ЛЕКЦИЯ №5

ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ И ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИНСТРУКЦИИ ПО СИГНАЛИЗАЦИИ, ПРИМЕНЯЕМОЙ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН.

Каждый централизованный маршрут (например, отправления с *III*) или группа маршрутов (например, приема на *III*, *2II*, *3II*) ограждается светофором. Светофор, ограждающий группу маршрутов приема, называется входным и обозначается одной буквой (литерой), указывающей направление движения по маршрутам (*H* - нечетный, *Ч* - четный). Светофор, ограждающий маршрут отправления называется выходным и обозначается литерой, указывающей направление движения по маршруту и цифрой номера пути (*HI*, *H2*, *H3*, *ЧИ*, *Ч2*, *Ч3*), светофоры, ограждающие маршрут или группу маршрутов передачи называются маршрутными и обозначаются двумя литерами с добавлением номера пути (*HMI*, *HM2*, ..., *ЧMI*, *ЧM2*, ...). Маневровые светофоры обозначаются литерой *M* с добавлением порядкового номера светофора. Порядковая нумерация маневровых светофоров начинается со стороны входного светофора и их номера увеличиваются по мере приближения к оси станции. Если нумерация производится от светофора *H*, то для нумерации маневровых светофоров используют только нечетные числа (*M1*, *M13*, ..., *M15*, ...) вне зависимости от направления ограждаемого маршрута. Если нумерация производится от светофора *Ч*, то для нумерации используют только четные числа (*M2*, *M4*, ..., *M24*,...).

Под *осигнализированием* станции понимают определение таких конструктивных особенностей светофоров, которые обеспечивали бы возможность включения на светофорах сигнальных показаний предусмотренных ПТЭ железных дорог Республики Узбекистан и инструкцией по сигнализации (ИС) на железных дорогах Республики Узбекистан. При помощи светофоров локомотивным бригадам передаются световые сигналы различных цветов. В соответствии с пунктом 62 ПТЭ РУ «Сигнал является приказом и подлежит безусловному выполнению».

Основная маневровая работа выполняется в горловинах станции и скорости движения при выполнении этой работы не большие. Поэтому, для осигнализации маневровых светофоров пунктом 63 ПТЭ РУ предусматривается применение следующих цветов:

- синий – запрещающий движение за светофор;
- лунно-белый – разрешающий движение за светофор.

Маневровые передвижения всегда осуществляются в горловине станции. При необходимости осуществить маневровое передвижение из одной горловины станции в другую в качестве разрешающего показания может использоваться два лунно-белых огня. Для поездных передвижений маневровые показания светофоров не являются приказом. Для осигнализации поездных передвижений пунктом 63 ПТЭ РУ предусматривается применение следующих цветов:

зеленый – разрешающий движение за светофор с установленной скоростью;
желтый – разрешающий движение за светофор и требующий уменьшения скорости с целью остановки перед следующим по ходу светофором;
красный – запрещающий движение за светофор и требующий остановки перед светофором.

Выходные и маршрутные светофоры могут сигнализировать разрешающими показаниями, как для поездных, так и для маневровых передвижений. На этих светофорах сигнализация синим цветом заменяется красным. Таким образом, **красный цвет** огня светофора является **абсолютным запрещающим** показанием.

Возможные показания, подаваемые светофорами при организации поездных передвижений, указаны в инструкции по сигнализации на железных дорогах Республики Узбекистан (ИС). В соответствии с этой инструкцией разрешающее показание светофора зависит от показания следующего по ходу светофора, от положения входящих в маршрут стрелок и марок их крестовин. Движение по несимметричному стрелочному переводу без отклонения по стрелке может осуществляться со скоростью, не превышающей значения **установленной скорости**. Движение по такому же стрелочному переводу с отклонением по стрелке с марками крестовин 1/9 и 1/11 должно осуществляться со скоростью, не превышающей 40 км/ч, а при марке крестовины 1/18 - не более 80 км/ч. В целом для железных дорог Республики Узбекистан действительна **система скоростной сигнализации**. Суть системы скоростной сигнализации состоит в том, что сигнальное показание каждого светофора информирует машиниста как о скорости, с которой ему приказано обеспечивать проследование данного светофора, так и о скорости с которой ему приказано проследовать следующий по ходу светофор. Сигнальные показания входных светофоров, предусмотренные ИС, показаны в таблице 1. Например, если данный (входной) светофор приказано проследовать со скоростью, не превышающей 80 км/ч, а следующий по ходу светофор (выходной) со скоростью, не превышающей 40 км/ч, то на пересечении горизонтальной строки с пометкой 80 км/ч и вертикальной строки с пометкой 40 км/ч получаем показание данного (входного) светофора - два желтых с миганием верхнего огня и зеленая полоса.

Предусмотренные в ИС показания выходных светофоров в таблице 1 помечены буквой «В», а маршрутных - буквой «М».

Сигнальные показания таблицы 1 не учитывают всех практических случаев осигнализации. Поэтому изданы специальные руководящие указания по применению светофорной сигнализации на железнодорожном транспорте (РУ-30-80), которыми предусматривается использование всех сигнальных показаний для выходных и маршрутных светофоров. Кроме того, рекомендовано взамен незаполненных граф таблицы использовать показания указанные в таблице стрелками.

Таблица 1

Скорость у данного светофора км/ч	Показание данного светофора			
	Скорость у следующего светофора км/ч			
$v=0$ ●	0	40	80	v_y
40	В М	В М	←←←	
80	В М	В М	В М	←
v_y	В М	В М	В М	○

Условные обозначения в таблице 1.

- - красный;
- ⊙ - желтый;
- - зеленый;
- ⊗ - мигающее показание;
- - зеленая полоса.

Включение на светофоре разрешающего поездного показания (открыть светофор) возможно лишь после того, как устройствами станционной автоматики будут автоматически проверены все условия безопасности движения по установленному маршруту. При повреждении устройств автоматики возможность открытия светофора исключена. Для того чтобы избежать задержек в движении на светофорах предусматривается включение пригласительного показания. В качестве пригласительного показания используются красный огонь светофора, который снизу дополняется лунно-белым мигающим огнём. Пригласительная сигнализация обязательна для входных, выходных и маршрутных светофоров с главных путей. Исходя из местных условий, пригласительной сигнализацией могут оборудоваться маршрутные и выходные светофоры с путей безостановочного прохода.

В необходимых случаях для передачи локомотивной бригаде дополнительной информации используются маршрутные световые указатели, что предусмотрено пунктом 55 ИС. Этот указатель может сигнализировать буквой, любым числом от 1 до 19 или наклонной полосой. Это указатели парков, направлений, путей и т.д.

В практике бывают случаи, когда из-за увеличения скоростей движения и веса поездов длина маршрутов приёма на главный путь становится меньше длины полного служебного торможения поезда. Тогда в соответствии с пунктом 66 ПТЭ разрешающее показание светофора, ограждающего такой маршрут, дополняется световым указателем. Указатели в виде светящейся стрелки остриём вниз устанавливаются: основной - на светофоре, непосредственно ограждающем маршрут недостаточной длины; предупреждающий - на предупредительном к нему светофоре. Предупреждающий указатель имеет одну светящуюся стрелку, а основной две. Указатели сохраняют сигнальное значение и в погашенном состоянии. Действия указателей распространяются только на движение по главному пути без отклонений независимо от назначения светофора (входной, маршрутный, выходной) на котором он установлен.

Для систем с несекционным (маршрутным) размыканием результаты разработки маршрутизации и осигнализации оформляются чертежом в виде однопутного плана с таблицей зависимостей. Для примерного плана станции это показано на рис. 5. На однопутном плане показывают пути с указанием их специализации, стрелки в нормальном положении; светофоры; релейные (*РШ*) и батарейные (*БШ*) шкафы; пассажирское здание; пост электрической централизации и т.д. В соответствии с пунктом 183 ПТЭ «На станциях каждый путь, стрелочный перевод, должен иметь номер, ... Порядок нумерации путей и стрелочных переводов устанавливаются ГАЖК».

Как правило, станционные пути, являющиеся продолжением перегонных называются главными и нумеруются римскими цифрами. Путь нечетного направления обозначается *II*, как на однопутном, так и на двухпутном участках. На двухпутном участке главный путь четного направления обозначается *III*. Остальные пути нумеруются арабскими цифрами. На станциях однопутных участков нумерация путей продолжается в направлении от пассажирского здания (см *2П*, *3П* на рис.5). На станциях двухпутных участков нумерация продолжается в направлении от главных путей в сторону поля. От главного пути *II* нумерация продолжается только нечетными числами (*3П*, *5П*, *7П*, ...), а от главного пути *III* - только четными (*4П*, *6П*, *8П*,...).

ЛЕКЦИЯ №6 ДАТЧИКИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ: СИСТЕМА СЧЕТА ОСЕЙ.

Станционные датчики местоположения подвижных единиц являются обязательной составной частью любой электрической централизации. В конечном счете, при их помощи обеспечивается:

открытие светофора только при свободном от других подвижных единиц, как пути следования подвижного состава, так и негабаритных участков пути;

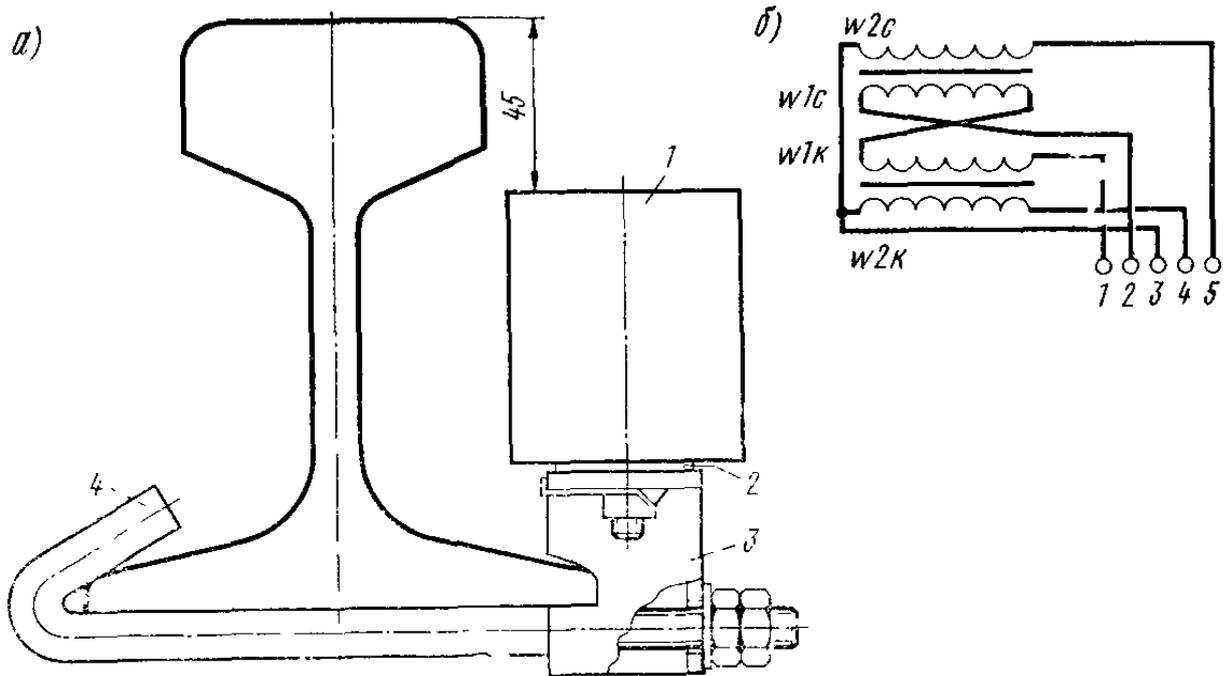


Рис. 11. Датчик счета осей.

автоматическое закрытие светофора при проследовании его подвижной единицей;

контроль состояния (занятый или свободный) путей, стрелочных и путевых участков;

управление устройствами автоматики станционных переездов;

работа устройств автоматического размыкания маршрутов;

работа устройств отмены маршрутов;

невозможность перевода стрелки под подвижным составом.

Для выполнения всех вышеуказанных функций станция должна быть оборудована, либо системой счета осей (ССО), либо рельсовыми цепями.

В системах счета осей по концам каждого участка (стрелочного путевого, участка пути, пути) устанавливаются точечные путевые датчики, которые обеспечивают генерацию одного импульса при проследовании одной оси. Принцип работы ССО каждого участка состоит в сравнении числа вошедших и вышедших с него осей. Участок является свободным при равенстве этих чисел. Алгоритм работы каждой ССО должен учитывать все возможные варианты как

четного, так и нечетного направления движения. Например, алгоритм работы ССО стационарного пути должен учитывать любой из следующих возможных вариантов воздействия осей:

а) поочередного, сначала входа всех осей подвижной единицы на путь, а затем выхода всех осей с пути. Это уже предполагает 4 варианта разветвления алгоритма (вход и последующий выход осей со стороны четной горловины; вход и последующий выход осей со стороны нечетной горловины; вход со стороны четной, а выход - со стороны нечетной горловины; вход со стороны нечетной, а выход - со стороны четной горловины);

б) одновременного входа осей на участок и их выхода с него, что возникает при пропуске через станцию сдвоенных поездов, маневрах на путь в хвост уходящему поезду или попутному маневровому передвижению с пути. Данный вариант требует реализации для четного и нечетного направлений движения подвижных единиц;

в) одновременного входа с разных концов путей осей двух подвижных единиц на путь, т.к. маневровые передвижения на путь в разных горловинах станции не являются враждебными. Это еще один вариант разветвления алгоритма;

Приведенный перечень характеризует большую сложность ССО, которая может быть реализована на микропроцессорных устройствах. Следует заметить, что алгоритм ССО и их программное обеспечение являются коммерческой тайной фирм разработчиков и обладают высокой стоимостью. Системы счета осей начали разрабатываться недавно, пока еще не получили достаточного распространения на магистральном железнодорожном транспорте стран СНГ. В указанной связи в литературе пока отсутствуют статические данные о их надежности, долговечности и защищенности от опасных отказов,...).

ЛЕКЦИЯ №7

ДАТЧИКИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ: ПРАВИЛО ОБОРУДОВАНИЯ СТАНЦИИ РЕЛЬСОВЫМИ ЦЕПЯМИ

В качестве станционных датчиков местоположения подвижных единиц на Узбекской железной дороге наиболее широкое применение нашли нормально замкнутые рельсовые цепи. Существует много разновидностей нормально замкнутых рельсовых цепей и, в принципе, любая разновидность может быть применена на станции, но при этом нужно учитывать следующие особенности.

Первая особенность. Источники питания и путевое реле рельсовых цепей целесообразно располагать на посту электрической централизации (ЭЦ), т.е. они удалены от рельсовых линий на значительное расстояние. Сопротивление провода, при помощи которого выводы источника питания или путевого реле подключается к рельсу, нормируется. Так, для рельсовой цепи постоянного тока с путевым реле типа ИМШ 1-0,3 сопротивление провода, при помощи которого вывод реле подключается к рельсу, не должно превышать 0,075 Ом. Присоединение вывода реле к рельсу осуществляется с использованием типового кабеля, у которого сопротивление одного километра жилы составляет 23,5 Ом. Если конец рельсовой линии соединяется с постом ЭЦ кабелем длиной 0,5 км, то для того, чтобы удовлетворить норме (0,075 Ом) в провод, соединяющий вывод реле с рельсом, нужно параллельно включить $(23,5 \cdot 0,5) / 0,075 = 157$ жил. Это очень большой расход дорогостоящей меди. Поэтому на станциях не рекомендуется применять рельсовые цепи постоянного тока. В рельсовых цепях переменного тока для подключения вывода реле к рельсовой цепи параллельное включение жил не требуется при длине кабеля до 3 км.

Вторая особенность. В пределах стрелочных переводов применяют разветвленные рельсовые цепи, которые состоят из нескольких, соединенных между собой рельсовых линий. Это требует установки дополнительных изолирующих стыков, которые называются внутренними (**ВИС**) и перекидных сигнальных стрелочных соединителей (**ПСС**). Схемы изоляции разветвленных рельсовых линий приведены на рис.32а, 32б. К рельсовым линиям рис.32а подключено только одно путевое реле (**СП**). Поэтому в нормальном режиме рельсовая линия **ЗРЛ** не обтекается током. Такое ответвление рельсовой цепи называется необтекаемым. В этом случае при обрыве **ПСС** или стыковых соединителей возможен опасный отказ при шунтовом режиме работы рельсовой цепи. Действительно, если поездной шунт будет расположен только на **ЗРЛ** и правее крестовины, то при обрыве **ПСС** реле **СП** не будет зашунтировано, а в устройства станции автоматика будет подаваться информация о свободности рельсовой цепи, которая является опасной (ложная свобода). Для того чтобы снизить вероятность опасного отказа дублируются как **ПСС** (на рис.32 их показано два), так и стыковые соединители (на рис.32 показано пунктиром). Кроме того, предусматривается периодическая проверка всех соединителей обслуживающим персоналом.

Для более надежного исключения опасного отказа вместо дублирования стыковых соединителей и *ПСС*, в наиболее ответственных рельсовых цепях предусматривают установку нескольких путевых реле (см.рис.32б) и включают их общий повторитель.

Внутренние изолирующие стыки (*ВИС*) на рис.32 установлены по направлению отклонения рельсовой линии. Возможна установка *ВИС* по прямому направлению рельсовой линии. В этом случае в нормальном режиме работы рельсовой цепи *ПСС* обтекается током и он может быть установлен один.

