

ГАЖК "Ўзбекистон темир йўллари"

Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта

А.Р. Азизов

**МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ НА
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Курс лекции по дисциплине
«Микропроцессорные устройства и системы железнодорожного транспорта»

для бакалавров направлений
5521800 - "Автоматлаштириш ва бошқарув (темир йўл транспорти)",
5140900 - "Қасб таълими (5521800 - Автоматлаштириш ва бошқарув
(темир йўл транспорти)) "

Ташкент – 2010

ЛЕКЦИЯ № 1

Введение в дисциплину. МСУ на ж.д. транспорте. Технологические процессы на ж.д. транспорте.

План лекции:

1. Введение
2. МСУ на ж.д. транспорте
3. Технологические процессы ж.д. транспорта

Введение

При создании цифровых автоматизированных систем различного назначения до последнего времени широко использовалась так называемая «жесткая» логика. Системы строились из отдельных логических блоков (реле, триггеров, регистров, вентилях, счетчиков и т.п.), выбор которых диктовался конкретным назначением системы. Подобным образом создаются и аналоговые схемы, структуры которых соответствуют выполняемым функциям и с трудом поддаются модификации.

Развитие технологии производства электронных компонентов привело к созданию больших и сверхбольших интегральных схем (БИС и СБИС) содержащих сотни тысяч и миллионы транзисторов на одном кристалле. Это позволяет реализовать в одном корпусе очень сложные функциональные устройства, в том числе и качественно новые изделия - микропроцессоры.

МП позволяют создавать системы общего назначения, которые легко адаптируются для решения конкретной задачи путем модификации программного обеспечения и незначительных схемных изменений. Таким образом, если разработчик систем на базе «жесткой» логики может пользоваться для реализации необходимых функций только аппаратными средствами, то при построении систем на базе микропроцессорной техники он получает в свое распоряжение как аппаратные, так и программные средства.

За рубежом все ведущие фирмы-разработчики железнодорожной автоматики активно применяют микропроцессоры в своих устройствах, начиная от стрелочных электроприводов и заканчивая системами диспетчерской централизации. Так, например, американская фирма Union Switch & Signal использует микропроцессоры в аппаратуре рельсовых цепей. Системы микропроцессорной централизации созданы германской фирмой Siemens (системы ES и ES Regio), австрийской фирмой Alcatel SEL (система Electra), шведской фирмой ABB Signal (система Ebilock). Единая европейская система управления движением поездов ETCS также базируется на микропроцессорной аппаратуре, входящей в состав, как постового оборудования, так и бортовых и напольных устройств.

Широкие возможности построения микропроцессорных систем железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), открылись с начала 90-х годов, когда стали доступными компьютерные технологии современного мирового уровня.

МСУ на железнодорожном транспорте

Сегодня, актуален вопрос, о создании типовых требований к оборудованию средствами ЖАТ участков, подлежащих комплексной модернизации. В зависимости от категории линии должны определяться набор технических средств, наиболее эффективные проектные решения и технологическое обеспечение для технического обслуживания устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ).

Первые шаги в этом направлении уже сделаны на постсоветском пространстве. К ним относятся процессорные системы диспетчерской централизации (ДЦ) и диспетчерского контроля (ДК) (Диалог, Сетунь, АПК-ДК и др.), на базе типового интерфейса с помощью, которого пользователь может строить многоуровневые

системы управления. Микропроцессорная система электрической централизации (МПЦ) Ebilock совместила в себе функции управления стрелками и сигналами на станции и централизованной автоблокировки. Телеуправление удаленными объектами выполняют системы телеуправления малодеятельными станциями (ТУМС) и Диалог - Ц.

Одна из основных задач при создании современных систем ЖАТ это сокращение трудозатрат на техническое обслуживание. Сегодня уже существует ряд элементов и устройств, которые решают вопросы автоматизации отдельных технологических операций по техническому обслуживанию и определению предотказного состояния систем (Аппаратура бесконтактного автоматического контроля стрелки АБАКС), диспетчерский контроль с элементами диагностики, МПЦ и ДЦ с самодиагностикой, измерительные комплексы устройств электрической централизации (ЭЦ), горочной автоматической централизации (ГАЦ).

Направление интеграции систем локального управления объектами ЭЦ с телеуправлением маршрутами на полигонах диспетчерского участка, системами интервального регулирования может стать определяющим в стратегии создания и оборудования участков, железных дорог системами ЖАТ.

Опыт работы с микропроцессорными системами ЖАТ выявил как положительные, так и негативные стороны. Достоинством этих систем является оптимизация работы оперативного персонала, управляющего путевой работой на станциях и перегонах, благодаря повышению уровня информационного обеспечения эксплуатационного и оперативного персонала, а также совершенствование эксплуатационной работы, повышения уровня централизации управления перевозочным процессом.

Применение диагностики устройств и контроль за их работой дают возможность интеграции микропроцессорных устройств с другими системами. Гибкость в построении обеспечивает наращивание систем. Снижение эксплуатационных расходов на техническое обслуживание, также относится к ее преимуществам.

К негативным моментам, которые не позволяют полностью использовать преимущества новой техники, следует отнести отсутствие отраслевой нормативно-правовой базы, не укомплектованность штата службы СЦБ и дистанций специалистами в области микропроцессорных систем ЖАТ, недостаточную квалификацию в области микропроцессорных систем эксплуатационного штата дистанций. Обслуживание и ремонт усложняется широким использованием импортных технологий, материалов и оборудования, территориальной удаленностью разработчиков, поставщиков оборудования и комплектующих от дорожных объектов, а также отсутствие в их штате специалистов по сервисной поддержке систем, запущенных в эксплуатацию.

За рубежом все ведущие фирмы-разработчики железнодорожной автоматики активно применяют микропроцессоры в своих устройствах, начиная от стрелочных электроприводов и заканчивая системами диспетчерской централизации. Так, например, американская фирма Union Switch & Signal использует микропроцессоры в аппаратуре рельсовых цепей. Системы микропроцессорной централизации созданы германской фирмой Siemens (системы ES и ES Regio), австрийской фирмой Alcatel SEL (система Electra), шведской фирмой ABB Signal (система Ebilock). Единая европейская система управления движением поездов (ETCS), также базируется на микропроцессорной аппаратуре, входящей в состав как постового оборудования, так и бортовых и напольных устройств.

Технологические процессы ж.д. транспорта

К технологическим процессам железнодорожного транспорта, которые могут быть автоматизированы с помощью микропроцессорной техники в области автоматики и телемеханики, можно отнести все автоматизированные системы а именно электрическая централизация, автоблокировка, горочные системы, локомотивная сигнализация, диспетчерский контроль управление поездным диспетчером поездами на удаленных участках создание автоматизированных мест(АРМ) дежурного по

станции (ДСП), автоматизированное рабочее место поездного диспетчера, автоматизированное место электромеханика (ШН), АРМ энерго-диспетчера и т.д. Использование микропроцессорных технологий, обеспечивает выигрыш по следующим позициям:

1. Повышение надежности работы оборудования за счет резервирования и диагностирования аппаратуры.
2. Уменьшение потребляемой электроэнергии.
3. Уменьшение массогабаритных показателей.
4. Возможность обеспечения протоколирования и архивирования.
5. Увеличение информативности работающих систем.
6. Сокращение эксплуатационных затрат.

Разработка микропроцессорных систем управления (МСУ) требует решения задачи соотношения между программными и аппаратными средствами, т.е., необходимо определить, какая часть функции технологического процесса должна быть реализована программными средствами, а какая с помощью аппаратных средств. Поэтому при проектировании МСУ необходимо:

1. Дать описание концептуальной модели поведения МСУ и рекомендации по организации вычислительного процесса микропроцессорной аппаратуры;
2. Определить структуру, номенклатуру и особенности построения программных и микропрограммных средств;
3. Описать характеристики внутренней организации потоков данных и управляющей информацией;
4. Провести анализ функциональной структуры и особенности физической реализации устройств в МСУ с позиции сбалансированности программных, микропрограммных и аппаратных средств. При разработке архитектуры МСУ определяются форматы данных и команд, система команд и адресация, обосновываются требования к интерфейсу.

Правильный выбор архитектуры дает возможность оптимизировать вычислительный процесс реализации алгоритмов функции МСУ на выбранных аппаратных средствах.

В МСУ процесс оптимизации начинается с решения компромисса, программные средства аппаратуры которые заключается в том, что в МП технике функциональное преобразование может быть осуществлено как программным путем, так и на аппаратных средствах. При этом для реализации программных средств необходима аппаратура поддержки и наоборот, не одно из аппаратных средств МСУ не может функционировать без программного обеспечения. Иногда компромисс «программные средства аппаратура» называется дуализмом в МП технике.

Для построения МСУ на основе микропроцессора, состав МП комплекта должен содержать широкую номенклатуру микросхем, в частности микропроцессоры однокристалльные, либо секционные, программные логические матрицы, специальные БИС (интерфейсы, умножители, контроллеры).

Решение проблемы дуализма является довольно сложной задачей из-за наличия большого количества аппаратных средств поддержки и широких возможностей создания разнообразного программного обеспечения, чем больше сложность функций в МСУ реализованных аппаратно, тем сложнее их аппаратура и тем больше разновидности БИС требуется для их создания. Увеличение номенклатуры элементов МСУ приводит к увеличению их стоимости и вызывает серьезные трудности при разработке и создании специальных БИС.

Упрощение аппаратуры связано с усложнением программного обеспечения. Для решения этой проблемы создают вычислительные модули, имеющие возможность реализовать в них прямое восприятие языков высшего уровня, что позволяет решить задачу автоматизации процесса программирования.

Для функционирования МСУ, в состав аппаратуры обязательно должны входить подсистемы ввода-вывода данных, обработки данных, накопления и архивирования данных. Оборудование технологического процесса (ТП), которым будет управлять МСУ, должно быть оснащено определенным количеством датчиков (Д), а также исполнительными механизмами (ИМ), позволяющими влиять на протекание технологического процесса.

Контрольные вопросы:

1. Какова общая тенденция внедрения микроэлектроники в устройства ЖАТ?
2. Каковы экономические предпосылки замены релейного оборудования на микропроцессорные?
3. Какие, имеются трудности, при внедрении микропроцессоров в состав ЖАТ?
4. Что понимается под решением вопроса о дуализме?

Лекция №2 Теория моделирование в системах МСУ

План лекции:

1. Теория моделирования в системах МСУ
2. Способы получения случайных чисел
3. Построение модели по экспериментальным данным

Теория моделирование в системах МСУ

МСУ возможно использовать в устройствах ЖАТ в виде микропроцессорных рельсовых цепей, МП ЭЦ, МП ДЦ, МП горки, и в устройствах связи: цифровые фильтры, в устройствах обработки и передачи информации. Обобщенная структурная схема взаимодействия МСУ на технологический процесс показана на рис. 2.1. Схема воздействия на МСУ внешних и внутренних факторов показана на рис.2.2

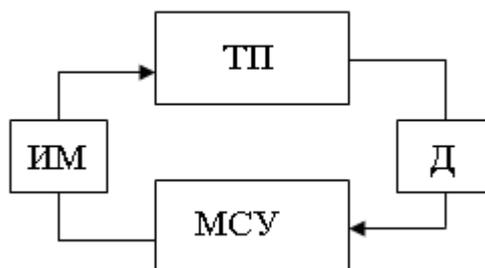


Рис. 2.1 Обобщенная структурная схема

где: Д – датчик; ИМ – исполнительный механизм; ТП - технологический процесс.

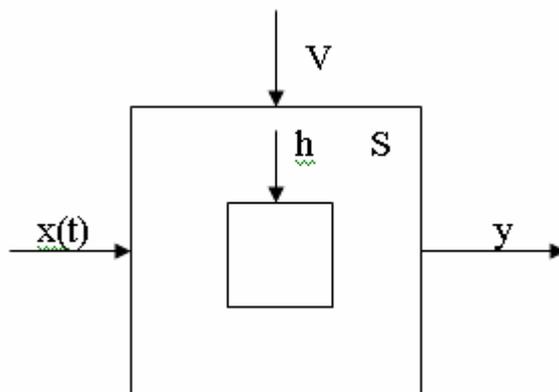


Рис. 2.2 Схема воздействия на МСУ внешних и внутренних факторов

где: S – исследуемая система (или технологический процесс);

$x(t)$ – переменная, характеризующая входную переменную величину;

Y – переменная, характеризующая выходную переменную величину;

h – переменная, отражающая влияние внутренних дестабилизирующих факторов (внутренние помехи) на состояние технологического процесса;

V – переменная, отражающая влияние внешних дестабилизирующих факторов (внешние помехи) на состояние технологического процесса.

Управление с помощью микропроцессоров предполагает разработку модели и ее запись во внутренние структуры МСУ, по которой определяется текущее состояние и выбор воздействий на ТП, с целью оптимального управления. Следовательно, необходимо рассмотреть вопросы формализации и моделирования технологического процесса.

1) Детерминированное моделирование отображает процессы, в которых отсутствуют всякие случайные воздействия (h и V).

2) Стохастическое моделирование отображает вероятностные процессы и события, в этом случае необходимо иметь ряд реализаций случайного процесса, по усредненным значениям которых осуществляется моделирование.

3) Статическое моделирование служит для описания поведения объекта в определенный момент времени.

4) Динамическое моделирование описывает поведение объектов во времени.

Математическое моделирование – процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью.

Математические модели делятся на аналитические, имитационные и комбинационные.

Для аналитического моделирования характерно описание поведения системы в виде функциональных соотношений (математические выражения), однако здесь имеет место невозможность формализации нелинейных процессов.

При имитационном моделировании реализуется процесс функционирования системы S во времени на основании исходных данных. Его достоинство – возможность исследования сложных нелинейных систем. Недостаток – полученные результаты не являются достаточно точными, к тому же этот вид моделирования не защищен от нечистоплотного исследователя.

Истинным критерием качества модели является 2 показателя:

1. Эксперимент – основной показатель;

2. Адекватность моделирования реальному процессу.

В комбинированном моделировании используют оба моделирования, аналитическое и имитационное.

На этапе исследования и проектирования систем при построении и реализации моделей широко используется метод статистического испытания, который базируется на использовании случайных чисел, т.е. возможных значений некоторой случайной величины с заданным распределением вероятностей. Статистическое моделирование представляет собой метод получения с помощью ЭВМ статистических данных о процессах, происходящих в моделируемой системе. Для получения представляющих интерес оценок характерных моделируемой системы с учетом воздействия внешней среды статистические данные обрабатываются и классифицируются с использованием методов математической статистики.

В результате статистического моделирования системы получается серия частных значений искомых величин или функций, статистическая обработка которых позволяет получить сведения о поведении реального объекта в произвольный момент времени. Если количество реализаций N достаточно велико, то полученные результаты моделирования системы приобретают статистическую устойчивость и с достаточной точностью могут быть приняты в качестве оценок искомых характеристик процесса, функционирования системы S .

Способы получения случайных чисел

Статистическое моделирование систем на ЭВМ требует формирования значений случайных величин, что реализуется с помощью генераторов случайных чисел, что вносит изменения в детерминированную модель, т.е. необходима подпрограмма, определяющая численные характеристики случайных величин. Например, для моделирования движения поездов необходимо учитывать случайные значения веса поезда, его длины, ходовые характеристики вагонов, имеющее место случайное отклонение от графика поездов и др.

Рассмотрим возможности и особенности получения последовательностей случайных чисел при статистическом моделировании систем на ЭВМ. На практике используются 3 способа генерации случайных чисел: аппаратный (физический), табличный (файловый) и алгоритмический (программный).

Аппаратный способ

При этом способе генерации случайные числа вырабатываются специальной электронной приставкой – генератором случайных чисел, служащий в качестве одного из внешних устройств ЭВМ. Таким образом, реализация такого способа генерации не требует дополнительных вычислительных операций ЭВМ по выработке случайных чисел, а необходима только операция обращения к внешнему устройству. В качестве физического эффекта, лежащего в основе таких генераторов случайных чисел, чаще всего используются шумы в электронных и полупроводниковых приборах.

Рассмотрим структурную схему аппаратного генератора случайных чисел (рис. 2.3), где ИШ – источник шума, КС – ключевая схема, ФИ – формирователь импульсов, ПС – пересчётная схема. На выходе ИШ получается напряжение $U_{ш}(t)$, которое является случайным процессом, показанном на временной диаграмме. Причём отрезок шумовой реализации $U_{к}(t)$ сформированный на интервале времени $(0, T)$ с помощью КС, содержит случайное число выбросов. Сравнение напряжения $U_{к}(t)$ с пороговым $U_{п}$ позволит сформировать на выходе ФИ серию импульсов $U_{ф}(t)$. Тогда на выходе ПС может быть получена последовательность случайных чисел $x_i(T)$. Например: если провести масштабирование и принять длину интервала $(0, T)$ за единицу, то значения

интервалов времени $dt_i = t_{i+1} - t_i$ между соседними импульсами $U_{\phi}(t)$ будут случайными числами $x_i \in (0,1)$. Однако аппаратная способность получения

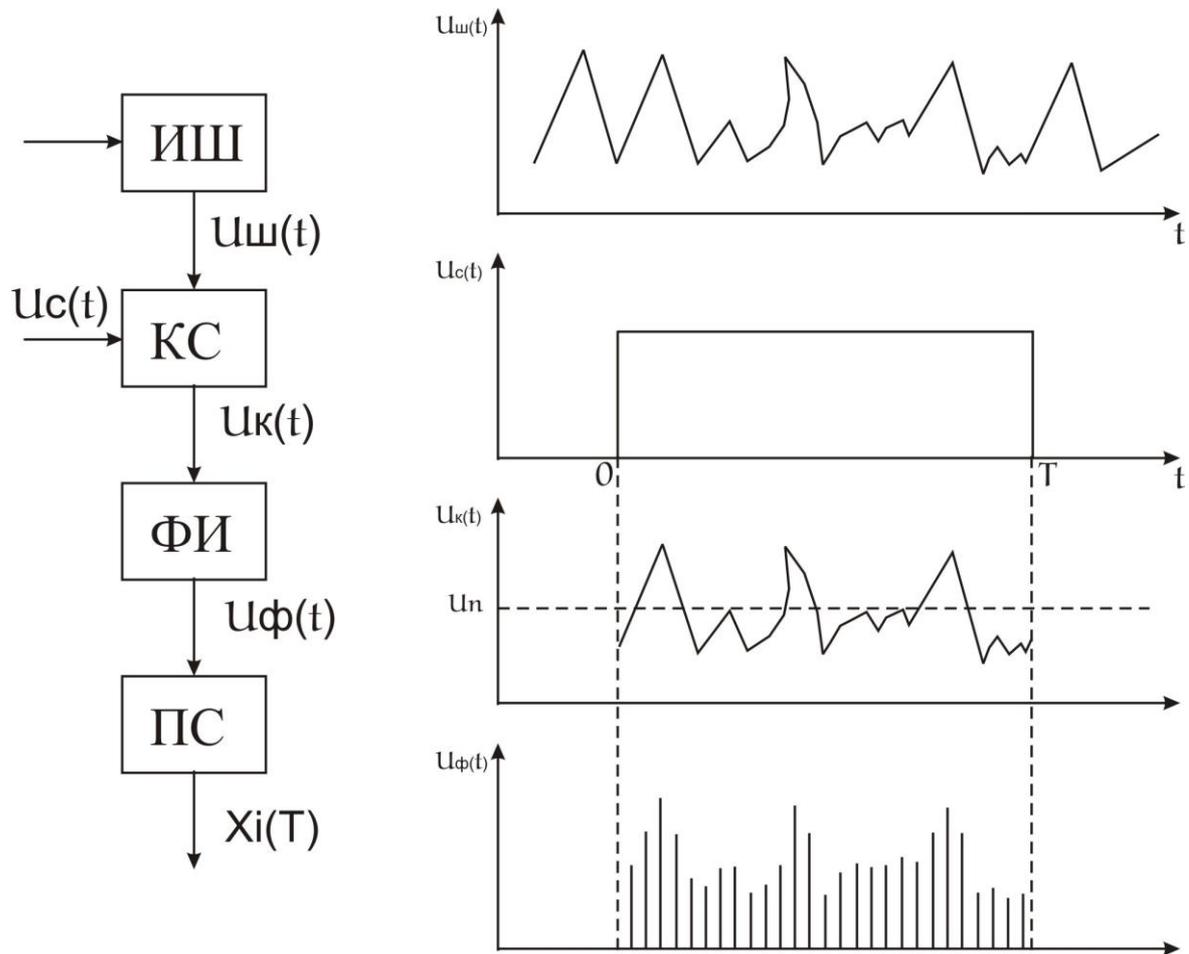


Рис. 2.3 Структурная схема аппаратного генератора случайных чисел

случайных величин не позволяет гарантировать качество последовательности чисел непосредственно во время моделирования системы S на ЭВМ, а также повторно получить при моделировании одинаковой последовательности чисел.

Табличный способ

Если случайные числа, оформленные в виде таблицы, помещать во внешнюю или в оперативную память ЭВМ, предварительно сформировать из них соответствующий файл (массив чисел), то такой способ будет называться табличным. Однако этот способ получения случайных чисел при моделировании систем на ЭВМ обычно рационально использовать при сравнительно небольшом объеме таблицы.

Алгоритмический способ

Способ получения последовательностей случайных чисел в ЭВМ с помощью специальных алгоритмов и реализующих их программ, каждое случайное число вычисляется с помощью соответствующей программы. Практически во всех ПЭВМ в математическом обеспечении заключена функция генерации случайных чисел в пределах $\{0,1\}$ подчиненное равномерному закону распределения. Для получения случайных чисел с другим законом распределения нужны дополнительные

мероприятия. Однако здесь имеются и затруднения в плане, если в модели используется несколько переменных чисел.

Построение модели по экспериментальным данным

Предположим, что нам необходимо исследовать модель поезда, оснащенного микропроцессорной локомотивной сигнализацией, АЛСЕ-САУТ. Примечательной особенностью данной системы является то, что она позволяет повысить безопасность движения поездов путем автоматического прицельного торможения к сигналу с запрещающим показанием. Естественно, что бортовые устройства локомотива, в этом случае, оснащены управляющей ЭВМ, определяющей порядок движения поезда в зависимости от сложившейся ситуации. Определимся целью моделирования, т.е. ответим на вопрос, а зачем нам нужна имитационная модель?

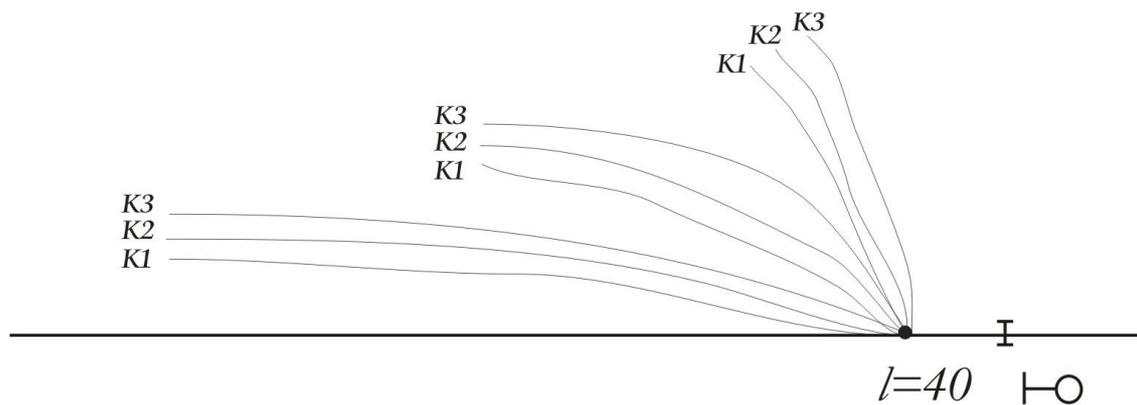


Рис. 2.4 Кривые тормозного пути поезда в зависимости от его категории.

Потребность в имитационном моделировании сводится к необходимости проверки программного обеспечения бортовой ЭВМ задачей, которой является осуществить прицельное торможение к закрытому светофору. Для выполнения этой задачи необходимо получить и описать формулами кривые торможения поездов, которые в последствии будут введены в ЭВМ.

Поезда с различными механическими характеристиками, разделились на 3 категории:

1. Пассажирские;
2. Грузовые поезда средней тяжести;
3. Грузовые поезда тяжёлые.

Пассажирские поезда тоже можно разделить на группы, отличающиеся переменной (K), т.е. качество бегуна: отличный $K=3$, средний $K=2$ и плохой $K=1$, такая же градация по бегункам и для грузовых поездов. Чтобы модель была близка к реальным поездам лучше всего экспериментально определить тормозные кривые, т.е. расшифровать скоростимерные ленты локомотивов, поделить их на 3 группы, в каждой найти среднее и аппроксимировав её заложить в модель. В результате статистической обработки экспериментальных данных и путем аппроксимации мы получим 9 уровней определения $S_i = f(V_i)$, где $i=9$.

Контрольные вопросы:

1. Виды моделирования и их характеристики?
2. Каковы особенности способов генерации случайных чисел?
3. Как осуществляется построение модели по экспериментальным данным?

ЛЕКЦИЯ № 3 Обобщенная структура МСУ

План лекции:

1. Обобщенная структура МСУ
2. Внутренние информационные магистрали

Обобщенная структура МСУ

Любая система обработки информации, построенная на основе микропроцессора, содержит большое число функциональных устройств, главным из которых является МП. В состав любой системы МСУ входит система ввода - вывода информации, система памяти и система, обеспечивающая сопряжения объектов контроля и управления. Все устройства должны иметь стандартный интерфейс, который используется для подключения к информационной магистрали. В любой МСУ, на микропроцессор возложена функция, центрального устройства управления и устройства арифметико-логического преобразователя данных. В качестве устройства управления он генерирует последовательности синхронизирующих и логических сигналов, которые определяют последовательность срабатывания всех устройств и компонентов системы.

Память МСУ физически реализуется в виде иерархической системы, состоящей из ряда уровней. Верхний уровень памяти строится на основе полупроводниковых постоянных и оперативных запоминающих устройств, а нижние на основе магнитных внешних запоминающих устройств ОЗУ и ПЗУ.

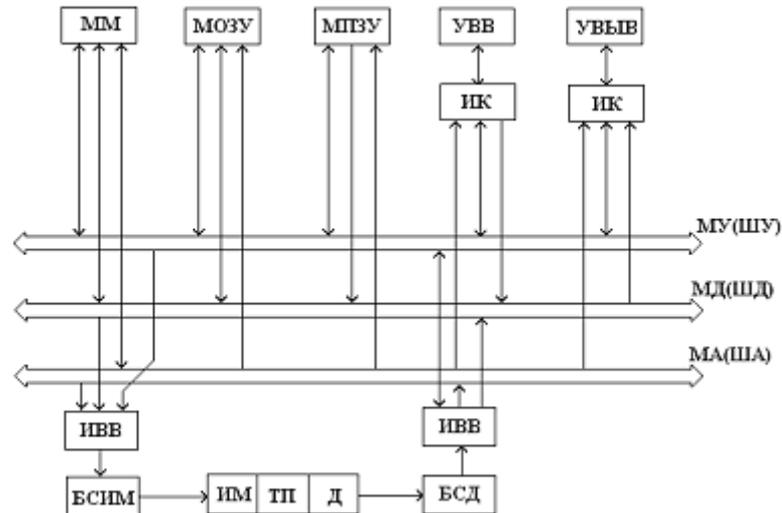


Рис. 3.1. Структурная схема МСУ

где: ММ - микропроцессорный модуль;
МОЗУ - модуль оперативной памяти;
МПЗУ – модуль постоянной памяти;
УВВ – устройство управления вводом информации в микропроцессорную часть;
УВЫВ – устройство управления выводом информации из микропроцессорной части;
ИК – интерфейсная карта внешних устройств;

ИВВ – интерфейс ввода/вывода информации технологического процесса;

БСИМ, БСД – блоки согласования интерфейсов исполнительного механизма и датчиков соответственно.