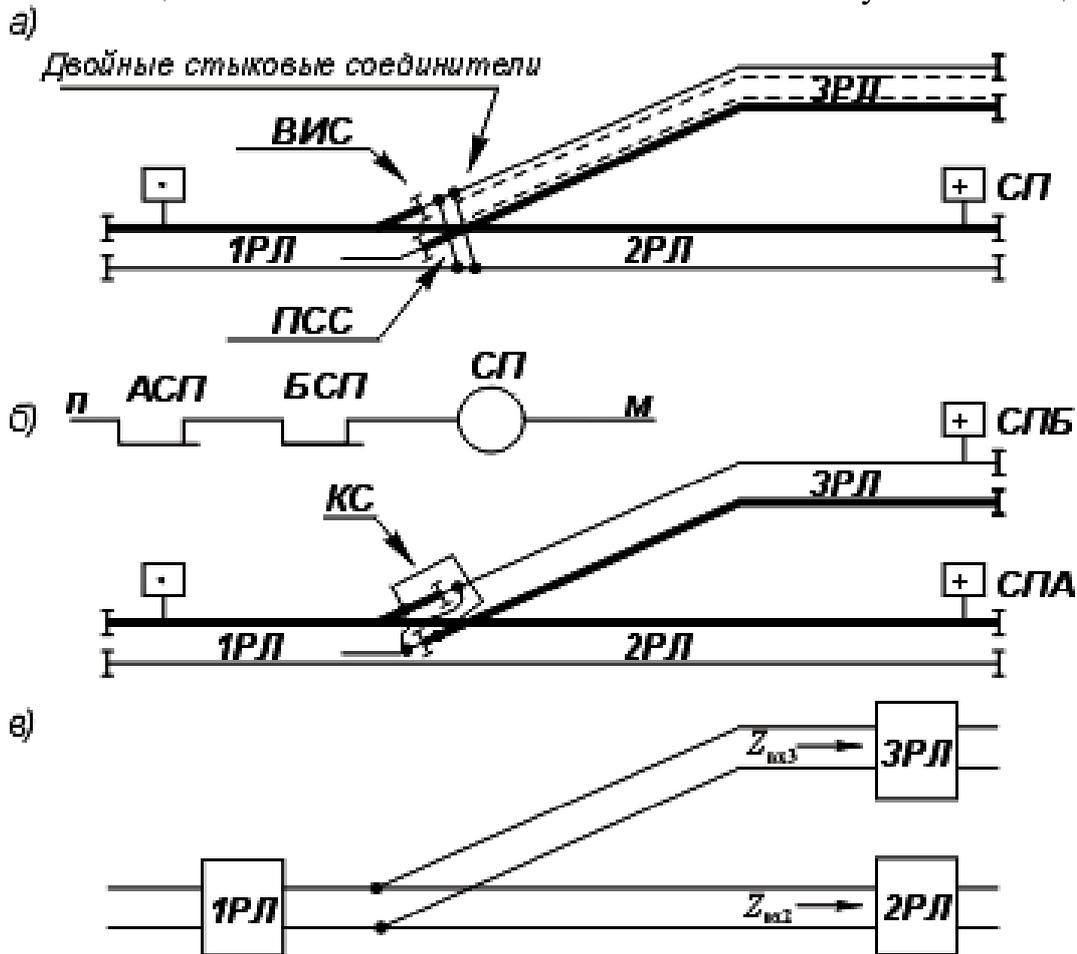


Рис.32 Схемы изоляции рельсовой цепи

При определении расположения *ВИС* следует учитывать возможность использования рельсовых линий для передачи сигналов автоматической локомотивной сигнализации (*АЛС*). Если рельсовые линии не используются для передачи сигналов *АЛС*, то расположение *ВИС* (по прямому направлению или отклонению) можно выбрать произвольно. Если сигналы *АЛС* нужно передавать, то *ВИС* следует располагать по тому направлению, по которому передача сигналов *АЛС* не предусматривается. Если сигналы *АЛС* должны передаваться по любому направлению, то направление установки *ВИС* можно выбрать произвольно, но при этом вместо *ПСС* устанавливаются косые соединители (*КС*) так, как это показано на рис.32б. На участках с электротягой вместо сигнальных стыковых и перекидных стрелочных соединителей применяются тяговые стыковые и перекидные соединители.

На рис.32в показана электрическая схема соединения рельсовых линий *1РЛ*, *2РЛ*, *3РЛ* стрелочной секции. Из этой схемы видно, что входные сопротивления *2РЛ* ($Z_{вх2}$) и *3РЛ* ($Z_{вх3}$) включены параллельно. Поэтому способ изоляции, изображенный на рис.32а, 32б получил название параллельного способа изоляции. Существует способ изоляции, при котором четырехполюсники *1РЛ*, *2РЛ*, *3РЛ* включаются по цепочечной схеме, и такой способ получил название последовательного способа. Последовательный способ изоляции требует применения дополнительных *ВИС* и соединителей между путями. Кроме того, при этом способе использовать рельсовые линии для передачи сигналов *АЛС* очень сложно, а иногда невозможно. Поэтому, в настоящее время, последовательный, способ изоляции не применяется.

На рис.32 показана простейшая схема изоляции. Схемы изоляции для более сложных случаев (съезды с глухим пересечением, перекрестные и тройниковые стрелочные переводы) приводятся в справочниках и альбомах типовых проектных решений.

Третья особенность. В одной и той же станционной рельсовой цепи для одного направления движения сигналы *АЛС* подаются с питающего конца рельсовой цепи, а для противоположного направления движения - с релейного. В отличие от перегонных рельсовых цепей переключение питающих и релейных концов рельсовых цепей не делается.

ЛЕКЦИЯ №8

ДАТЧИКИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ: РАЗВЕТВЛЕННЫЕ РЕЛЬСОВЫЕ ЦЕПИ И МЕТОДЫ ИХ ИЗОЛЯЦИИ.

Для более надежного исключения опасного отказа вместо дублирования стыковых соединителей и *ПСС*, в наиболее ответственных рельсовых цепях предусматривают установку нескольких путевых реле (см.рис.32б) и включают их общий повторитель.

Внутренние изолирующие стыки (*ВИС*) на рис.32 установлены по направлению отклонения рельсовой линии. Возможна установка *ВИС* по прямому направлению рельсовой линии. В этом случае в нормальном режиме работы рельсовой цепи *ПСС* обтекается током и он может быть установлен один.

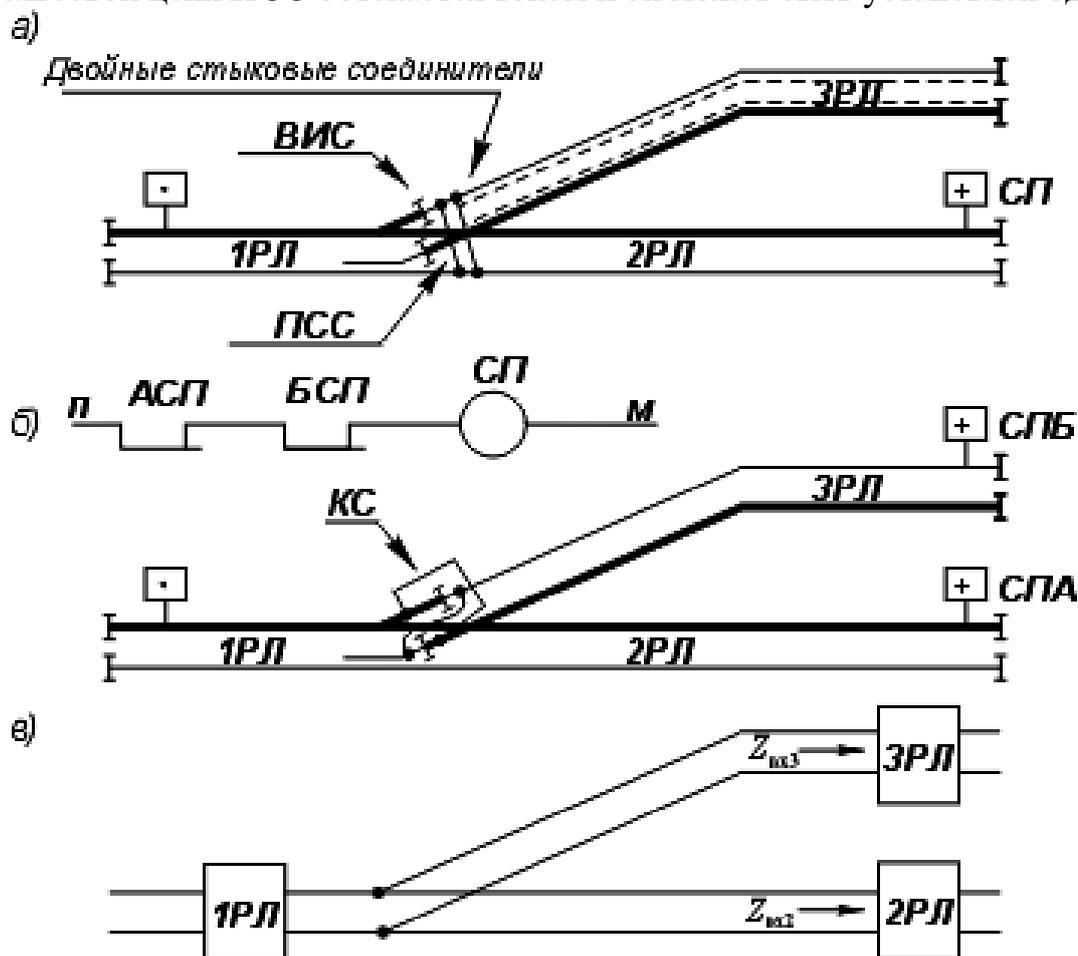


Рис.32 Схемы изоляции рельсовой цепи

При определении расположения *ВИС* следует учитывать возможность использования рельсовых линий для передачи сигналов автоматической локомотивной сигнализации (*АЛС*). Если рельсовые линии не используются для передачи сигналов *АЛС*, то расположение *ВИС* (по прямому направлению или отклонению) можно выбрать произвольно. Если сигналы *АЛС* нужно передавать, то *ВИС* следует располагать по тому направлению, по которому передача сигналов *АЛС* не предусматривается. Если сигналы *АЛС* должны

передаваться по любому направлению, то направление установки **ВИС** можно выбрать произвольно, но при этом вместо **ПСС** устанавливаются косые соединители (**КС**) так, как это показано на рис.32б. На участках с электротягой вместо сигнальных стыковых и перекидных стрелочных соединителей применяются тяговые стыковые и перекидные соединители.

На рис.32в показана электрическая схема соединения рельсовых линий **1РЛ**, **2РЛ**, **3РЛ** стрелочной секции. Из этой схемы видно, что входные сопротивления **2РЛ** ($Z_{вх2}$) и **3РЛ** ($Z_{вх3}$) включены параллельно. Поэтому способ изоляции, изображенный на рис.32а, 32б получил название параллельного способа изоляции. Существует способ изоляции, при котором четырехполносники **1РЛ**, **2РЛ**, **3РЛ** включаются по цепочечной схеме, и такой способ получил название последовательного способа. Последовательный способ изоляции требует применения дополнительных **ВИС** и соединителей между путями. Кроме того, при этом способе использовать рельсовые линии для передачи сигналов **АЛС** очень сложно, а иногда невозможно. Поэтому, в настоящее время, последовательный, способ изоляции не применяется.

На рис.32 показана простейшая схема изоляции. Схемы изоляции для более сложных случаев (съезды с глухим пересечением, перекрестные и тройниковые стрелочные переводы) приводятся в справочниках и альбомах типовых проектных решений.

Третья особенность. В одной и той же станционной рельсовой цепи для одного направления движения сигналы **АЛС** подаются с питающего конца рельсовой цепи, а для противоположного направления движения - с релейного. В отличие от перегонных рельсовых цепей переключение питающих и релейных концов рельсовых цепей не делается.

При оборудовании станции рельсовыми цепями руководствуются следующими соображениями:

1. Разветвленные рельсовые цепи изолируются параллельным способом;
2. В одну стрелочную путевую секцию включаются не более двух стрелочных переводов. Допускается включение в одну стрелочную путевую секцию трех стрелочных переводов при условии их компактного расположения и незначительных длинах ответвлений;
3. Ответвления рельсовых цепей, примыкающие к путям безостановочного прохода, путям приема и отправления пассажирских поездов должны оборудоваться дополнительными путевыми реле.
4. Длины ответвлений с релейными трансформаторами не должны отличаться друг от друга более чем на 200м.
5. Ответвления длиной более 60м. должны обтекаться током рельсовой цепи при нормальном режиме её работы.
6. Одна разветвленная рельсовая цепь может содержать не более трех релейных концов.
7. Необтекаемые током нормального режима ответвления допускаются на секциях, примыкающих к:
 - сортировочно-отправочным путям;
 - на секциях, по которым производятся только маневровые передвижения;

на негабаритных ответвлениях одиночных стрелок;
на стрелках съездов;

на стрелках предохранительных и улавливающих тупиков при длине ответвления не более 60м.

8. На участках с электротягой в рельсовой цепи может быть использовано не более трех дроссель - трансформаторов.

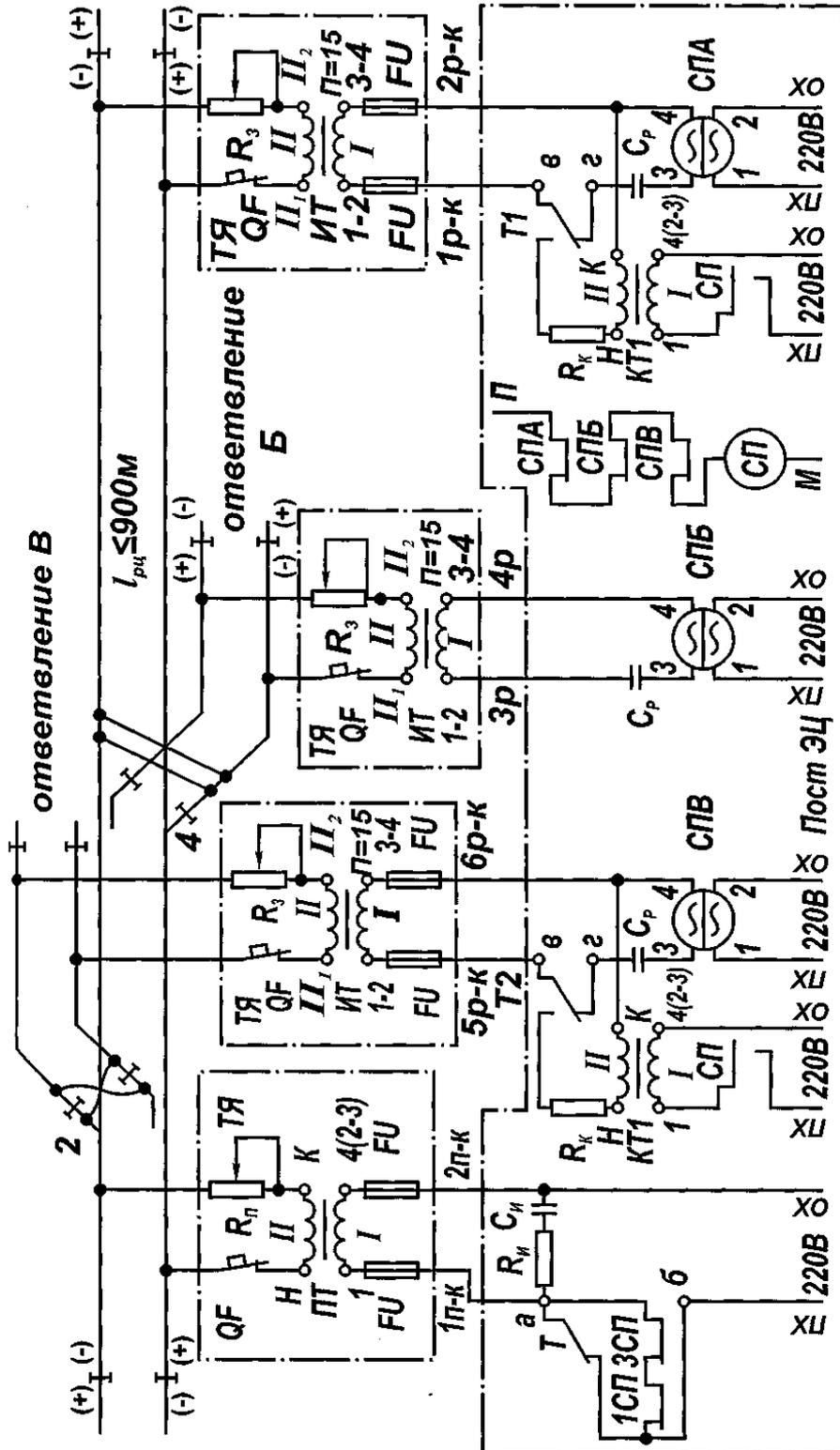


Рис. 33. Разветвленная рельсовая цепь для участков с автономной тягой

9. Одна разветвленная рельсовая цепь может содержать не более трех путевых реле.

В настоящее время на станции рекомендуется использовать только фазочувствительные рельсовые цепи. Практические схемы станционных фазочувствительных рельсовых цепей определяются видом тяги и конкретными условиями применения.

Схема фазочувствительной разветвленной рельсовой цепи для участка с автономной тягой, с учетом перехода в перспективе на электротягу переменного тока представлена на рис.33.

В рельсовой цепи рис.33, для поездовдвигающихся слева на право предусматривается передача сигналов *АЛС* с релейных концов прямого направления и ответвления *В*. Передача сигналов *АЛС* по ответвлению *В* не предусмотрена. Для поездовдвигающихся справа налево передача сигналов *АЛС* предусмотрена с питающего конца. Поскольку эти сигналы *АЛС* могут подаваться как на прямое направление, так и на отклонение, то у внутренних изолирующих стыков стрелки *2* вместо перекидного стрелочного соединителя установлены два косых соединителя. Для повышения надежности действия для стрелки *4* установлено два перекидных соединителя, хотя возможна установка только одного.

Схема фазочувствительной рельсовой цепи для участка с электротягой переменного тока приведена на рис.34. Если по условиям пропуска через станцию обратного тягового тока достаточно установки только двух дроссель - трансформаторов, то дроссель - трансформатор по ответвлению *b₂* не устанавливается, а выводы *ТЯ* присоединяются к рельсам в местах подключения дросселя. При этом коэффициент трансформации (*n*) изолирующего трансформатора *ИТ* устанавливается $n=44$.

Схемы остальных типов рельсовых цепей приведены в справочниках.

ЛЕКЦИЯ №9, 10

ДАТЧИКИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ: ПРОБЛЕМА КОНТРОЛЯ СХОДА ИЗОСТЫКОВ И МЕТОДЫ ИХ ОБНАРУЖЕНИЯ

Рассмотрим две простейшие смежные рельсовые цепи (рис.35) с рельсовыми линиями *1РЛ* и *2РЛ*, которые электрически отделены друг от друга изолирующими стыками (см. на рис.35).

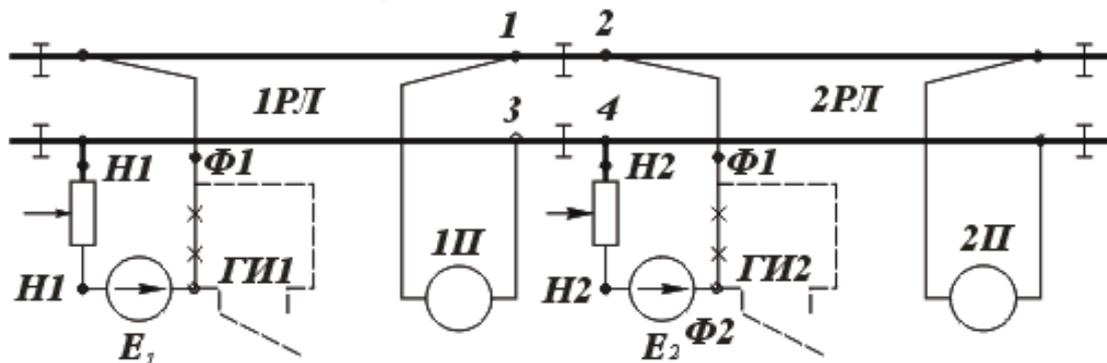


Рис.35. Схема рельсовых цепей.

При отсутствии поездов на *1РЛ* и *2РЛ* ток от источника E_1 протекает через реле *1П*, а ток от источника E_2 через реле *2П*. Реле *1П* и *2П* находятся в возбужденном состоянии. С их контактов в устройства станции снимается информация о свободности и механической целостности соответствующих рельсовых линий. Это позволяет организовать безопасное движение поездов по рельсовым линиям.

Если, например, в *1РЛ* будет нарушена механическая целостность одного рельса (контрольный режим в варианте изъятых или варианте лопнувшего рельса), то ток от источника E_1 не будет протекать через обмотку реле *1П*. Реле *1П* выключится и с него в устройства станции будет подана информация о запрете организации движения поездов по *1РЛ*. Благодаря этому запрету авария или крушение поезда будут исключены, т.е. будет обеспечена безопасность движения. Но безопасность движения будет обеспечиваться только при исправном состоянии изолирующих стыков.

Утрата диэлектрических свойств изолирующего стыка получила название схода стыка. Если в вышерассмотренном примере предположить, что нарушение механической целостности рельса *1РЛ* произошло при сходе изолирующих стыков (на рис.35 имеется электрическое соединение точки 1 с точкой 2 и точки 3 с точкой 4), то через реле *1П* будет протекать ток от источника E_2 . Тогда реле *1П* будет находиться в возбужденном состоянии, и в устройства станции будет сниматься информация о свободности и механической целостности рельса *1РЛ*. Эта информация является ложной, т.к. в рассматриваемом случае она приводит к авариям или крушениям поездов, что является опасным отказом рельсовой цепи. Из приведенного примера видно, что причина появления ложной информации, приводящей к опасному отказу,

состоит в протекании тока через путевой приемник *III* от источника питания смежной рельсовой цепи *E₂*.

Рассматривая аналогичным образом шунтовой режим работы рельсовой цепи с линией *IPЛ*, можно показать, что при сходе изолирующих стыков и в шунтовом режиме возможно возникновение опасного отказа.

Возникновение опасного отказа недопустимо. Поэтому при оборудовании железнодорожных участков рельсовыми цепями применяются специальные способы, позволяющие опасный отказ заменить безопасным (защитным). Эти способы основаны на идее непрерывного контроля целостности изоляции изолирующих стыков смежных рельсовых цепей и получили название способов контроля схода изолирующих стыков. Таких способов в настоящее время известно пять. Это фазовый, схемный, частотный, гетеродинный и временной способы. На Узбекской железной дороге применяются фазовый или схемный способы.

Схемный способ требует перевода питания смежных рельсовых цепей в импульсный режим, для чего на питающем конце устанавливаются генераторы импульсов (см. на рис.35 контакты *ГИ1*, *ГИ2*). Характеристики импульсов (частота, скважность) подаваемых в смежные рельсовые линии обязательно разные. Импульсы, подаваемые, например *ГИ1*, получили название первой последовательности питания, а *ГИ2* - второй. Для каждой пары внешних изолирующих стыков (на рис.35 эти стыки установлены между точками *1-2* и *3-4*) монтируется специальная схема. Автомат, собранный по этой схеме (*АС* – автомат сравнения), сравнивает параметры импульсов поступающих на реле *IP* (первой последовательности) с параметрами импульсов, подаваемых в смежную рельсовую цепь *ГИ2* (второй последовательности). Если изолирующие стыки исправны, то этим автоматом фиксируется вполне определенная степень рассогласования работы реле *IP (ГИ1)* с *ГИ2*. Если изолирующие стыки неисправны, то на обмотку реле *IP* (см. рис.35) поступают импульсы как из *IPЛ* (от *ГИ1*), так и от *ГИ2*. В этом случае степень рассогласования работы реле *IP* с *ГИ2* резко меняется (в некоторых случаях может наблюдаться синхронная работа) и *АС* обеспечивает подачу в устройства станционной автоматики информации о запрете движения по *IPЛ* (ложная занятость *IPЛ*). Таким образом, возможный опасный отказ заменяется защитным.

Применение схемного способа контроля изолирующих стыков на станции требует:

а) установку двух генераторов импульсов (*ГИ1*, *ГИ2*) с суммарным числом контактов в 2 раза превышающем число станционных рельсовых цепей (один контакт в схеме рельсовой цепи, а второй в автомате сравнения);

б) установку большего количества автоматов сравнения (по числу рельсовых цепей), каждый из которых имеет значительную сложность.

Выполнение вышеуказанных требований приводит к резкому усложнению и громоздкости аппаратуры. Поэтому схемный метод применялся на ранних этапах внедрения электротяги переменного тока на дорогах СНГ. На Узбекской железной дороге этот метод нашел применение только на перегонах.

В настоящее время на железных дорогах стран СНГ рекомендуется применение фазового способа контроля схода изолирующих стыков. В сравнении с другими способами он обладает минимальной громоздкостью электрических схем и максимальной простотой.

Суть *фазового способа* состоит в соблюдении порядка подключения синхронизированных источников питания к рельсовым линиям. Подключение должно осуществляться таким образом, чтобы обеспечивалось чередование фаз (мгновенной полярности) источников питания смежных рельсовых цепей. Так, если в схеме рис.35 фазовый вывод $\Phi 1$ подключен к верхнему по схеме рельсу, а нулевой вывод $Н1$ к нижнему по схеме рельсу, то в *2РЛ* фазовый вывод должен быть подключен к нижнему по схеме рельсу (точке 4), а нулевой вывод (точка $Н2$) должен быть подключен к верхнему по схеме рельсу (точке 2). Тогда схема рис.35 преобразуется в схему рис.36.

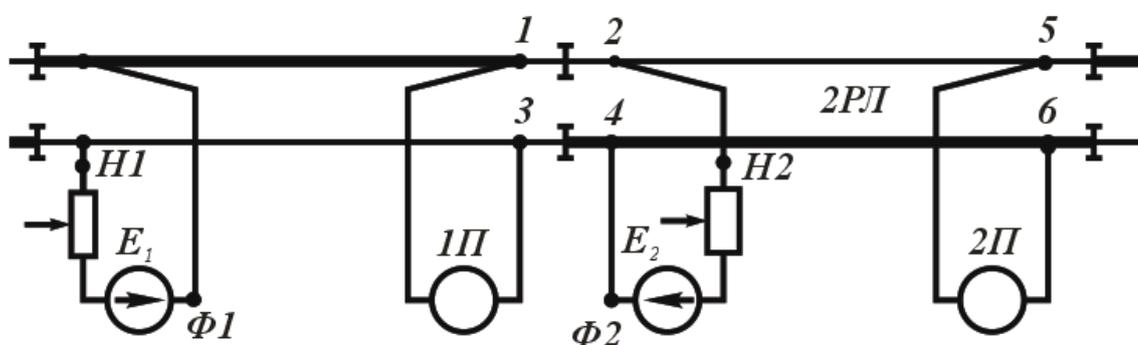


Рис.36. Смежные рельсовые цепи

На рис.36, так же, как и во всех практических схемах рельсовых цепей, рельс, к которому подключен фазовый вывод источника питания, обозначается утолщенной линией. При таком обозначении наиболее четко видно, что фазы (мгновенная полярность) напряжения по разные стороны изоустыков чередуются (противоположны).

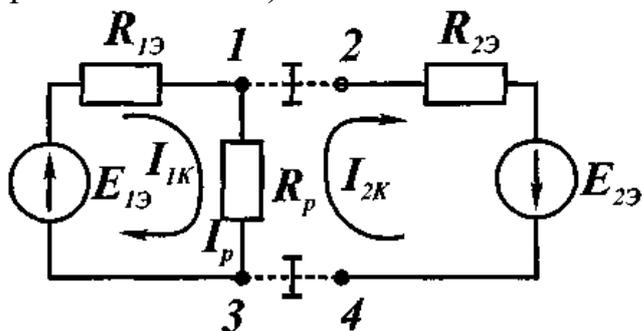


Рис.37. Эквивалентная схема

рис. 37. На нем обозначено:

- E_{13}, E_{23} – ЭДС эквивалентных генераторов;
- R_{13}, R_{23} – внутренние сопротивления эквивалентных генераторов;
- R_p – сопротивление нагрузки (реле);
- $1, 2, 3, 4$ – точки, соответствующие точкам рис.36.

Для пояснения сути фазового способа представим сопротивления обмотки реле $ИП$ в виде нагрузки R_p , а рельсовые линии $1РЛ$ и $2РЛ$ заменим эквивалентными генераторами. Тогда, схема рис.36 преобразуется в схему

Из схеме рис.36 видно, что при исправном состоянии изолирующих стыков (нет перемычек между точками 1-2 и 3-4) через реле протекает только контурный ток $I_{1к}$, а $I_{2к} = 0$. Тогда $I_p = I_{1к}$, что обеспечивает возбужденное состояние реле **1П**. Сход изолирующих стыков эквивалентен наложению перемычек 1 - 2 и 3 - 4. Тогда $I_p = I_{1к} - I_{2к}$, т.е. при сходе изолирующих стыков ток через реле уменьшается. Условие, при котором возможный опасный отказ будет сведен к безопасному отказу, зависит не только от этого уменьшения тока, но и от типа путевого приемника.

Если в качестве путевого приемника применяется нейтральное реле, имеющее симметричную релейную характеристику, то условие контроля схода изостыков запишется в виде:

$$I_p = |I_{1к} - I_{2к}| \leq I_{вн},$$

где $I_{вн}$ – ток надежного возврата путевого приемника.

Необходимо отметить, что выполнение выше указанного условия зависит от характеристик **1РЛ** и **2РЛ**. Для того чтобы уменьшить влияние характеристик **1РЛ** и **2РЛ** на данное условие целесообразно по разные стороны изолирующих стыков располагать одноименные концы рельсовых цепей (либо релейные, либо питающие). Так, в схеме рис.36 реле **2П** следует подключить к точкам 2 и 4, а источник E_2 с регулируемым резистором к точкам 5 и 6. При таком переключении расчетная схема будет незначительно отличаться от схемы рис.37, и иметь вид, представленный на рис.38.

Поскольку характеристики реле **1П** и **2П** одинаковы, то $E_{1э} = E_{2э}$, $R_{1э} = R_{2э}$. Тогда при сходе стыков $I_{1к} - I_{2к} = 0 < I_{вн}$.

Необходимо отметить, что надежное обеспечение условия $I_p < I_{вн}$ возможно только при нормальных режимах работы смежных рельсовых цепей. Если одна из смежных рельсовых цепей будет находиться в нормальном режиме, а другая в шпунтовом или контрольном режиме, то это условие не всегда может выполняться. Это является допустимым недостатком, так как сочетания разных режимов в смежных рельсовых цепях кратковременны и возникают

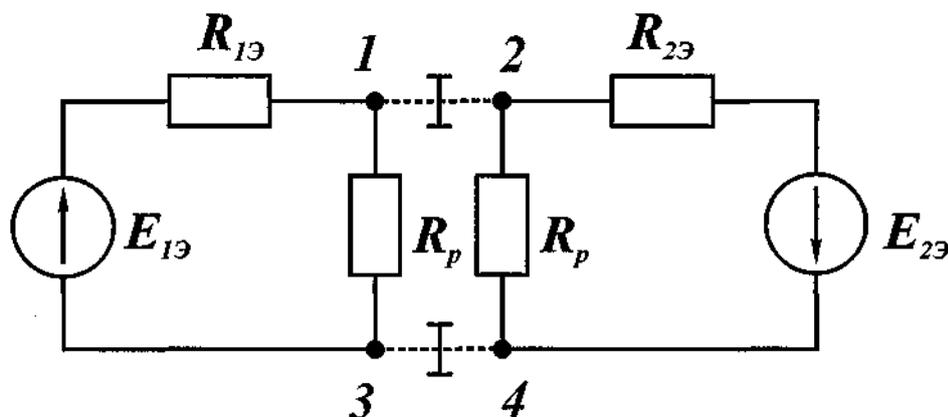


Рис.38. Схема замещения смежных рельсовых цепей

только в моменты движения по ним поезда. Из-за указанного недостатка рельсовые цепи с нейтральным путевым приемником не проектируются, а там, где они были внедрены – они заменяются при очередной реконструкции.

Если в качестве путевого приемника применяются фазочувствительные реле, имеющие несимметричную релейную характеристику, то условие контроля схода изостыков запишется в виде

$$I_p = I_{1к} - I_{2к} \leq I_{вн}$$

В фазочувствительном путевом приёмнике величина $I_p = I_{1к} - I_{2к}$ может иметь отрицательное значение (ток поменял направление). В связи с несимметричностью релейной характеристики при отрицательном значении I_p путевого приемника в устройства станции автоматки будет обязательно подаваться информация о запрете движения. Следует отметить, что чем больше отрицательное значение I_p , тем лучше. Поэтому, в рельсовых цепях с фазочувствительным путевым приемником по разным сторонам изолирующего стыка можно располагать любые концы смежных рельсовых цепей. Кроме того, в случае схода изостыков информация о запрете движения будет подаваться в устройства станции автоматки независимо от режимов, наблюдаемых в смежных рельсовых цепях (нормальный – нормальный; нормальный - шунтовой; нормальный - контрольный). Это является огромным преимуществом фазочувствительных рельсовых цепей, чем и объясняется их широкое применение.

Фазовый способ может быть применен и в рельсовых цепях постоянного тока. Для них фазовым выводом источника питания является плюсовой полюс батареи, а нулевым выводом – минусовой полюс. Аналогом фазочувствительного реле для постоянного тока является поляризованное реле с регулировкой на преобладание.

ЛЕКЦИЯ №11 РАЗРАБОТКА И НАЗНАЧЕНИЕ ДВУХНИТОЧНОГО ПЛАНА СТАНЦИИ

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

1. Вычерчивается вспомогательная схема (см. рис.39), представляющая собой однониточный план станции.

2. На схеме указываются места расположения пар изолирующих стыков, определяемые на основании разработанной маршрутизации станции. На рис.39. эти расположения обозначены изображением изолирующего стыка с точкой ($\overset{\circ}{+}$). Так осуществляется предварительное деление станции на путевые и стрелочные участки.

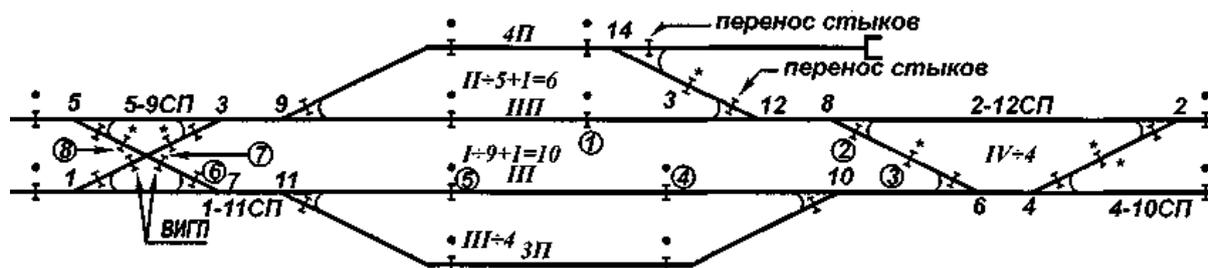


Рис. 39. Вспомогательная схема

3. Производится первое дополнительное деление рельсовых линий станции на стрелочные участки, исходя из того, что стрелки, по которым возможны одновременные параллельные передвижения, должны включаться в разные секции. В результате этого деления на схеме рис.39, указывают места расположения дополнительных изолирующих стыков. На рис.39 эти пары стыков помечены звездочкой ($\overset{*}{+}$).

4. Производится второе дополнительное деление рельсовых линий станции на стрелочные участки, исходя из правил устройства рельсовых цепей. Например, если бы на рис.39 стрелки **4, 6, 10** не имели бы компактного расположения и имели бы большую длину всех ответвлений, то секцию **4-10 СП** следовало бы разделить на две секции.

5. В вершины острых углов стрелок вписываются дуги, определяющие конфигурацию замкнутых контуров и область установки внутренних изолирующих стыков. Этой областью является область между вершиной острого угла и точками сопряжения дуги с прямыми линиями.

6. В областях установки внутренних изолирующих стыков указывается их расположение. Например, на рис.39 в области стрелки **9** внутренние изоли-

рующие стыки расположены по направлению отклонения, а в области стрелки **14** – по прямому направлению. Место установки внутреннего изолирующего стыка может быть выбрано произвольно.

7. Указывается место расположения внутренних изолирующих стыков глухих пересечений (см. **ВИГП** на рис.39).

8. Подсчитывается количество пар стыков, входящих в каждый замкнутый контур. На рис.39 в контур **I** таких стыков входит 9. Они пронумерованы заключенными в окружность числами 1,2,... 9.

9. Если в замкнутый контур входит четное число пар стыков, то чередования фаз напряжений по разные стороны изолирующих стыков будет выполняться.

10. Если в замкнутый контур входит нечетное число пар стыков, то изменением расположения внутренних изолирующих стыков добиваются их четного количества в каждом замкнутом контуре. Так, на рис.39 для того, чтобы обеспечить четное число пар стыков в контуре **II** необходимо стыки на стрелке **14** перенести с прямого направления на отклонение, а в контуре **I** – стыки стрелки **12** с отклонения перенести на прямое направление.

11.Если перестановкой внутренних изолирующих стыков не удастся добиться четного числа пар стыков в замкнутых контурах, то рекомендуется применить одно из следующих двух решений:

а) провести третье дополнительное деление стрелочных секций (так на рис.39 вместо переноса стыков на стрелке **12** можно разделить секцию **1-11СП** на две секции, а именно **1-7СП** и **11СП**);

б) предусмотреть устройство транспозиции рельсовой линии (так на рис.39 вместо переноса стыков на стрелках **12** и **14** можно предусмотреть транспозицию рельсовой линии второго пути). Устройство транспозиции показано на рис. 40.



Рис.40 Транспозиция рельсовой линии

В правильности принятых решений по переносу изолирующих стыков на стрелках **12** и **14** можно убедиться, рассматривая рис. 41.

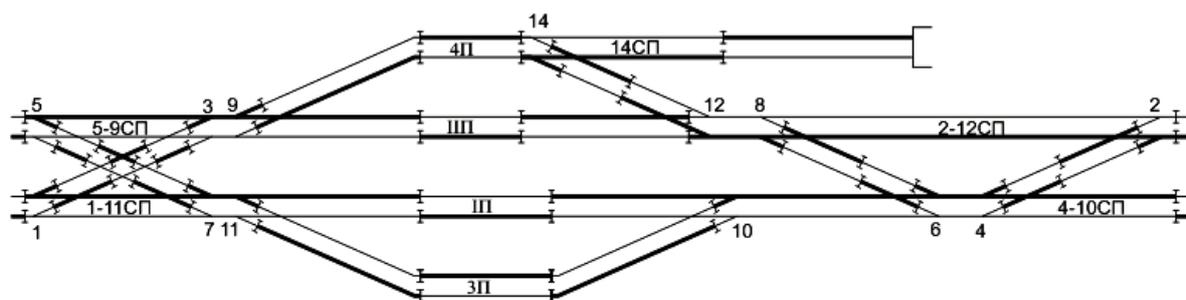


Рис.41 Схема расстановки изолирующих стыков

После определения мест установки изолирующих стыков составляется двухниточный план станции. Часть двухниточного плана для станции, расположенной на участке с автономной тягой, показана на рис.42. На нем кроме указания о подключении к рельсам точек Φ и H (см. рис.36) аппаратуры питания рельсовых цепей показаны:

- места расположения трансформаторных ящиков с условным обозначением схем рельсовых цепей (схема питающего конца обозначается знаком «•», а схема релейного знаком «+»);

- места расположения стрелочных электроприводов с указанием особенностей электроприводов. Например, у стрелки *12* устанавливается электропривод с двигателем переменного тока с выходом шибера справа, причем в исходном состоянии шибера выдвинут;

- места расположения светофоров с указанием их расцветки;

- места расположения точки присоединения и количество перекидных сигнальных стрелочных соединителей;

- основная трасса кабеля с местами расположения кабельных муфт с указанием их назначения (*СТ* - стрелочная; *П* - питающих концов; *Р* - релейных концов, *С* - светофоров) и конструкции (*4* - разветвительная на 4 направления);

- места установки релейных (*РШ*) и батарейных (*БШ*) шкафов;

- места установки маневровых колонок или вышек, если на станции предусматривается местное управление стрелками;

- места установки прочего оборудования (колонки громкоговорящей связи, оборудование переездов и т.д.), если таковое предусмотрено на станции.