Устройства ввода информации представляют собой технические средства, предназначенные для передачи данных извне в регистры микропроцессора или память (это клавиатура, ввод перфоленточный и различные магнитные носители). Устройства вывода это технические средства способные принимать выводимую информацию из регистров микропроцессора или ячеек памяти (дисплей, ленточный вывод и другие магнитные носители информации). Для подключения внешних устройств, к МСУ необходимо привести электрические и временные параметры их сигналов к стандартному виду, т.е. провести согласование интерфейсов. Для этого используется специальный блок интерфейс ввода-вывода (ИВВ). Имеющий стандартный интерфейс со стороны подключения информационной магистрали и нестандартный со стороны устройства ввода-вывода. Обмен информацией между модулями осуществляется через внутренние магистрали (шины)

Внутренние информационные магистрали

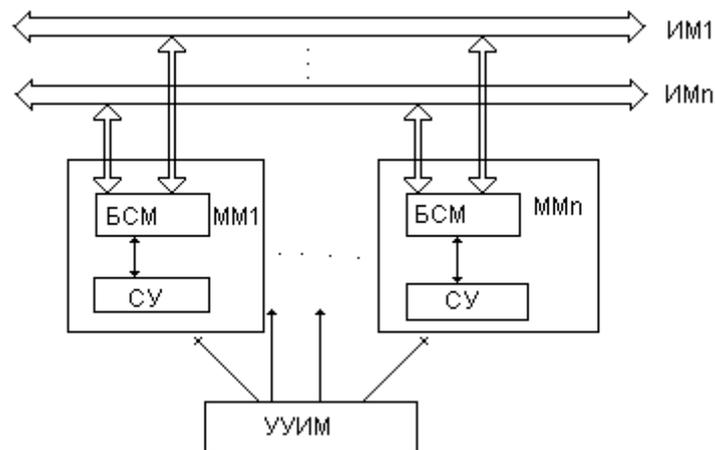


Рис. 3.2. Обобщенная структурная схема информационных связей в МСУ

- где ИМ – информационная магистраль;
ММ - микропроцессорный модуль;
БСМ – блок сопряжения с магистралью;
СУ – согласующее устройство;
УУИМ – управляющее устройство информационной магистрали;

Обмен информацией между модулями осуществляется через внутренние магистрали (шины).

При проектировании МСУ следует учитывать требования, предъявляемые к организации информационных связей между независимыми модулями МСУ, т.е. унификация необходимой пропускной способности данных, характеристики надежности, согласование электрических параметров сигналов. Наиболее полно перечисленным требованиям отвечают схемы, построенные по принципу магистральных связей, к достоинству которого можно отнести незначительное количество кабельных шин и контактных соединений. Сущность магистрально - модульного принципа построения заключается в том, что проектируемая МСУ

компонуются из стандартных модулей, совместимых друг с другом. Основным организатором процесса передачи данных является УУИМ.

Контрольные вопросы:

1. Назначение блока БСИМ?
2. Назначение блока ИВВ?
3. Назначение блока УУИМ?

ЛЕКЦИЯ № 4

Микропроцессорные комплекты серии КР580 и КР18

План лекции:

1. Микропроцессорные комплекты серии КР580
2. Микропроцессорные комплекты серии КМ1810
3. Микропроцессорные комплекты серии КР1810ВГ88

Микропроцессорный комплект КР580

Одним из первых микропроцессоров нашедших широкое применение автоматического управления является микропроцессор КР580ВМ80, особенностью, которого является надёжность и простое программное обеспечение. К недостаткам можно отнести низкую скорость работы и малую степень интеграции, что привело к замене его на более современные микропроцессоры. Состав состоит из следующих микросхем:

- КР580ВМ80А – микропроцессор;
- КР580ГФ24 – системный тактовый генератор;
- КР580ВК28(38) – системный контроллер;
- КР580ВА86 – шинный формирователь (адресная шина);
- КР580ИР82 – регистр;
- КР580ВВ51А – приёмопередатчик программируемый последовательный
- КР580ВВ55А – контроллер параллельного ввода - вывода.

Тактовые импульсы и импульсы синхронизации подаются на микропроцессор от системного генератора ГФ24, принципиальная схема которого показана на рисунке видно, что микросхема содержит формирователь прямоугольных импульсов делитель на 9. На вход микросхемы подключен кварцевый резонатор, импульсы которого подаются на делитель частоты встроенный в микросхему ГФ24. Подключения системного генератора с микропроцессором показана на рисунке. Рассмотрим структурную схему системного генератора. Генератор тактовых сигналов С1, С2 предназначен для синхронизации работы микропроцессора. Генератор формирует две фазы сигнала С1, С2 амплитудой 12В. Генератор тактовых сигналов опорной частоты, счётчика формирователя фаз С1, С2 и логического элемента. Для стабилизации тактовых сигналов опорной частоты ко входам 14 – 15 микросхемы подключен кварцевый генератор, частота которого должна быть в 9 раз больше частоты тактового сигнала. Рассмотрим назначение ножек генератора С1, С2. Опишем назначение ножек.

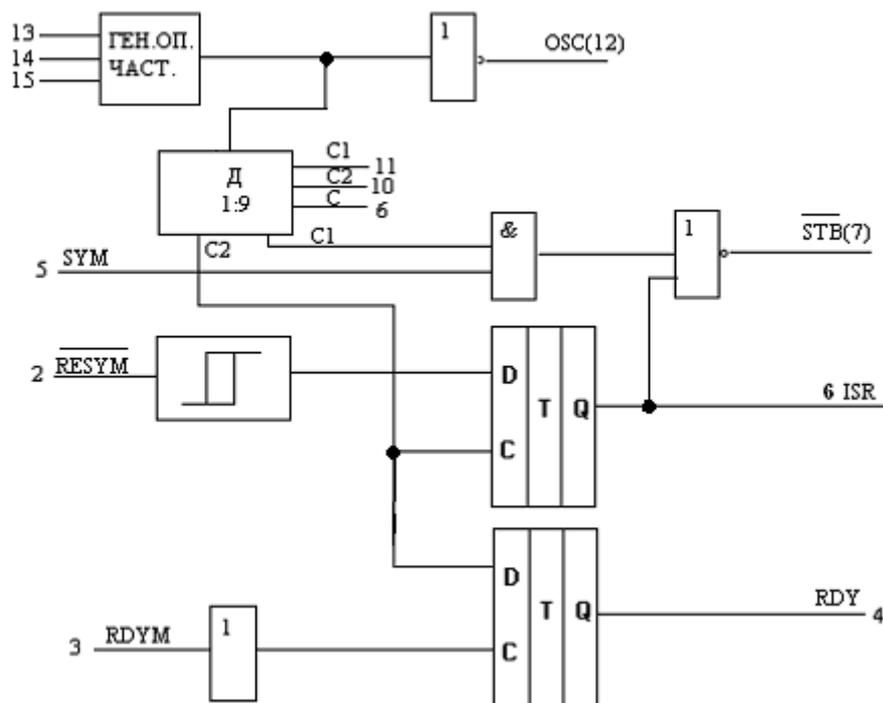


Рис.4.1 Структурная схема системного генератора.

- 1 – выход, выходной сигнал сброса, подаваемый на одноименный вход МП;
- 2 – вход, входного сигнала установки МП в исходное состояние (кнопка «сброс»);
- 3 – вход – сигнал «готовность» от внешних устройств;
- 4 – выход – сигнал «готовность» для МП, подаётся на аналогичный вход МП;
- 5 – вход – сигнал синхронизации из МП;
- 6 – тактовый сигнал;
- 7 – выход - стробирующий сигнал состояния;
- 14, 15 – выводы для подключения кварцевого резонатора;
- 12 – выход - тактовый сигнал опорной частоты.

Схема подключения системного генератора к микропроцессору показана на рис.4.2. Основные системные шины МСУ берут начало от системного контроллера, имеющего обозначение КР580ВК28. Условное графическое обозначение системного контроллера показано на рис.4.3.

Системный контроллер состоит из двунаправленной буферной схемы данных, регистра состояния дешифратора управляющих сигналов. Восьмиразрядная буферная схема принимает информацию из канала данных микропроцессора по выводам $D_0 \dots D_7$ и передаёт в регистр состояния информацию о состоянии микропроцессора и данные в системную шину через выводы $DВ_0 \dots DВ_7$.

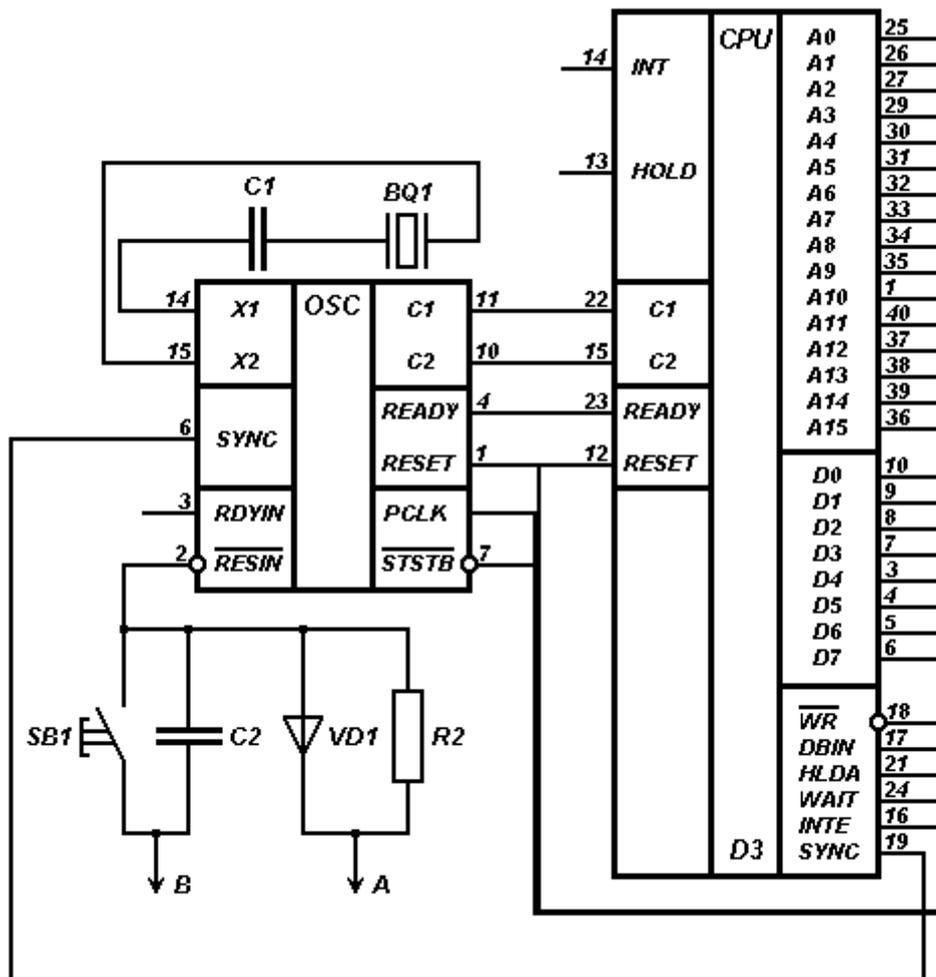


Рис. 4.2. Схема подключения системного генератора к процессору

Кроме этого системный контроллер соединен с системной шиной данных (ШД) выходы DB0 – DB7. Выводы D0-D7 непосредственно подключаются к микропроцессору.

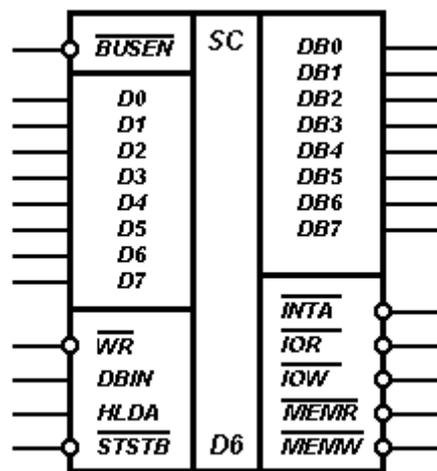


Рис.4.3. Графическое обозначение системного контроллера

Системный контроллер состоит из двунаправленной буферной схемы данных, регистра состояния дешифратора управляющих сигналов рис. 4.4. Восьмиразрядная буферная схема принимает информацию из канала данных микропроцессора по выводам $D_0...D_7$ и передаёт в регистр состояния информацию о состоянии микропроцессора и данные в системную шину через выводы $DB_0...DB_7$. Направление $D_0...D_7$

$D_0 \div D_7 \rightarrow DB_0 \div DB_7$ соответствует режиму записи информации, на внешнее устройство или ОЗУ. Режим обратного направления

$DB_0 \div DB_7 \rightarrow D_0 \div D_7$ соответствует режиму чтения, из ОЗУ, ПЗУ и внешних устройств.

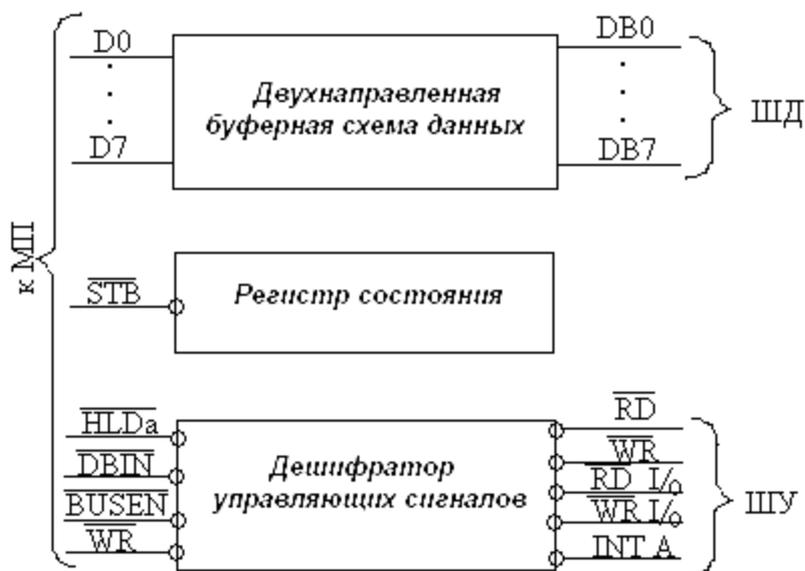


Рис. 4.4 Структура системного контроллера

Регистр состояния по сигналу \overline{STB} осуществляет регистрацию состояния микропроцессора в каждом машинном такте.

Асинхронный сигнал \overline{BUSEN} упрощает выдачу данных с буферной схемы и управляющих сигналов с дешифраторов. В случае, если этот сигнал равен 0, буферная схема передаёт данные, а дешифратор выдаёт один из управляющих сигналов. В случае, если сигнал = 1, все выходы микросхемы переходят в высокоомное состояние.

\overline{STB} -вход стробирующего сигнала;

\overline{HLDA} - вход подтверждения захвата шины адреса;

\overline{WR} - вход разрешения на выдачу информации;

\overline{DBIN} – вход разрешение на приём информации;

$DB_0 - DB_7$ – вход и выход микросхемы с системной шишкой ШД (НД);

$D_0 - D_7$ – вход – выход микросхемы с микропроцессором;

\overline{BUSEN} – вход управления передачи данных и управляющего сигнала;

\overline{INTA} – вход подтверждения запроса на прерывании и сходит от внешнего устройства;

$\overline{RD}, \overline{WR}$ - выходы управляющего сигнала чтения, записи;

$\overline{RD I/O}, \overline{WR I/O}$ – аналогичны предыдущим, но для внешних устройств.

Дешифраторы

Дешифраторы широко используются в схемах выбора конкретного устройства, а именно в селекторах адреса модулей ОЗУ, ПЗУ, внешнего устройства. Условно графическое изображение и алгоритм работы дешифраторов К155ИД3 и К155ИД4 показаны на рис.4.5 и 4.6

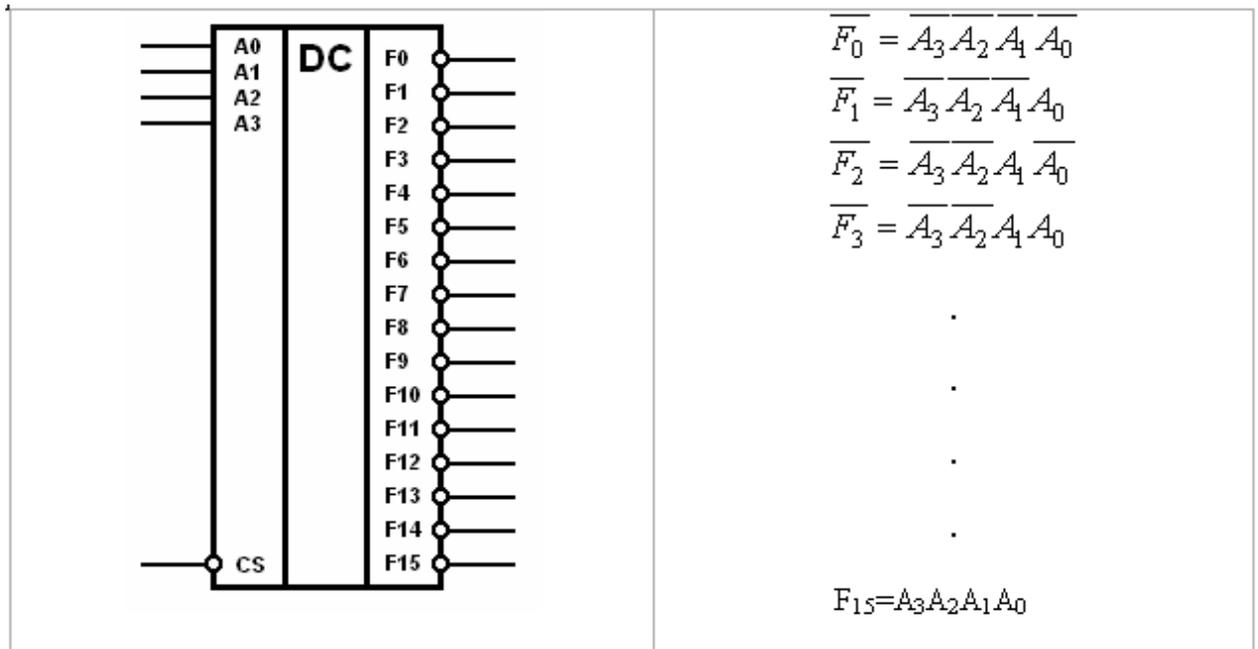


Рис. 4.5. Условно графическое обозначение дешифратора ИД 3

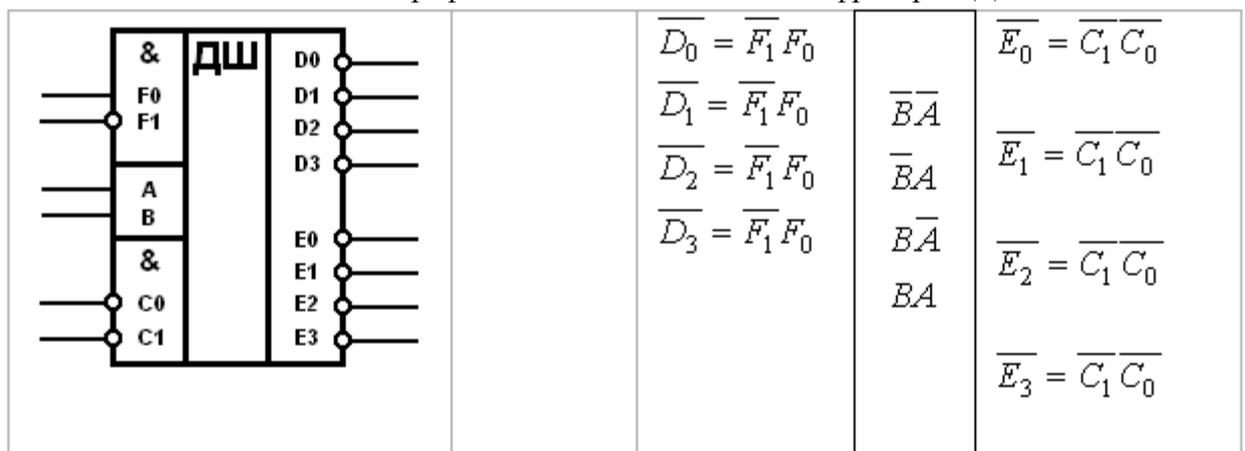


Рис. 4.6 Условно графическое обозначение дешифратора ИД 4

Микросхема КР 580 ВВ55А – программируемое устройство ввода-вывода параллельной информации, применяется в качестве элемента ввода-вывода общего назначения, сопрягающие различные типы периферийных устройств с магистралью данных систем обработки информации. В любой информационной и управляющей системе необходима процедура обмена данными. Передача информации от управляющего объекта к управляемому возможна двумя способами в параллельном или последовательном формате. В данной работе прием информации в микропроцессорную систему (МП) осуществляется с помощью контроллера ввода-вывода, работающего в параллельном формате. Это устройство представляет собой микросхему, так называемый "программируемый адаптер параллельного интерфейса» КР 580 ВВ 55 условное графическое изображение, которого приведено на рис. 4.7

Микропроцессорный комплект КМ 1810

Отличительной особенностью данного микропроцессора является совместное использование шины адресов и шины данных.

Комплект микросхем серии КМ1810 с шестнадцатиразрядной организацией предназначен для построения средств вычислительной техники различного назначения: от одноплатных управляющих микроЭВМ до мультипроцессорных высокопроизводительных систем.

Широкие возможности микропроцессорного комплекта обеспечиваются, как совершенством архитектуры центрального процессора, так и набором функциональных возможностей всех микросхем, входящих в комплект и состоящий из:

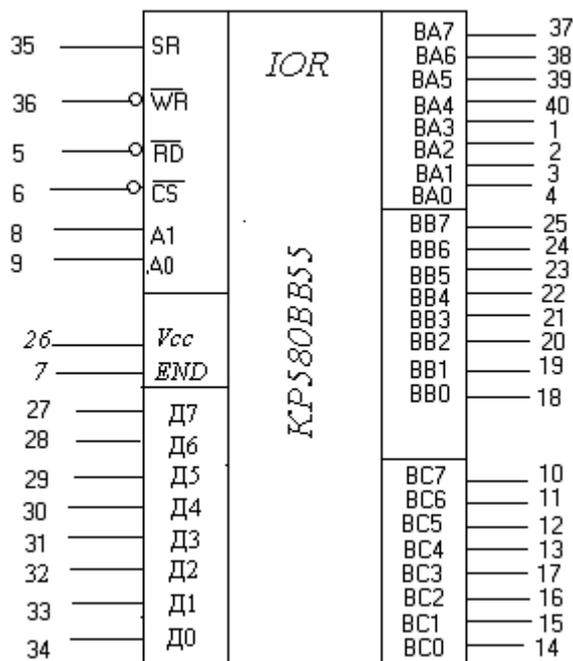


Рис. 4.7 Графическое изображение контроллера КР580ВВ55

КМ1810ВМ86-однокристального шестнадцатиразрядного процессора рис.4.9;

КМ1810ВН59А-программного контроллера пребывания;

КР1810ВБ89-арбитра системной шины;

КР1810ГФ84-генератора тактовых сигналов;

КР1810ВГ88-системного контроллера рис 4.8

Системный контроллер КР1810ВГ88

Микросхема КР1810ВГ88 - контроллер системной шины, предназначенный для работы в составе микроЭВМ на базе микропроцессорного комплекта КМ1810ВМ86. С помощью контроллера шины КР1810ВГ88 организуется обмен данными между местной шиной процессора и системной шиной, а также между местной и шиной ввода-вывода. Контроллер синхронизируется тактовым генератором КР1810ГФ84 и управляет шинным формирователем, адресными регистрами, устройствами ввода-вывода и памятью. В процессе обмена данных могут выполняться следующие виды операций: считывание данных из памяти;

считывание данных их устройств ввода-вывода; запись в память и в устройства ввода-вывода; подтверждение прерывания.

Микросхема состоит из следующих функциональных узлов:

- дешифратора состояния;
- устройства управления;
- генератора командных сигналов управления передачей данных;
- генератора контрольных сигналов, управляющих шинными формирователями и адресными шинами.

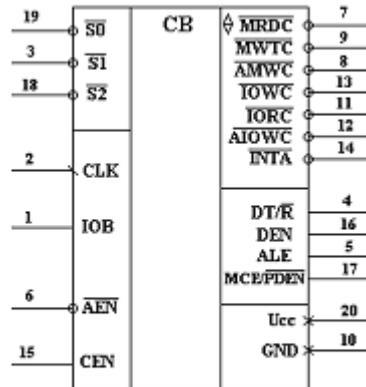


Рис. 4.8. Условно графическое обозначение системного контроллера КР 1810 ВГ 88

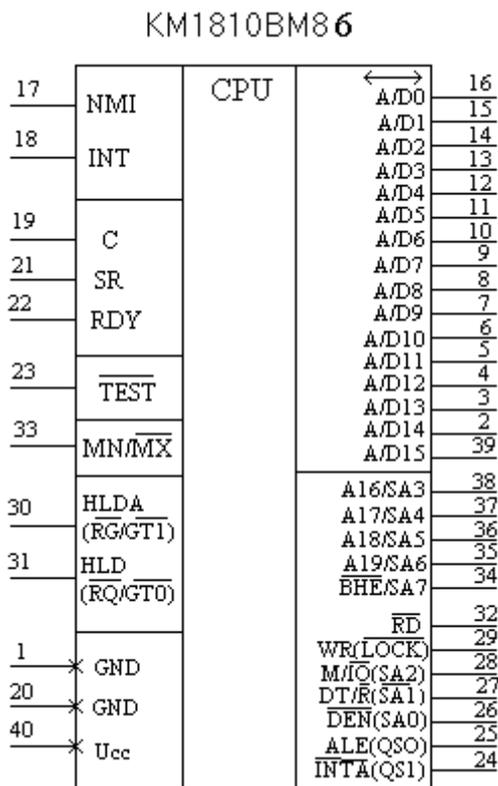


Рис. 4.9. Условно графическое обозначение микропроцессора КМ 1810 ВМ86

Структурная схема микропроцессорной управляющей системы, выполненной на базе микропроцессора КМ 1810 ВМ86 показана на рис. 4.10

Контрольные вопросы:

1. Перечислите известные Вам микросхемы комплекта КР580.
2. Назначение системного контроллера?
3. Какими устройствами обеспечивается параллельный ввод информации в МСУ?
4. Какими устройствами обеспечивается последовательный ввод информации в МСУ?
5. Назначение системного генератора?
6. Какими шинами осуществляется связь микропроцессора с контроллером ВВ55?
7. Назначение микросхемы КР580ГФ24?
8. Назначение микросхемы КР580ГФ24?