На участках с электротягой на двухниточном плане вместо сигнальных перекидных соединителей показывают тяговые, обозначают электрофицированные пути и тупики, места расположения и точки подключения междурельсовых перемычек.

ЛЕКЦИЯ №12, 13
ПОНЯТИЕ О ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ, ИХ ВИДЫ И КРАТКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА.
СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ РАЗНОВИДНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
ЦЕНТРАЛИЗАЦИЙ (ЭЦ).

Продукция железнодорожного транспорта вырабатывается в процессе движения. Управление очередностью движения различных подвижных единиц в пределах станции и целых участков осуществляется путём управления стрелками и станционными сигналами. При управлении движением наибольшая эффективность достигается при сосредоточении в одном месте и в одних руках функций управления и контроля положения стрелок, светофоров, рельсовых цепей и других объектов, прямо или косвенно влияющих на организацию движения. Указанное сосредоточение осуществляется при помощи специальных устройств, которые называются *централизациями* (от латинского слова *centralis* - срединный). В целом централизация может быть представлена в виде, изображённом на рис. 2, на котором под прочими объектами понимаются маневровые колонки или вышки или посты, переезды, устройства акустического вызова, обдужки стрелок, дистанционного ограждения составов при его ремонте на путях и т.д.

Особенность автоматов централизации рис.2 состоит в том, что при управлении объектами они в первую очередь предназначены для автоматической проверки условий безопасности движения. Задачи механизации и автоматизации процесса перевода стрелок, открытия светофоров и т.д. являются задачами второй очереди.

На аппарате управления централизации рис.2 для каждого объекта устанавливается орган управления. Связь аппарата управления и контроля с автоматами централизации, как и связь автоматов централизации с объектами осуществляется с использованием многопроводных кабельных линий. Если по кабельной линии необходимо было передавать большое количество энергии (например, для работы мотора стрелочного привода), то провода кабельной линии дублировались. Таким образом, централизации рис. 2 предполагают многопроводность и ограниченность радиуса действий. Эти централизации получили название *централизаций прямого управления* (ЦПУ). Практически дальность действия ЦПУ не превышает 1,5 - 2 км.

Управление и контроль объектами централизации, расположенными на линейных станциях диспетчерского участка осуществляет поездной диспетчер (ДНЦ). Аппарат управления и контроля ДНЦ удален от автоматов централизации на большое расстояние. В условиях Узбекской железной дороги это удаление может превышать 1000 км. Тогда для сокращения числа проводов между аппаратом управления и контроля ДНЦ и автоматами централизации включаются специальные преобразователи сигналов. Они позволяют многопроводные линии между аппаратом ДНЦ и автоматами централизации заменить одной двухпроводной линией или одним каналом связи. Такие централизации получили название *кодовых централизаций*.

Централизации прямого управления классифицируются по различным признакам. Одним из таких признаков является вид источника питания автоматов централизации и нагрузки (стрелок, светофоров, семафоров и т.д.). Механическая и комбинированная (электромеханическая, механоэлектрическая, электрозащелочная) централизации применялись ранее на дорогах стран СНГ. На Узбекской железной дороге к настоящему времени механические централизации заменены электрическими.

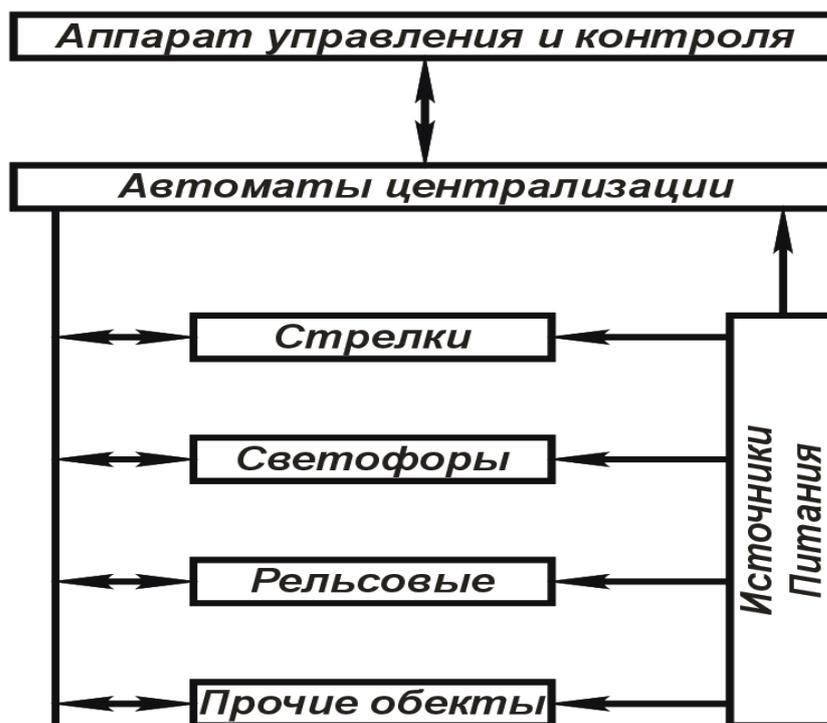


Рис.2. Централизация

В **электрических централизациях** (ЭЦ) питание автоматов и силовой нагрузки (двигатели стрелочных электроприводов, лампы светофоров, маршрутных указателей и т.д.) осуществляется от источника электрической энергии.

Признаком классификации ЭЦ является элементная база автоматов централизации. Если для изготовления автоматов использованы специальные железнодорожные электромеханические реле, то централизация называется **релейной**. Если для изготовления автоматов использованы бесконтактные логические элементы, то централизация называется **электронной**.

Автоматы любых централизаций связаны между собой и работают в соответствии с жестким порядком. Порядок работы автоматов называется **алгоритмом** работы. Если составить математическую модель автоматов, то сама модель и алгоритм ее работы может быть реализована универсальной вычислительной машиной (персональным компьютером). Централизации, использующие персональные компьютеры, получили название **компьютерные**.

Электронные и компьютерные централизации не получили большого распространения в связи с разработкой микропроцессорных наборов. Микропроцессорный набор - совокупность микропроцессорных и других интегральных микросхем, необходимых и достаточных для построения конкретного изделия (электрической централизации) управляющей техники. Централизация, для изготовления которой использованы микропроцессорные наборы, получили название **микропроцессорные** (МПЦ). Практически МПЦ это специализированная управляющая вычислительная машина. В настоящее время МПЦ находится в стадии становления. Их разработкой и внедрением занимаются многие фирмы. Программное обеспечение и алгоритмы работы МПЦ являются техническим секретом соответствующих фирм, однако, алгоритм работы МПЦ может не отличаться от алгоритма работы релейной централизации.

Другим признаком классификации ЭЦ является вид управления или вид алфавита, при помощи которого аппарат управления связан с автоматами ЭЦ. Если на аппарате управления установлены органы управления (источники команд) для каждого управляемого объекта, то алфавит связи является **раздельным**, а централизация называется централизацией с **раздельным** управлением.

Применение раздельного управления на средних и больших станциях приводит к большим затратам времени на управление стрелками и светофорами, что снижает пропускную способность. Для сокращения указанных затрат времени и увеличения пропускной способности применяют маршрутное управление. При маршрутном управлении на однопунктном плане станции, изображённом на табло, выделяют точки, от которых должна поехать подвижная единица. Эта точка совпадает с местом установки светофора и называется **точкой начала**. Кроме того, выделяются точки, за которые должна захватить подвижная единица. Эта точка, как правило, совпадает с местом установки светофора попутного или противоположного направления движения и называется **точкой конца**. Для точек начала и конца на аппарате управления устанавливаются соответствующие кнопки начала и конца. Для того чтобы перевести все необходимые стрелки и открыть светофор необходимо поочередно нажать кнопку начала, а затем конца. Такое управление стрелками и светофорами и алфавит связи называются маршрутными, а централизация - централизацией с **маршрутным** управлением.

Перед началом движения подвижных единиц по стрелкам двигатели стрелочных электроприводов должны быть надёжно отключены от источников питания, для того чтобы исключить перевод стрелки и, как следствие, возможное столкновение с другой подвижной единицей. Должна быть также исключена возможность открытия светофора для другой подвижной единицы, движение которой может привести к столкновению двух подвижных единиц. Исключение возможности перевода стрелок и открытия светофора для другой подвижной единицы производится путем наложения на автоматы управления стрелками и светофорами **электрического замыкания**, суть которого состоит в обрыве цепей питания соответствующих автоматов. Системы, в которых

электрическое замыкание снимается после освобождения хвостом подвижной единицы всех стрелок, по которым она должна проследовать, получили название систем с **несекционным (маршрутным) размыканием**. Системы, в которых электрическое замыкание снимается по мере освобождения хвостом подвижной единицы стрелок, получили название систем с **секционным размыканием**. Классификация систем по способу размыкания является третьим признаком классификации.

Четвёртым признаком классификации являются места расположения автоматов централизации и источников питания ее силовых нагрузок. В соответствии с этим признаком существуют следующие виды централизации.

Релейная **централизация с местными зависимостями и местными источниками питания** (РЦМ). В этой централизации вся релейная аппаратура и источники питания устанавливаются около стрелок и светофоров, для чего в горловинах станции размещаются релейные будки и батарейные колодцы. В помещении дежурного по станции (ДСП) устанавливается только аппарат управления и контроля (**АУК**). Связь **АУК** с релейной аппаратурой, а также связь автоматов различных горловин между собой осуществляется по кабельным линиям. В системе РЦМ используется раздельное управление и несекционный (маршрутный) способ размыкания. Недостаток системы РЦМ состоит в рассредоточенности аппаратуры, что удорожает строительство и обслуживание системы. Поэтому в настоящее время система не применяется, но применялась ранее на малых станциях (до 15 стрелок, не более 5 путей).

Релейная **централизация с центральными зависимостями и местными источниками питания** (РЦЦМ). В этой централизации основную часть релейной аппаратуры и **АУК** размещают в станционном здании, где находится помещение ДСП. Часть релейной аппаратуры размещают в релейных шкафах, устанавливаемых в горловине станции у выходных и входных светофоров. Источники питания размещают в батарейных шкафах, которые устанавливаются рядом с релейными шкафами и около помещения ДСП. В системе РЦЦМ используется раздельное управление и маршрутный способ размыкания. Система РЦЦМ применялась на малых станциях таких участков, на которых не было двух надежных источников внешнего электроснабжения.

Релейная **централизация с центральными зависимостями и центральным питанием** (РЦЦ). В данной системе вся аппаратура и источники питания располагаются в одном месте и, как правило, в специальном здании, которое называется постом централизации. Незначительная часть аппаратуры автомата управления светофорами, ограждающими станцию со стороны перегонов (входные) располагается в релейных шкафах, установленных рядом с входными светофорами. Для резервирования электропитания ламп входного светофора около релейного шкафа устанавливается батарейный шкаф, в котором размещаются аккумуляторы.

Системы РЦЦ применяются в трех вариантах:

- 1 вариант - с раздельным управлением и маршрутным размыканием;
- 2 вариант - с раздельным управлением и секционным размыканием;
- 3 вариант - с маршрутным управлением и секционным размыканием.

Классификация ЦПУ показана на рис. 3

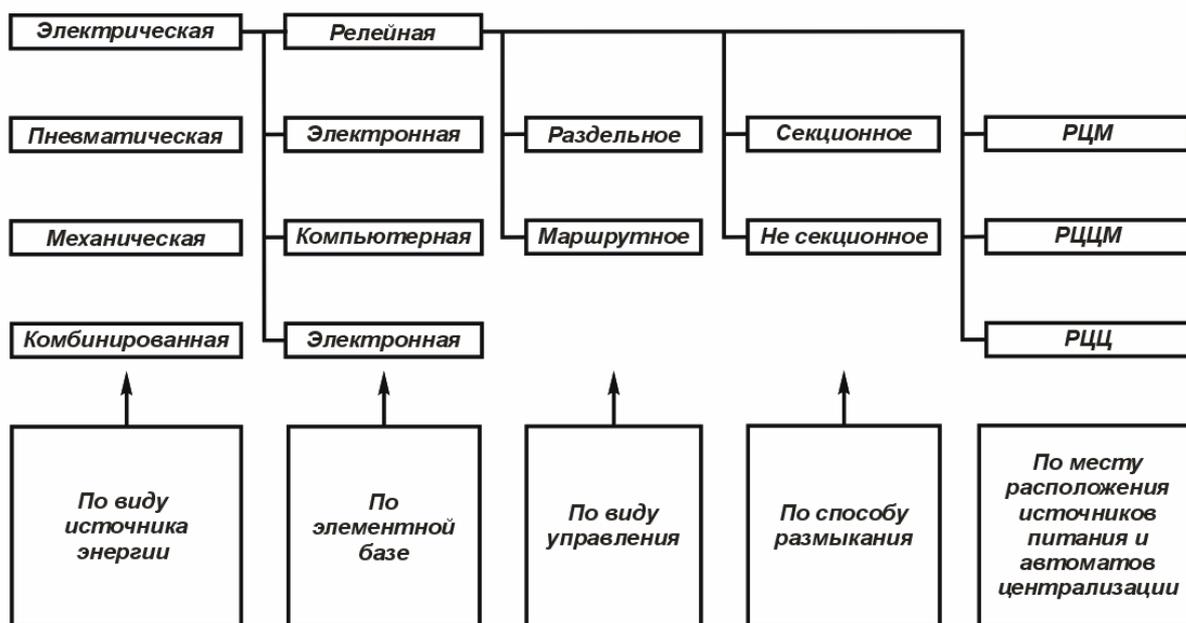


Рис. 3. Классификация централизаций прямого управления

На Узбекских железных дорогах применяются электрические централизации. В правилах технической эксплуатации железных дорог республики Узбекистан записано:

88. Устройства электрической централизации должны обеспечивать:

- взаимное замыкание стрелок и светофоров;
- контроль взреза стрелки с одновременным закрытием светофора, ограждающего данный маршрут;
- контроль положения стрелок и занятости путей и стрелочных секций на аппарате управления;
- возможность маршрутного и раздельного управления стрелками и светофорами, производства маневровых передвижений по показаниям маневровых светофоров, при необходимости передачу стрелок на местное управление.

89. Устройства электрической централизации не должны допускать:

- открытия входного светофора при маршруте, установленном на занятый путь;
- перевода стрелки под подвижным составом;
- открытия светофоров, соответствующих данному маршруту, если стрелки не поставлены в надлежащее положение;
- перевода входящей в маршрут стрелки или открытия светофора враждебного маршрута при открытом светофоре, ограждающем установленный маршрут.

Наиболее важными автоматами централизации, при помощи которых осуществляется управление движением, являются автоматы управления и контроля положения стрелками и светофорами.

ЛЕКЦИЯ №14

СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ.

Основным назначением устройств электрической централизации является обеспечение безопасности поездных и маневровых передвижений на станции. Непрерывность перевозочного процесса диктует необходимость обеспечения высокого уровня безопасности движения, который не должен снижаться даже при возникновении неисправностей электрической централизации. Это достигается применением организационного, механического и электрического способов обеспечения безопасности движения.

В *организационном способе* можно выделить два аспекта. Суть первого аспекта состоит в том, что все работники, причастные к организации и проведению технологических операций на станции и обслуживанию устройств электрической централизации, должны безоговорочно и с высоким качеством выполнять требования всех инструкций. Общими для всех являются:

1. Правила технической эксплуатации железных дорог Республики Узбекистан (ПТЭ);

2. Инструкция по сигнализации на железных дорогах Республики Узбекистан (ИС);

3. Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Республики Узбекистан (ИДП);

4. Инструкция по техническому обслуживанию устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) НШ-01;

5. Инструкция по содержанию технической документации на устройства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) НШ-02;

6. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве работ по техническому обслуживанию и ремонту устройств СЦБ НШ-03;

7. Инструкция по техническому обслуживанию устройств механизированных и автоматизированных горок НШ-05;

8. Инструкция по обеспечению безопасности роспуска составов и маневровых передвижений на механизированных и автоматизированных сортировочных горках при производстве работ по техническому обслуживанию и ремонту горочных устройств НШ-08;

9. Правила приемки в эксплуатацию законченных строительством объектов железнодорожной автоматики и телемеханики (устройств СЦБ) НШ-26;

Кроме общих инструкций на станциях действуют и местные инструкции, которые учитывают специфику конкретной станции. Примером такой инструкции является «Технико-распорядительный акт станции» (ТРА).

Суть второго аспекта состоит в обеспечении требований габарита. Это выполняется следующим образом. Точки *1* и *2* отделяющие стрелочный путевой участок *12СП* от соседних участков должны располагаться так, как это показано на рис.11 и на расстоянии не менее чем 3,5м от предельного столбика (*ПС*) данной стрелки. Тогда, подвижная единица *ПЕ1* не будет препятствовать движению *ПЕ2*. Точка *3* (рис. 11) является концом рамного рельса, которая

удалена от конца остряка на расстояние a . Численное значение « a » определяется по эюграм стрелочных переводов и практически не превышает 1,5м.

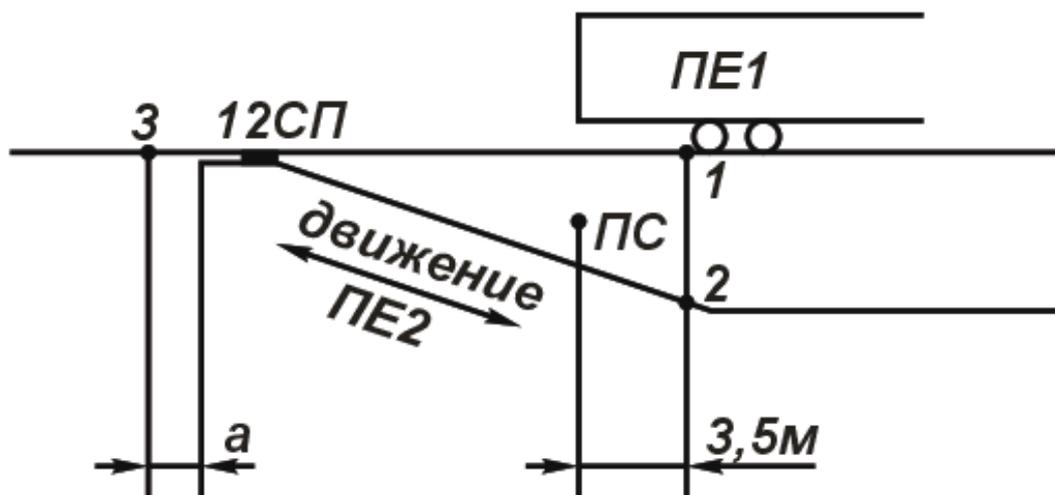


Рис. 11. Габаритные расстояния

В точках $1, 2, 3$ устанавливаются либо изолирующие стыки, если в ЭЦ предусматривается использование рельсовых цепей, либо точечные путевые датчики, если в ЭЦ предусмотрено использование системы счета осей. Если **ПЕ1** (см. рис. 11) будет расположен левее точки 1 , то габарит для движения **ПЕ2** будет нарушен и рельсовая цепь или система счета осей обеспечат невозможность установки маршрута для движения **ПЕ2**.