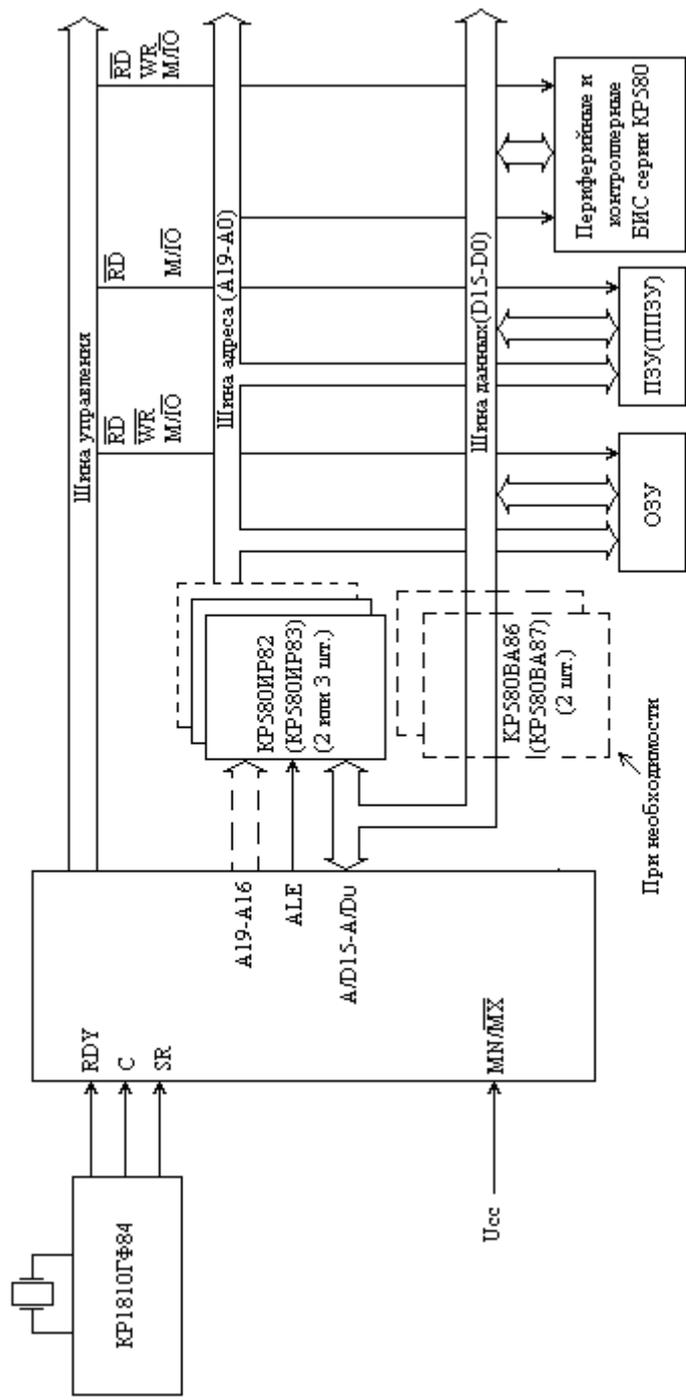


Рис. 4.10 Структурная схема системы на базе микропроцессора KM1810BM86

Лекция №5 Микропроцессорные серии 1830 и однокристальные микроЭВМ, PIC - процессоры

План лекции:

1. Однокристальная микро-ЭВМ (ОМЭВМ)
2. PIC – процессоры

Однокристальная микро-ЭВМ (ОМЭВМ)

В качестве однокристалльной микро-ЭВМ используется высокопроизводительная ОМЭВМ КР1830ВЕ31 семейства МК51, выполненная по КМОП-технологии с кремниевыми затворами и являющаяся функциональным аналогом БИС 80с31 семейства MCS-51 фирмы Intel.

БИС КР1830ВЕ31 не содержит встроенной памяти программ, однако может использовать до 64 кБайт внешней постоянной или перепрограммируемой памяти программ и эффективно использоваться в системах, требующих значительного объема ПЗУ программ. ОМЭВМ содержит встроенное ОЗУ памяти данных емкостью 128 Байт с возможностью расширения общего объема оперативной памяти данных до 64 кБайт за счет использования внешних микросхем ОЗУ. Т.о. общий объем памяти ОМЭВМ семейства МК51 может достигать 128 кБайт: 64 кБайт памяти программ и 64 кБайт памяти данных.

ОМЭВМ содержит все узлы, необходимые для автономной работы:

- центральный 8-разрядный процессор;
- внутреннюю память данных объемом 128 Байт;
- четыре 8-разрядных программируемых канала ввода-вывода;
- два 16-битовых многорежимных таймера-счетчика;
- систему прерываний с пятью векторами и двумя уровнями;
- последовательный интерфейс;
- тактовый генератор.

Система команд ОМЭВМ содержит 111 базовых команд с форматом 1, 2 или 3 байта и предоставляет большие возможности обработки данных, реализацию логических, арифметических операций, а также обеспечивает управление в режиме реального времени.

ОМЭВМ имеет:

- 32 восьмиразрядных РОН;
- 128 определяемых пользователем программно-управляемых флагов;
- набор регистров специальных функций. РОН и определяемые пользователем программно-управляемые флаги расположены в адресном пространстве внутреннего ОЗУ данных.

ОМЭВМ при функционировании обеспечивает:

- минимальное время выполнения команд сложения регистр-регистр — 1 мкс, регистр-память - 2 мкс;
- аппаратное умножение и деление с минимальным временем выполнения команд умножения/деления - 4 мкс.

Расширенная система команд обеспечивает побайтовую и побитовую адресацию, двоичную и двоично-десятичную арифметику, индикацию переполнения и определения четности/нечетности, возможность реализации логического процессора. Отличительной чертой ОМЭВМ является то, что ее АЛУ может наряду с выполнением операций над 8-разрядными типами данных манипулировать одноразрядными данными. Отдельные программно-доступные биты могут быть установлены, сброшены или заменены их дополнением, могут пересылаться, проверяться и использоваться в логических вычислениях. Т.е. благодаря наличию мощного АЛУ и битового процессора набор инструкций ОМЭВМ замечательно подходит для функций управления в реальном времени. Формат поддерживаемых данных - бит, байт, два байта.

Микросхемы КР1830ВЕ31 конструктивно выполнены в 40-выводных пластмассовых корпусах с двухрядным расположением штыревых контактов типа 2123.40, а зарубежные аналоги 80с31 - в корпусах типа DIP40 (с дюймовым шагом).

Условное графическое обозначение микро-ЭВМ показано на рис. 5.1.

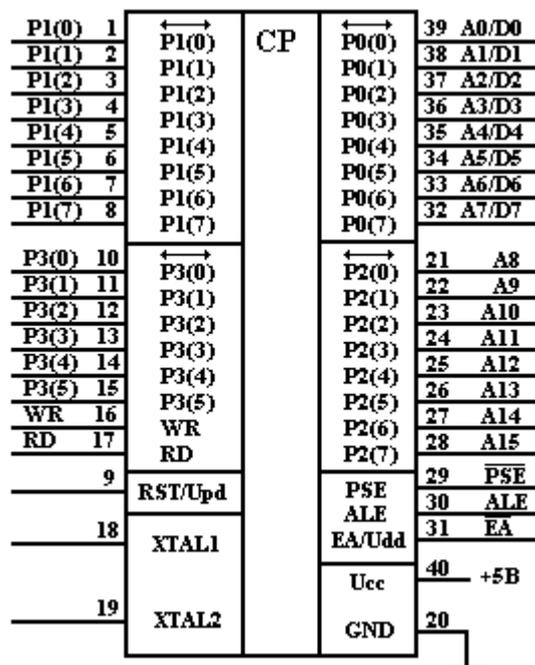


Рис. 5.1. Условное графическое обозначение микро-ЭВМ

Рассмотрим назначение основных функциональных узлов ОМЭВМ:

Блок управления предназначен для выработки синхронизирующих и управляющих сигналов, обеспечивающих координацию совместной работы блоков ОМЭВМ во всех допустимых режимах ее работы.

Устройство выработки временных интервалов предназначено для формирования и выдачи внутренних синхросигналов фаз, тактов и циклов. Количество машинных циклов определяет продолжительность выполнения команд. Подавляющее большинство команд ОМЭВМ выполняются за один или два машинных цикла, кроме команд умножения-деления, продолжительность выполнения которых составляет 4 машинных цикла.

РІС процессоры

PIC16C84 (или PIC16F84) фирмы "Microchip"- миниатюрный, но мощный микроконтроллер. Он основан на EEPROM или "FLASH" технологии, позволяющей перепрограммировать его буквально за секунды.

Из его 18 выводов 13 могут использоваться, как разряды ввода-вывода общего назначения, количество циклов перезаписи равно 1000. При "1" ток достигает 20мА, при "0"-до 5мА рис 5.3. Это позволяет разрабатывать на данном микроконтроллере простые и недорогие электронные устройства и делает его идеальными для желающих изучить принципы работы микроконтроллеров.

Выводы RA* и RB*-это контакты ввода-вывода, связанные с регистрами микроконтроллера PORTA и PORTB соответственно (RA4 также может быть использован как вход внутреннего таймера, а RB0 может быть использован как источник прерываний).

VDD и VSS - выводы питания.

Серия 16x84 работает в широком диапазоне питающих напряжений, но обычно VSS подключен к 0В, а VDD подключен к +5 В. PIC16F84 относится к семейству КМОП микроконтроллеров. Отличается тем, что имеет внутреннее 1К x 14 бит EEPROM для программ, 8-битовые данные и 64байт EEPROM памяти данных. При

этом отличаются низкой стоимостью и высокой производительностью. Все команды состоят из одного слова (14 бит шириной) и исполняются за один цикл (400 нс при 10 МГц), кроме команд перехода, которые выполняются за два цикла (800 нс). PIC16F84 имеет прерывание срабатывающее от четырех источников, и восьмиуровневый аппаратный стек. Периферия включает в себя 8-битный таймер-счетчик с 8-битным программируемым (предварительно) делителем (фактически 16 - битный таймер) и 13 линий двунаправленного ввода-вывода. Высокая нагрузочная способность (25 мА макс. втекающий ток, 20 мА макс. вытекающий ток) линий ввода-вывода упрощают внешние драйверы и, тем самым, уменьшается общая стоимость системы. Разработки на базе контроллеров PIC16F84 поддерживаются Ассемблером, программным симулятором, внутрисхемным эмулятором (только фирмы Microchip) и программатором. Серия PIC16F84 подходит для широкого спектра приложений от схем высокоскоростного управления автомобильными и электрическими двигателями до экономичных удаленных передатчиков, показывающих приборов и связанных процессоров. Наличие ПЗУ позволяет подстраивать параметры в прикладных программах (коды передатчика, скорости двигателя, частоты приемника и т.д.). Малые размеры корпусов, как для обычного, так и для поверхностного монтажа, делает эту серию микроконтроллеров пригодной для портативных приложений. Низкая цена, экономичность, быстродействие, простота использования и гибкость ввода-вывода делает PIC16F84 привлекательным даже в тех областях, где ранее не применялись микроконтроллеры. Например, таймеры, замена жесткой логики в больших системах, сопроцессоры. Следует добавить, что встроенный автомат программирования EEPROM кристалла PIC16F84 позволяет легко подстраивать программу и данные под конкретные требования даже после завершения ассемблирования и тестирования. Эта возможность может быть использована как для тиражирования, так и для занесения калибровочных данных уже после окончательного тестирования. Для формирования тактового сигнала микроконтроллера предусмотрен внутренний генератор. Тактовый сигнал необходим для выполнения инструкций микроконтроллера и работы периферийных модулей. Внутренний машинный цикл микроконтроллера (TCY) состоит из четырех периодов тактового сигнала. Тактовый генератор микроконтроллера может работать в одном из восьми режимов. Существует два режима внутреннего RC генератора, отличающихся между собой режимом работы вывода микроконтроллера (вывод микроконтроллера работает как CLKOUT или как универсальный порт ввода/вывода). Режим работы тактового генератора определяется битами в слове конфигурации, расположенными в энергонезависимой памяти. Настроить биты конфигурации можно только при программировании микроконтроллера.

Различные режимы тактового генератора позволяют использовать один тип микроконтроллеров в приложениях с разными требованиями к генератору. RC режим генератора снижает стоимость устройства, а LP режим генератора имеет меньшее энергопотребление. С помощью битов конфигурации устанавливается требуемый режим тактового генератора. Для перевода микроконтроллера в исходное состояние с заведомо известными параметрами работы предназначен режим сброса. Источник сброса микроконтроллера может быть идентифицирован с помощью битов состояния. Особенности логики сброса позволяют снизить стоимость устройства и увеличить его надежность. Большинство регистров не изменяются после любого вида сброса, но после сброса по включению питания POR они содержат неизвестное значение.

Архитектура. Высокая эффективность микроконтроллеров PICmicro достигается за счет архитектуры ядра, подобная архитектура обычно применяется в RISC микропроцессорах рис.5.2.

Основные особенности архитектуры микроконтроллеров PIC-micro:

- Гарвардская архитектура;
- Длинное слово команды;
- Команда состоит из единственного слова;
- Конвейерная обработка команд;
- Команды выполняются за один машинный цикл;
- Небольшое число команд;
- Файловая структура данных;
- Все команды ортогональны (симметричны).

Гарвардская архитектура. В гарвардской архитектуре разделена память программ и память данных. Обращение к памяти происходит по отдельным шинам адреса и данных, что значительно повышает производительность процессора по сравнению с традиционной архитектурой. В микроконтроллерах с традиционной архитектурой ядра команды и данные запрашиваются по одной и той же шине. Чтобы выполнить выборку команды необходимо сделать несколько запросов по 8-разрядной (или кратной 8 разрядам) шине. Затем (если необходимо) запросить данные, выполнить команду и сохранить результат. Шина с традиционной архитектурой ядра значительно загружена.

В микроконтроллерах с гарвардской архитектурой ядра выборка команды происходит за один цикл (все команды 14 - разрядные). При обращении к памяти программ можно выполнить запись или чтение данных, т.к. память данных подключена к ядру микроконтроллера по отдельной шине. Раздельные шины доступа к памяти программ и к памяти данных позволяют исполнять текущую команду и производить выборку следующей команды, организуя конвейерную обработку команд.

ЦПУ и АЛУ. Центральное Процессорное Устройство (ЦПУ) предназначено для детектирования команд, расположенных в памяти программ, и управления работой микроконтроллера. Большинство команд микроконтроллера обращаются к ячейкам памяти данных. Для работы с памятью данных требуется арифметико-логическое устройство (АЛУ). АЛУ выполняет арифметические, логические операции и управляет флагами состояния (флаги состояния расположены в регистре STATUS). Выполнение некоторых команд

приводит к изменению битов состояния в зависимости от полученного результата

Организация памяти. Микроконтроллеры среднего семейства имеют 13-разрядный счетчик команд, способный адресовать 8К x 14 слов памяти программ, и 14-разрядную шину данных памяти программ. Все команды микроконтроллера состоят из 14-разрядного слова, поэтому микроконтроллер с объемом памяти программ 8К x 14 может содержать 8К команд. Это позволяет легко определить достаточность объема памяти программ для желаемого приложения.

Вся память программ разделена на 4 страницы по 2К слов каждая (0000h-07FFh, 0800h-0FFFh, 1000h-17FFh, 1800h-1FFFh). В зависимости от типа микроконтроллера, только некоторая часть доступной памяти программ реализована аппаратно. Для перехода между страницами памяти программ необходимо изменить старшие биты регистра счетчика команд PC, записью в регистр специального назначения PCLATH (старший байт счетчика команд). Изменив значение регистра PCLATH и выполнив команду ветвления, счетчик команд PC пересечет границу страницы памяти программ без дополнительного вмешательства пользователя. Для микроконтроллеров, имеющих память программ меньше 8К слов, обращение к памяти программ выше фактически реализованного значения приведет к циклической адресации. Например, в микроконтроллере с памятью программ 4Кслов и попытке перехода по адресу 17FFh переход будет выполнен по адресу 07FFh. В микроконтроллерах с памятью программ

2Кслов управление страницами памяти не требуется. Память данных разделяется на регистры двух типов:

- Регистры специального назначения (SFR), управляют работой микроконтроллера;
- Регистры общего назначения (GPR), для хранения данных программы.

Память данных разделена на банки, содержащие регистры общего и специального назначения. Регистры общего назначения размещаются в разных банках памяти данных для того, чтобы была возможность организовать более 96 байт ОЗУ. Регистры специального назначения предназначены для управления периферийными модулями и функциями микроконтроллера. Управление банками памяти выполняется битами в регистре STATUS<7:5>. Организация памяти данных зависит от типа микроконтроллера. Чтобы передать данные из одного регистра в другой, необходимо использовать дополнительный регистр W. Эта операция выполняется двумя командами за два машинных цикла микроконтроллера.

Обращение к всем регистрам памяти данных может быть выполнено прямой или косвенной адресацией:

- Прямая адресация - для указания банка памяти данных необходимо использовать биты RP1:RP0 регистра STATUS;
- Косвенная адресация - адрес регистра сохраняется в FSR, а в бите IRP регистра STATUS указывается к какой паре банков памяти данных выполняется обращение (Банк0/Банк1 или Банк2/Банк3).

Регистры общего назначения (GRP).Регистры общего назначения размещаются в разных банках памяти данных. Эти регистры не инициализируются при сбросе по включению питания и имеют неизвестное значение, а при всех остальных сбросах микроконтроллера не изменяют своего значения.

Обращение к регистрам общего назначения может быть выполнено прямой или косвенной адресацией (через регистры FSR и INDF). В некоторых микроконтроллерах существуют регистры общего назначения, адресуемые к одной и той же ячейке ОЗУ, независимо от текущего банка памяти данных. Обратите внимание на эти регистры, т.к. они расположены в общем ОЗУ.

Регистры специального назначения (SFR). Регистры специального назначения используются для управления ядром и периферийными модулями микроконтроллера. Эти регистры реализованы как статическое ОЗУ. Описание регистров SFR, управляющих периферийными модулями, смотрите в соответствующем разделе документации. Регистры специального назначения размещены в различных банках памяти данных, а некоторые из регистров отображаются во всех банках. Переключение рабочего банка памяти выполняется настройкой битов RP1:RP0 регистра STATUS. При сбросе по включению питания и других видах сброса микроконтроллера в некоторые регистры специального назначения

записывается определенное значение. Обращение к регистрам специального назначения может быть выполнено прямой или косвенной адресацией.

Порты ввода вывода. Универсальные порты ввода/вывода могут рассматриваться как самые простые периферийные модули. Они позволяют микроконтроллерам PIC-micro контролировать работу и управлять другими устройствами. С целью расширения функциональных возможностей некоторые каналы портов ввода-вывода мультиплицированы с другими периферийными модулями. Набор дополнительных функций, каналов портов ввода-вывода зависит от реализованных периферийных модулей в микроконтроллере. Как правило, при включенном периферийном модуле, соответствующий вывод микроконтроллера не может использоваться как универсальный канал ввода-вывода. Для большинства каналов портов ввода-вывода регистры TRIS управляют

направлением данных на выводе. Бит TRIS<x> управляет направлением данных на канале PORT<x>. Если бит TRIS установлен в '1', то соответствующий канал порта ввода/вывода работает как вход, а если бит TRIS сброшен в '0', то канал ввода/вывода работает как выход. Простой способ запомнить направление канала ввода-вывода и состояние битов регистров TRIS:

'1' - напоминает 'In' (ввод);

'0' - напоминает 'Out' (выход).

Примерная схема применения PIC-процессора показана на рис.5.4, где реализована схема включения светодиод D1, D2, D3 и D4 с различными интервалами и последовательностью в зависимости от программного решения. Задающий генератор выполнен на элементах C1, C2 и резисторе R5. Схема приходит в исходное состояние нажатием кнопки S.

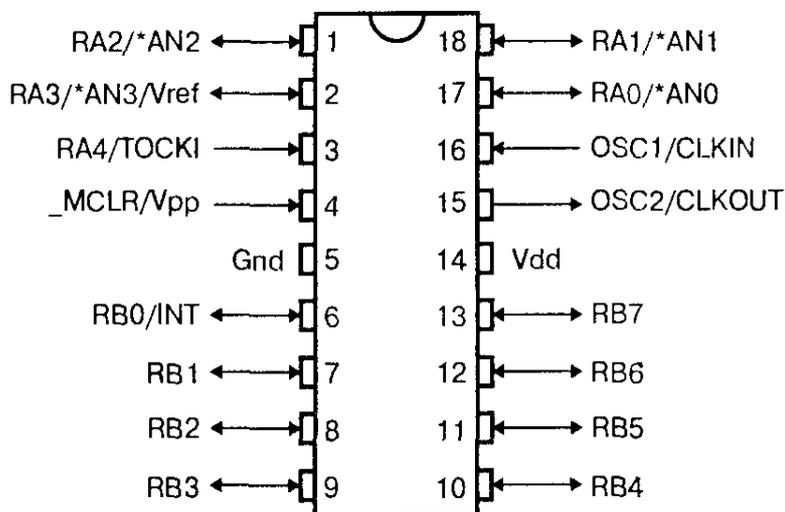


Рис. 5.3 Общий вид корпуса микросхемы контроллера PIC-16 и назначение ее выводов

Контрольные вопросы:

1. Из чего состоит микропроцессор КР1830?
2. Определите количество портов ввода и вывода КР1830?
3. Общие характеристики однокристальных микро-ЭВМ?
4. Какая архитектура использована при разработке PIC-micro

- контроллеров?
5. Сколько таймеров предусмотрено в PIC-контроллере и зачем?
 6. В чем заключается необходимость процедуры сброса?
 7. Понятие о регистрах общего назначения?

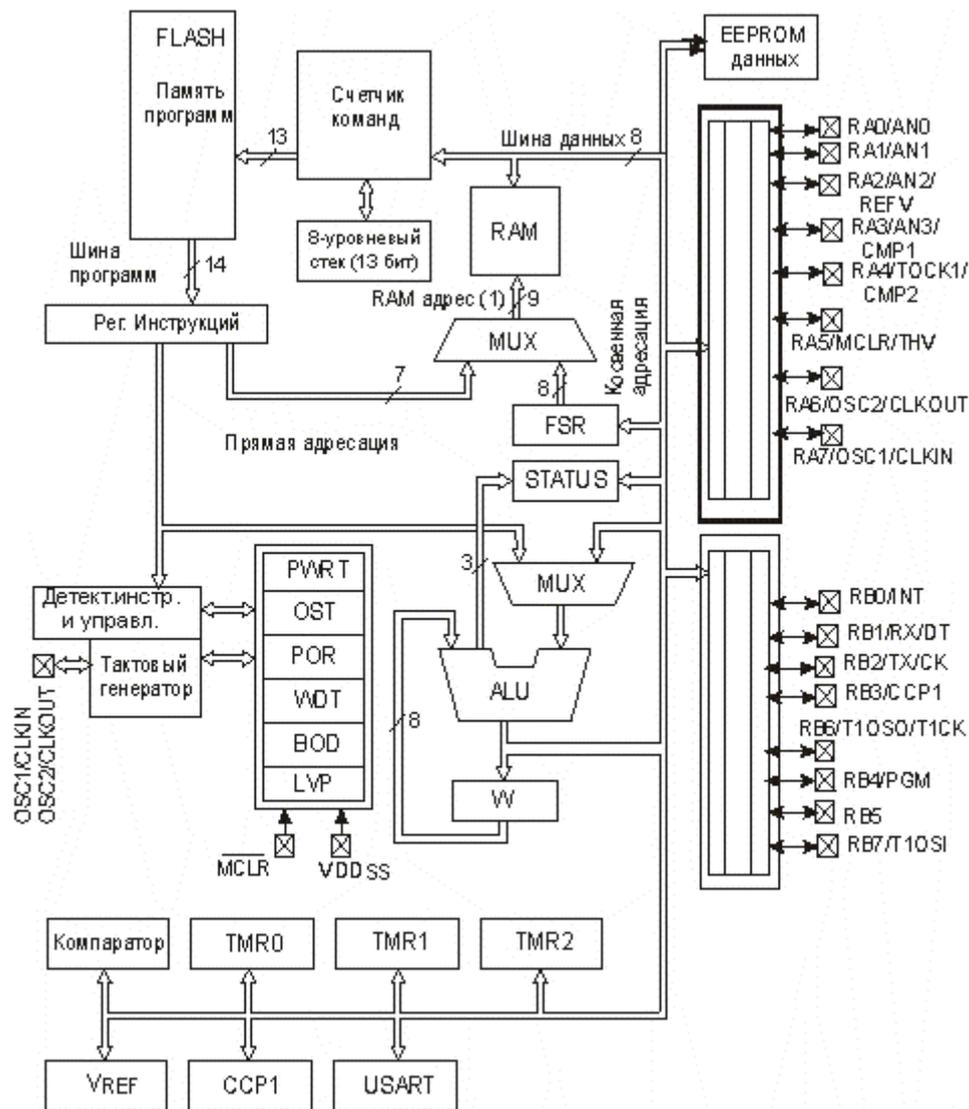


Рис.5.2 Упрощенная структурная схема микроконтроллеров PIC16F84

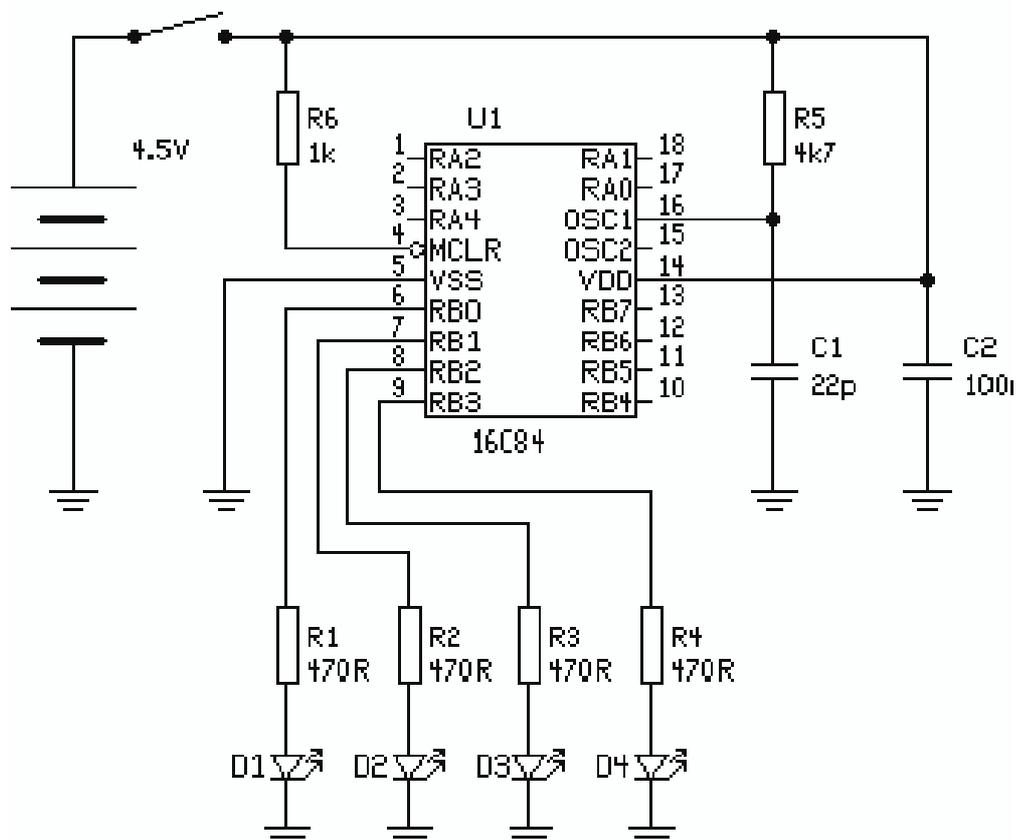


Рис.5.4 Упрощенная схема подключения PIC-процессора

Лекция №6 Модуль микропроцессорный внутренние шины

План лекции:

1. Структура микропроцессорного модуля
2. Функциональная схема системного контроллера
3. Организация внутренних связей

Структура микропроцессорного модуля

Рассмотрим состав аппаратной части микропроцессорного модуля собранного на основе процессора 580серии. Все элементы изображены в условном обозначении, соединены между собой и разъемом с надписью цепь. Из рисунка видно, что

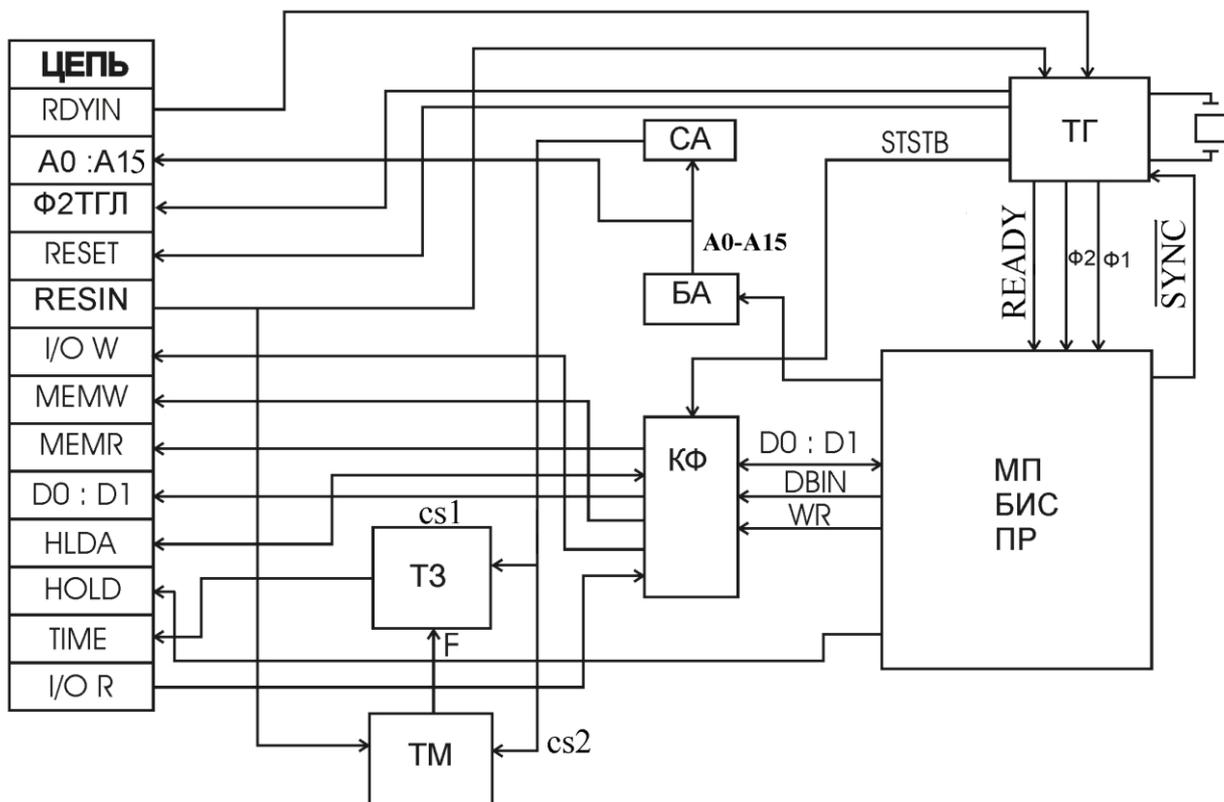


Рис. 6.1. Структурная схема микропроцессорного модуля

ТГ – тактовый генератор;

Пр. МП – микропроцессор;

КФ – системный контролёр и шинный формирователь;

БА – буфер адреса;

ТМ – таймер;

ТЗ – триггер звука;

СА – селектор адреса.

ТГ предназначен для выработки последовательности тактовых сигналов $\Phi 1$ и $\Phi 2$, синхронизирующих работу ПР, а так же сигнала STS T B стробирующего КФ. Управляющие сигналы «RESIN», (STATUS STROBE) «RDYIN» стробируются импульсом $\Phi 2$ и передаются соответственно на входы RESET и READY процессора. Сигнал «SYNC», поступающий с выхода ПР, синхронизирующийся в ТГ с тактовым импульсом $\Phi 1$ и поступает на вход «STS TB» КФ. При этом ПР выдаёт слово состояния на ШД, которое по сигналу «STS TB» записывается в КФ.

Входной сигнал RESET устанавливают ПР в исходное состояние. При этом на ША устанавливается «0».

Для увеличения нагрузочной способности на ШД используется КФ. Выходной сигнал ПР «SYNC» служит для определения начала каждого машинного цикла. Во время действия этого сигнала информация о состоянии ПР передаётся во внешний регистр состояния КФ. Выходной сигнал ПР «DBIN» указывает, что ШД находится в режиме приёма информации, то есть ПР ожидает поступление данных от памяти, устройства ввода. Выходной сигнал ПР «WR» указывает, что ПР установил на ШД данные для записи в память или внешнее устройства. Входной сигнал «READY» указывает на готовность приёма данных в ПР или на готовность памяти или внешних устройств к передачи данных на ШД. Сигнал READY позволяет синхронизировать

работу ПР с памятью и внешними устройствами. Входной сигнал «HOLD» используются внешними устройствами для запроса прямого доступа к ША. Выходной сигнал HLDA является ответным на сигнал «HOLD» и указывает, что ША и ШД находятся в высокоимпедантном состоянии.

Одним из первых микропроцессоров нашедших широкое применение в системах автоматического управления является микропроцессор КР580ВМ80. Отличительной особенностью, которого является надёжность и простое программное обеспечение. К недостаткам можно отнести низкую скорость работы и малую степень интеграции, что привело к замене его на более современные микропроцессоры.

Рассмотрим принципиальную схему модуля микропроцессорного приведенного на рис.6.1 Состав модуля состоит из следующих микросхем:

- КР580ВМ80А – микропроцессор (D3);
- КР580ГФ24 – системный тактовый генератор (D2);
- КР580ВК28(38) – системный контроллер (D6);
- КР580ВА86 – шинный формирователь (адресная шина D4 D5);
- ВQ1- Кварцевого резонатора;
- SB1 - Кнопки сброса.

Организация внутренних связей.

Организация последовательности извлечения данных из памяти. Рассмотрим схему чтения кода команды или данных из памяти:

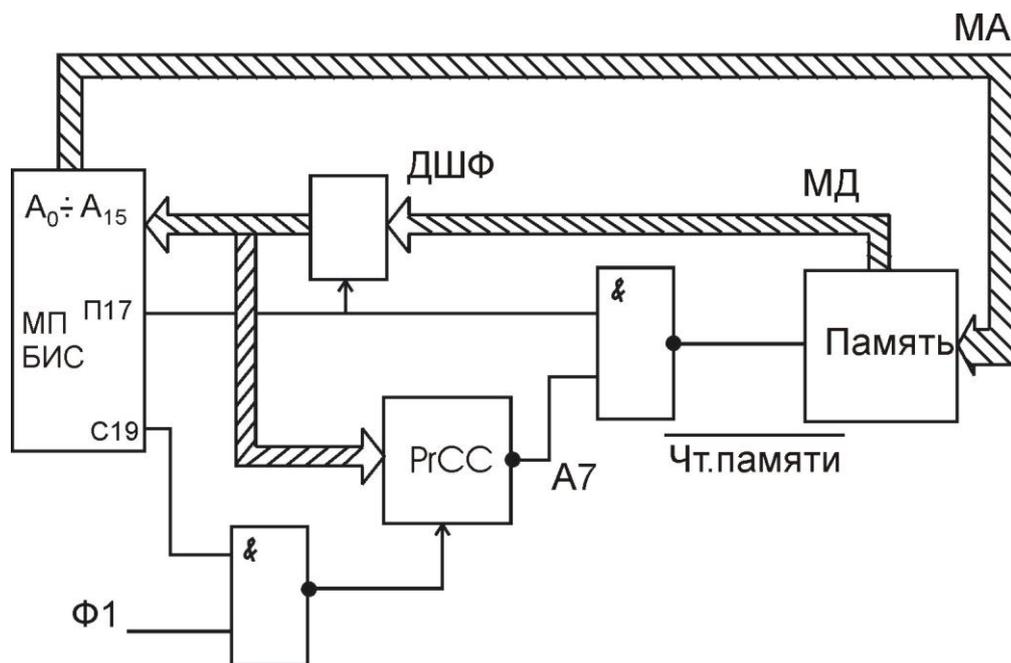


Рис. 6.2 Чтение данных в память или внешнее устройство

1. При наличии сигнала приём вывод 17 и 7го бита слова состояния Д7 в регистре слова состояния в память поступает сигнал чт. памяти, позволяющий данным

поступать из памяти в МД и через двунаправленный шинный формирователь ДШФ поступает на вход МП. Адрес ячейки памяти определяется шиной адреса.

2. на первом такте машинного цикла содержание регистра адреса МП выдается на МА, а на МД выдается слово состояния процессора.

3. на втором такте на МД выдаются данные для записи в память

4. на третьем такте формируется сигнал, по которому будет проходить запись данных в память или ВУ.

На протяжении всего машинного цикла записи данных в память сигнал ПРИЁМ находится на нулевом уровне, что позволяет двунаправленному формирователю работать в режиме выдачи данных на МД.

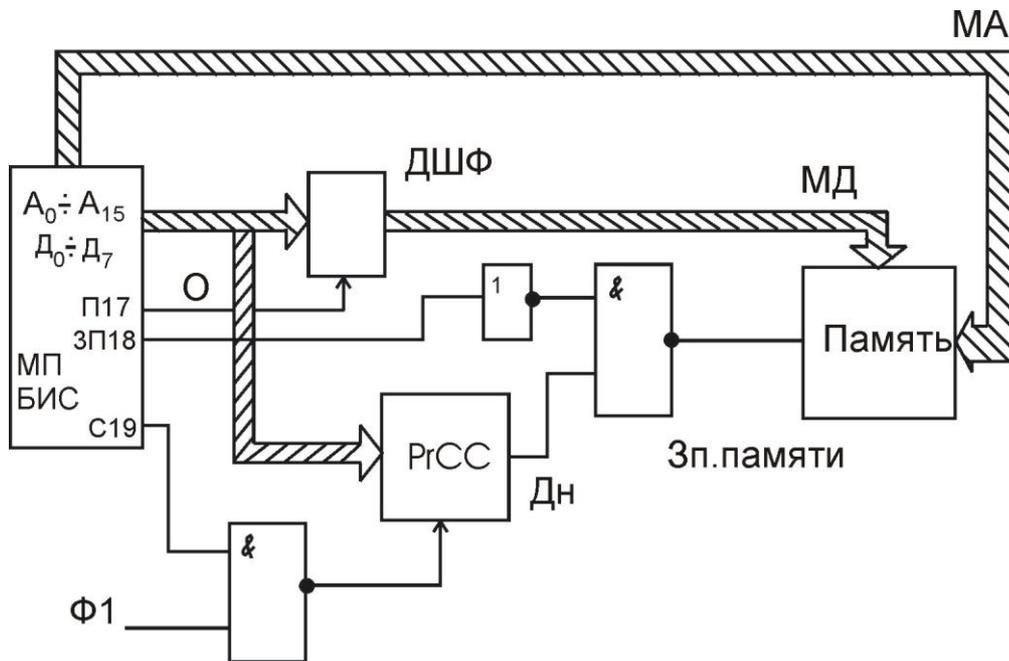


Рис. 6.3. Запись данных в память или внешнее устройство.

<p>0D=0000H ПЗУ 8191D=1FFFH</p>
<p>8192D=2000H ОЗУ 10239D=27FFH</p>
<p>10240D=2800H Резерв 65535D=FFFFH</p>

Рис. 6.4 Карта распределения памяти

Распределение шины адреса

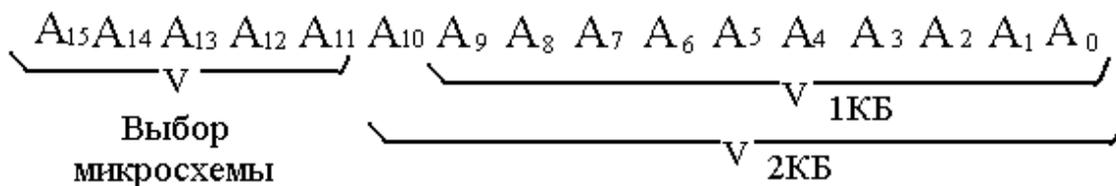


Таблица №1

A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	Адресация	Распределение памяти	Распределение микросхем
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0000H	1КБ	ROM 1
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	03FFH			
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0400H	2КБ	
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	07FFH			
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0800FH	3КБ	ROM 2
0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0BFFH			
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0C00H	4КБ	
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0FFFH			
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000H	5КБ	RAM 1
0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17FFH			

Современные микросхемы имеют 12 разрядный адресный вход, что соответствует 2 КБайтам памяти (2^{10}), поэтому на селектор адреса для выбора микросхем необходимо подавать адресные шины A10-A15.

Контрольные вопросы:

1. Откуда берут начало системные шины?
2. Сколько разрядов в шине ША?
3. Какие сигналы передаются по шине ШУ?
4. В чем отличие передачи данных в модуль ОЗУ и ПЗУ?

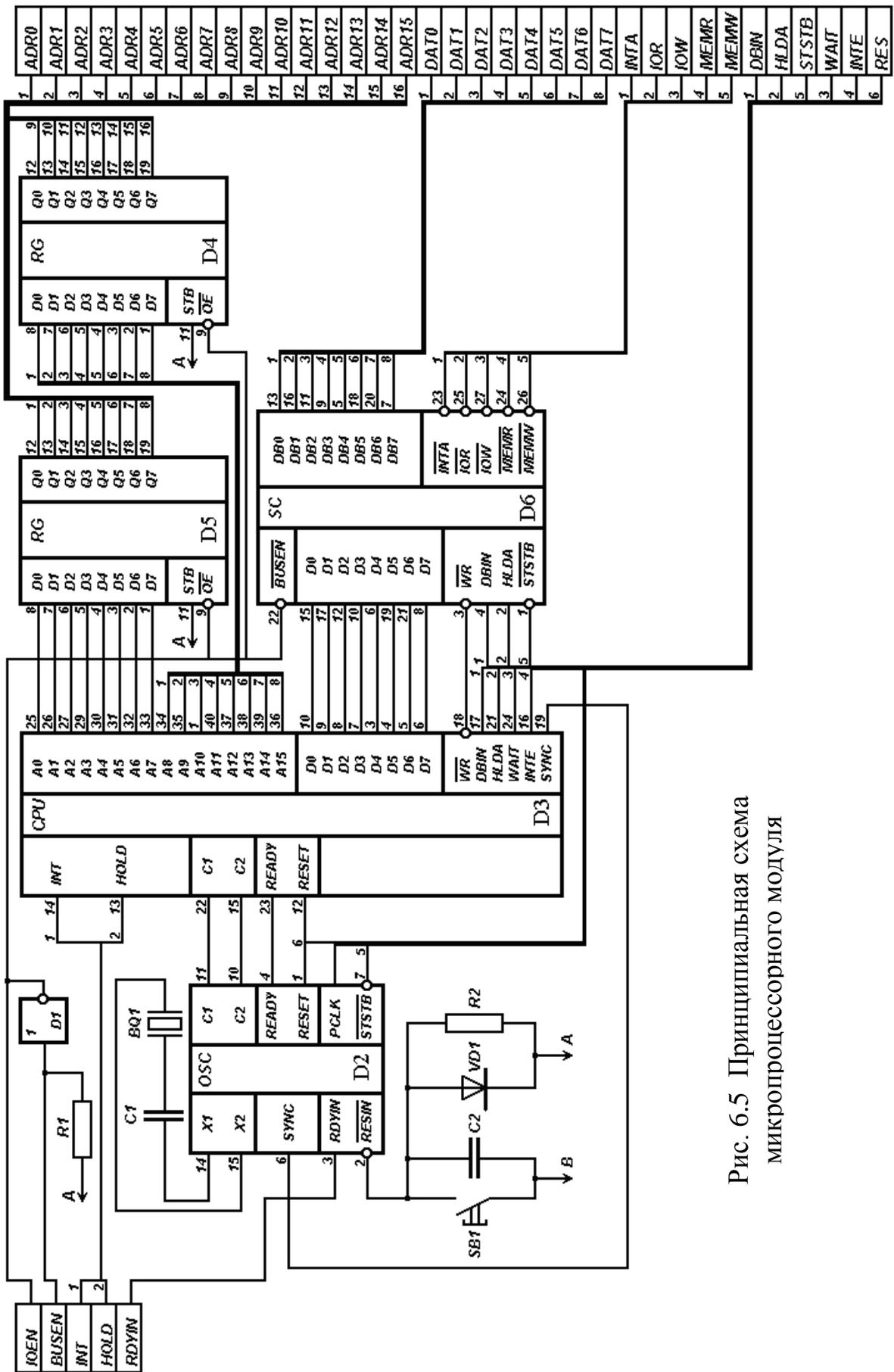


Рис. 6.5 Принципиальная схема микропроцессорного модуля

Лекция № 7 Цифроаналоговые системы АЦП и ЦАП

План лекции:

1. Аналогово-цифровые системы
2. АЦП и ЦАП
3. Преобразователи напряжения код в напряжения и наоборот

Аналоговые и цифровые сигналы

Пусть имеем аналоговый сигнал $x(t)$, а соответствующий ему цифровой сигнал, полученный с помощью АЦП, есть $x(nT)$, где T – тактовый период; n – номер отсчета аналогового сигнала при его преобразовании в цифровую форму.

Из теории сигналов известно, что операция получения спектральной функции $X(R\Omega)$ аналогового сигнала $x(t)$ и обратная операция получения сигнала $x(t)$ по известной спектральной функции $X(R\Omega)$ производится с помощью пары преобразований Фурье. При решении практических задач вычисления выражения для $X(R\Omega)$ не может быть реализовано из-за необходимости суммирования бесконечного числа слагаемых. При использовании конечного числа аналогового сигнала переходят от обычного преобразования Фурье к дискретному.

В этом случае пара преобразований Фурье выглядит так:

$$X(R\Omega) = \sum_{n=0}^{N-1} x(nT) e^{-jRn\Omega t} \quad \text{- прямое преобразование;}$$

$$x(nT) = \frac{1}{N} \sum_{R\Omega=0}^{N-1} X(R\Omega) e^{jnR\Omega t} \quad \text{- обратное преобразование;}$$

Процесс вычисления коэффициентов Фурье по N отсчетам сигнала заключается в перемножении каждого вновь поступившего отсчета на соответствующий весовой коэффициент и суммирование результата с ранее полученными значениями предыдущих произведений. Подобная организация вычислительного процесса в однопроцессорной ЭВМ требует на каждый вновь поступившей входной отсчет N операций комплексного перемножения и суммирования.

Для поступивших N входящих отсчетов количество этих операций равно N^2 . Поэтому из-за ограничений на быстродействие ЭВМ всегда увеличение числа эффективно используемых входных отсчетов будет сопровождаться сужением диапазона анализируемых частот.

Применение алгоритмов прямого и обратного преобразования Фурье дана возможность использовать цифровую фильтрацию. Цифровой фильтр – устройство, осуществляющее преобразование одного дискретного сигнала x_n в другой дискретный сигнал y_n , причем сами сигналы x_n, y_n , представляют собой двоичные цифровые коды.

Важной разновидностью цифровых устройств обработки сигналов являются цифровые спектральные анализаторы различных видов. Отметим, что спектральный анализатор находит применение в задачах обнаружения сигнала, классификации типа сигнала, локализации источника сигнала, а также при решении траекторных задач.

Микропроцессорные средства цифровой обработки сигналов:

Основные алгоритмы и операции цифровой обработки сигналов могут быть эффективно реализованы на функционально законченных узлах в микропроцессорном исполнении.

Имеется широкая номенклатура зарубежных и отечественных МП-ых средств, для цифровой обработки сигналов. Так однокристалльный МП К1815Ф3 предназначен для построения устройств быстрого преобразования Фурье (БПФ), цифровых фильтров и систем цифровой обработки сигналов на их основе. Машинный язык МП является языком высокого уровня, а набор команд обеспечивает выполнение таких крупных операций, как БПФ, умножение и сложение комплексных чисел и т.д.

АЦП и ЦАП

(Аналогово-цифровое и цифро-аналоговое преобразование)

Широкое использование микропроцессорной техники в автоматических системах управления выдвинула на первый план проблемы их связи с объектами, состояние которых в большинстве случаев характеризуется непрерывными величинами. Поэтому в процессе использования и обработки таких сигналов важная роль отводится операции преобразований непрерывных (аналоговых) сигналов в цифровые (дискретные) и обратно (дискретные - аналоговые). Структурная схема цифро-аналоговой системы показана на рис.7.1,

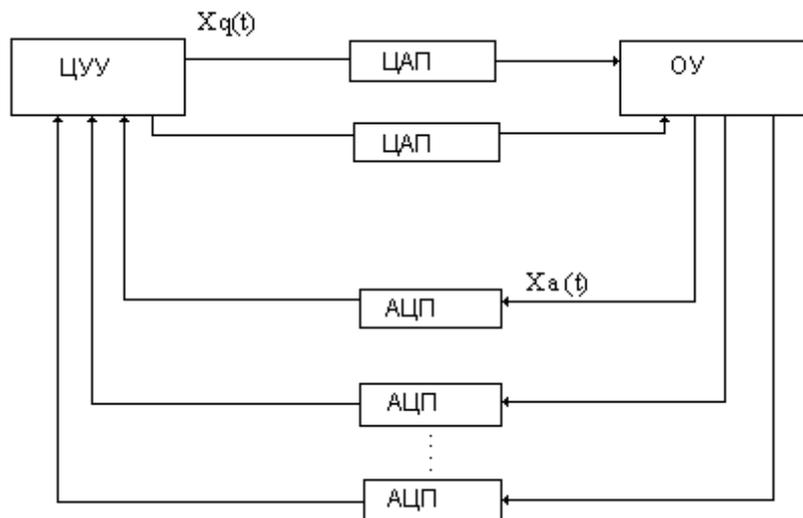


Рис. 7.1. Функциональная схема цифро-аналоговой системы

где: ЦУУ - цифровое устройство управления;
 ОУ- объект управления (аналоговая система);
 $X_q(t)$ - дискретно-цифровой сигнал;
 $X_a(t)$ -аналоговый сигнал.

Для управления ЦУУ аналоговой системой ОУ его сигналы, имеющие цифровое представление переводятся с помощью цифро-аналоговых преобразователей в аналоговый сигнал и наоборот информация о состоянии ОУ, поступающая на вход ЦУУ имеет аналоговый вид и переводится в цифровой с помощью аналого-цифрового преобразователя.

Квантование по времени и по уровню

Цифровые системы управления имеют квантование по времени, что относит их к классу импульсных систем. Квантование по уровню осуществляется в АЦП.

Предположим, что на входе АЦП имеется функция $X_a(t)$. По оси L отложены единичные измерения X_a (вход), а по оси L_0 отложены цифровое представление этой функции. Ширина ступеньки, δ_a представляет собой цену единичного измерения младшего разряда. В случае использования ЦАП оси меняются местами.

Преимущество цифровых методов обработки сигналов в системах управления могут быть реализованы лишь в том случае, когда АЦП и ЦАП не вносят в эту обработку ограничений по точности и быстродействию. Эти ограничения удастся свести к минимуму при использовании интеграционных преобразователей.

Рассмотрим работу преобразователей АЦП и ЦАП типа “напряжение-код” и “код-напряжение”.

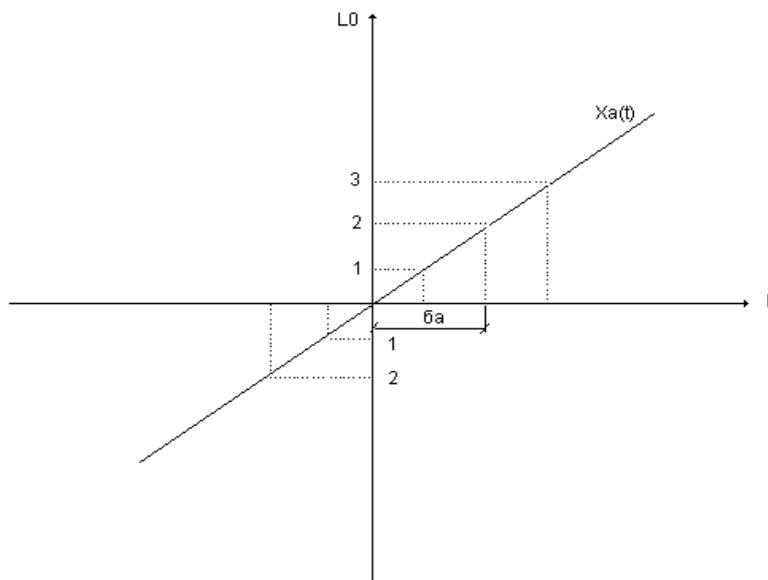


Рис. 7.2. Квантование аналогового сигнала

Преобразователи напряжения код в напряжения и наоборот ЦАП “код-напряжение”

Идея построения таких преобразователей (код - напряжение) состоит в нахождении соответствия для каждого входного цифрового кода однозначно связанного с ним выходного аналогового значения сигналов. Если на вход ЦАП подается код N , то выходное напряжение будет определяться по формуле

$$V = \frac{V_{max}}{N_{max}} N,$$

где V_{max} - максимальное выходное напряжение преобразователя (аналоговый сигнал), соответствующее максимальному значению кода N_{max} .