Иногда технологией работы станции для некоторых стрелок предусматривается двойное управление – центральное и местное. Если органы местного управления стрелкой размещены в маневровой вышке, будке или колонке, то расстояние a (см. рис. 11) должно быть увеличено. Таким образом, у стрелки двойного управления организуется предстрелочный участок. Он образуется путем укладки между концом рамного рельса и точкой 3 одного типового рельсового звена длиной 12,5м. Наличие предстрелочного участка обеспечивает завершение перевода стрелки, если при начавшемся переводе стрелочный участок занимает подвижная единица, двигающаяся в противоположном направлении (на рис. 11 направление слева на право). Если не предусматривать защитного участка, то в вышеописанной ситуации может произойти сход с рельс подвижной единицы. Довольно часто на станциях встречается расположение стрелок, показанное на рис 12. Для возможности организации одновременных передвижений двух подвижных единиц **1ПЕ** и **2ПЕ** в направлениях указанных на рис. 12, стрелки 1 и 3 должны обязательно входить в разные путевые участки. Из рисунка видно,

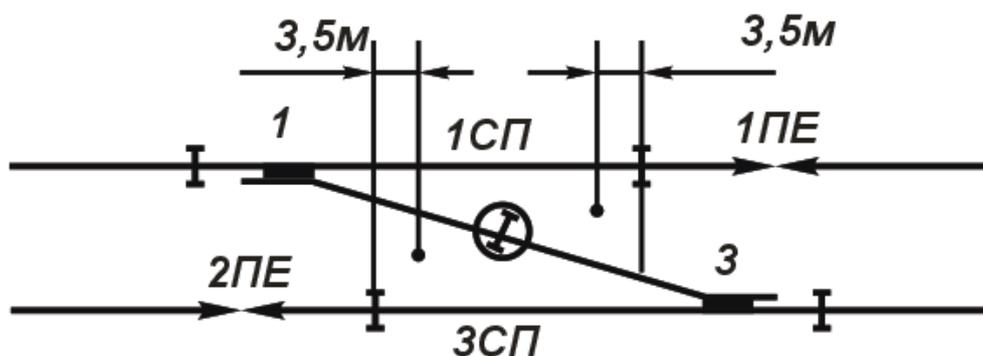


Рис12. Пример негабаритности

что изолирующий стык между участками *1СП* и *3СП* является негабаритным. Это значит, что при установке маршрута по плюсовому положению стрелки *1* и минусовом положении стрелки *3* необходимо дополнительно проверять свободу путевой секции *3СП*, хотя она в маршрут не входит. Аналогично, при установке маршрута по плюсовому положению стрелки *3* и минусовом положении стрелки *1* необходимо дополнительно проверять свободу не входящей в маршрут секции *1СП*. (Заметим, что негабаритность стыков помечается так, как это показано на рис. 12). Чтобы исключить необходимость дополнительных проверок (т. е. считать стык между *1СП* и *3СП* габаритным) и снизить стоимость ЭЦ, стрелки *1* и *3* спаривают, т. е. для обоих стрелок применяют одно устройство управления и контроля. Спаренные стрелки обозначаются соседними номерами через знак дроби (стрелка *1/3*). В управляющей цепи спаренных стрелок проверяются условия безопасности движения по секциям *1СП* и *3СП*. Цепь выполнена таким образом, что при поступлении команды на перевод стрелок съезда в плюсовое положение осуществляется их поочередный перевод в плюсовое положение. Аналогично, при поступлении команды на перевод в минусовое положение осуществляется поочередный перевод стрелок в минусовое положение. Контрольная цепь спаренных стрелок фиксирует только одноименное (*+1 Λ +3* или *-1 Λ -3*) положение стрелок, чем исключаются возможность установки маршрутов через стрелки при положениях «*+1 Λ -3*» или «*-1 Λ +3*», требующих дополнительных проверок. Таким образом, благодаря включению стрелок в съезд, изолирующий стык между ними из негабаритного преобразуется в габаритный.

Если для стрелок съезда предусматривается двойное управление, то перед стрелкой переводимой первой организуется предстрелочный участок путем укладки одного звена (12,5м.), а перед стрелкой переводимой второй укладываются два звена (25м). Это объясняется последовательным переводом стрелок.

Механический способ обеспечения безопасности движения ранее широко применялся при ручном управлении стрелками и сигналами. В устройствах электрической централизации его применение ограничено решением проблемы безопасности при организации движения по стрелкам. Суть проблемы поясняется при помощи рис. 13.

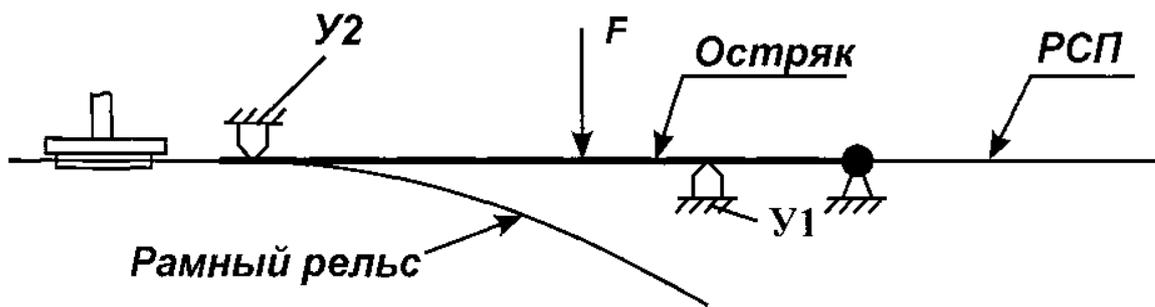


Рис. 13. Элементы стрелки

На нем показано, что корень остряка соединяется шарнирно с неподвижным рельсом соединительного пути (*РСП*). Перо остряка свободно опирается на неподвижный рамный рельс. При движении подвижного состава за счет его горизонтальных колебаний ребора колеса воздействует на остряк импульсами силой F направление которых указано на рис. 13. Упор $У1$ препятствует прогибу остряка. При отсутствии упора $У1$ увеличивалась бы ширина колеи. У стрелок с любой маркой крестовины после прекращения действия импульса силы из-за пружинности остряка его перо отходит от рамного рельса, что создает угрозу безопасности движения. Упор $У2$ препятствует отходу остряка от рамного рельса, чем гарантируется безопасность движения. Упор $У2$ получил название *замыкателя*. Конструктивно замыкатели могут быть объединены с электроприводом и тогда они называются *внутренними*. Замыкатели изготавливаются и в виде отдельных конструкций и тогда они называются *внешними*. По принципу действия замыкатели бывают шарнирно-упорные, кулачковые, клиновые (кламмерные), крюковые.

Электрический способ обеспечения безопасности движения предполагает обязательное использование в устройствах управления стрелками и светофорами логических операций $\&$, что поясняется при помощи упрощенных схем управления входным светофором, изображенных на рис.14. На рис. 14а показан принцип реализации логической операции $\&$ в контактных системах. Работа устройства происходит следующим образом. Для открытия светофора ДСП нажимает кнопку *НУС* в результате чего замыкается её контакт. Замыкание контакта *НУС* приводит к протеканию тока по цепи: плюсовой полюс ($П$) батареи; фронтной контакт *НУС*; ..., фронтной контакт путевого реле $П$; фронтной контакт реле $П$; тыловой контакт реле $П$; фронтной контакт путевого реле $П$; фронтной контакт путевого реле $П$; обмотка реле $П$; минусовой полюс ($М$) батареи. Реле $П$ возбуждается, самоблокируется, выключает лампу красного огня и включает лампу зеленого огня светофора $П$. После этого ДСП снимает палец с кнопки *НУС* и её контакт размыкается. За счет фронтной контакта $П$ в цепи самоблокировки на светофоре $П$ сохраняется разрешающее показание. В исходное состояние реле $П$ переключается в результате обрыва цепи питания контактом реле $П$, что происходит при вступлении поезда за светофор $П$.

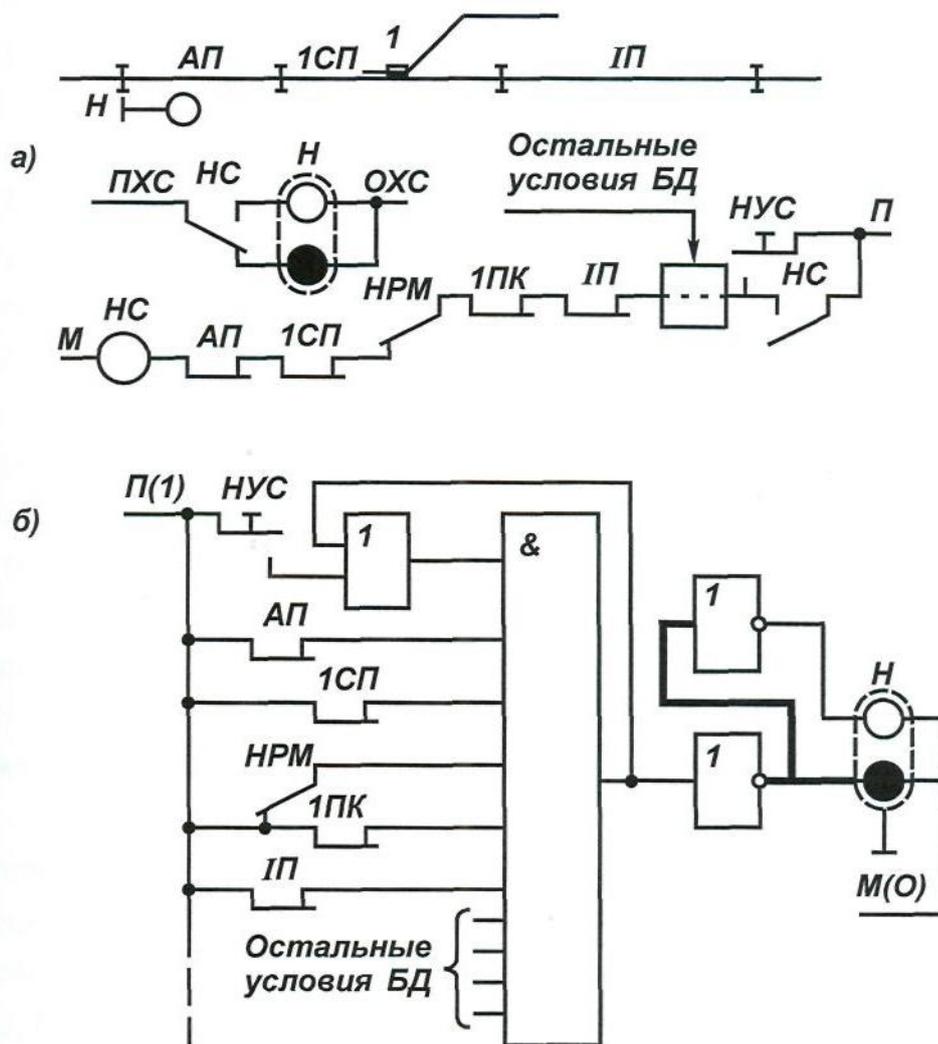


Рис. 14. Упрощенная схема управления входным светофором

Замкнутое состояние любого контакта в цепи возбуждения реле **НС** гарантирует выполнение какого-либо одного или нескольких условий безопасности движения. Например, замкнутое состояние фронтного контакта **1ПК** гарантирует, что:

- а) остяк стрелки **1** механически замкнут в плюсовом положении;
- б) зазор между прижатым остяком и рамным рельсом менее 4мм;
- в) отжатый остяк отведен от рамного рельса на расстояние не менее 125мм.

Если перечисленные условия безопасности движения не выполняются, то фронтный контакт **1ПК** будет разомкнут и нажатие кнопки **НУС** не приведет к возбуждению реле **НС** и открытию светофора.

На рис.14б приведен вариант использования бесконтактной схемы логической операции **&**. В этой схеме за сигнал **1** принят положительный полюс **П(1)** источника питания, а за сигнал **0** - отрицательный полюс **М(0)** источника питания. Работа устройства рис. 14б происходит аналогично.

ЛЕКЦИЯ №15 ПРАВИЛО СИНТЕЗА ЭЦ НА РЕЛЕЙНОЙ БАЗЕ И ИХ СВОЙСТВА.

В настоящее время на сети железных дорог стран СНГ широкое распространение получили релейные системы. В основе концепции безопасности релейных ЭЦ лежит принцип использования безопасного элемента. Таким элементом является электромеханическое реле первого класса надежности. У этих реле гарантируется отпадание якоря под действием собственного веса и не свариваемость общего контакта с фронтовым. Благодаря этим свойствам, реле первого класса надежности имеют не симметричную характеристику отказов, при которой вероятность, замыкания фронтового контакта с общим у невозбужденного реле равна нулю (искажения типа $0 \rightarrow 1$ отсутствуют). Возможность не замыкания фронтового контакта с общим у возбужденного реле может быть (искажения типа $1 \rightarrow 0$ возможны), причем возникновение такого отказа должно переводить систему в защитное состояние (защитный отказ). В случае применения реле первого класса надежности концепция безопасности и надежность функционирования ЭЦ формулируются как совокупность следующих правил.

1. Необходимо правильно выбирать исходное состояние реле. Так, в упрощенной схеме управления входным светофором (рис. 14а) за исходное выбрано невозбужденное состояние реле *НС*. На рис. 15 показана упрощенная схема управления этим же светофором, но за исходное выбрано возбужденное состояние реле *НС*.

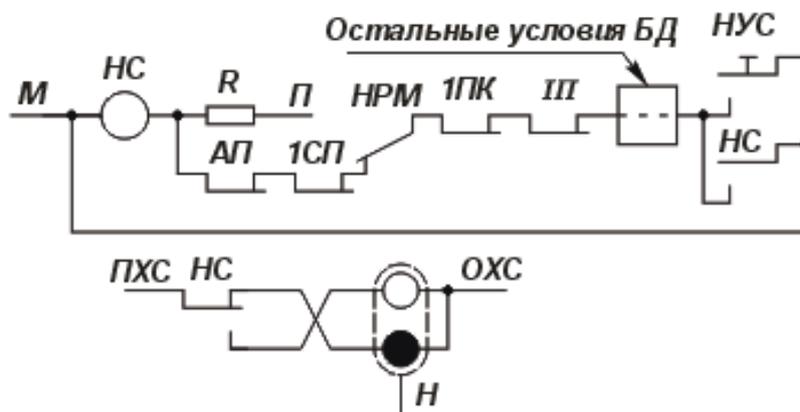


Рис. 15. Вариант схемы управления входным светофором

В устройстве рис. 14а светофор открывается в результате возбуждения реле *НС*. Если при открытом светофоре перегорит предохранитель в цепи питания *НС*, то оно отпускает свой якорь и разрешающее показание светофора сменится на запрещающее. Это защитный отказ. Если в устройстве рис. 15 перегорит предохранитель в цепи питания реле *НС*, то оно опустит свой якорь и запрещающее показание светофора сменится на разрешающее. При этом никакие условия безопасности движения проверены не будут, а это опасный отказ. Отсюда видно, что за исходное состояние сигнальных реле следует выбирать невозбужденное.

2. В штатном режиме работы устройств отключение обмотки реле первого класса надежности должно производиться фронтовым контактом другого реле первого класса надежности (т.к. он не сварится с общим).

3. Если в штатном режиме работы обмотка реле первого класса надежности выключается тыловым контактом другого реле первого класса надежности или любым контактом реле более низкого класса надежности, то необходимо проверять фактическое выключение реле первого класса надежности. Например, в системах с маршрутным размыканием замыкающие реле маршрутов приема **НПЗ** выключаются тыловым контактом сигнального реле первого каскада **НС**, что показано на рис. 16а. Проверка выключения реле **НПЗ** выполнена путем включения его тыловых контактов в цепь возбуждения реле второго каскада (в цепь **ГС, БС**).

4. Если функционирование какой-либо части устройства (схемы) предусматривается только в нештатном режиме, то выключение реле первого класса надежности может производиться любым контактом реле более низкого класса надежности или контактом кнопки, но при этом необходимо применение дублирования. Например, в устройствах блочных централизаций предусматриваются размыкание цепи питания реле второго каскада управления светофором (сигнального реле) контактами реле искусственной разделки, если светофор не может быть закрыт ДСП из-за сваривания контактов кнопочных реле или сигнальной кнопки. Таким образом, контакт реле искусственной разделки дублирует контакт кнопочного реле.

5. Цепи, проходящие в кабельных или воздушных линиях связи должны иметь двухполюсное (многополюсное) размыкание. На рис. 16 оно выполнено включением контактов реле **НС** и **НПЗ**, как со стороны плюсового (**ЛП**), так и со стороны минусового (**ЛМ**) полюсов линейной батареи. При таком включении сообщение провода **4**, к которому может быть подключен вывод источника питания **ЛП**, с любым из проводов **1, 2, 3** не приведет к возбуждению реле **ГС** или **БС**, что сохраняет на светофоре запрещающее показание. Двухполюсное размыкание является защитой от сообщения линейных проводов.

6. Если в цепи, проходящей в кабельной или воздушной линии связи, используется однополюсное размыкание, то электрические цепи, реализующие последующие такты работы устройства должны строиться так, чтобы не возникло опасных отказов. Например, следующий такт работы схемы управления входным светофором реализуется цепями включения ламп светофора. Схема этих цепей построена так, что в результате сообщения проводов **1** и **2** (см. рис. 16а) светофор **Н** вместо того чтобы сигнализировать:

а) одним желтым огнем, будет сигнализировать двумя желтыми огнями, т. е. менее разрешающим показанием;

б) зеленым огнем, будет одновременно сигнализировать желтым и зеленым огнями, что не предусмотрено ИС и в соответствии с этой инструкцией и ПТЭ требует остановки.

Таким образом, сообщение проводов **1** и **2** не нарушает безопасности движения и является защитным отказом.

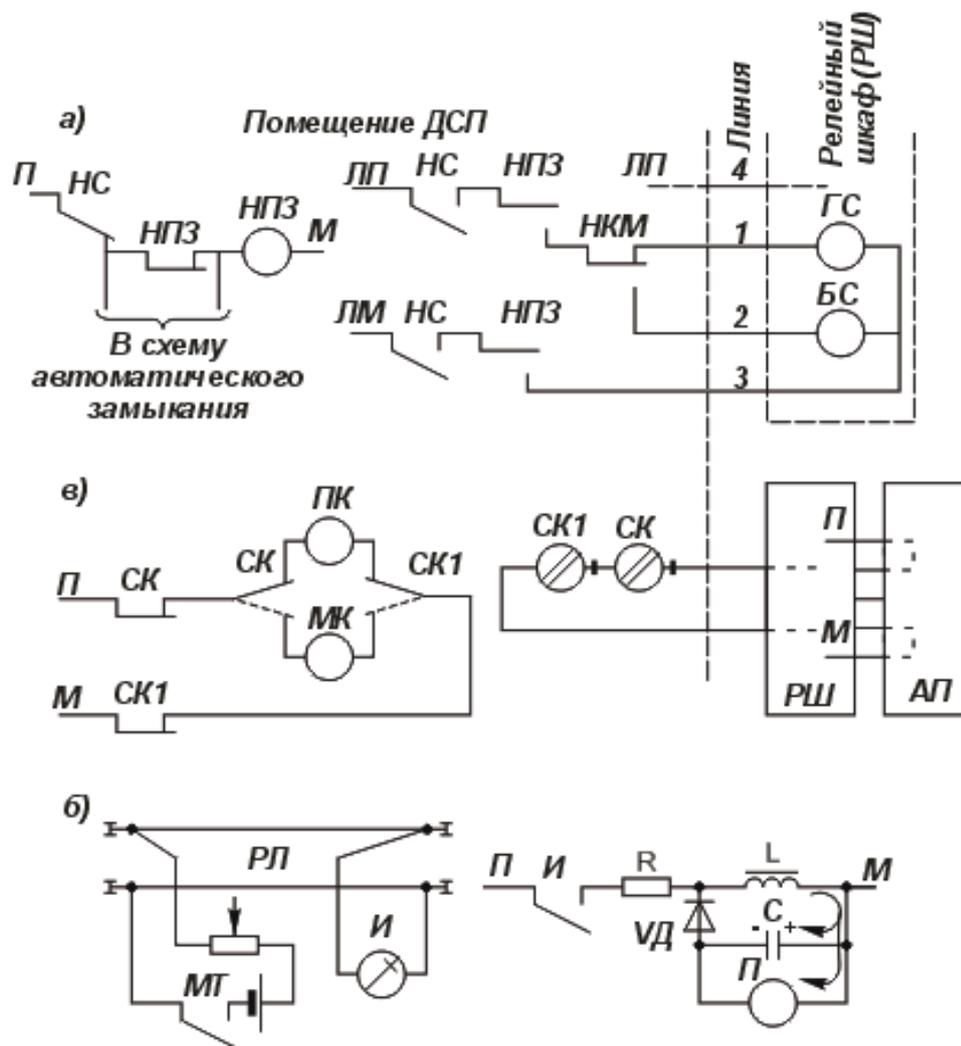


Рис. 16 Безопасные релейные схемы

7. Если в цепи, проходящей в кабельной или воздушной линии связи, используется однополюсное размыкание, то электрические цепи, реализующие последующие такты работы устройства должны строиться так, чтобы не возникло опасных отказов. Например, следующий такт работы схемы управления входным светофором реализуется цепями включения ламп светофора. Схема этих цепей построена так, что в результате сообщения проводов *1* и *2* (см. рис. 16а) светофор *Н* вместо того чтобы сигнализировать:

а) одним желтым огнем, будет сигнализировать двумя желтыми огнями, т. е. менее разрешающим показанием;

б) зеленым огнем, будет одновременно сигнализировать желтым и зеленым огнями, что не предусмотрено ИС и в соответствии с этой инструкцией и ПТЭ требует остановки.