Большое распространение получили цифро-аналоговые преобразователи ЦАП с резистивной сеткой, в которой используется резистор двух номиналов $R, 2R$. Покажем схему такого преобразователя:

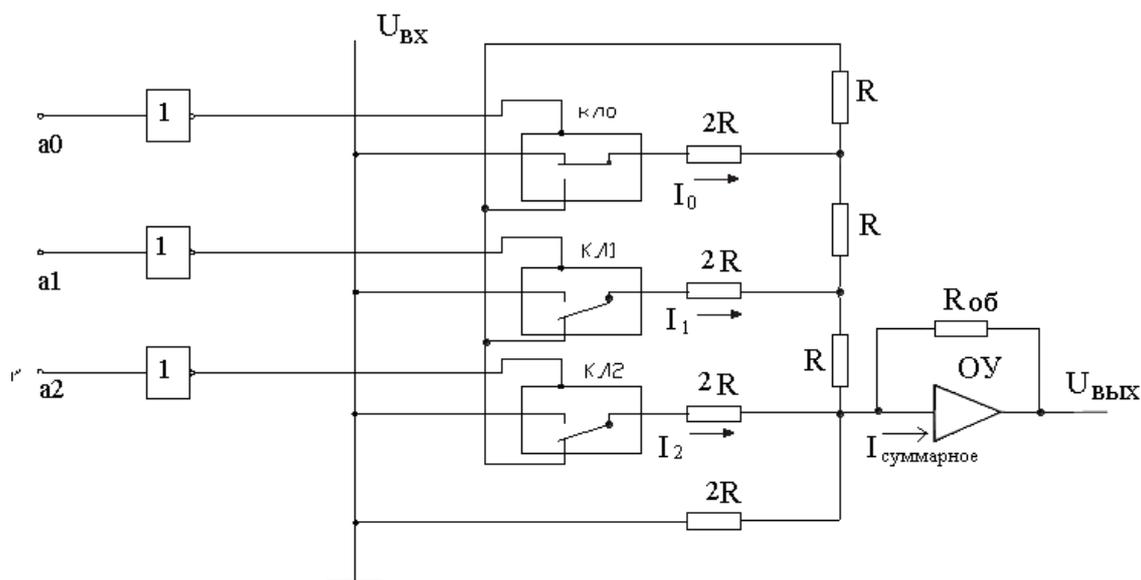


Рис. 7.3. Схема преобразователя «Код - напряжение»

a3	a2	a1	a0	ΣI
0	0	0	0	0
0	0	0	1	$I_{\min} = I_1$
0	0	1	0	$2 I_1$
0	0	1	1	$I_1 + 2 I_1 = 3 I_1$
0	1	0	0	$4 I_1$

Использование преобразователей резисторов тока двух номиналов дает существенное технологическое упрощение практической реализации преобразователей, особенно при большой его разрядности.

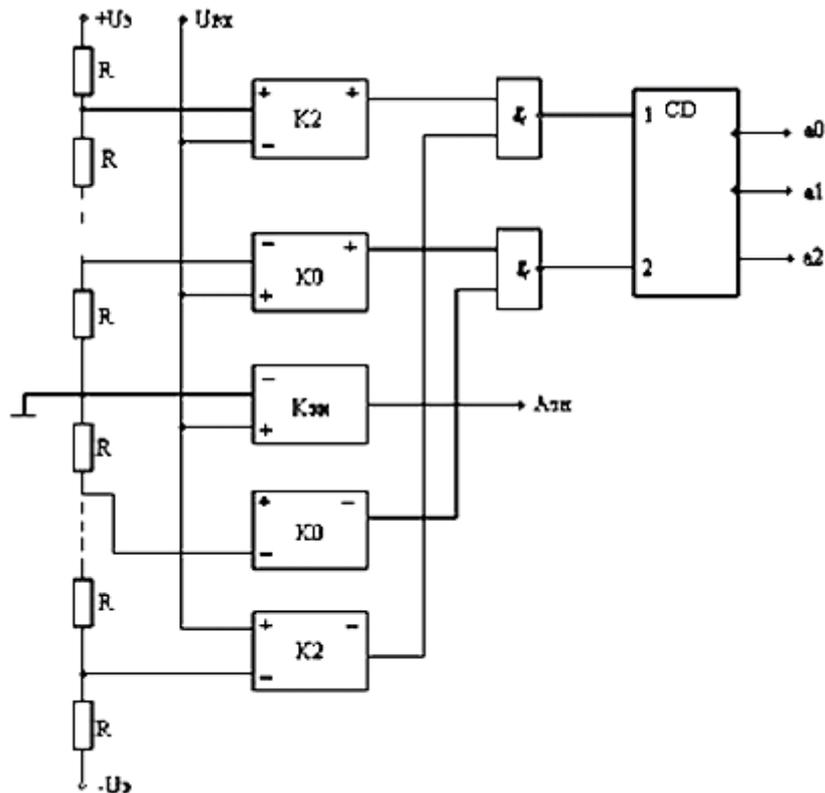
Резистивная матрица R-2R, как правило, выпускается в интегральном исполнении. Однако, время преобразования в ЦАП ограничивается временем срабатывания ключей, а также временем заряда и перезаряда паразитических емкостей резистивной матрицы.

На характеристики ЦАП оказывают влияние параметры операционного усилителя.

АЦП типа «напряжение-код»

В основе работы АЦП лежит принцип сравнения с непрерывной входной величиной выходного цифрового значения. Сравнение осуществляется с помощью компаратора и набором эталонного значения.

Покажем схему такого преобразователя.



Переделать рис

Рис. 7.4. Схема преобразователя «Напряжение - код»

В исходном состоянии на выходе всех компараторов $K_0 \div K_n$ устанавливается значение «1». При $V_{вх} > 0$ и при выполнении соответствия $V_{i+1} > V_{вх} > V_i$ свободный компаратор $K_0 \div K_n$, то есть на их выходах будет «0», на выходах же компараторов $K_{i+1} \div K_n$, будут «1». Следовательно, сформируется код

$$\begin{array}{cccccccc} \alpha & \dots & i+2 & i+1 & i & \dots & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}$$

Это АЦП биполярная, т.е. она может работать с положительным аналоговым сигналом и отрицательным аналоговым сигналом. Для этого в преобразователе присутствует вывод a_{3n} . При $a_{3n} = 0$ имеем положительный сигнал, при $a_{3n} = 1$ – отрицательный сигнал. Шифратором СД единичные коды преобразуются в двоичные.

В системах управления часто при реализации АЦП используется модуль содержащий ЦАП, структуру такого модуля показана на рис. 7.5.

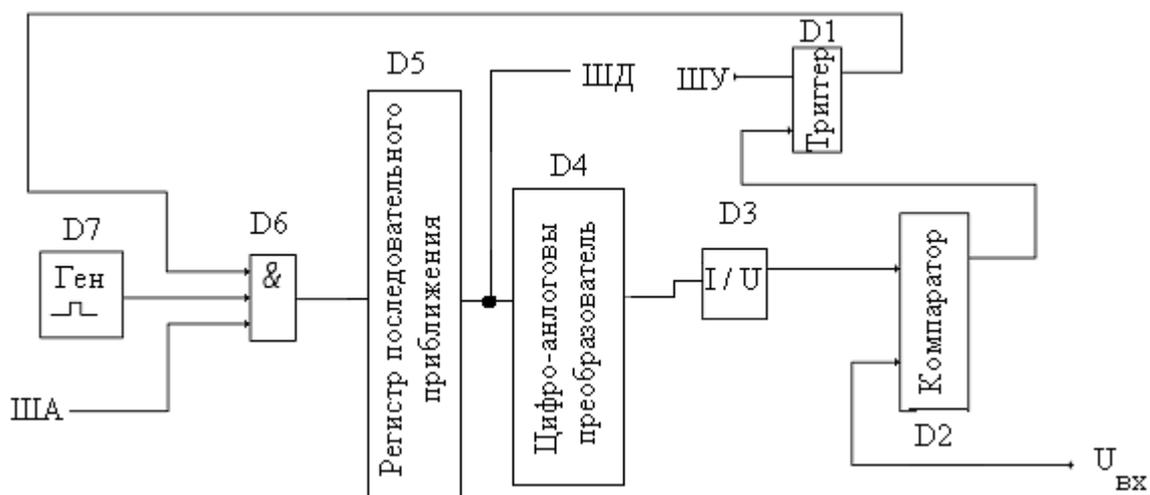


Рис. 7.5. Функциональная схема АЦП микропроцессорного тренажера «Курсор»

Где:

- D7 – Генератор прямоугольных импульсов;
- D1 – Триггер запуска;
- D3 – Преобразователь напряжения в ток;
- D2 – Аналоговый компаратор;
- D4 – Цифро-аналоговый преобразователь;
- D5 – Регистр последовательного приближения.

Работа схемы заключается в следующем:

При появлении аналогового сигнала на входе модуля (один из входов компаратора) и наличии управляющего потенциала на шине ШУ триггер перебрасывается, чем вызывает условия для генерации генератором D7 прямоугольных импульсов, которые поступают на вход РПП через ключевую схему D6. Регистр последовательного приближения, каждому поступающему импульсу присваивает соответствующий код в двоичной системе счисления. Полученный код подается на вход ЦАП, который вырабатывает аналоговый токовый сигнал, соответствующий данному коду. Сигнал подается на преобразователь тока в напряжение, с выхода которого информация поступает на второй вход компаратора и в случае несовпадения сигналов работа модуля продолжается, а в случае совпадения выход компаратора останавливает работы триггера, который в свою очередь останавливает работу генератора. Зафиксированный код с выхода РПП передается на шину данных, тем самым завершает последовательный поиск аналога входному аналоговому сигналу равнозначного дискретного кода в двоичной системе счисления.

Контрольные вопросы:

9. Как расшифровываются АЦП и ЦАП?
10. Назначение регистра последовательного приближения (РПП)?
11. Каково соотношение токов и кодовых комбинация преобразователя «Код - напряжение»?

12. Устройство и работа аналогового компаратора в АЦП?
13. Назначение триггера запуска и его работа?
14. Как расшифровывается БПФ?
15. Как расшифровывается ЦУУ и его взаимосвязь с ОУ?
16. Назначение микросхемы D6 в АЦП.

Лекция №8

Модули ОЗУ, ПЗУ и селектор адреса

План лекции:

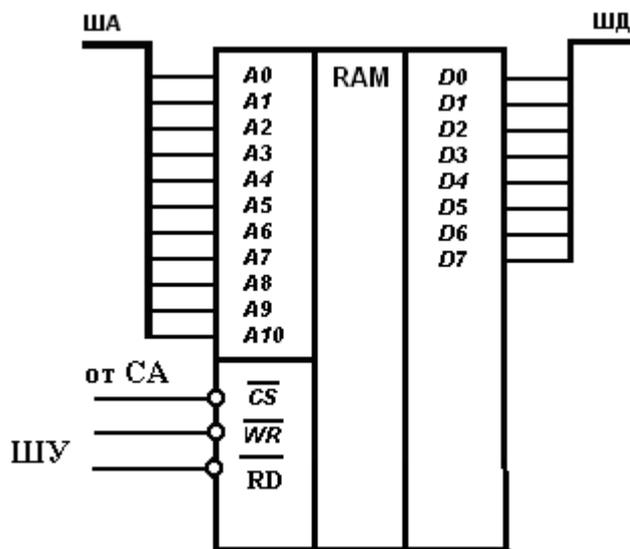
1. Принцип построения модуля ОЗУ
2. Построение модуля ПЗУ
3. Принцип построения селектора адреса

Принцип построения модуля ОЗУ

В процессе передачи информации в микропроцессор из памяти участвуют системные шины ША, ШУ, ШД. Имеется четкое разделение внешних устройств по отношению к процессору, поэтому системная шина управления имеет 4 сигнала разделенных специально для ОЗУ, ПЗУ (RD,WR) и внешних устройств (RD I/O, WR I/O). Сигнал RD предназначен как для ОЗУ, так и ПЗУ, а сигнал WR предназначен только для ОЗУ. На первом такте машинного цикла содержание регистра адреса МП выдаётся на МА, а на МД выдаётся слово состояния процессора. На втором такте на МД выдаются данные для записи в память. На третьем такте формируется сигнал, по которому будет проходить запись данных в память или ВУ.

Организация последовательного извлечения данных из памяти.

При наличии сигнала RD, в память поступает сигнал “чтение памяти”, откуда данные по ШД поступают на вход системного контроллера. Адрес на ячейке памяти определяется содержимым шины ША, часть которой подается на вход микросхемы памяти, а другая часть на вход селектора адреса. МП должен обеспечивать соответствующий выбор микросхем памяти. Выбираемый сигнал необходимо выделить из информации на шине адреса и сопровождать его соответствующими сигналами шины управления. Для последовательности образования и частоты посылки сигнала используется генератор-формирователь. Разница в сочетании последовательного и параллельного извлечения информации из памяти, определяется конкретными условиями поставленной задачи и скоростными возможностями, принятой схемы процессора. *Память данных* предназначена для приема, хранения и выдачи информации, используемой в процессе выполнения программы. Память данных, расположенная на кристалле ЭВМ представляет собой ОЗУ из 128 восьмиразрядных регистров, предназначенных для приема, хранения и выдачи различной информации, которая может представляться как отдельными битами, так и байтами. Условно графическое обозначение микросхем ОЗУ и ПЗУ показаны на рис. 8.1 и 8.2.



Эта микросхема памяти ОЗУ рассчитана на хранение

$$2^{10+10} = 2^{20} = 2 \text{ МБ}$$

\overline{CS} - выбор кристалла или выбор микросхемы, поступает от ДШ

\overline{WR} - сигнал запись в ОЗУ из шины управления;

\overline{RD} - сигнал чтение из ОЗУ из шины управления

Рис. 8.1. Условно графическое изображение микросхемы ОЗУ

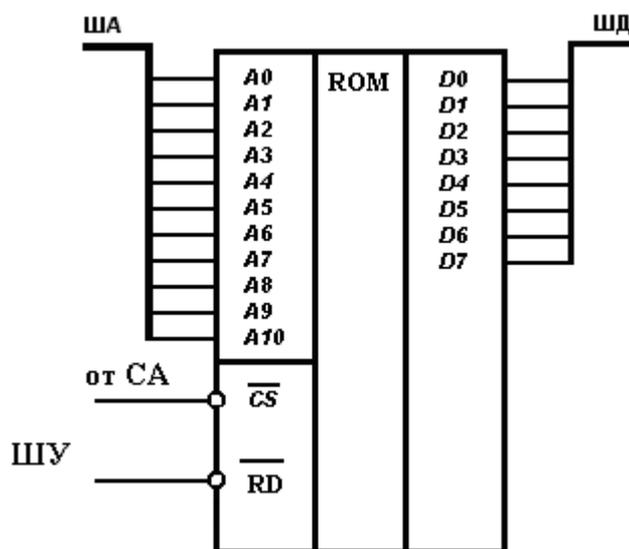


Рис. 8.2. Условно графическое изображение микросхемы ПЗУ

В ЭВМ предусмотрена возможность расширения памяти данных путем подключения внешних устройств емкостью до 64 кБайт. При этом обращение к внешней памяти данных возможно только с помощью специальных команд.

При этом сигнал чтение, стробируется сигналом ЭВМ RD, а запись - сигналом ЭВМ WR. При работе с внутренней памятью данных сигналы RD и WR не формируются.

На рис. 8.3 показана функциональная схема подключения ОЗУ к системным шинам, а на рис. 8.4 подключение ПЗУ.

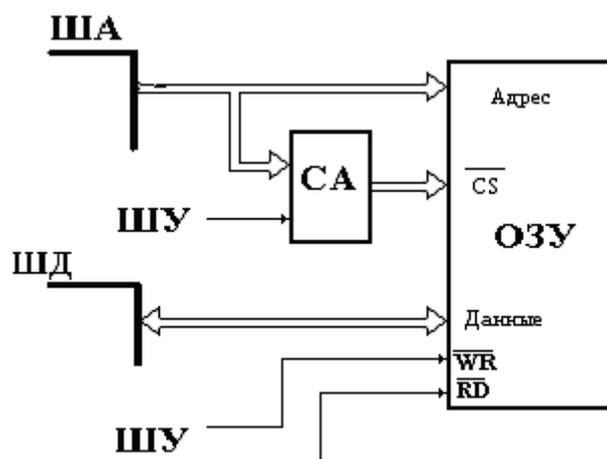


Рис. 8.3. Схема подключения модуля ОЗУ к системным шинам

Память программ предназначена для хранения программ и имеет отдельное от памяти данных адресное пространство объемом до 64К. Для того, чтобы все обращения выполнялись к внешней памяти программ, начиная с адреса 0000Н, необходимо чтобы вывод ЭВМ EA был подключен к шине 0В.

При обращениях к внешней памяти всегда формируется 16-разрядный адрес, младший байт которого выдается на микросхему памяти, а старший - через СА. При этом байт адреса, выдаваемый на микросхему памяти, должен быть зафиксирован в микросхеме, т.к. в дальнейшем ожидается поступление двух управляющих сигналов (RD,WR), по которым микросхема памяти либо принимает информацию из шины данных (RD) либо наоборот выдает (WR).

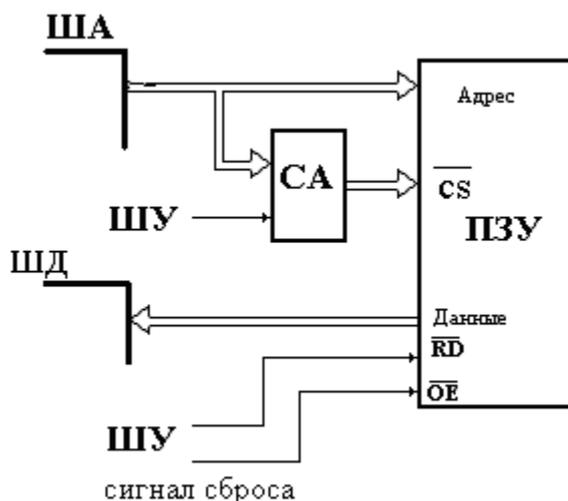


Рис.8.4. Схема подключения модуля ПЗУ к системным шинам

На рис. 8.4 показана функциональная схема подключения ЭВМ к ПЗУ. Шина адреса выдает адрес ячейки, куда необходимо записать данные, а затем переходит в высокоимпендантное состояние и ожидает прихода байта данных из ПЗУ. Когда адрес находится на входах микросхемы, микросхема ожидает прихода еще одного сигнала с шины управления RD, и сигнала CS с выхода селектора адреса, после чего выбранный байт и выводится в системную шину.

Режим работы ЭВМ устанавливается комбинацией входных и выходных сигналов. При работе с микросхемами памяти RAM ROM на шины управления передаются сигналы

Инициализация (сброс) микросхемы осуществляется сигналом OE (активный высокий уровень напряжения) при условии подачи на микросхему внешнего сигнала синхронизации или при подключенном кварце. Вход OE является входом внутреннего триггера Шмитта.

Для того, чтобы сброс микросхемы гарантированно произошел, длительность сигнала высокого уровня на входе OE должна быть не менее двух машинных циклов ЭВМ (24 периода частоты синхронизации f_{BQ}). При поступлении внешнего сигнала сброса на вход OE ЭВМ формирует сигнал сброса.

Сигнал сброса на входе OE не влияет на внутреннее ОЗУ данных. После включения питания содержимое ячеек внутреннего ОЗУ данных принимает случайные значения.

Все шины адресные от A0 до A15 делятся на 4 класса по 4 разряда в каждом.

Таким образом, каждая величина фиксируется в своей разрядной сетке в зависимости от заданного значения. Так число 0800 будет представлено как число 0000100000000000, число FFFF – как 1111111111111111, 0BFF – как 0000101111111111. Распределение адресного пространства между ОЗУ и

ПЗУ показывается в карте памяти приведенной ниже. По карте памяти строится селектор адреса (рис. 8.6), который выдает сигнал выборки микросхемы ОЗУ или ПЗУ. Иногда на карте указывается номер микросхемы к примеру RAM1, ROM3 и т.д., а также адреса начала и конца килобайта с номером, чтобы уменьшить трудоемкость разработки селектора адреса. Распределение адресов памяти по байтам с учетом состояния адресной шины показано в таблице 8.1.

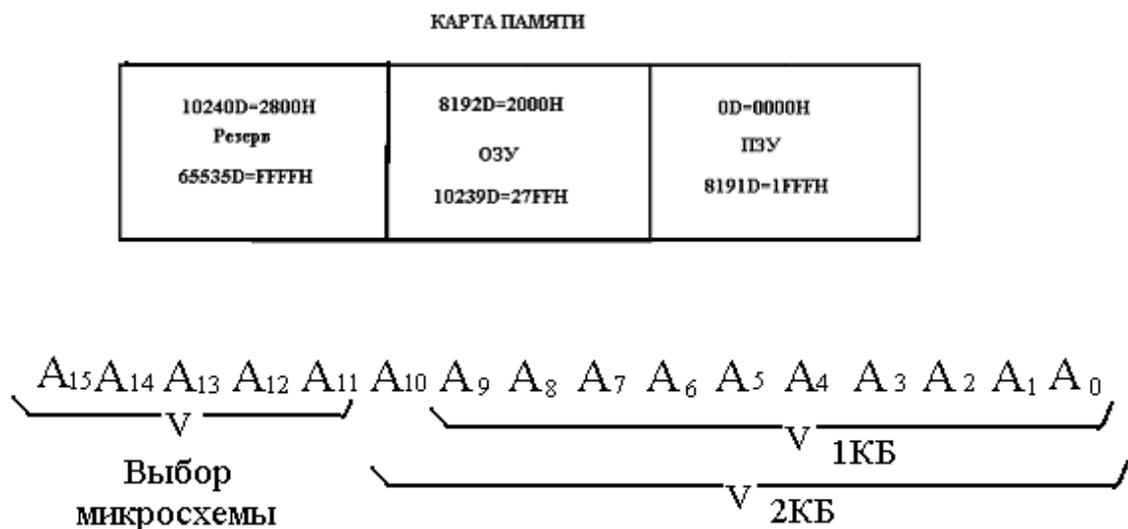


Рис. 8.5. Распределение шины адреса по функциональным возможностям

Таблица №1

A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	Адресация	Распределе- ние памяти	Распреде- ние микросхем
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0000H	1КБ	ROM 1
															03FFH			
																0400H	2КБ	
															07FFH			
																0800FH	3КБ	ROM 2
															0BFFH			
																0C00H	4КБ	
															0FFFH			
																1000H	5КБ	RAM 1
															17FFH			

Современные микросхемы имеют 12 разрядный адресный вход, что соответствует 2 КБайтам памяти (2^{10})

Принципиальная схема модулей ОЗУ и ПЗУ показана на рис.8.7, где на микросхемах D20,D21,D22 реализован селектор адреса, на микросхеме D18, реализован модуль ОЗУ, а на микросхеме D19 реализован модуль ПЗУ, буфер данных BF на микросхеме D23. Дешифратор адреса D20 формирует сигналы CS1 для ОЗУ и ПЗУ следующим образом: ПЗУ с 000H по 07FFH, ОЗУ с 0800H по 0FFFH. При обращении к микросхемам элемент D21 выдает сигнал отпирающий буфер D23. Замыкая переключатель SA2 можно запретить работу ПЗУ и ОЗУ. Резистор R15

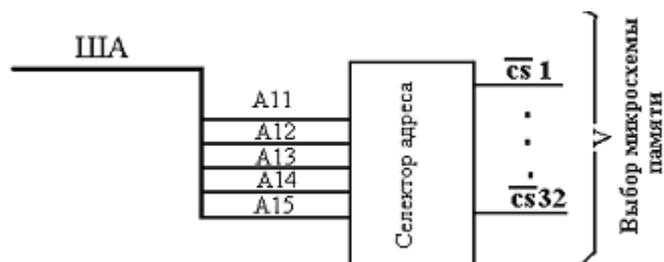


Рис. 8.6. Функциональная схема работы селектора адреса.

служит для подачи высокого уровня при разомкнутом SA2. Сигналы выборки ПЗУ CS2, CS3 и сигнал , определяющий направление передачи данных через буфер BF, формируется инвертором D22. Для ОЗУ сигнал выборки CS2 выдается специальной микросхемой D24 D26.

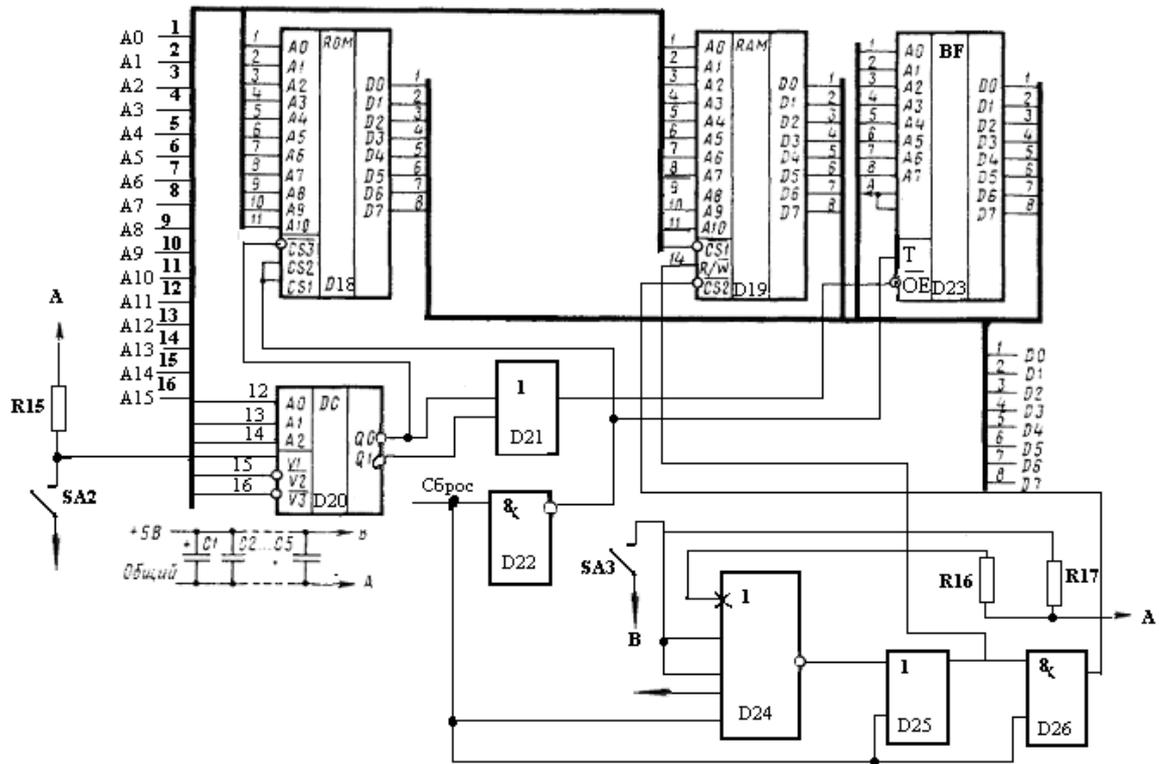


Рис. 8.7. Принципиальная схема примерного модуля ОЗУ и ПЗУ

Контрольные вопросы:

1. Назначение СА?
2. Объем микросхемы памяти?
3. Назначение входа Выбор кристалла?
4. Какие сигналы поступают из ШУ на вход микросхемы ОЗУ?
5. Будет ли считываться информация с ячейки ОЗУ при наличии сигналов на шине адреса без сигнала «RD»?
6. На какие микросхемы памяти ОЗУ и ПЗУ поступает информация с шины адреса?
7. Входит ли в адресное пространство микропроцессорного устройства адреса внешних устройств?

Лекция №9 Локальные вычислительные сети (ЛВС)

План лекции:

1. Характерные особенности локальных сетей
2. Классификация ЛВС
3. Качество ЛВС

Характерные особенности локальных сетей.

Локальные сети создаются для автоматизации управления технологическими и другими производственными процессами. Если ЛВС создаётся для автоматизации управления, такую сеть условно называют локальной управляющей – вычислительной сетью, а сеть для создания информационных систем – локальной информационно – вычислительной.

Характерными особенностями локальных сетей в общем случае являются:

- небольшая протяжённость;
- относительно небольшое число абонентов;
- децентрализация оборудования;
- наличие общего канала в виде шины или кольца;
- случайный или детерминированный метод доступа к каналу;
- дистанционная обработка, т.е. теледоступ к ресурсам сети;
- пакетный или диалогический режим использования ЭВМ;
- наличие большого количества разнородной аппаратуры и программных средств, которые требуют объединения в сеть;
- возможность изменения и развития конфигурации сети, подключения новых или отключения старых абонентов, при этом другие пользователи могут продолжить работать и не вносить изменения в свои программы;
- наличие разнородных программных и аппаратурных средств, которые объединяются в единую локальную сеть.

Локальная сеть в общем виде просматривается как интеграция множества отдельных систем в единой сети. Каждая отдельная система взаимодействует с другими системами через некоторые точки, которые часто называются точками видимости системы. По средствам точки видимости через коммутационные системы в сетях осуществляется взаимодействие отдельных систем между собой. Каждая система для своей точки видимости имеет стандартный интерфейс и протокол отмены данными. В каждой системе сети имеются некоторые аппаратура и программы, часть аппаратуры выполняет функции обработки данных и образует модуль обработки, другая часть выполняет в сети связные функции и образует самостоятельный модуль связи.

Классификация ЛВС

ЛВС условно могут быть разделены на малые, средние и большие.

Большинство типов работающих локальных сетей относятся к средним и большим, и небольшое число к малым. Малые ЛВС характеризуется меньшими сложности, стоимости и функциональной возможностью, чем обычные (средние и большие). Малые ЛВС предназначаются для построения малых контрольно – измерительных, управляющих, регулирующих, информационно – справочных и других систем.

Для малых сетей необходимо обеспечить пропускную способность, достаточную для удовлетворения скоростных требований недорогих микросистем и устройств управления общими каналами. Отметим, что единая идеология малых сетей принципиально распространена на всех уровнях построения систем: от уровня внутри блоков и машин, содержащих множество таких печатных плат до уровня внутри систем из этих блоков и машин.

Интегрированная сетевая архитектура обладает следующими основными свойствами:

- обеспечивает средствами согласования интерфейсов и протоколов, позволяющих объединить в сеть как однородные, так и не однородные системы, как однотипные, так и разнотипные терминалы и аппаратуру передачи данных ДП;
- Допускает объединения в сеть как однородных, так и разнородных ЭВМ, имеющих разнородные операционные системы, ориентированные на различные применения.

Качество ЛВС

Основным параметром оценки качества ЛВС, используемым при проектировании ЛВС, является критерий качества K (K байт / км), определяемый по формуле $K = C_1 T_m / C_2 L_n$, где:

C_1 – затраты на производство и эксплуатацию системы ПД, включая стоимость оборудования и программ контроллеров, приёмопередатчиков и кабелей ЛВС;

C_2 – затраты на приобретения и эксплуатацию оборудования станции, включая стоимость программ станции, подключаемых к системе ПД.

T – время передачи информации от станции передатчика к станции приёмника;

m – ёмкость буферной памяти в контроллерах ЛВС, необходимая для размещения очереди сообщений, образующаяся вследствие снижения пропускной способности систем ПД;

l – допустимая длина кабельных соединений между станциями (приёмопередатчиками) ЛВС;

n – допустимое число станций ЛВС.

Критерий качества K стремятся уменьшать. В основном, критерий качества учитывает все показатели работы систем ПД в режиме «состязаний».

• Анализ приведённого выше выражения показывает, что один из факторов качества « m » изменяется в соответствие с характеристикой входа в канал информационных потоков, предсказать точные количественные характеристики, которых практически невозможно. Поэтому проводят имитационное моделирование работы ЛВС, использующее описание ЛВС как модели массового обслуживания на верхних уровнях, а модели на нижних уровнях в основном описывают работу элементов систем ПД с учетом технических показателей интегральных микросхем.

Особенности локальной сети, использующей широкополосный радиоканал.

Тип канала связи, используемый в локальной сети, существенно влияет на структуру и архитектуру вычислительной сети. Использование в сети широкополосного радиоканала обеспечивает:

- простоту расширения сети при увеличении числа абонентов или расстояний между абонентами;
- высокую скорость передачи путем выбора соответствующей полосы частот;
- относительно низкую стоимость канала;
- инвариантность положения абонентов в сети, максимальную степень использование пропускной способности канала при допустимой задержке передачи пакетов.

Впервые широковещательный радиоканал был использован в спутниковой локальной сети с множественным доступом АЛОНА.

Экспериментальная ЛВС на базе широковещательной УКВ - радиосвязи обеспечивает скорость передачи 78 Кбит/с и предназначена для многопараметрического анализа данных. Она обеспечивает оперативный доступ к удаленным на расстояние до 15 км информационным и вычислительным ресурсам ВЦКП. Локальная сеть состоит из ряда мини-ЭВМ и машины среднего класса типа М-4030.

В этой сети каждый абонент через направленные антенны на стандартной частоте F_1 связывается с ретранслятором. Ретранслятор принимает частотно-модулированных сигналов на несущей частоте F_1 , ретранслирует эти сигналы и передает их при помощи частотно-модулированных сигналов на несущей частоте F_2 . Ретранслятор позволяет каждому абоненту прослушивать собственные передачи, что позволяет каждому абоненту с задержкой распространение радиосигнала к ретранслятору и обратно определить ошибку в передаваемом пакете, вызванную помехами в канале или наложением пакетов других абонентов. Каждый абонент прослушивает все передачи, но принимает только пакеты, которые адресованы ему. Прежде чем начать передачу, абонент анализирует, свободен ли канал, проверяя для этого состояние детектора несущей частоты F_2 . Если канал свободен, то абонент передает пакет, а если занят, то абонент ждет освобождения канала. Очевидно, из-за наличия конечного времени с момента начала передачи некоторым абонентом до момента индикации несущей F_2 может возникнуть наложение пакетов одновременно передающих абонентов. Тогда все абоненты прекращают передачу, и через некоторую выдержку начинает передавать только один абонент.

Использование радиоканала с частотной модуляцией потребовало разработки дополнительных устройств для сопряжения ЭВМ с радиоканалом, а разработки ретранслятора, узконаправленных антенн и аппаратуры передачи данных. Антенны ретранслятора в отличие то антенн абонентов имеют практически круговую диаграмму направленности.

Сопряжения ЛС друг с другом.

Дальнейшим этапом в развитии техники ЛС является организация сетей из сетей путём объединения несколько однотипных или разнотипных ЛС в одну большую сеть. Сопряжение между собой различных ЛС обеспечивает более эффективное использование распределённых ресурсов. В таких сопряжённых сетях будут взаимодействовать самые различные виды оборудования контрольно – измерительные приборы, ПК – ЭВМ и системы обработки данных.

Для сопряжения ЛС между собой используются межсетевые связывающие системы, называемые шлюзами.

Т.к. каждая разновидность ЛС имеет свои протокольные уровни, то для сопряжения ЛС различных типов возникает необходимость разных типов межсетевых систем шлюзов. Среди шлюзов бывают:

- Шлюзы для преобразования средств и протоколов ПД
- Шлюзы, называемые машинами – мостами.

Разновидность шлюза, которая обеспечивает двух однотипных ЛС, расположенных локально или дистанционно, называют машиной – мостом или просто мостом. Машина – мост эквивалентна удлинителю, который увеличивает протяжённость и ёмкость каждой сети, мост состоит из двух одинаковых частей, подключённых к одной сети. Поскольку сети идентичны, никакого преобразования протокола не требуется. Шлюзы – мосты должны работать с частотами обработки, близкими к рабочей частоте ЛС. Мост представляет собой систему с промежуточным накопителем и отправкой данных и может соединять отдельные ЛС, находящиеся на расстоянии до 2,5 км др. от друга.

Шлюз с преобразованием средств, но не протоколов ПД обеспечивает сопряжение двух ЛС, которые имеют различные средства и методы ПД и линейных сигналов, но используют одни и те же связные протоколы.

Шлюз с преобразованием на уровне, как средств, так и протоколов ПД позволяет объединить ЛС, имеющие различные средства ПД и различные связные протоколы. Такой шлюз осуществляет взаимное преобразование минимум 5 протокольных уровней (от 1 до 5²⁰). Для эффективной обработки и преобразования протоколов используют шлюзы, реализованные на базе специальных связных процессорах.

Шлюзы с преобразованием на уровне применений являются наиболее сложным. Они позволяют обеспечить сопряжение ЛС, содержащих оборудование различных поставщиков. Такие шлюзы осуществляют преобразование средств и протоколов ПД, а так же форматов документов, преобразования, связные с конкретным применением. Благодаря таким преобразователям документы, пересылаемой по электронной почте, можно легко обрабатывать на текстовых и графических процессорах, имеющие другие программные средства.

Контрольные вопросы:

1. Какими свойствами обладает интегрированная сетевая архитектура?
2. В чем заключаются особенности различных ЛВС?
3. Как определяется критерий качества ЛВС?
4. Особенности экспериментальной ЛВС на базе широкополосной УКВ – радиосвязи?
5. К какому типу системы управления относятся ЛВС, централизованным или децентрализованным и почему?

Лекция №10

Локальные сети. Надежность МСУ

План лекции:

1. Программное обеспечение ЛВС
2. Организация передачи данных между абонентами.
3. Надежность устройств МСУ

Программное обеспечение ЛВС

Программное обеспечение ЛВС имеет сложную структуру, состоящую из 7 независимых уровней. При необходимости возникновения передачи сообщения от одного абонента к другому организуется процедура создания информированного блока данных (таблица 10.1, рис.10.1).

Таблица №1

Таблица уровней программного обеспечения ЛВС

№ п.п.	Наименование программы	Уровень
1.	Управление физическим каналом	1
2.	Управление информационным каналом	2
3.	Управление сетью	3
4.	Управление передачей	4
5.	Управление сеансом	5
6.	Управление представлением	6
7.	Программа пользователя	7

Седьмой уровень программного обеспечения исходящего абонента выдает данные, которые необходимо передать по каналу. Для того чтобы абонент, принимающий данную информацию, смог различить откуда данные, необходимо их снабдить адресом. Этот адрес указывается в заголовке кадра информации и формируется шестым уровнем программного обеспечения. Для выявления ошибок в данных после их передачи используется специальная последовательность символов добавляемых к концу пакета информации. Она называется «концевиком» формируется пятым уровнем ПО. В ЛВС передается информация от одного ко второму абоненту, имеющих различную аппаратную реализацию и взаимодействующих между собой по цепи.

Абонент 1 → адаптер 1 → общий канал → адаптер 2 → абонент 2

Поэтому в пакет информации добавляется заголовок процесса, который содержит информацию о типе данных, адреса портов. Заголовок формируется 4 уровнем ПО. Пакет данных передается по физическому каналу данных. Работой этого канала управляет уровень 2.

1-й уровень ПО ЛВС управляет работой физического канала.



Рис.10.1. Структура пакета данных

Проблемы использования абонентами общего канала.

Особенностью ЛВС является наличие общего канала связи, следовательно, информацию можно передавать только один из N количество абонентов. Поэтому возникла проблема разделения ресурсов канала между абонентами из теории известны 2 способа решения проблемы:

- 1) синхронный;
- 2) асинхронный.

При синхронном методе передачи информации рабочий цикл ЛВС делится на N отрезков, где N количество объектов, т.е. каждому абоненту отводится свой отрезок времени.

Недостатком этого способа является:

1. **Что** при N достаточно большое, рабочий цикл увеличивается, тогда данные организации связи является не эффективным.

2. **При** отсутствии новой информации абонент вынужден занимать канал.

При асинхронном методе используется случайный метод захвата канала абонентами:

Недостатки:

1. **Необходимость** наличия арбитра;
2. **Установка** приоритетности.

Показатели оценки достоверности (безошибочности) передачи данных в сетях

Надежность сети связана со способностью передавать достоверно (без ошибок) данные пользователя из одного ООД в другое ООД. Она включает в себя способность восстановления после ошибок или потери данных в сети, включая отказы канала, ООД, АКД или ОКД. Надежность также связана с техническим обслуживанием системы, которое включает ежедневное тестирование, профилактическое обслуживание, например замену отказавших или допустивших сбой компонент; диагностирование неисправности при неполадках. В случае возникновения неполадки с каким-либо компонентом, сетевая диагностическая система может легко обнаружить ошибку, локализовать неисправность и возможно, отключить эту компоненту от сети.

Достоверность передачи данных отражает степень соответствия принятого сообщения переданному. **Согласно** рекомендации МККТТ допустимой нормой для телеграфной связи является, то есть не более трех ошибок на 100000 переданных символов, а для передачи данных. **Появление** ошибок при передаче информации объясняется или посторонними сигналами, всегда присутствующими в каналах, или помехами, **вызванными** внешними источниками и атмосферными явлениями, или другими причинами. В телефонии искажением считается изменение формы тока в приемном аппарате, а в телеграфии - изменение длительности **принимаемых** посылок тока по сравнению с передаваемыми посылками.

Телеграфные искажения называются краевыми, если в результате действия помех один или несколько элементов кодовой комбинации становятся короче или длиннее по сравнению с их номинальной длительностью. Другая разновидность искажений - дробление предполагает внутренние изменения в значащем элементе. Если краевые искажения и дробления достигают большой величины, то приемник телеграфного аппарата оказывается не в состоянии правильно определить, переданный элемент, что свидетельствует о наличии ошибки.

Помехи - это электрические возмущения, возникающие в самой аппаратуре или попадающие в нее извне. Наиболее распространенными являются флуктуационные или случайные помехи (например, тепловые шумы, возникающие в оборудовании). Они представляют собой последовательный сигнал, имеющий случайную амплитуду.

Типичными примерами импульсных помех являются атмосферные или промышленные помехи. Обычно они имеют вид одиночных импульсов, длительность которых может быть очень маленькой, а амплитуда - очень большой. Возможны, также сосредоточенные помехи в виде синусоидальных колебаний. К таким помехам относятся сигналы от посторонних радиостанций, излучения генераторов высокой частоты и так далее. На практике возможны и смешанные помехи.

По своей электрической структуре помехи - это колебания, сходные с сигналами, но беспорядочные и, конечно, ненужные. В приемнике помехи могут подавить информационный сигнал, то есть ослабить настолько, что приемник или не обнаружит его, или воспримет как ложный. В частности, в двоичном канале "единица" может перейти в "ноль" и наоборот. При равнозначной вероятности появления таких переходов канал связи считается симметричным, в противном случае - несимметричным. В реальных условиях каналы связи обычно бывают несимметричными.

Наличие помех в системе связи приводит к большому числу неверно выполняемых вычислений, неправильному чтению командных и управляющих посылок, снижению эффективности сети.

Трудности борьбы с помехами заключаются в беспорядочности, нерегулярности и в структурном сходстве помех с информационными сигналами. Поэтому защита информации от ошибок и вредного влияния помех имеет огромное практическое значение и является одной из важнейших проблем современной теории и техники связи. Существует несколько источников возникновения помех. Например, атмосферные помехи возникают вследствие электрических возмущений в земной атмосфере. Космические помехи могут прийти с солнца или других звезд, которые излучают электромагнитную энергию в очень широком частотном спектре. Помехи можно также обнаружить в проволоке-проводнике или коаксиальном проводнике вследствие того, что случайное движение электронов в проводнике приводит к образованию тепловой энергии. Чтобы успешно бороться с тепловым шумом (а также с другими видами шумов, например разрядными помехами флуктуациями мощности и так далее), приемники в системах связи должны проверять данные и в случаях обнаружения "нарушений" запрашивать повторную передачу. "Нарушения" или ошибки можно широко классифицировать как случайные, импульсные и смешанные. В каналах со случайными ошибками для каждого бита данных существует вероятность P неправильного приема и $P-1$ правильного приема. Ошибки происходят случайно в блоках принятых данных. Большинство каналов с вещественными носителями (а также спутниковые каналы) подвержены случайным ошибкам.

Каналы с импульсными ошибками демонстрируют состояние, свободное от ошибок, большую часть времени, но иногда появляются групповые или разовые ошибки. Объектом таких ошибок являются радиосигналы, так же как кабели и провода, например телефонные каналы из витых проводных пар. Проблема канального шума обусловлена свойствами самого канала и никогда не может быть устранена полностью.

Анализ методов безошибочности обеспечения передачи данных в сетях

Для повышения достоверности и качества работы систем связи применяются групповые методы защиты от ошибок, избыточное кодирование и системы с обратной связью. На практике часто используют комбинированное сочетание этих способов.

К групповым методам защиты от ошибок можно отнести давно уже используемый в телеграфии способ, известный как принцип Вердана: вся информация (или отдельные кодовые комбинации) передается несколько раз, обычно не четное число раз (минимум три раза). Принимаемая информация запоминается специальным устройством и сравнивается. Суждение о правильности передачи выносится по совпадению большинства из принятой информации методами "два из трех", "три из пяти" и так далее. Например, кодовая комбинация 01101 при трехразовой передаче была частично искажена помехами, поэтому приемник принял следующие комбинации: 10101, 01110, 01001. В результате проверки каждой позиции отдельно правильной считается комбинация 01101.

Другой метод, также не требующий перекодирования информации, предполагает передачу информации блоками, состоящими из нескольких кодовых комбинаций. В конце каждого блока посылается информация, содержащая количественные характеристики переданного блока, например число единиц или нулей в блоке. На приемном конце эти характеристики вновь подсчитываются, сравниваются с переданными по каналу связи, и если они совпадают, то блок считается принятым правильно. При несовпадении количественных характеристик [на передающую сторону посылается сигнал ошибки](#).

Среди методов защиты от ошибок наибольшее распространение получило помехоустойчивое кодирование, позволяющее получить более высокие качественные показатели работы систем связи. Его основное назначение - принятие всех возможных мер для того, чтобы вероятность искажений информации была достаточно малой, несмотря на присутствие помех или сбоев в работе сети.

Помехоустойчивое кодирование предполагает разработку [корректирующих](#) (помехоустойчивых) кодов, обнаруживающих и исправляющих определенного рода ошибки, а также построение и реализацию [кодирующих](#) и декодирующих устройств. Специалистами доказано, что при использовании помехоустойчивого кодирования вероятность неверной передачи во много раз снижается. При передаче информации в зависимости от системы счисления коды могут быть двухпозиционными и многопозиционными. По степени помехозащищенности двухпозиционные коды делятся на обыкновенные и помехоустойчивые. Двухпозиционные обыкновенные коды используют для передачи данных все возможные элементы кодовых комбинаций и бывают равномерными, когда длина всех кодовых комбинаций одинакова. В помехоустойчивых кодах, кроме информационных элементов, всегда содержится один или несколько дополнительных элементов, являющихся проверочными и служащих для достижения более высокого качества передачи данных. Наличие в кодах избыточной информации позволяет обнаруживать и исправлять (или только обнаруживать) ошибки. Оптимальность кода указывает на полноту использования его корректирующих возможностей. Выбор корректирующих кодов в определенной степени зависит от требований, предъявляемых к достоверности передачи. Для правильного его выбора необходимо иметь статистические данные о закономерностях возникновения ошибок, их характере, численности и распределении во времени. Большие вычислительные системы (Amdal, IBM, Burroughs, ICL) используют очень сложную методику проверки ошибок при передаче по линиям связи между машинами. В ПЭВМ обычно применяется более простая техника проверки ошибок. Одной из простейших форм проверки ошибок является так называемый эхоплекс. В соответствии с этой методикой каждый символ, посылаемый ПЭВМ по дуплексной линии связи

удаленному абоненту, возвращается обратно к ПЭВМ в виде эха. Если ПЭВМ принимает тот же символ, что и был послан, подразумевается, что передача символа прошла правильно. Если нет, значит, при передаче произошла ошибка и необходима повторная передача этого же символа. Эхоплекс применяется в двунаправленных дуплексных каналах связи. Некоторые пользователи ПЭВМ путают эхоплекс с местным эхо. Местное эхо часто используется при подключении полудуплексного модема к телефонному каналу. В этом случае данные возвращаются к ПЭВМ не от удаленного окончания, а от местного (ближнего) модема. Если устройство не было настроено соответствующим образом, ПЭВМ может выдать на экран двойные символы. Это случается, если от модема возвращается местное эхо, а от удаленного окончания - удаленное эхо (эхоплекс). Проблема дублирования символов решается путем подавления местного эха. Другим часто используемым на практике (и сравнительно простым) методом является контроль на четность. Его суть заключается в том, что каждой кодовой комбинации добавляется один разряд, в который записывается единица, если число единиц в кодовой комбинации нечетное, или ноль, если четное. При декодировании подсчитывается количество единиц в кодовой комбинации. Если оно оказывается четным, то поступившая информация считается правильной, если нет, то ошибочной. Кроме проверки по горизонтали контроль на четность и нечетность может проводиться и по вертикали. Преимущества контроля на четность заключается в минимальном значении коэффициента избыточности (для пятиэлементного кода $K = 0,17$) и в простоте его технической реализации, а недостаток - в том, что обнаруживаются ошибки, имеющие только нечетную кратность. Однако такая методика проверки не может обнаружить ошибки в случае двойного **переброса** (например, две единицы перебросились в ноль), что может привести к высокому уровню ошибок в некоторых передачах. Многоуровневая модуляция (когда проверка сигнала осуществляется по двум или трем битам) требует более сложной техники. Проверка на четность/нечетность по одному биту также является неприемлемой и для многих аналоговых линий речевого диапазона из-за группирования ошибок, которое обычно происходит в линиях связи такого типа. Двойная проверка на четность/нечетность является усовершенствованием одинарной проверки. В этой методике вместо бита четности в каждом символе определяется четность или нечетность целого блока символов. Проверка блока позволяет обнаруживать ошибки, как внутри символа, так и между символами. Эта проверка называется, также двумерным кодом проверки на четность. Она имеет значительное, преимущество по сравнению с одинарной. К систематическим кодам, также относится и код Хэмминга, который позволяет не только обнаруживать, но и исправлять ошибки. В этом коде каждая кодовая комбинация состоит из m информационных а k контрольных элементов. Так, например, в семиэлементном коде Хэмминга $n=7$, $m=4$, $k=3$ (для всех остальных элементов существует специальная таблица). Контрольные символы 0 или 1 записываются в первый, второй и четвертый элементы кодовой комбинации, причем в первый элемент - в соответствии с контролем на четность для третьего, пятого и седьмого элементов, во второй - для третьего, шестого и седьмого элементов, и в четвертый - для пятого - седьмого элементов. В соответствии с этим правилом комбинация 1001 будет представляться в коде Хэмминга как 0011001, и в этом виде она будет представляться в канал связи.

При декодировании в начале проверяются на четность первый, третий, пятый и седьмой элементы, результат проверки записывается в первый элемент контрольного числа. Далее контролируются четвертый - седьмой элементы - результат проставляется в младшем элементе контрольного числа. При правильно выполненной передаче контрольное число состоит из одних нулей, а при неправильной - из комбинаций нулей

и единиц, соответствующей при чтении ее справа налево номеру элемента, содержащего ошибку. Для устранения этой ошибки необходимо изменить находящийся в этом элементе символ на обратный.

Код Хэмминга имеет существенный недостаток: при обнаружении любого числа ошибок он исправляет лишь одиночные ошибки. Избыточность семиэлементного кода Хэмминга равна 0,43. При увеличении значности кодовых комбинаций увеличивается число проверок, но уменьшается избыточность кода. К тому же код Хэмминга не позволяет обнаружить групповые ошибки, сконцентрированные в пакетах. Длина пакета ошибок представляет собой увеличенную на единицу разность между именами старшего и младшего ошибочных элементов.

Распространенным кодом, но не относящимся к группе неразделенных, является код с постоянным числом нулей или единиц или код М из N. Так, семиэлементный код имеет соотношение единиц и нулей, равное 3:4. Кодирование и декодирование выполняются заменой одной кодовой группой другой. Например, комбинация 01110 посылается в канал связи в виде 0101010. На приемном конце она вновь декодируется в 01110. Фирма **IBM** использует восьмиэлементный код, содержащий четыре единицы и четыре нуля.

Еще одной формой проверки ошибок служит подсчет контрольных сумм. Это несложный способ, который обычно применяется вместе с контролем ошибок с помощью эхоплекса или проверки на четность/нечетность. Сущность его состоит в том, что передающая ПЭВМ суммирует численные значения всех передаваемых символов. Шестнадцать младших разрядов суммы помещаются в шестнадцатиразрядный счетчик контрольной суммы, который вместе с информацией пользователей передается принимающей ПЭВМ. Принимающая ПЭВМ выполняет такие же вычисления и сравнивает полученную контрольную сумму с переданной. Если эти суммы совпадают, подразумевается, что блок передан без ошибок. При этом имеется незначительная вероятность того, что в результате такой проверки ошибочный блок может быть не обнаружен, но опыт показывает, что это случается не чаще одного раза на тысячу сеансов передач. Сколько же при этом может быть передано безошибочных блоков, прежде чем встретится один ошибочный? Если передача производится по высококачественной линии, то - несколько тысяч. В обычной конфигурации необнаруженный ошибочный блок может возникнуть не более одного раза в течение нескольких месяцев работы.

Последним словом в области контроля ошибок в сфере ПЭВМ является циклическая проверка с избыточным кодом (CRC - cyclic redundancy check). Она широко используется в протоколах HDLC, SDLC,

но в индустрии ПЭВМ появилась сравнительно недавно. Поле контроля ошибок включается в кадр передающим узлом. Его значение получается как некоторая функция от содержимого всех других полей. В принимающем узле производятся идентичные вычисления еще одного поля контроля ошибок. Эти поля затем **сравниваются**, если они совпадают, велика вероятность того, что пакет был передан без ошибок. Этот процесс, как уже было упомянуто, называется циклическим контролем по избыточности (CRC), а поле называется контрольной последовательностью кадра (КПК). В случае несовпадения, возможно, имела место ошибка передачи, и принимающая станция посылает сигнал, означающий, что необходимо повторить передачу кадра. При вычислении КПК используется производящий полином $16+12+5+1$. Вычисление и использование кода CRC производится в соответствии со следующими **правилами**: К содержимому кадра добавляется набор нулей, количество которых равно длине поля КПК. Образованное, таким образом число делится на производящий полином, который содержит на один разряд больше, чем КПК, и который в качестве старшего и младшего

разрядов имеет **единицы**. Остаток от деления помещается в поле КПК и передается в **приемник**. Приемник выполняет деление содержимого кадра и поля КПК на полином. Если результат равен некоторому определенному числу, считается, что передача выполнена без ошибок. Метод CRC позволяет обнаруживать всевозможные кортежи ошибок длиной не более шестнадцати разрядов, вызываемых одиночной ошибкой.

Надежность МСУ

Использование МСУ в системах автоматического управления определенных показателей надёжности, что как правило оговаривается в техническом задании на систему. Для удовлетворения требуемой надёжности при проектировании МСУ используются следующие принципы: параллельная конфигурация структуры (сочетание основной и резервной аппаратуры); последовательное включение в каждой цепи управления основного и вспомогательного оборудования, независимое одновременное срабатывание, которая формирует команду управления.