Таким образом, сообщение проводов *1* и *2* не нарушает безопасности движения и является защитным отказом.

8. При использовании в схемах коммутационных приборов и реле не первого класса надежности следует предусматривать контроль замыкания

и размыкания их контактов. Практически это делается двумя способами.

Суть *первого способа* состоит в переводе работы реле в импульсный режим и включении через дешифратор его повторителя в виде реле первого класса надежности и использовании в схемах контакта повторителя. На рис. 16 импульсная работа подключенного к рельсовой линии *РЛ* поляризованного реле *И*, имеющего регулировку на преобладание, обеспечивается контактом маятникового трансмиттера *МТ*. При замыкании контакта реле *И* происходит накопление энергии в обмотке реактора *L*. При размыкании контакта реле *И* за счет действия ЭДС самоиндукции возбуждается реле *П* и заряжается конденсатор *C*. Цепи токов реле и заряда конденсатора показаны на рис. 16б стрелками. В результате протекания токов реле и заряда конденсатора количество энергии в обмотке *L* уменьшается. Для увеличения количества энергии в обмотке *L* необходимо вновь замкнуть контакта реле *И*. Таким образом, пока контакт реле *И* периодически замыкается и размыкается реле *И* будет находиться в возбужденном состоянии. Прекращение периодического замыкания и размыкания контакта реле *И* происходит либо при шунтировании *РЛ* поездом, либо при отказе в работе контакта реле *И*. Если повреждение наблюдается в виде не замыкания контактов из-за их выгорания, то источник питания со стороны полюса *П* будет отключен от дешифратора и реле *П* отпустит свой якорь, что соответствует ложной занятости рельсовой линии. Аналогично происходит работа дешифратора, если возникнет отказ в виде пробоя *ВД* с обрывом его *p-n* перехода. Если повреждение наблюдается в виде сваривания контактов реле *И*, то после завершения накопления энергии в обмотке *L* ЭДС самоиндукции возникать не будет и реле *П* отпустит свой якорь, что также соответствует ложной занятости рельсовой линии. Если возникает отказ в виде пробоя *ВД* с коротким замыканием его *p-n* перехода, то при замкнутом состоянии контактов реле *И* ток, протекающий через обмотку реле будет иметь одно направление (слева направо), а при разомкнутом состоянии - противоположное (указано стрелкой на рис. 16). В этом случае среднее значение тока в обмотке реле *П* будет значительно меньше тока надежного возврата и реле *П* отпустит свой якорь, что соответствует ложной занятости рельсовой линии. Таким образом, любой отказ реле *И* и дешифратора является защитным.

Суть *второго способа* заключается в применении дублирования с включением повторителей в виде реле первого класса надежности и использовании всех контактов этих повторителей. Этот способ рекомендуется применять для контроля исправной работы контактов поляризованных якорей. В качестве примера на рис. 16в приведена схема включения от автопереключателя *АП* взаимно дублирующих стрелочных контрольных реле *СК* и *СК1* в четырехпроводной схеме управления стрелкой. Заметим, что обмотки реле *СК* и *СК1* должны обязательно включаться последовательно, чем гарантируется правильная работа при обрыве в обмотке любого реле.

8. Источники электропитания линейных или контрольных цепей должны быть отделены предохранителями от остальных цепей питания и по

возможности не иметь гальванической связи как между собой, так и с остальными источниками питания.

9. Для исключения переполусовки питания поляризованных и комбинированных реле запрещено использование промежуточных выводов источников питания, если имеется нагрузка, включенная под полное напряжение этого источника. На рис. 17 сплошной линией обозначено направление тока через обмотку реле *A* при отсутствии отказа. Если возникает отказ в виде перегорания предохранителя *FU*, то направление тока в реле *A* изменится на противоположное (показано пунктиром).

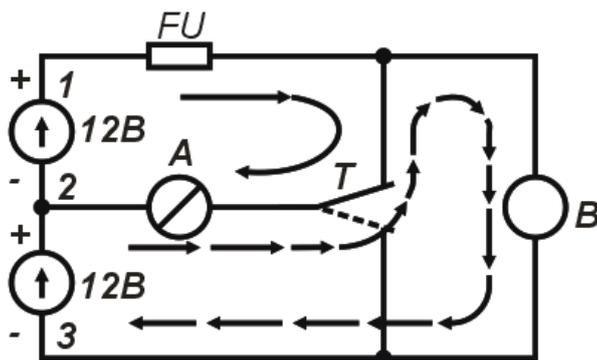


Рис. 17 Переполюсовка реле

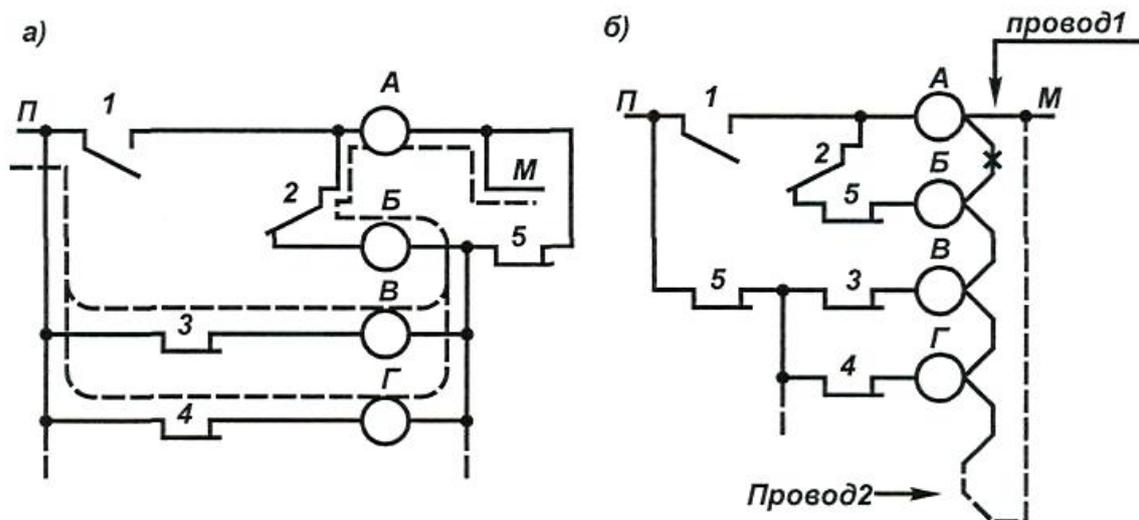
10. Источники электропитания должны снабжаться сигнализаторами заземления, надежность функционирования которых должна соответствовать надежности функционирования реле первого класса надежности.

11. Запрещено использование заземлений в качестве обратных проводов.

12. Контакты кнопок, рукояток и реле низшего класса надежности включаются в схемы только в начале или конце электрической цепи, чем исключается возможность возникновения опасного отказа в результате прогиба или излома контактных пружин и их касания с контактными пружинами других групп контактов.

13. Для исключения появления обходных цепей один вывод источника питания рекомендуется надежно соединять с выводами обмоток реле. Например, в устройстве, собранном по схеме рис. 18а ни один из выводов обмоток реле *Б*, *В*, *Г* не соединен с выводом источника питания. Для изображенного на рис 18а положения контактов реле *1*, *2*, *3*, *4* и отсутствия отказа, реле *В* и *Г* должны находиться в возбужденном состоянии, а реле *А* и *Б* в невозбужденном. В случае отказа в виде обрыва контакта реле *5* возникнет обходная цепь питания реле *А* и *Б* которая показана на рис. 18а.

Результатом рассмотренного отказа может быть возбуждение реле *А*, *Б* и переключение в невозбужденное состояние реле *В*, *Г*, что может являться опасным отказом. Включение контакта реле *5* со стороны плюсового полюса источника питания так, как это показано на рис. 18б, хотя и требует большого расхода контактов, но заменяет опасный отказ на защитный.



Анализ схемы рис 18б показывает, что обходные цепи, аналогичные рис. 18а, возникают в случае обрыва провода *1* в месте, указанном крестиком (X) на рис. 18б. Чтобы исключить образование обходных цепей необходимо надежно соединять выводы обмоток реле с выводом источника питания. На раннем этапе производства ЭЦ это делалось при помощи круговой обвязки, для осуществления которой в устройствах предусматривается, показанный на рис.18б пунктиром, провод *2*. Обнаружить обрыв круговой обвязки возможно лишь отключением от вывода источника питания проводов *1* и *2* и их прозвонкой, что мало приемлемо в практике эксплуатации. Поэтому, в настоящее время наилучшим способом подачи питания является применение прочных металлических шин, обрыв которых в условиях эксплуатации

Рис. 18 Исключение обходных цепей.

невозможен, с обязательным подключением каждого вывода реле одним проводом к отдельному лепестку шины. В этом случае обрыв монтажного провода не приводит к образованию выходных цепей.

14. Полупроводниковые приборы, резисторы, реакторы и конденсаторы, применяемые совместно с реле в устройствах ЭЦ должны соответствовать требованиям, предъявляемым к реле первого класса надежности, а именно:

изоляция должна в течение 1 мин. выдерживать без пробоя испытательное напряжение 2000В переменного тока частотой 50Гц;

паспортные значения рабочих напряжения или тока прибора должны не менее чем в 2 раза превышать соответствующие максимально возможные значения, действующие в устройствах. При питании устройств выпрямленным током характеристики прибора определяются исходя из амплитудных значений тока или напряжения действующих в устройстве;

запас по допустимой рассеиваемой мощности должен не менее чем в 1,5 раза превышать паспортные данные прибора.

ЛЕКЦИЯ №16

ПОСТРОЕНИЕ ЭЦ СОВРЕМЕННЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ.

Микропроцессорные электрические централизации (МПЦ) представляют собой единый комплекс аппаратных и программных средств. Объем и сложность программных средств МПЦ зависят от способа построения аппаратных средств.

Существует два способа построения безопасных МПЦ. Суть первого состоит в построении специализированных безопасных микропроцессорных комплектов, интегральных микросхем, логических элементов и т. д. Тогда аппаратные средства имеют несимметричные отказы. Это означает, что вероятность возникновения некоторых видов отказов настолько мала, что ей можно пренебречь. Это ведет к упрощению программного обеспечения.

Суть второго способа состоит в использовании коммерческих аппаратных средств. Они характеризуются симметричными отказами, вероятностью возникновения которых пренебречь нельзя. При этом отсутствие опасных отказов обеспечивается особенностями архитектуры системы, программным обеспечением и внешними контрольными устройствами. Безопасное функционирование МПЦ может быть достигнуто применением сочетания обоих способов. В любом случае концепция безопасности заключается в том, *что одиночные отказы аппаратных и программных средств не должны приводить к опасным отказам системы и должны обнаруживаться с заданной вероятностью при рабочих и тестовых воздействиях не позднее, чем в системе возникнет второй отказ.* Эту концепцию можно реализовать, если при разработке МПЦ применять защищенные от отказов аппаратные средства и защищенное от ошибок программное обеспечение. В целом безопасность достигается благодаря резервированию аппаратных и программных средств, организации внутрипроцессорного и межпроцессорного контроля. Структуры некоторых реально используемых безопасных МПЦ приведены на рис. 19.

Одноканальная система с одной программой (рис. 19а) предусматривает организацию полной проверки микро ЭВМ с помощью самопроверяемых средств внутреннего контроля **ССВК** и наличие безопасных выходных устройств **БВУ** для включения объектов управления **ОУ**. При обнаружении отказа **ССВК** формируется сигнал **У**, который приводит систему в защитное состояние по входу \emptyset , что приводит к отключению выходов **Z** от **ОУ** при помощи **БВУ**.

Одноканальная система с дублированной программой (рис.19б) использует две различные и независимые программы **П1** и **П2**, выполняющие одни и те же функции. Программы **П1** и **П2** должны быть написаны разными бригадами программистов по разным алгоритмам или версиям. Результаты выполнения программ **Z₁** и **Z₂** сравниваются внешним безопасным устройством **БУС**. При **Z₁ = Z₂** действие передается в объект управления.

Дублированная (двухканальная) система (рис. 19в) включает в себя две одинаковые микро ЭВМ с одинаковыми программами. Работа ЭВМ

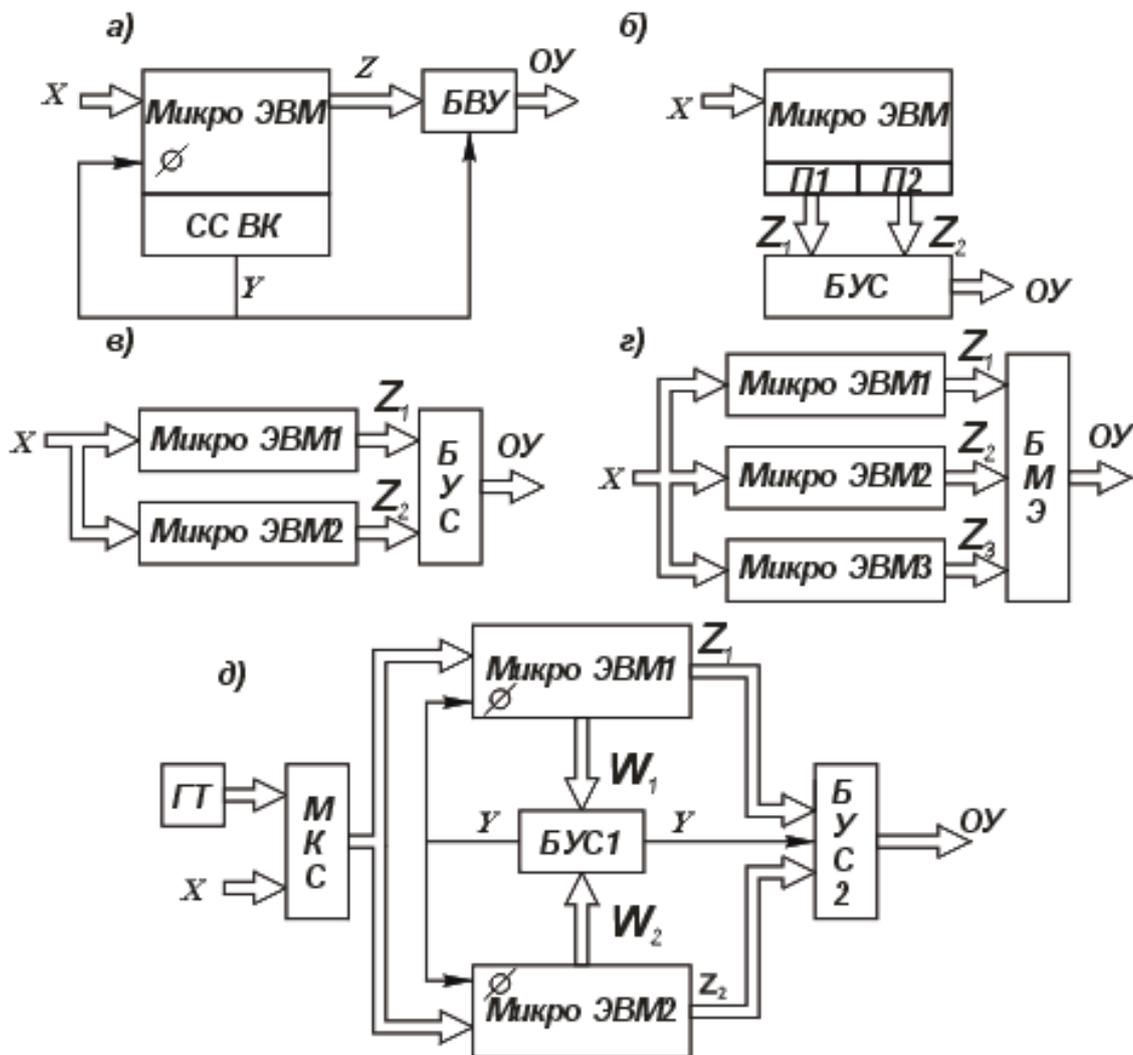


Рис. 19. Структуры безопасных МПЦ

синхронизирована с целью обеспечения параллельной и синфазной обработки информации. Внешнее безопасное устройство сравнения БУС выполняет те же функции, что и в одноканальной системе рис. 19б.

В троированной (трехканальной) мажоритарной системе (рис. 19г) предусматривается три синхронизированных независимых канала обработки информации. Результаты обработки информации Z_1 , Z_2 и Z_3 подаются на безопасный мажоритарный элемент БМЭ, который передает воздействие на объект управления ОУ, если выполняется одно из условий: $Z_1 = Z_2$ или $Z_1 = Z_3$ или $Z_2 = Z_3$ или $Z_1 = Z_2 = Z_3$.

Дублированная (двухканальная) система с тестированием и сильными связями (рис. 19д) использует две одинаковые синхронно работающие по одинаковым программам ЭВМ, генератор тестов ГТ и мультиплексор МКС. В процессе обработки информации микро ЭВМ1 и микро ЭВМ2

безопасным устройством сравнения *БУС1* осуществляется потактовая проверка совпадения сигналов W_1 и W_2 на внутренних контрольных точках. При обнаружении несовпадения *БУС1* вырабатывает сигнал Y которым по входам \emptyset *микро ЭВМ* переводятся в защитное состояние. Кроме того в процессе рабочего функционирования выделяются отрезки времени, в течение которых с помощью мультиплексора сигналы X отключаются от входов *ЭВМ* и к ним подключается генератор тестов. Результаты тестирования обоих каналов сравниваются в *БУС1* и при обнаружении ошибки вырабатывается сигнал Y действием которого система переводится в защитное состояние. Если при действии входных сигналов X ошибки не было обнаружено, то *БУС2* обеспечит передачу воздействия на управляемый объект при условии $Z_1 = Z_2$.