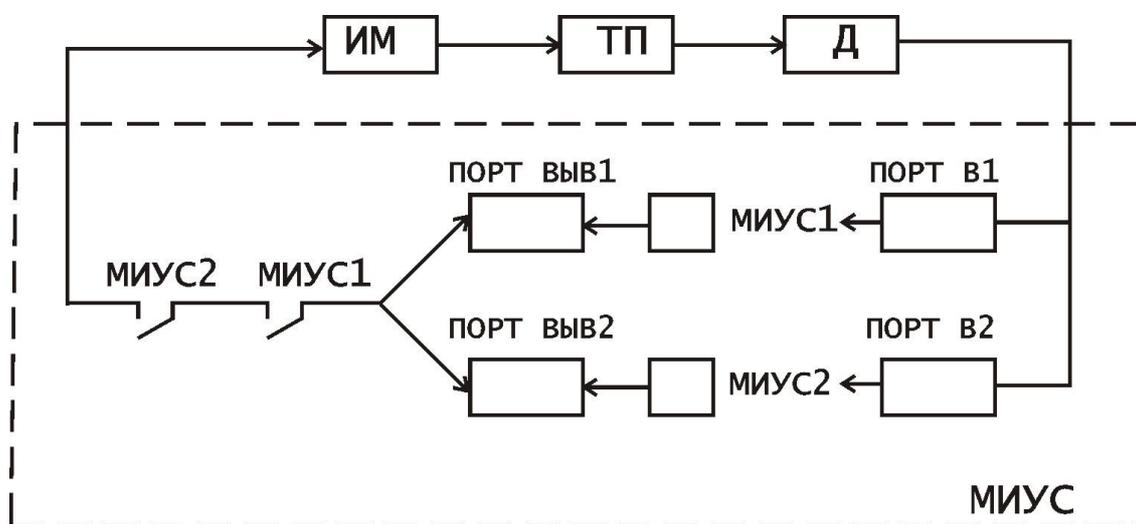


Рис. 2. Структурная схема резервного подключения

При использовании параллельной конфигурации структуры применяются следующие принципы её организации рис. 2:

1. основное и резервное оборудование представляет собой одинаковые МП – устройства;
2. основное оборудование является полнофункциональным МП – устройством, а вспомогательное выполняется в виде упрощённого одноплатного то есть МИУС2 упрощённый вариант.
3. одна и та же микро ЭВМ используется для выполнения как основной так и резервной и только порты ввода вывода являются отдельными для основного и резервного каналов. Введение самодиагностики МП части исключает снижение надёжности системы по сравнению с 2^x компьютерной.
4. выходные порты являются отдельными для основного и резервного комплекта аппаратуры, входящие порты и МП – часть общие для системы; неисправности входных цепей и МП – частей выявляется самодиагностикой.

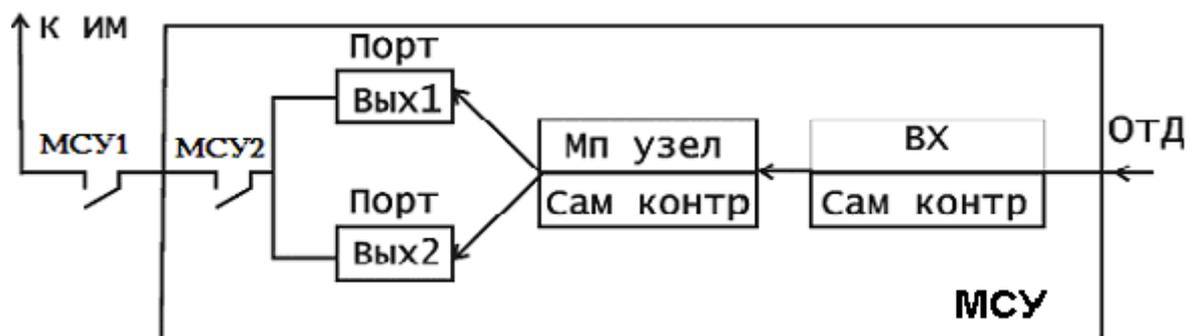


Рис. 3. Вариант подключения МСУ

С точки зрения простоты и стоимости реализации последний принцип, в настоящее время, признан наиболее подходящим рис.3

В традиционных системах управления выполняемых на схемах жёсткой логики реализация самодиагностики ограничена, так как значительных аппаратных средств дополнительно. В МСУ, большинство функций, которых реализовано программным путём, часть функциональных возможностей гибких аппаратных средств может быть использована для самодиагностики без дополнительных аппаратных средств.

Опыт эксплуатации МСУ показал, что всё неисправности, возникающие в системах управления и контроля, были своевременно исправлены и правильно обнаружены.

Проблемой самодиагностики оказалось определение чёткой границы между нормальными и аномальными режимами работы узлов МСУ, а так же идентификации серьёзных их повреждений на фоне помех и некоторых самоликвидирующихся отказов (сбоев).

Особое место занимает проблема надёжности ПО одним из эффективных способов её обеспечения является введение избыточности в состав ПО.

Второй способ повышение надёжности ПО является его стандартизация, то есть использование наиболее простых функций. Практика показывает, что ПО можно считать надёжным, если оно отлажено и проверено опытной эксплуатацией.

При решении проблемы надёжности МСУ были предусмотрены специальные меры обеспечение помехозащищенности. Что очень актуально в системах управления и контроля с высокоамперными цепями (вагоны метрополитена, схемы контроля в тяговых подстанциях). В общем виде влияние помех на устройства МСУ можно представлять в виде, как показано на рис. 10.4, где внешние помехи оказывают влияние на линию связи и на само устройство.



Рис.4 Влияние помех на МСУ

К мерам направленным на защиту микроэлектронных устройств, можно отнести комплекс решений, таких как рациональное конструкция печатных плат, разделение силовых и слаботочных электронных цепей, экранирование цепей и узлов, экранирование входного трансформатора, применение витых пар двухжильного кабеля между входным трансформатором и входным фильтром рис.5

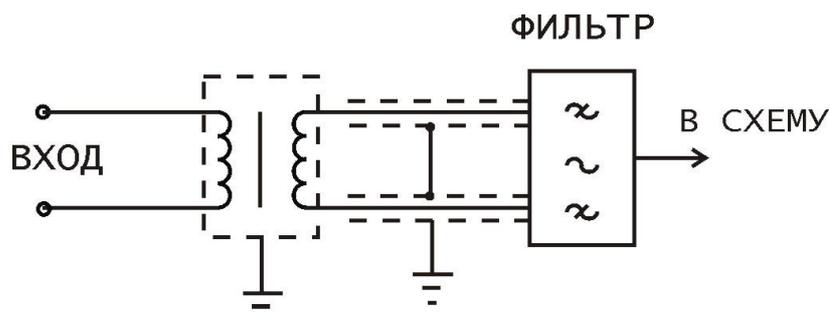


Рис.5 Гальваническая развязка в сетях ЛВС

Экранирование печатных плат электронных цепей, использование гальванической развязки. Отметим, ещё одну проблему, решение которой существенно для повышения надёжности МСУ. Речь идёт о потреблении энергии, и нагреве элементов. Известно, в полупроводниковых схемах потребление энергии используют маломощные ИС. Точки нагрева в МП – системах имеет только малая часть цепей. Подверженные нагреву устройства оборудуются системой теплоотвода, которая представляет собой теплопроводный материал и связывает поверхность нагреваемой ИС с экранирующим кожухом печатной платы. При широком использовании БИС в МСУ, так же возникает проблема статического электричества, которое решается путём экранирования печатных плат защищенным кожухом.

Контрольные вопросы

1. Как решается вопрос использования общего канала в ЛВС
2. Какие способы имеются для решения вопроса повышения достоверности передаваемой информации
3. Способы решения вопроса повышения надёжности систем МСУ
4. Способы защиты электронных схем от помех
5. Классификация помех.
6. Понятие флуктуационные помехи и их природа.
7. Понятие импульсные помехи.

Лекция №11

Микропроцессорные системы в устройствах А и Т на ж.д. транспорте

План лекции:

1. Микропроцессорные системы в устройствах А и Т ж.д. транспорта
2. Микропроцессорные системы автоблокировки
3. Микропроцессорные системы электрической централизации

Микропроцессорные системы в устройствах А и Т ж.д. транспорта

Системы автоблокировки относятся к техническим средствам автоматики на железнодорожном транспорте и выполняют задачи интервального регулирования движения поездов на межстанционных перегонах. В настоящее время на сети железных дорог СНГ наиболее распространенными являются релейные системы автоблокировки. Большинство перегонов оборудовано системой автоблокировки числового кода и автоблокировки с тональными рельсовыми цепями (АБТ) с децентрализованным размещением аппаратуры, а также принятой в качестве типовой для оборудования участков при новом строительстве и капитальном ремонте системой автоблокировки с централизованным размещением аппаратуры АБТЦ. Эти системы достаточно громоздки, сложны в обслуживании, а изменение логики их работы или добавление новых функций требуют существенных схмотехнических доработок и включения еще большего количества электромагнитных реле. К тому же основным недостатком централизованных систем автоблокировки является большой расход кабеля, что значительно повышает стоимость системы.

Для устранения недостатков релейных систем автоблокировки с ведутся разработки микропроцессорных системы автоблокировок. Применение микропроцессорной элементной базы позволяет улучшить основные эксплуатационные характеристики системы; снизить энерго- и материалоемкость аппаратуры; уменьшить габариты аппаратуры системы; расширить ее функциональные возможности; повысить достоверность данных, получаемых от объектов контроля и передаваемых на объекты управления; получить более полную информацию о состоянии системы благодаря постоянному диагностированию ее микропроцессорных компонентов и передачи диагностической информации на автоматизированные рабочие места дежурного по станции (АРМ ДСП), электромеханика СЦБ (АРМ ШН), а также диспетчеру дистанции.

При разработке микропроцессорной АБ были использованы следующие принципы:

- иерархическое построение системы, которое позволяет максимально упростить ее проектирование для различных участков железных дорог и интеграцию таких системы в более сложные комплексы управления движением поездов. Система включает в себя три уровня аппаратуры, связанных между собой последовательными каналами передачи данных (интерфейсами). Интерфейсы разных уровней не связаны друг с другом из-за различия выполняемых ими задач и требований, предъявляемых к ним;

- распределенная структура системы, в которой вместо центральной безопасной ЭВМ с большим числом портов ввода-вывода используются специализированные микропроцессорные блоки, отвечающие требованиям безопасности. Благодаря этому повышается живучесть системы, а также становится возможным широкое применение недорогих специализированных промышленных микропроцессоров и распределение задач обеспечения безопасности, управления, контроля и диагностики между ними.

Компьютеризация станционного оборудования ЭЦ позволяет улучшить на 15 % показатели эксплуатационной работы на станции, позволяет сохранить затраты на профилактическое обслуживание аппаратуры ЭЦ на 20-40% за счет уменьшения низко надежного релейного оборудования.

Реализация идеи «умная» станция «умный» локомотив с координатной системой интервального регулирования движения поездов, в перспективе обеспечивает так же и самую высокую пропускную способность.

В централизации релейного типа мы всегда опасались неприятных последствий, связанных с возможностью перепутывания проводов или контактов блоков и реле при проведении любых работ с отключением монтажных приборов в релейных помещениях. Последствия для безопасности движения поездов в таких ситуациях оценить невозможно.

Существовала и опасность сознательной подпитки отдельных проводов, установки перемычек на контактах реле и блоков, дачи ложного контроля положения объектов СЦБ.

В централизации компьютерного типа описанные действия обслуживающего персонала практически невозможны, т. к. количество релейных элементов в ней на два порядка ниже и, кроме того, их работа контролируется логически. Действия дежурного по станции и обслуживающего персонала протоколируется и хранится в памяти.

В релейной централизации имеется значительное количество элементов, отказ которых приводит к выходу из действия практически всей системы. Попытки дублировать или резервировать такие элементы положительных результатов не дали. Из-за возникающих перенапряжений были случаи возгорания релейных помещений.

Компьютерная централизация в этом отношении обладает более высокими показателями надежности за счет использования электронных технологий и стопроцентного горячего резерва практически всех составных элементов. Кроме того, микроэлектронная технология дает возможность использовать волоконно-оптические кабели, что исключает все электромагнитные влияния от контактной сети и линий электропередачи. Использование волокно – оптического кабеля без металлических элементов обезопасит централизацию от возгорания кабельной магистрали в случае соединения ее с тяговой электросетью.

Следует иметь в виду и преимущества, предоставленные централизацией компьютерного типа при учете затрат на обслуживающий персонал. Централизация релейного типа требует более высоких затрат из-за большего количества реле (более 100 реле на одну стрелку), которые проверяются перед вводом действия централизации и периодически в процессе эксплуатации, а так же обслуживание пульта управления, табло и магистральной кабельной сети.

Микропроцессорные системы автоблокировки

Автоблокировки единого ряда устройств (АБ-Е2)

Микропроцессорная система автоблокировки АБ-Е2 предназначена для контроля целостности и свободности рельсового пути, передачи информации между сигнальными точками о состоянии рельсовых линий, управления показаниями проходных светофоров по условиям безопасности движения, а также для передачи информации на станции о поездном положении на перегоне и состоянии аппаратуры сигнальных точек. Система АБ-Е2 обеспечивает формирование и передачу на локомотив информации о показаниях проходных светофоров; о допустимой скорости движения по перегону и об ограничениях скорости; о приближении к станциям и маршруте приёма. Автоблокировка АБ-Е2 рассчитана на совместную работу с системами автоматической локомотивной сигнализации типа АЛС-ЕН и АЛСН. Система АБ-Е2 может применяться на магистральных железных дорогах с любым видом тяги, а также на участках с высокоскоростным движением поездов. Автоблокировка АБ-Е2 функционально и электромагнитно совместима с эксплуатируемыми системами.

Микропроцессорная унифицированная система автоблокировки АБ-УЕ

Значительный резерв повышения эффективности работы железнодорожного транспорта заключается в автоматизации процесса управления движением поездов на основе использования современных систем интервального регулирования с расширенными функциональными возможностями.

Опыт создания современных систем автоблокировки показывает, что расширение функциональных возможностей, повышение надежности аппаратных средств и устойчивости функционирования рельсовых цепей в условиях изменения их параметров и мешающего действия электромагнитных помех от тягового тока возможно на основе использования современной микроэлектронной элементной базы.

Значительный экономический эффект может быть достигнут за счет унификации аппаратуры автоблокировки по методам технической реализации отдельных модулей, на функциональном уровне, по конструктивным решениям и применяемой элементной базе. Унификация сокращает номенклатуру изделий и позволяет применять индустриальные методы ремонта и обслуживания систем интервального регулирования.

С целью повышения устойчивости работы рельсовых цепей при изменении в широких пределах сопротивления изоляции, увеличения надежности аппаратуры, повышения помехозащищенности системы контроля состояния рельсовой линии, а также снижения энерго- и материалоемкости и эксплуатационных затрат на содержание устройств МИИТ разработана микропроцессорная унифицированная система автоблокировки АБ-УЕ. Она отличается отсутствием электромагнитных реле и других электромеханических приборов на сигнальных точках перегона, наличием встроенной подсистемы дистанционного контроля и диагностики аппаратуры и возможностью дистанционного изменения настроек и технических параметров сигнальной точки. В АБ-УЕ предусмотрена возможность реализации функций любой эксплуатируемой на сети дорог системы автоблокировки децентрализованным размещением аппаратуры путем изменения "программного обеспечения. Для работы системы требуется не более двух пар кабельных жил.

С перегона на станции передается информация о поездном положении, величине напряжении в рельсовых цепях и исправности аппаратуры сигнальных точек. Полученные данные выводятся на экран монитора станционного ПК. С его помощью на сигнальных точках перегона задаются значения напряжений сигналов контроля рельсовой линии, АЛСН, АЛС-ЕН и кодовые комбинации АЛС-ЕН для каждой технологической ситуации. Кроме этого, по сети передаются управляющие команды смены направления движения и включения кодирования.

Кодовые комбинации системы АЛС-ЕН выбираются для каждой сигнальной установки в зависимости от длины блок - участка. При наличии временных ограничений скорости на перегоне могут быть выбраны более запрещающие комбинации.

Экономический эффект от внедрения автоблокировки АБ-УЕ получен за счет сокращения аппаратуры сигнальной точки (на 29 приборов) и эксплуатационного штата дистанции (на 4 человека); экономии фонда оплаты труда и отчислений на социальные нужды (на 70 %); снижения затрат труда на техническое обслуживание в среднем на 48 %. При внедрении АБ-УЕ сокращается потребление электроэнергии на 60 %, расходы на материалы и запасные части на 90 %.

Микропроцессорные системы электрической централизации

Микропроцессорные системы ЭЦ (ЭЦ-М) предназначены для управления технологическим процессом на станции средствами вычислительной техники и обеспечивает сочетание высокой пропускной способности с требуемой степенью безопасности движения поездов.

В качестве вычислительного ядра систем ЭЦ на основе микропроцессоров используется троированный управляющий вычислительный комплекс в составе, которого функционируют следующие основные подсистемы:

- ввода- вывода, контролирующая и управляющая объектами низовой и локальной автоматики (светофоры, стрелки, переезды и др.);
- диалоговая, обеспечивающая взаимодействие дежурного по станции с УВК, а так же связь ЭЦ-М с вышестоящими системами;
- центральных зависимостей, реализующая выполнение технологических функций ЭЦ по централизации и блокирование стрелок и сигналов;
- диагностики, обеспечивающая контроль исправного состояния всех блоков УВК, выявление отказов и отключение неисправной аппаратуры.

По расположению аппаратуры система ЭЦ-М является централизованной (УВК, релейные и кроссовые стивы находятся на посту ЭЦ). Релейная аппаратура используется в системе для схем рельсовых цепей, непосредственного управления и контроля стрелками, светофорами и другим напольным оборудованием.

Управление объектами централизации выполняется с рабочего места дежурного по станции (РМ ДСП), оборудованного тремя ПЭВМ и упрощенным пультом-табло прямопроводной индикацией и управления.

В процессе функционирования системы две ПЭВМ находятся в рабочем режиме, одна в холостом резерве. Каждая ПЭВМ физически связана с двумя различными вычислительными каналами УКВ.

Контрольные вопросы:

- 1.Общая тенденция внедрения МП систем в устройства ж.д. А и Т?
- 2.Принципы построения микропроцессорных систем АБ?
- 3.Принцип построения микропроцессорных систем ЭЦ?
- 4.За счет чего достигается экономическая эффективность от внедрения микроэлектронных систем ж.д. А и Т?
- 5.Обеспечивается ли техническое совмещение МП систем АБ с АЛСН?

Лекция №12

Микропроцессорные системы АБ

План лекции:

1. Микропроцессорная система типа АБТЦ-М
2. Напольные устройства системы
3. Станционные устройства системы

Микропроцессорная система автоблокировки с централизованным размещением аппаратуры АБТЦ-М

С 2000 г. ведется разработка микропроцессорной системы автоблокировки с централизованным размещением аппаратуры АБТЦ-М. При разработке АБТЦ-М были использованы, по мимо ранее перечисленных принципов, следующие:

- применение в качестве межблочного промышленного интерфейса CAN, имеющего высокую устойчивость к различным электромагнитным воздействиям. Это позволяет использовать готовые специализированные программные и аппаратные решения, имеющиеся в настоящее время, и существенно снизить количество проводов в межблочном монтаже;

- построение отдельных блоков, предназначенных для выполнения ответственных функций с выполнением требований безопасности. Для этого используются дублированные микропроцессорные структуры со схемой контроля как с "горячим" резервом, так и без него в зависимости от требуемого уровня обеспечения безопасности и непрерывности выполнения технологического процесса управления движением поездов;

- формирование и усиление аппаратурой АБТЦ-М комплексного сигнала для контроля и кодирования рельсовых цепей.

Это значительно снижает габариты системы и номенклатуру приборов, используемых при ее построении; использование стандартных каналов для передачи данных между полуккомплектами станционной аппаратуры, станционной и напольной аппаратурой системы АБТЦ-М. Это позволяет в большой степени унифицировать аппаратуру и снизить ее сложность.

Структурная схема системы АБТЦ-М приведена на рис. 12.1.

Первый (верхний) уровень включает в себя АРМ ДСП и АРМ ТТН. Автоматизированные рабочие места увязываются с аппаратурой АБТЦ-М и системами диспетчерской централизации, диспетчерского контроля, комплектами системы АБТЦ-М, установленными на других путях примыкающих к станции перегонов, и другими техническими средствами железнодорожной автоматики, входящими в многоуровневую систему обеспечения безопасности на входящими в многоуровневую систему обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте при помощи устройств преобразования интерфейса УПИ-USB и УПИ-K8232 через CAN-интерфейс верхнего уровня.

В состав второго (среднего) уровня входят блок управления БУ, осуществляющий всю логику работы системы АБТЦ-М, блок интерфейса с аппаратурой электрической централизации БИЭЦ, блоки интерфейса с аппаратурой АБ на соседней станции БИСС и с дублирующим каналом передачи данных по радиоканалу БИРК.

В третий (нижний) уровень входят блоки, взаимодействующие с объектами управления и контроля, установленными на межстанционном перегоне (путевыми светофорами, рельсовыми цепями и переездами). Это блоки контроля рельсовых цепей БКРЦ, усилителя мощности УМ, блоки управления светофором

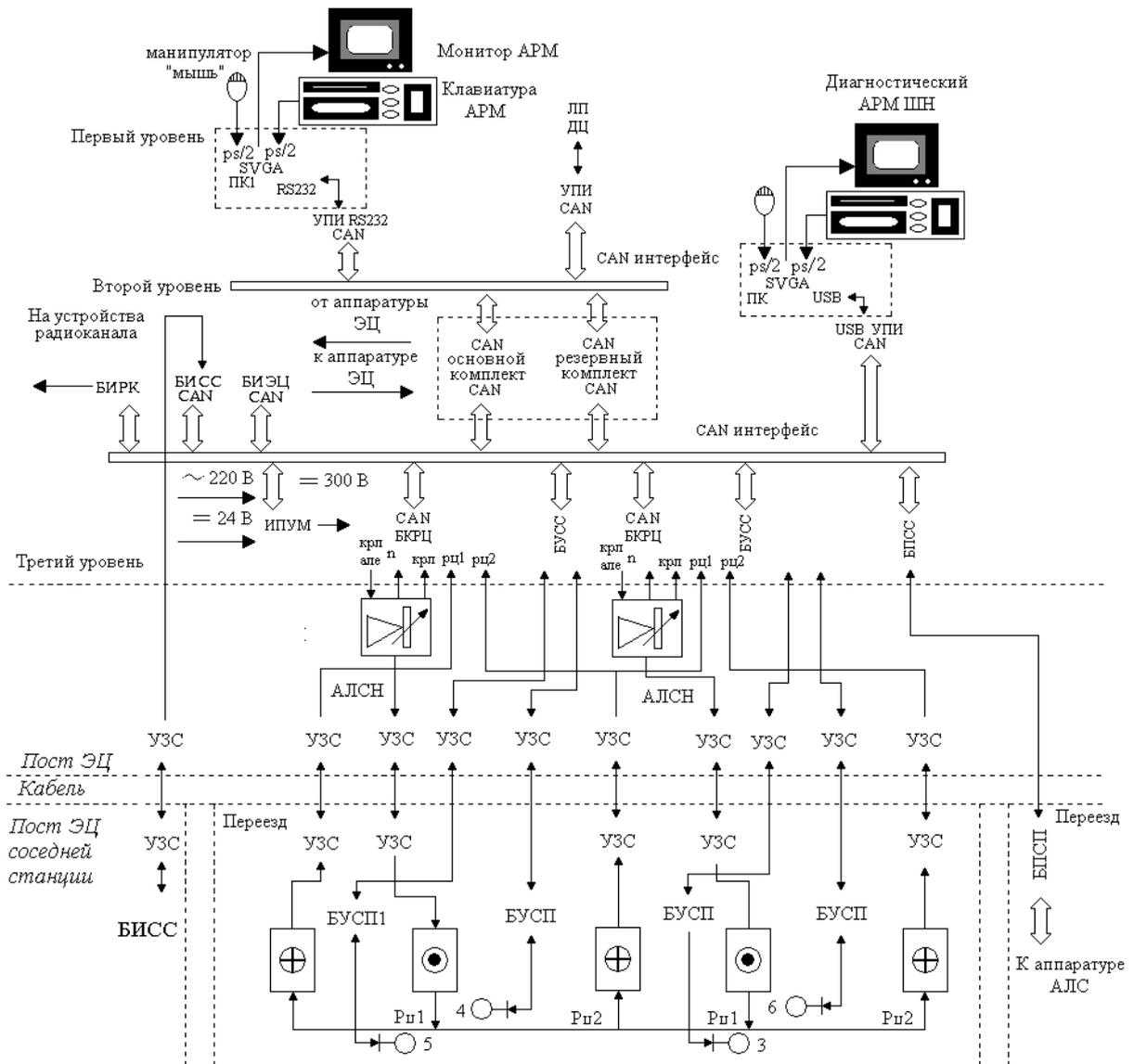


Рис. 12.1. Структурная схема АБТЦ-М

входящими в многоуровневую систему обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте при помощи устройств преобразования интерфейса УПИ-USB и УПИ-K8232 через CAN-интерфейс верхнего уровня.

В состав второго (среднего) уровня входят блок управления БУ, осуществляющий всю логику работы системы АБТЦ-М, блок интерфейса с аппаратурой электрической централизации БИЭЦ, блоки интерфейса с аппаратурой АБ на соседней станции БИСС и с дублирующим каналом передачи данных по радиоканалу БИРК.

В третий (нижний) уровень входят блоки, взаимодействующие с объектами управления и контроля, установленными на межстанционном перегоне (путевыми светофорами, рельсовыми цепями и переездами). Это блоки контроля рельсовых цепей БКРЦ, усилителя мощности УМ, блоки управления светофором станционные БУСС и перегонные БУСП, блоки переездной сигнализации станционные БПСС и перегонные БПСР.

Блоки АБТЦ-М питаются от станционного источника постоянного тока напряжением 24 В с находящейся в буфере аккумуляторной батарей, емкость которой должна обеспечивать непрерывность работы системы в соответствии с

принятыми нормативами. Блоки УМ - от источника переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц через блоки источников питания усилителей мощности ИПУМ. ИПУМ входят в состав третьего уровня и предназначены для аварийного питания усилителей мощности УМ от источника постоянного тока напряжением 24 В при пропадании фидера питания ~220 В на станции.

Система АБТЦ-М выполняет следующие основные функции:

- контроль целостности и свободности рельсового пути и проследования поезда с логическим контролем освобождения блок участков;
- управление показаниями путевых светофоров с контролем целостности нитей ламп и аппаратурой автоматической переездной сигнализации;
- формирование и передачу на локомотив информации о поездной ситуации по каналам автоматической локомотивной сигнализации АЛСН и/или АЛС-ЕН, а также посредством цифрового радиоканала; взаимодействие с аппаратурой ЭЦ, ДЦ, ДК;
- диагностика устройств системы с регистрацией отказов.

Целостность и свободность рельсового пути контролируются при помощи рельсовых цепей, которые могут дополняться или в отдельных случаях заменяться на устройства счета осей. В системе АБТЦ-М используются неограниченные тональные рельсовые цепи, рабочий диапазон частот которых лежит в пределах от 400 до 950 Гц. Для контроля рельсовой линии (КРЛ) используется частотно-модулированный сигнал с кодовым признаком. Комплексный сигнал, представляющий сумму сигнала КРЛ и сигналов АЛСН и/или АЛС-ЕН, формируется на выходе блока БКРЦ и усиливается блоком УМ. С выхода УМ сигнал передается через кабельную линию и согласующий трансформатор в рельсовую цепь. С приемных концов рельсовой цепи через согласующие трансформаторы и кабельную линию сигнал подается на входы блока БКРЦ. Блок оценивает уровень входного сигнала и его принадлежность по частотному и кодовому признакам ("свой" сигнал, "чужой" сигнал) и определяет состояние рельсовой цепи. Через последовательный CAN-интерфейс эта информация поступает на блок БУ.