Для дальнейшего повышения безопасности многоканальные структуры могут быть реализованы с использованием *метода диверситета*. Это означает, что каналы выполняют одни и те же функции, но реализуются по различным независимым проектам, выполненными разными бригадами разработчиков. Тогда, ошибки разработчиков распространяются только на один канал и могут быть обнаружены средствами контроля.

При разработке единого комплекса МПЦ серьезной проблемой является создание защищенного программного обеспечения (ПО). Эта проблема, в сравнении с вышерассмотренной проблемой разработки и создания аппаратных средств, более трудна и менее изучена. Некоторые методы разработки такого ПО изложены в [3]. Заметим, что материальные затраты на разработку ПО МПЦ могут составлять 90% общих затрат.

ЛЕКЦИЯ №17 СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ СХЕМНЫХ УЗЛОВ ЭЦ.

Электрическая централизация любого типа может быть представлена в виде множества автоматов централизации. Основными автоматами электрических централизации являются автоматы управления и контроля положений стрелками и светофорами, а также автоматы замыкания, размыкания и отмены маршрутов. Связь этих автоматов с подвижными единицами может осуществляться либо при помощи рельсовых цепей, либо при помощи систем счета осей.

Структурная схема автомата управления и контроля положения стрелкой представлена на рис.8, из которого видно, что автомат состоит из управляющей и контрольной цепей.

Управляющая цепь в свою очередь состоит из пусковой и рабочей цепей.

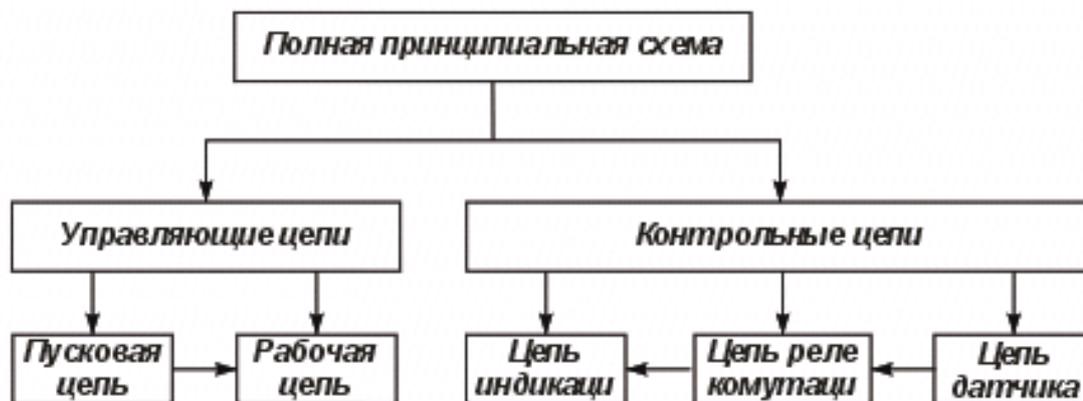


Рис. 8 Структура автомата управления и контроля стрелки

Основная функция пусковой цепи состоит в проверке условий безопасности движения при включении командным органом пусковой аппаратуры. Эти условия вытекают из пункта 89 ПТЭ РУ, из которого следует, что стрелку нельзя переводить, если:

- а) на стрелке находится подвижной состав;
- б) стрелка замкнута в другом маршруте, как ходовая или охранная.

В зависимости от конкретных условий на пусковую цепь могут быть возложены следующие дополнительные функции:

- в) автоматического отключения рабочей цепи при длительной работе электропривода на фрикцию;
- г) автоматического возврата стрелки в первоначальное положение, если перевод не может быть завершён ввиду попадания постороннего предмета между отжатым острым концом и рамным рельсом;
- д) автоматического повторного перевода;
- е) автоматического повторного возврата;
- ж) индикации об автоматическом повторном возврате (невозможности перевода стрелки);

з) автоматического отключения рабочей цепи после окончания перевода стрелки;

Исходя из условий безопасности движения, пусковая цепь должна воспринимать команду однократно и кратковременно, вне зависимости от продолжительности подачи команды в пусковую аппаратуру. Если бы команда на перевод стрелки воспринималась бы длительно, то безопасность движения могла бы быть нарушена, что видно из следующего примера. Допустим, что команда на перевод стрелки не может быть выполнена, так как на стрелке находится подвижной состав (не выполняется условие «а»). При длительном поступлении команды и кратковременной потере шунта мог бы начаться перевод стрелки под составом. Чтобы этого не было, в пусковой цепи должна выполняться следующая дополнительная функция, называемая противоположной:

и) кратковременного восприятия команд на перевод стрелки.

С учетом выполнения функции противоположности простейшая пусковая цепь должна быть рассчитана на фиксацию трех дискретных состояний, а именно: состояния, соответствующего фиксации команды на перевод стрелки в плюсовое положение; состояния, соответствующего фиксации команды на перевод стрелки в минусовое положение; состояния при котором отсутствует поступление любой команды на перевод стрелки.

В системах, с электромеханическими реле для фиксации одного из трех возможных состояний в качестве пусковых приборов, может быть использован один из следующих вариантов:

- одно нейтральное (*НПС*) и одно поляризованное (*ППС*) реле называемые пусковыми стрелочными;
- одно комбинированное (*СУП*) реле, называемое стрелочным пусковым;
- два нейтральных реле, одно из которых называется либо плюсовым управляющим (*ПУ*), либо плюсовым пусковым (*ППС*), а другое - либо минусовым управляющим (*МУ*), либо минусовым пусковым стрелочным (*МПС*).

Если пусковые приборы устанавливаются на посту электрической централизации, а реверсирование (изменение направления вращения) двигателя стрелочного электропривода предусматривается местное, то в пусковой цепи используется дополнительное поляризованное реле, которое устанавливается в путевом ящике рядом со стрелкой и называется реверсирующим (*Р*). В случае применения магистрального питания в путевом ящике вместо поляризованного реле, устанавливается комбинированное реле с самоудержанием, и оно называется пусковым стрелочным (*ПС*).

Для выполнения функции автоматического отключения рабочей цепи при длительной работе электропривода на фрикцию управляющая цепь дополняется стрелочным включающим (*СВ*), стрелочным фрикционным (*СФ*) и стрелочным защитным (*СЗ*) реле. Для выполнения функции автоматического возврата стрелки в первоначальное положение, если по каким-либо причинам перевод стрелки не может быть завершен, в состав управляющей цепи может входить реле автовозврата (*АВ*). Двукратная попытка перевода стрелок с

автоматическим возвратом обеспечивается включением в схему пусковых цепей реле реверсирования (*РЕВ*), реле сброса (*СБ*), реле второго цикла (*ВЦ*) и групповых реле (*ГУ*).

Рабочая цепь представляет собой цепь включения двигателя стрелочного электропривода. В эту цепь включается удерживающая обмотка пускового реле для того, чтобы обеспечить предусмотренный ПТЭ окончательный перевод стрелки, если при начавшемся переводе, стрелка занимает подвижной единицей. В случае, если стрелка оборудуется несколькими приводами, в рабочую цепь могут включаться токовые реле, которые называются включающими (*В*). Этими реле обеспечивается выключение рабочей цепи одного привода при обрыве рабочей цепи другого привода.

Стрелка может иметь много дискретных состояний, однако, все их можно заменить тремя дискретными состояниями. Два дискретных состояния - это такие, при которых по стрелке возможно безопасное движение. Эти состояния называются плюсовыми и минусовыми состояниями. Все остальные состояния заменяются одним состоянием, при котором движение по стрелкам запрещено. Для фиксации трех дискретных состояний датчика положений возможно использование различных реле. Практически в цепи датчика используются комбинированные реле, которые называются либо стрелочными контрольными (*СК*), либо общим контрольным (*ОК*). Так как количество контактов комбинированных реле ограничено, то цепь датчика дополняется цепью реле коммутации в качестве которых используются нейтральные реле плюсового (*ПК*) и минусового (*МК*) контроля положения стрелки. Kontakтами этих реле коммутируются цепи ЭЦ в соответствии с положением стрелок и контролируются условия безопасности движения. В некоторых системах требуемый расход контактов *ПК* и *МК* большой. Для снижения этого расхода возможно включение специального реле, которое называется врезным (*ВЗ*). На него может возлагаться функция контроля положения охранных стрелок и свободы негабаритных путевых участков.

В зависимости от местных условий для некоторых стрелок может быть предусмотрена установка двух комплектов источников команд управления. Первый комплект источников команд является основным, устанавливается на посту централизации и используется дежурным по станции для установки централизованных поездных и маневровых маршрутов. Второй комплект источников команд устанавливают в районе расположения стрелок в путевом ящике или маневровой колонке. Эти источники команд используют при установке маневровых маршрутов, не включенных в централизацию. В этом случае схема управления стрелками дополняется устройствами передачи на местное управление. В устройства передачи входят реле разрешения маневров (*РМ*), реле восприятия маневров (*ВМ*), маневровые децентрализующие реле (*МД*, *Д*), исключяющее (*МИ*), управляющее (*СМУ*) реле. Основная функция этих реле состоит в том, чтобы к схеме управления одновременно подключать только один источник команд и исключать возможность установки враждебных централизованных маршрутов.

Структурная схема автомата управления и контроля светофорами представлена на рисунке 9. В системах ЭЦ с несекционным (маршрутным) размыканием требуемое количество структур (рис. 9) определяется количеством групп взаимовраждебных маршрутов одного направления и одной категории. Например, для станции поперечного типа при условии включения в ЭЦ только поездных маршрутов таких групп будет четыре: нечетного приема; четного отправления; четного приема; нечетного отправления. Сложность принципиальных схем каждой из четырех названных групп схем незначительна.

В системах ЭЦ с секционным размыканием, использующих принцип объединения схем для маршрутов различных категорий и направлений, требуемое количество структур рис.9 определяется числом горловин станции. Сложность принципиальных схем каждой из этих структур определяется сложностью горловин станции.

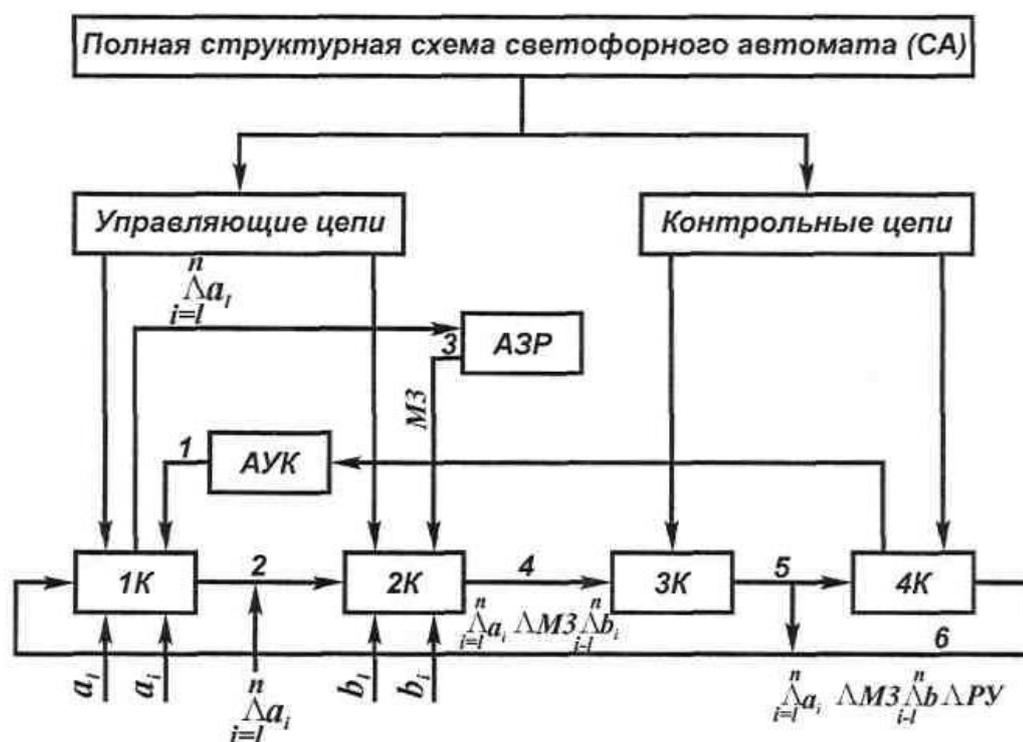


Рис.9. Структура управления светофорами

Автомат управления светофором является многотактным и многокаскадным. Каскады автомата рис.9 обозначены **1К**, **2К**, **3К**, **4К**. Количество каскадов в системе ЭЦ зависит от принципов построения электрических схем и мест расположения аппаратуры автоматики и источников питания. Дополнительно на рис. 9 изображены: АУК - аппарат управления и контроля; АЗР - автомат замыкания и размыкания маршрута.

Функции реле **первого каскада** заключаются в проверке условий безопасности движения $\sum_{i=1}^n \Delta a_i$, при выполнении которых возможно восприятие команды на открытие светофора. Это в дальнейшем обеспечит замыкание маршрута путем воздействия на **АЗР** (практически выключают соответствующие

замыкающие реле). В системах с маршрутным размыканием реле первого каскада получили название постовых сигнальных реле и обозначаются: **НС** - для группы поездных маршрутов нечетного приема; **НОС** - для группы поездных маршрутов нечетного отправления; **ЧС** - для группы поездных маршрутов четного приема; **ЧОС** - для группы поездных маршрутов четного отправления. Если маневровые маршруты включаются в централизацию, то в обозначения реле всегда входит буква **М** (маневровый).

В системах с секционным размыканием реле первого каскада получили название контрольно-секционных и обозначаются **КС**. Реле **КС** устанавливаются для каждого элементарного маршрута. В их обозначения всегда включается, либо номер элементарного маршрута (например, 2-4 **КС**), либо указывается обозначение блока, в котором оно установлено (например, **СП-69**, 2-4**СП** означает блок типа **СП-69** секции 2-4**СП**).

Реле первого каскада устанавливаются в релейном помещении здания станции или на посту ЭЦ.

На реле **второго каскада** возложены функции проверки тех условий безопасности движения, которые невозможно проверить в первом каскаде и функции обеспечения зависимостей между стрелками и сигналами. Ко второму каскаду относятся также реле, обеспечивающие зависимость $\bigwedge_{i=1}^n b_i$ показаний данного светофора от показания, следующего по ходу светофора.

В системах с центральными зависимостями, маршрутным (несекционным) размыканием и местными источниками питания реле второго каскада располагаются в релейных шкафах, установленных около светофоров.

В технической литературе для входного светофора предложено два варианта схемы второго каскада. Оба варианта реализуют одну и ту же функцию, но используют различные алгоритмы работы. Реле второго каскада получили название:

ГС - сигнальное реле маршрута на главный путь;

БС - сигнальное реле маршрута на боковой путь;

СС - сигнальное реле увязки показания светофора с показанием, следующего по ходу светофора.

При использовании другого алгоритма работы, реле второго каскада получили название:

ЗС - сигнальное реле зеленого огня;

ЖС - сигнальное реле желтого (верхнего) огня;

2ЖС - сигнальное реле желтого (нижнего) огня;

Реле второго каскада выходных светофоров получили название сигнальных и обозначаются по литерам светофоров с добавлением буквы **С**. Так, для станции рис.5 они будут обозначены **Н1С**, **Н2С**, **Н3С**, **Ч1С**, **Ч2С**, **Ч3С**. Увязка показаний выходного светофора с показаниями следующего по ходу перегонного светофора осуществляется при помощи реле зеленого огня нечетного **НЗ** или четного **ЧЗ** направления движения.

В системе с центральными зависимостями и маршрутным размыканием центральное питание используется только для выходных и маршрутных

светофоров. Реле второго каскада устанавливается в помещении ДСП или на посту ЭЦ и обозначаются они так же, как и в системе с местным питанием (**Н1С, Н2С, Н3С, Ч1С, Ч2С, Ч3С, Н3, Ч3**).

В ЭЦ с секционным размыканием и центральным питанием, использующих принцип объединения схем для маршрутов различных категорий и направлений, реле второго каскада называются сигнальными, устанавливаются на посту ЭЦ для каждого светофора. В обозначениях этих реле либо указываются литеры светофоров (**Н1С, Н1МС, М35С, ...**), либо указываются наименования и типы блоков в которых они установлены (Например: **М11, М17** - блок типа **М11** светофора **М17**). Увязка разрешающих показаний поездных и совмещенных светофоров с показаниями следующих по ходу светофоров осуществляется при помощи вспомогательных реле. Наименование и конкретные функции некоторых из них:

ЛС – линейное сигнальное реле, обеспечивает включение на выходных и маршрутных светофорах зеленого огня;

2ЗС – реле включения на светофоре двух зеленых или двух желтых огней;

ЗС – реле включения на входном светофоре зеленого огня;

ЖМС – реле обеспечения мигания желтого огня;

ЗПС – реле включения зеленой полосы;

ГМ – реле, исключающее сигнализацию нижним желтым огнем.

Третьим каскадом управления светофором являются цепи включения ламп (источников света) светофора. Последовательно с источником света включаются специальные реле, которые называются **огневыми (О)**. Функция **огневых реле** состоит в контроле исправного состояния источников света (нитей ламп). Это позволяет контролировать исправность ламп светофора и обеспечивать автоматическое включение запрещающего показания в случае отказа источника света (перегорании нити лампы) разрешающего показания.

Указанное автоматическое переключение исключает возможность «темного» показания светофора, что повышает уровень безопасности движения. Установка **огневых реле** предусматривается для каждого светофора. Минимальное число **огневых реле**, устанавливаемых для одного светофора, определяется количеством одновременно включаемых на светофоре огней.

В системах с маршрутным (несекционным) размыканием и местным питанием **огневые реле** устанавливаются в релейных шкафах соответствующих светофоров. Учитывая, что для входного сигнала используются два алгоритма работы схем второго каскада, то **огневые реле** для схем первого алгоритма получили название **АО** и **БО**, а для второго алгоритма **К2ЖО** и **ЖЗБО**. Функции этих реле:

АО, К2ЖО - контроль целостности нити лампы красного или второго (нижнего) желтого огней;

БО, ЖЗБО - контроль целостности нити лампы желтого (верхнего) или зеленого или белого огней.

Огневые реле выходных светофоров обозначаются буквой **О** с добавлением литер светофоров. Например, для станции рис. 5 они будут обозначаться

Н10, Н20, Н30, Ч10, Ч20, Ч30. Функции этих реле заключаются в контроле целостности нити включенной лампы светофора.

В системах с маршрутным (несекционным) размыканием и центральным питанием огневые реле выходных светофоров устанавливаются в релейном помещении здания станции или на посту ЭЦ. Функции и названия этих реле те же, что и в системах с местным питанием.

В ЭЦ с центральным питанием и секционным размыканием огневые реле устанавливаются на посту централизации. В обозначениях огневых реле либо указывается литера светофоров (**М10, Н30, ...**), либо указывается тип и наименование блока в котором оно установлено (**М11, М1** - означает блок типа **М11** сигнала **М1**).

В системах с маршрутным (несекционным) размыканием автоматическое переключение разрешающего показания светофора на запрещающее показание при отказе источника света разрешающего показания осуществляется воздействием на первый каскад управления светофором. Это требует применения **четвертого каскада**. Первой причиной применения четвертого каскада является использование группового принципа построения полных схем управления и контроля светофоров. Второй причиной применения четвертого каскада является местное питание источников света. Реле четвертого каскада является своеобразными повторителями огневых реле (третьего каскада), которые устанавливаются на центральном посту и получили название указательных реле. Именно этими реле, путем воздействия на реле первого каскада, обеспечивается автоматическое переключение разрешающего показания светофора на запрещающее показание в случае отказа источника света разрешающего показания. Реле четвертого каскада устанавливаются в релейном помещении здания станции или на посту ЭЦ. Если в системе для управления входным светофором используется первый алгоритм работы второго каскада, то реле четвертого каскада имеют следующие наименования и функции:

ЧПРУ (НПРУ) – четного (нечетного) приема разрешающее указательное реле. Реле контролирует фактическое наличие на светофоре правильного разрешающего показания;

ЧГПРУ (НГПРУ) – четного (нечетного) приема разрешающее указательное реле маршрута приема на главный путь. Функции этих реле те же, что реле **ЧПРУ, НПРУ**;

ЧПКУ (НПКУ) – четного (нечетного) входного светофора указательное реле красного показания.

Если в системе для управления входным светофором использован второй алгоритм работы второго каскада, то в релейном помещении здания станции или на посту ЭЦ устанавливаются повторители огневых реле, в наименовании которых указывается литера светофора (**НК2ЖО, НЖЗБО, ЧК2ЖО, ЧЖЗБО**). Этими повторителями включаются указательные реле **ЧРУ (НРУ)** – четного (нечетного) приема указательное реле.

В системах с маршрутным (несекционным) размыканием вне зависимости от системы питания (местное или центральное) для каждой группы выходных светофоров устанавливается указательное реле. В наименовании реле

указывается общая литера светофоров и условное обозначение технологической операции отправления. Реле будут обозначены:

НОРУ – нечетного отправления разрешающее указательное реле;

ЧОРУ – четного отправления разрешающее указательное реле.

В системах с секционным размыканием и центральным питанием автоматическое переключение разрешающего показания светофора на запрещающее показание при отказе источника света осуществляется воздействием на второй каскад управления светофорами. Поскольку реле второго каскада предусматриваются для каждого светофора и совместно с огневыми реле устанавливаются на посту ЭЦ, то четвертого каскада для систем с центральным питанием не предусматривается.

На рис.9 дополнительно обозначены аппарат управления и контроля положения объектов централизации (**АУК**) и автомат замыкания и размыкания маршрутов (**АЗР**). Порядок работы каскадов при поступлении команды на открытие светофора (такты **1 ÷ 6**) показан на рис. 9 цифрами. Заметим, что в системах с секционным размыканием и центральным питанием ввиду отсутствия четвертого каскада в работе структуры будет наблюдаться только 5 тактов, причем связь по пятому такту будет воздействовать на второй каскад.

Структура автоматов замыкания и размыкания представлена на рис. 10. Полный комплект состоит из следующих автоматов:

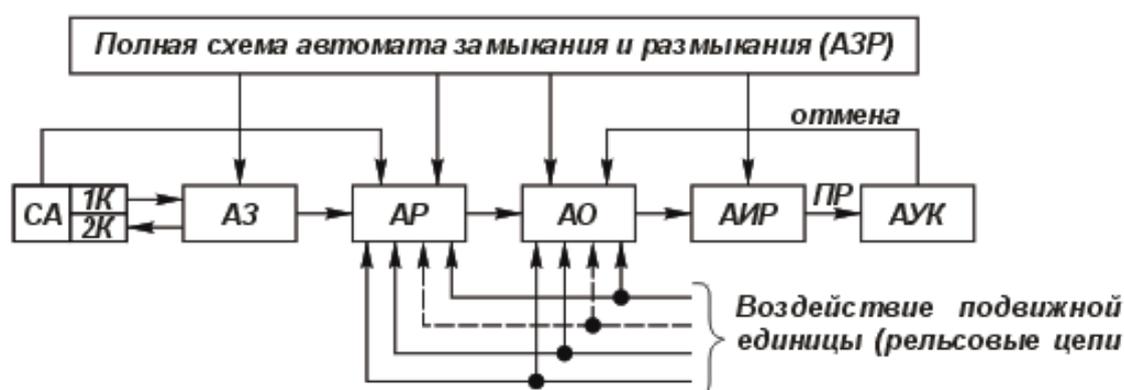


Рис. 10. Структура автоматов замыкания и размыкания (АЗР)

АЗ автомат замыкания. Функция автомата состоит в замыкании маршрута. Замкнуть маршрут это значит обеспечить невозможность перевода, входящих в маршрут ходовых и охранных стрелок, а также невозможность открытия светофоров враждебных маршрутов, хотя команды на перевод этих стрелок и открытие светофоров враждебных маршрутов могут поступать в ЭЦ. Автоматом замыкания является реле, которое называется замыкающим (**З**).

В системах с несекционным (маршрутным) размыканием количество замыкающих реле определяется количеством групп взаимовраждебных маршрутов одного направления и категории. Например, для станции рис.5, на которой в централизацию включаются только поездные маршруты, требуется применение четырех замыкающих реле, а именно: нечетного приема (**НПЗ**),

четного отправления (**ЧОЗ**), нечетного отправления (**НОЗ**), четного приема (**ЧПЗ**).

В системах с секционным размыканием замыкающие реле устанавливаются для каждой рельсовой цепи в горловине станции, которая называется элементарным маршрутом. В наименованиях замыкающих реле указывается либо наименование рельсовой цепи (**1-33, 53, ...**), либо наименование блока в котором оно установлено (**СП-69, 1-3СП** - означает блок типа **СП-69** секции **1-3 СП**).

Перевод **АЗ** в замкнутое состояние происходит под воздействием первого каскада (**1К**) светофорного автомата **СА**, а возврат в исходное состояние в результате воздействия автомата разделки **АР**.

АР - **автомат разделки**. Этот автомат является системой, которая следит за проследованием поезда по секциям маршрута. Слежение происходит при помощи рельсовых цепей или систем счета осей. После надежной фиксации проследования поезда по секциям маршрута **АР** переводит **АЗ** в разомкнутое состояние.

Основой надежной фиксации проследования поезда по маршруту является регистрация двух, возникающих поочередно во времени, поездных ситуаций. Реле, регистрирующие эти ситуации, получили название маршрутных и обозначаются **1М** и **2М**. В реальных системах комплект **АЗ** может содержать более двух реле, причем функции одного из маршрутных реле могут быть возложены на замыкающее.

В системах с несекционным (маршрутным) размыканием **АР** устанавливаются из расчета один комплект на несколько групп взаимовраждебных маршрутов разных направлений и категорий. Так, для станции рис. 7 для двух взаимовраждебных групп маршрутов нечетной горловины (нечетного приема и четного отправления) может быть использован один комплект. Реле комплекта будут называться по наименованию горловины, т.е. **Н1М** и **Н2М**. Аналогично, для групп маршрутов четной горловины реле будут называться **Ч1М** и **Ч2М**. Поскольку для станций двухпутных участков маршруты приема и отправления в одной горловине могут выполняться одновременно, то и **АР** для этих групп должны быть разные. В этом случае в наименовании реле указывается характер операции, а именно:

ЧП – четный прием (**ЧП1М, ЧП2М**);

НО – нечетное отправление (**НО1М, НО2М**);

НП – нечетный прием (**НП1М, НП2М**),

ЧО – четное отправление (**ЧО1М, ЧО2М**).

В системах с секционным размыканием комплект реле **АР** устанавливается для каждого элементарного маршрута, а в наименовании реле указывается либо наименование элементарного маршрута, либо блока в котором они установлены.

АО - **автомат отмены** предназначен для автоматического размыкания в случаях, когда эта функция не выполняется **АР**. В существующих системах возможны два случая. В первом случае **АР** не работает после закрытия дежурным по станции светофора, ограждающего вышеуказанный маршрут. В станционных операциях движения нет такой операции, которая требовала бы

использования отмены маршрутов. Однако автоматы отмены предусматриваются для приведения автоматов разделки в исходное состояние в случае, если маршрут был установлен ошибочно или его надо изменить из-за возникновения непредвиденных ситуаций.

Когда дежурный по станции закрывает светофор, то на участке перед этим светофором может находиться движущийся поезд. Маршрут, огражденный этим светофором можно разомкнуть в случае, если имеется гарантия останова поезда перед закрывшимся светофором. Такая гарантия дается в виде выдержки времени, достаточной для останова любого поезда. Размыкание будет произведено после истечения этой выдержки времени. Если до истечения этой выдержки времени поезд не успеет остановиться и его «затянет» за закрытый светофор, то размыкание будет осуществлено **AP** (см. рис. 10), а **AO** должен быть приведен в исходное состояние. В современных системах в зависимости от категории маршрута используются следующие значения выдержек времени: 5 с; 1 мин; 3 мин (5 мин).

В системах с секционным размыканием в состав автомата отмены входят:

ОСБ, МСБ, ПСБ - стабилитронные блоки, являющиеся общими для всей станции и служащие для отсчета продолжительности выдержки времени;

МВ, ПВ, ОВ - выходные реле, подключаемые к соответствующим стабилитронным блокам и обеспечивающие подачу питания на реле разделки;

ИП - реле известитель приближения, устанавливаемое для групп светофоров или каждого светофора и предназначенное для выбора включаемого стабилитронного блока;

ОТ - реле отмены, устанавливаемое для групп светофоров или каждого светофора и служащего для фиксации отмены и прекращения действий **АО**, если поезд не смог остановиться перед закрывшимся светофором;

Р - реле разделки, устанавливается для каждого элементарного маршрута, фиксирует завершение отсчета времени и размыкает автоматы разделки элементарных маршрутов.

В наименованиях реле **ИП** и **ОТ** указываются либо литеры светофоров, для которых они установлены, либо наименования блоков в котором они установлены. В наименованиях реле **Р** указывается наименование элементарного маршрута для которого оно установлено, либо наименование блока в котором оно установлено.

В системах с несекционным (маршрутным) размыканием схемы автомата отмены резко упрощаются. Это связано с применением предмаршрутного принципа замыканий и отсутствием централизованных маневровых маршрутов. Практически в этих системах используется только один стабилитронный блок выдержки времени, функции реле **Р** возлагаются на реле **ОТ**, а в качестве реле **ОТ** может использоваться двухобмоточное реле, причем одна его обмотка функционирует как реле **ОТ**, а другая как реле искусственной разделки.

Второй случай, когда **AP** не работает, наблюдается только на средних и больших станциях, где возможна установка сложных маневровых маршрутов и где применяются исключительно системы с секционным размыканием. Причиной того, что **AP** может не разомкнуть маршрут является изменение

направление движения маневрового состава при угловых заездах. В этом случае автоматическое размыкание неиспользованных частей маневровых маршрутов, возникающих после завершения угловых заездов, также выполняется автоматом отмены. Для выполнения этой функции внесены незначительные добавления в схемы реле **ОТ** и **Р**.

Как видно из рис.10, воздействие **АО** на **АЗ** производится через **АР**.

АИР - автомат искусственной разделки маршрутов предусматривается для того, чтобы размыкать маршруты в случаях, когда после проследования подвижной единицей маршрута не произошло его автоматического размыкания, то есть **АР** не сработал. Как правило, это происходит в результате отказа в работе рельсовых цепей или потере контроля стрелки. Поскольку производственный процесс движения не должен прекращаться во время действия отказа, то для того чтобы он не прекращался маршрут следует разомкнуть. При этом гарантировать безопасность движения с момента возникновения отказа и до его устранения обязан дежурный по станции. Для повышения ответственности ДСП запуск **АИР** производится нажатием специальной кнопки искусственной разделки (**ИР**), которая либо опломбирована, либо оборудована счетчиком числа нажатий. Прежде чем сорвать пломбу и нажать кнопку **ИР**, ДСП обязан сделать запись в специальном журнале (ДУ-46) о необходимости и цели нажатия кнопки искусственной разделки.

Искусственная разделка маршрута должна производиться при закрытом светофоре и после обязательной выдержки времени, достаточной для остановки любого поезда (3 мин). Отсутствие выдержки времени может привести даже к крушению поездов из-за, необдуманных манипуляций с неопломбированными кнопками и с кнопкой искусственной разделки, что видно из следующего примера.

Допустим, что на расстоянии 200-300 м от открытого входного светофора находится, приближающейся к нему поезд, который движется с высокой (установленной) скоростью. Если в этот момент закрыть светофор и нажатием кнопки искусственной разделки разделить маршрут, то можно будет перевести стрелку на занятый путь. Поскольку тормозной путь, приближающегося поезда с учетом затрат времени на перекрытие светофора, восприятие перекрытия светофора машинистом, приведение в действие автотормозов и торможение значительно превышает эти 200-300 м, то столкновение поездов становится неизбежным. Если же после нажатия кнопки **ИР** разделку маршрута задержать на 3 мин., то либо поезд успеет остановиться перед закрытым светофором, либо его затянет за закрытый светофор и маршрут будет разделан автоматически. Таким образом, при необдуманной искусственной разделке автомат **АИР** будет работать по алгоритму автомата **АО**.

В системах с маршрутным (несекционным) размыканием автомат искусственной разделки объединен с автоматом отмены и состоит из:

РИ - реле искусственной разделки, которые устанавливаются из расчета одного реле для нескольких групп взаимовраждебных маршрутов разных категорий и направлений, т.е. из тех же соображений, что и комплекты **АР**. Так для станции рис.7 реле будут обозначаться **ЧРИ** (четной горловины

искусственной разделки). Для станций двухпутных участков реле будут обозначаться **ЧПРИ** (четного приема реле искусственной разделки), **НОРИ** (нечетного отправления реле искусственной разделки), **НПРИ** (нечетного приема реле искусственной разделки), **ЧОРИ** (четного отправления реле искусственной разделки). Функция реле **РИ** состоит в проверке условий, при которых необходимо проведение искусственной разделки и фиксации воздействия дежурного по станции на кнопку **РИ**;

ОРИ (ПРИ) – общее (пусковое) реле искусственной разделки. Оно является повторителем всех **РИ** и служит для включения стабилизированного блока выдержки времени;

СВШ – стабилизированный блок выдержки времени, служащий для отсчета продолжительности выдержки времени;

ВВ – реле выдержки времени, подключается к выходу **СВШ** и служит для приведения в исходное состояние автомата замыкания путем воздействия на него через автомат разделки.

В системах с секционным размыканием автомат искусственной разделки включает в себя:

РИ – реле искусственной разделки, устанавливается для каждого элементарного маршрута. При условии замкнутого состояния элементарного маршрута фиксирует нажатие, индивидуальной для каждого элементарного маршрута, кнопки искусственной разделки. В наименовании реле и кнопки указывается наименование элементарного маршрута, для которого они установлены. Если реле **РИ** установлено в блоке, то указывается наименование блока;

ГРИ, ГРИ1 – групповые реле искусственной разделки служащие для включения стабилизированного блока выдержки времени;

ИВ – реле выдержки времени, подключается к выходу стабилизированного блока и обеспечивает размыкание элементарных маршрутов путем воздействия на реле **Р** автомата отмены.

ЛЕКЦИЯ №18

ПОНЯТИЕ ОБ ОТКАЗАХ И КОНЦЕПЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ.

Основной функцией автоматов электрической централизации (ЭЦ) является обеспечение безопасности передвижений подвижных единиц на станции. Другой, не менее важной функцией автоматов ЭЦ является механизация и автоматизация управления стрелками и светофорами. Благодаря выполнению автоматами ЭЦ вышеуказанных функций обеспечиваются требуемый объем выпуска продукции железнодорожного транспорта, её высокое качество и низкая себестоимость. Однако, ни один автомат не может выполнять возложенные на него функции бесконечно долго. Если хотя бы один автомат ЭЦ переходит в состояние, при котором он не выполняет хотя бы одну из возложенных на него функций, то в этом случае говорят, что в системе наступил *отказ*. Практикой эксплуатации систем ЭЦ выявлено, что причинами отказов являются:

обрыв электрической цепи в любом месте;

возникновение одного заземления (повреждение изоляции относительно земли) в любой электрической цепи не содержащей, ветвей, проходящих в наружных воздушных или кабельных соединительных линиях;

возникновение двух заземлений в различных ветвях электрических цепей, проходящих в наружных воздушных или кабельных соединительных линиях;

возникновение одного сообщения (повреждение изоляции) между различными ветвями электрических цепей, проходящих в наружных воздушных или кабельных соединительных линиях;

короткое замыкание, обрыв и изменение характеристик бесконтактных приборов и конденсаторов;

изъятие или перегорание предохранителей;

выключение и последующее включение источников питания;

неправильные манипуляции ДСП с не пломбируемыми источниками команд на аппарате управления;

действие напряжения, наведенного контактной сетью, в том числе при протекающих в этой сети переходных процессах.

Особенность устройств ЭЦ вытекает из непрерывности перевозочного процесса и состоит в продолжении их функционирования. При этом отказы могут по-разному влиять на движение.

Допустим, что в устройстве, выполненном по схеме рис. 15, возник отказ в виде сваривания фронтального и общего контактов реле *III*. В этом случае при наличии поезда на пути *III* можно было бы открыть сигнал *H* для приема другого поезда на занятый путь *III*, что при высокой скорости движения приведет к аварии или крушению поездов. Рассмотренный отказ создает угрозу безопасности движения и поэтому называется *опасным*.

Допустим, что в этом же устройстве (рис.14) возник отказ в виде такого обгорания фронтального и общего контактов реле *III*, что при его возбужденном состоянии между контактами образовался разрыв. В этом случае при свободном

пути *III* указанный разрыв не обеспечит открытия светофора, т. е. угрозы безопасности движения не возникает. Такой отказ называется *защитным*.

Из понятий опасного и защитного отказа к устройствам ЭЦ необходимо предъявить следующие требования:

вероятность возникновения опасных отказов должна иметь приемлемое значение;

защитные отказы должны в минимальной степени снижать пропускную и перерабатывающую способности станции.

Статистические данные за пятилетний период (1986-1990г.) по сети железных дорог СНГ показали, что для эксплуатируемых устройств релейных электрических централизации 9754 станций, интенсивность опасных отказов составила $1,8 \cdot 10^{-7}$. При этой интенсивности наработка системы до опасного отказа составляет 126,8 лет, хотя расчетный срок службы одной системы составляет 20 лет. Показателем безопасности систем ЭЦ является коэффициент безопасности, представляющий собой вероятность того, что система окажется в работоспособном или защитном состоянии в произвольный момент времени. Исходя из тех же статистических данных, значение коэффициента безопасности составило 0,9999998. Такое высокое значение коэффициента безопасности было обеспечено благодаря *концепции безопасности*, под которой понимается совокупность правил, используемых при синтезе принципиальных схем устройств ЭЦ.

Полный комплекс устройств ЭЦ любой станции делится на две группы. К первой группе относятся устройства, нарушение действия которых (отказ) может создать угрозу безопасности движения. Структуры основных устройств (автоматов) этой группы были рассмотрены в параграфе 5. Ко второй группе относятся устройства, нарушение действия которых не создает угрозы безопасности движения. К этой группе относятся устройства увязки аппаратов управления с автоматами ЭЦ (в том числе маршрутный набор), устройства обогрева и пневмоочистки стрелок, кодовые устройства и т. д. Заметим, что применение концепции безопасности обязательно для схем первой группы, но, в то же время, любой отказ в устройствах второй группы не должен вызывать опасных последствий в устройствах первой группы. В целом, концепция безопасности предусматривает такие правила синтеза схем ЭЦ, при которых устройства будут защищены от опасных отказов, как в случае действия выше перечисленных причин, так и в случае нарушения хотя бы одного технологического условия безопасности движения.