Блок БУ контролирует проследование поезда с логическим контролем освобождения блок участков на основе информации, получаемой от блоков БКРЦ своего полукомплекта и блока БУ второго полукомплекта, расположенного на соседней станции. Данные между блоками БУ передаются через блоки БИСС и межстанционную кабельную линию, представляющую собой две скрученные жилы в кабеле СЦБ.

При помощи блоков БУСС, устанавливаемых на станциях, и блоков БУСП, размещаемых в трансформаторных ящиках путевых светофоров, управляют показаниями путевых светофоров с контролем целостности нитей ламп. Для управления и контроля состояния одного путевого светофора используется одна физическая двухпроводная кабельная линия, через которую подается питающее напряжение постоянного тока на путевой светофор с блока БУСС. В этой же линии организуется дуплексный канал связи (обмена данными) между блоками БУСС и БУСП. С блока БУСС на блок БУСП через канал связи передаются сигналы управления (включения и выключения сигнальных показаний на путевом светофоре), с блока БУСП на блок БУСС – контрольная и диагностическая информация (состояние нитей ламп светофора и результаты самодиагностики блока БУСП). Таким образом, снижается потребность в кабеле, соединяющем напольные устройства и станционную аппаратуру автоблокировки.

Формирование и передача на локомотив информации о поездной ситуации по каналам автоматической локомотивной сигнализации АЛСН и/или АЛС-ЕН осуществляется блоками БКРЦ и УМ по командам, подаваемым с блока БУ в соответствии с поездной обстановкой. Цифровой радиоканал может исполнять дублирующие функции при наличии на участке локомотивов, оборудованных соответствующей аппаратурой. Вид локомотивной сигнализации (АЛСН, АЛС-ЕН или их сочетание) определяется при разработке проекта оборудования участка. Перейти или добавить другой вид АЛС необходимо с соблюдением требуемых оргтехмероприятий и проверкой действия устройств автоблокировки и АЛС.

С использованием блока БПСП управляют аппаратурой автоматической переездной сигнализации (АПС) и контролируют ее состояние. Этот блок устанавливается в релейном шкафу АПС или помещении дежурного по переезду. Для организации канала связи с БПСП на станции устанавливается БПСС, через который БУ и БПСП обмениваются данными управления и контроля. На БПСП от БПСС передаются команды управления переездом (включение/выключение АПС), а в обратном направлении - контрольная и диагностическая информация. Между БПСС и БПСП организован канал связи по двухпроводной кабельной линии, проходящей в кабеле СЦБ.

Взаимодействие с аппаратурой ЭЦ осуществляется с помощью блока БИЭЦ. Данные о свободности/занятости участков приближения/удаления, контроль перегона, установленное направление движения, показания сигнальных точек по удалению являются информацией, поступающей от системы АБТЦ-М на аппаратуру ЭЦ. От ЭЦ на АБТЦ-М передается информация о показании входного светофора, режиме пропуска поезда по станции и команды смены направления движения (основная/вспомогательная), задания режима горения ламп на проходных светофорах (нормальный/ДСН), разблокирования перегона. Интерфейс с релейными системами ЭЦ - релейный, с микропроцессорными системами — стандартный из ряда RS232/RS422/ RS485. АБТЦ-М взаимодействует с аппаратурой ДЦ и ДК через CAN-интерфейс верхнего уровня с помощью устройства преобразования интерфейса УПИ-K8232, УПИ-K8422/485 или УПИ-USB.

Устройства системы диагностируются непрерывно всеми микропроцессорными блоками посредством самотестирования в фоновом режиме во время выполнения технологических циклов и тестирования каналов связи и линий ввода-вывода в процессе работы. Диагностическая информация собирается и архивируется в АРМ ШН для возможности проведения анализа работы системы и каждого блока в отдельности в любой момент времени при отсутствии нарушений в работе системы и возникновении каких-либо отказов и сбоев. Сообщения о возникновении отказов в аппаратуре системы выводятся на АРМ ДСП, АРМ ШН и передаются в дистанцию для учета и анализа по каналу ДК.

В настоящее время система АБТЦ-М находится в опытной эксплуатации на перегоне Фокино - Пунка Брянского отделения Московской дороги. Одновременно проводятся работы по испытаниям и сертификации системы на безопасность и электромагнитную совместимость, а также идут подготовительные работы по оборудованию системой АБТЦ-М следующего участка железной дороги. Благодаря совершенствованию системы АБТЦ-М применение микропроцессорной техники при контроле рельсовых цепей и проследования поезда позволит различать "короткие" и "нормальные" подвижные единицы, оценивать качество поездного шунта. Диагностическая

информация от блоков БКРЦ вместе с информацией о состоянии рельсовых цепей существенно повысит достоверность информации о движении поезда по перегону и даст возможность прогнозировать поездную ситуацию на перегоне. За счет этого уменьшится количество сбоев в работе системы при возникновении различных нештатных ситуаций.

В настоящее время АБТЦ-М по совокупности технических параметров является самой современной и отвечающей практически всем требованиям сегодняшнего дня, предъявляемым к системам автоблокировки.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите состав оборудования сигнальной точки АБТЦ-М.
2. Перечислите состав оборудования станционных устройств АБТЦ-М.
3. Где принимается решение о свободности или занятости рельсовой цепи?
4. Какие устройства принимают решение о включение того или иного сигнального показания проходного светофора?
5. Назначение блока БУСП.
6. Совместимы ли системы АБТЦ-М и АЛСН?

Лекция № 13 Микропроцессорные системы АБ (часть2)

План лекции:

1. Микропроцессорная система АБ - Е2
2. Микропроцессорная система АБ - Е1
3. Микропроцессорная система АБ - УЕ
4. Микропроцессорная система ЧКЕ.

Микропроцессорная система АБ-Е2

Аппаратура АБ-Е2 размещается в релейных шкафах, либо на стативах станционных систем централизации. Состав аппаратуры для одиночной сигнальной точки - микропроцессорный путевой приемник ППМ-Е2, устройства защиты и согласования, питающие трансформаторы, сигнальные и огневые реле. В системе АБ-Е2 применены рельсовые цепи без изолирующих стыков. Питание рельсовых цепей осуществляется из середины. Передача сообщений в смежных рельсовых цепях производится сигналами с различными несущими частотами и отличающимися кодовыми комбинациями. Всего используются четыре несущих частоты: $f_1 = 1953$, $J_2 = 2170$, $J_3 = 2441$, $f_4 = 2790$ Гц. На двух- и многопутных участках, по одному из путей перегона используются рабочие сигналы f_1 и f_3 , а на другом f_2 и f_4 . Передача и кодирование сообщений в системе АБ-Е2 осуществляется с помощью двукратной фазоразностной манипуляции модифицированным кодом Бауэра.

Микропроцессорная система автоблокировки АБ-Е2 позволяет организовать интервальное регулирование движения поездов с разграничением тремя или четырьмя блок-участками. Переход от одной системы осигнализации к другой может быть осуществлен без увеличения объема и номенклатуры аппаратных средств. Защита приемников рельсовых цепей от ложного срабатывания осуществляется по форме сигналов.

На рис. 13.1 представлена общая структура микропроцессорной системы автоблокировки АБ-Е2.

Передачу и обработку сигналов, поступающих из своей и смежной рельсовых цепей, осуществляет микропроцессорный приемопередатчик (МПП), расположенный в релейном шкафу сигнальной точки. По результатам обработки принимается решение о свободности или занятости рельсовых цепей. Диагностическая информация от МПП, а также информация о поездном положении на перегоне поступает на станцию по двухпроводной линии микропроцессорной системы дистанционного контроля (СДКМ). Модемная связь со станцией обеспечивается связевыми контроллерами.

Система АБ-Е2 обеспечивает формирование и передачу на локомотив информации о показаниях проходных светофоров; о допустимой скорости движения по перегону и об ограничениях скорости; о приближении к станциям и маршруте приёма. Автоблокировка АБ-Е2 рассчитана на совместную работу с системами автоматической локомотивной сигнализации типа АЛС-ЕН и АЛСН. Система АБ-Е2 может применяться на магистральных железных дорогах с любым видом тяги, а также на участках с высокоскоростным движением поездов. Автоблокировка АБ-Е2 функционально и электромагнитно совместима с эксплуатируемыми системами.

Микропроцессорная система автоблокировки АБ-Е2 позволяет организовать интервальное регулирование движения поездов с разграничением тремя или четырьмя блок-участками. Переход от одной системы осигнализации к другой может быть осуществлен без увеличения объема и номенклатуры аппаратных средств.

В системе АБ-Е2 применены рельсовые цепи без изолирующих стыков. Питание рельсовых цепей осуществляется из середины. Защита приемников рельсовых цепей от ложного срабатывания осуществляется по форме сигналов. Передача сообщений в смежных рельсовых цепях производится сигналами с различными несущими частотами и отличающимися кодовыми комбинациями.

Всего используются четыре несущих частоты: $f_1 = 1953$, $f_2 = 2170$, $f_3 = 2441$, $f_4 = 2790$ Гц. На двух- и многопутных участках, по одному из путей перегона используются рабочие сигналы f_1 и f_3 , а на другом f_2 и f_4 . Передача и кодирование сообщений в системе АБ-Е2 осуществляется с помощью двукратной фазоразностной манипуляции модифицированным кодом Бауэра.

Таблица 13.1. Сравнительные технико-экономические показатели систем автоблокировки

№	Технический (экономический) показатель	Система автоблокировки на высокоскоростных участках железных дорог Франции	Автоблокировка с рельсовыми цепями без изолирующих стыков тональной частоты АБТ	Микропроцессорная система автоблокировки с рельсовыми цепями без изолирующих стыков АБ-Е2
1.	Материалоемкость, кг	Общий вес аппаратуры сигнальной точки 15,0 кг	ГП - 4,0; Пп - 12,5; ГРЦ - 4,0; ПРЦ - 10,0; ФРЦ - 3,0; ФПМ - 3,0; Общий вес - 36,5	Вес приемопередатчика АБ-Е2, не более БПП-Е2 - 11,0; УЗС-Е2 - 2,0; Общий вес- 13,0
2.	Габаритные размеры, мм	Общий объем 0,8 м ³	ГП - 228x82x205; ПП - 265x134x201; ГРЦ - 228x82x205; ПРЦ - 265x134x201; ФРЦ - 228x82x205; ФПМ - 228x82x205; Общий объем 1 м ³	БПП-Е2 - 330x350x330; УЗС-Е2 - 150x110x135; Общий объем 0,1 м ³
3.	Параметры надежности. Средняя наработка на отказ Коэффициент готовности	40000 час. 0,9999	18000 час. 0,999	50000 час. 0,99998
4.	Параметры безопасности	Интенсивность опасного отказа 10 ⁻¹⁰ 1/час Аппаратурное резервирование 2Х2 Период диагностирования 1д < 300 мс	-	Интенсивность опасного отказа 10 ⁻¹⁰ 1/час Аппаратурное резервирование 2Х2 Период диагностирования 1д < 300 мс
5.	Метод модуляции контрольного сигнала и Помехоустойчивость (вероятность ошибки на символ)	ЧМ 10 ⁻⁴	АМ 10 ⁻³	двукратная ФРМ 10 ⁻⁵

6.	Количество информацион-ных кодовых комбинаций	18	отсутствует	256
7.	Способ кодирования информации	код Хемминга	отсутствует	Модифицированный код Бауэра
8.	Максимальная длина блок-участка	3,0 км (при установке компенсирующих конденсаторов)	2 км при $R_{и} = 1,0 \text{ Ом-км}$	2,4км при $R_{и} = 1,0 \text{ Ом-км}$
9.	Значность		трех, четырехзнач-ная с использова-нием проводных линий связи	трех, четырех-значная без использования проводных линий связи
10.	Максимальная потребляемая мощность аппаратуры сигнальной точки, ВА (без учета АЛС)	не более 100,0	80,0	60,0
11.	Экономический эффект на одну сигнальную точ- ку			По сравнению с системой АБТ чистая прибыль составляет 2,91 тыс. руб. в год
12.	Дополнитель-ные функцио-нальные воз-можности		отсутствуют	С помощью аппа-ратуры дистан-ционного контро-ля осуществляется диагностика аппа-ратуры сигналь-ной точки с точностью до ТЭЗ и передача на станцию резуль-татов диагностики

Таблица 13.2. Перечень работ, выполнение которых после внедрения АБ-Е2 не потребуется

Наименование работы, Инструкция ЦШ 4616	Измери-тель	Периодичн-ость
Проверка действия схемы двойного снижения напряжения с	Свето-фор	1 раз в год

измерением напряжения на лампах		
Проверка состояния рельсовой цепи на перегонах: зазора между подошвой рельса и балластом, состояния водоотводов	Р.Ц.	1 раз в месяц
Измерение напряжения на путевых реле рельсовых цепей	Путев. реле	4 раза в год
Измерение кодового тока АЛС в рельсах	Р.Ц.	2 раза в год
Измерение электрического сопротивления балласта и шпал в рельсовых цепях длиной более 300 м	1 Км пер-на	1 раз в год
Измерение сопротивления изоляции монтажа схем сигналов, релейных и питающих концов и цепей с кабелем, не контролируемых сигнализатором заземления	Измеряема я цепь	1 раз в 6 недель
Проверка состояния видимых элементов заземляющих устройств	заземление	2 раза в год
Выборочное вскрытие грунта и осмотр элементов заземляющих устройств, находящихся в земле	зазем-ление	1 раз в 5 лет
Выборочное вскрытие грунта и осмотр элементов	заземление	1 раз в 5 лет
Проверка и регулировка приборов гроза защиты	зазем-ление	1 раз в год
Дополнительная замена приборов	прибор	Один раз в 5 лет

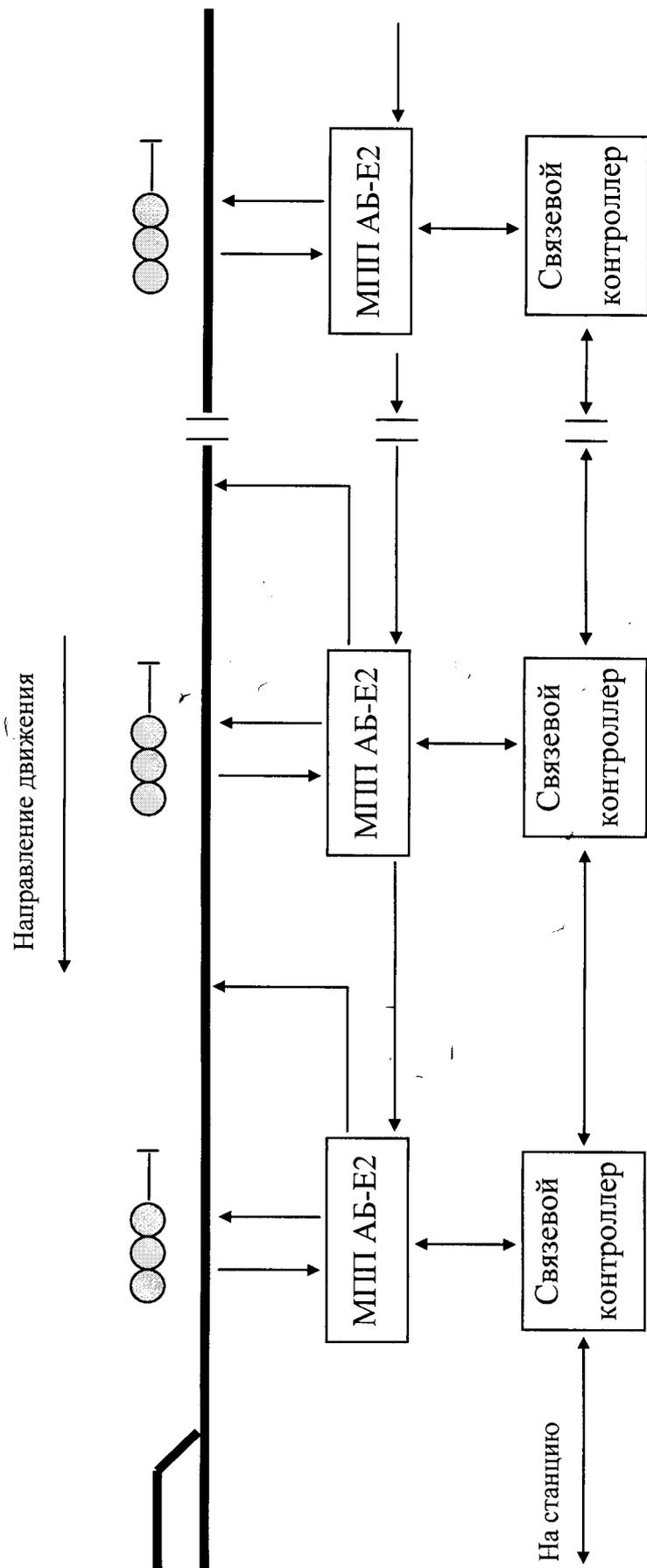


Рис.13.1.1. Схема расположения устройств АБ-Е2

Микроэлектронная система автоблокировки АБ-Е1

В этой системе для повышения устойчивости функционирования системы КРЛ в условиях воздействия дестабилизирующих факторов обработка полезных сигналов в приемнике осуществляется по алгоритму кумулятивных сумм. Благодаря его применению удалось обеспечить устойчивую работу рельсовой цепи длиной 2500 м при колебаниях сопротивления балласта от 50 до 0,45 Ом / км.

Проблема обеспечения безопасности решается применением:

- трехкомплектного резервирования стандартных модулей, выполняющих одинаковые функции;
- мажоритарной структурой построения для обнаружения неисправного отказавшего комплекта;
- жесткой синхронизацией и потактным сравнением сигналов в контрольных точках различных комплектов;
- специальных устройств контроля с односторонними отказами, обеспечивающих надежное отключение неисправного комплекта и последующий его ввод в работу.

Автоблокировка АБ – Е1 функционально и электромагнитно совместима с автоматической локомотивной сигнализацией АЛС – ЕН.

В системе АБ – Е1 использован один непрерывный частотный канал (НКС) с несущей 174,38 Гц. Передача информации осуществляется в результате двукратной фазоразностной манипуляции (ФРМ) и кодирования сообщений модифицированным кодом Бауэра. Применение двукратной ФРМ позволяет повысить помехоустойчивость в 2 раза по сравнению с амплитудой модуляции. Использование комбинаций кода Бауэра в информационном и синхроканалах обеспечивает эффективную кодовую защиту.

Не рассматривая структурную схему всей сигнальной точки системы АБ 1– Е1 (это входит в задачу другого курса), рассмотрим техническую реализацию путевого микропроцессорного приемника (МПП) рельсовой цепи. Его структурная схема показана на рис. 13.2. Применение МПП предназначен для контроля состояния рельсовой линии. При свободном и исправном состоянии возбуждается реле МП, если рельсовая линия занята подвижным составом или неисправна – реле МП обесточено. Приемник МПП выполнен по двухкомплектной схеме с жесткой синхронизацией. Каждый комплект содержит модули центрального процессора ЦП1 и ЦП2 и сигнатурные анализаторы СА.

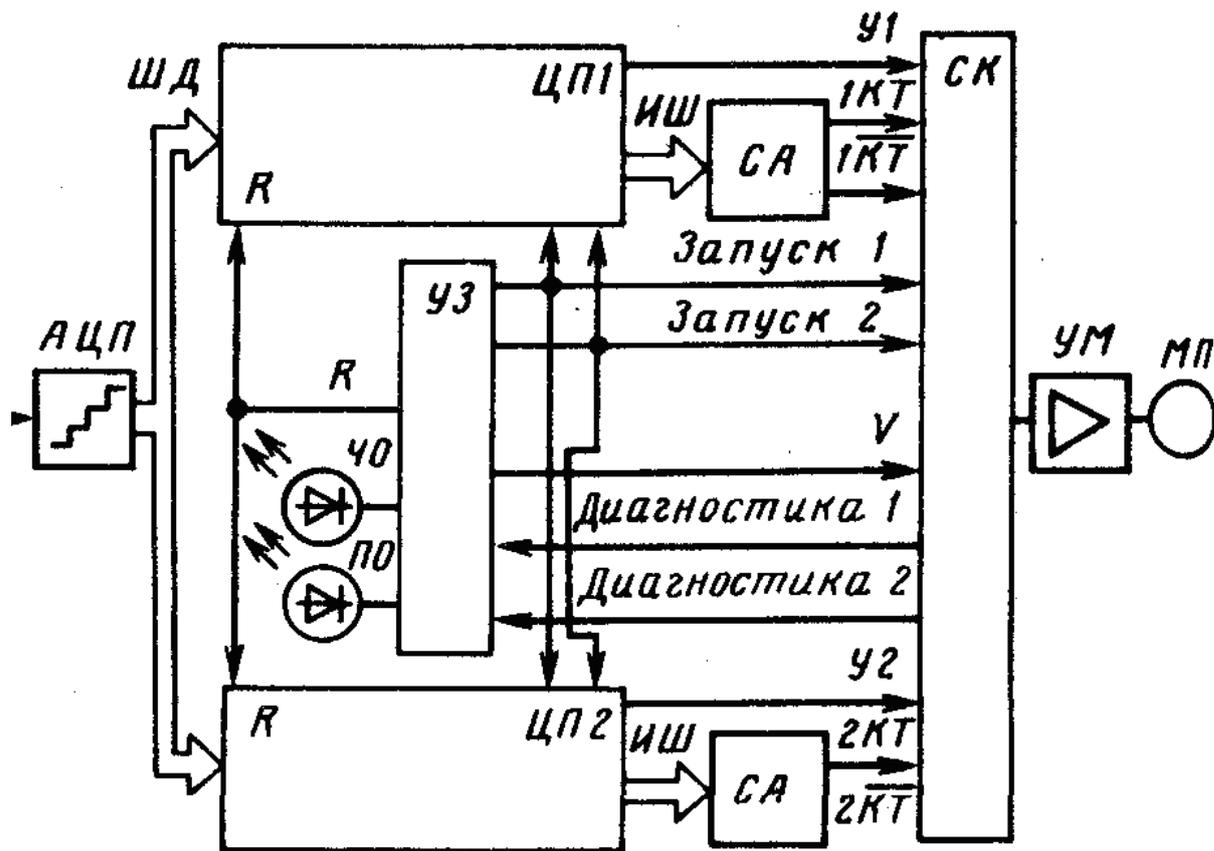


Рис. 13.2. Структурная схема микропроцессорного путевого приёмника системы АБ – Е1

Контроль правильности функционирования МПП осуществляет однокаскадная схема контроля СК. Первоначальный запуск приемника и синхронизацию ЦП1 и ЦП2 осуществляет узел запуска УЗ. Входные цепи приемника содержат: полосовой фильтр ПФ, детектор огибающей Д, интегратор И и аналого-цифровой преобразователь. Полезный сигнал с выхода рельсовой линии через ПФ поступает на детектор огибающей, где выпрямляется, сглаживается в интеграторе И и затем с помощью АЦП квантуется по амплитуде и дискретизируется по времени. Значения сигнала в двоичной форме по шине данных ШД подаются на входные порты узлов ЦП1 и ЦП2 обоих комплектов. Поступившие данные обрабатываются в соответствии с хранящимся в ПЗУ алгоритмом. Если после выполнения расчетов значения решающей статистики превысит порог, то на шинах У1 и У2 появляются управляющие импульсы напряжения, открывающие входы схемы контроля. В этом случае контрольный сигнал V частотой 89,9 кГц с выходом узла запуска через СК подается на усилитель мощности УМ для включения реле МП. Если кумулятивная сумма не превышает порога, то сигналы на выходах У1 и У2 отсутствуют, а якорь реле МП отпущен. В процессе нормального функционирования приемника с контрольных точек узлов ЦП1 и ЦП2 по информационным шинам ИШ на схему сигнатурного анализатора СА подаются тестовые сигналы. СА формирует общие контрольные сигналы 1КТ, 1КТ', 2КТ, 2КТ', характеризующие работоспособность узлов ЦП1 и ЦП2. Если формы сигналов 1КТ, 1КТ' и 2КТ, 2КТ', совпадают, по схеме контроля фиксирует правильную работу комплектов. Свечение индикаторных светодиодов 40 и ПО свидетельствует об исправном состоянии приемника. В противном случае фиксируется сбой. На выходах "Диагностика 1" и "Диагностика 2" появляются управляющие импульсы, воздействующие на

узел запуска УЗ, который с заданной выдержкой времени формирует управляющие импульсы “Запуск 1” и “Запуск 2” для восстановления работоспособного состояния комплектов приемника. Если функционирование приемника восстанавливается, то управляющие сигналы “Диагностика 1” и “Диагностика 2” снимаются. В противном случае, когда отказ в одном из каналов приемника устойчивый и восстановления работоспособного состояния не происходит, ячейка защиты (ЯЗ) отсчитывает восемь импульсов запуска и останавливается. Приемник переходит в устойчивое положение безопасного отказа. При первом включении питания, а также после перерывов электроснабжения работоспособное состояние приемника восстанавливается узлом запуска по шинам “Запуск 1” и “Запуск 2”. После включения напряжения на этих шинах появляется последовательность импульсов, устанавливающая микропроцессорные комплекты узлов ЦП1 и ЦП2 в исходное состояние, с этого момента начинается нормальное функционирование приемника МПП. В системе АБ – Е1 защита от ложного срабатывания аппаратуры при сходе изолирующих стыков и подпитки с соседних путей осуществляется по форме сигналов. Для этого в смежных и соседних блок-участках используются различные синхрогруппы, в четном направлении движения принято использовать синхрогруппы СГ2 и СГ4, а в нечетном – СГ1 и СГ3. Результаты, полученные на этапе опытно-конструкторских работ и в процессе эксплуатационных испытаний системы АБ-Е1, показали принципиальную возможность создания АБ с рельсовыми цепями, без изолирующих стыков на микропроцессорной элементной базе. Такая система разработана по техническому заданию Департамента сигнализации, связи и вычислительной техники МПС РФ в рамках научно-технической программы “Единый ряд перспективных микроэлектронных систем и устройств для управления движением поездов” (микропроцессорная система автоблокировки с децентрализованным размещением аппаратуры и рельсовыми цепями без изолирующих стыков АБ-Е2). Экономический эффект от замены автоблокировки АБТ на систему АБ-Е2 получен за счет повышения надежности аппаратуры, сокращения расхода кабеля, экономии электроэнергии, уменьшения материалоемкости аппаратуры и повышения устойчивости функционирования рельсовых цепей. В традиционных системах автоблокировки, выполненных на базе электромагнитных реле, дискретных полупроводниковых элементах или на микросхемах жесткой логики, возможность диагностики аппаратуры сигнальных точек ограничена и требует введения дополнительных устройств. В отличие от существующих систем, аппаратные средства микропроцессорного приемопередатчика охвачены тестовым и фоновым контролем, реализованным на программном уровне. Это позволяет определить отказавший модуль с точностью до типового элемента замены. Проведенный анализ основных систем интервального регулирования движения поездов показывает, что создание новых систем обусловлено возрастающими требованиями по обеспечению безопасности движения поездов, необходимостью сокращения эксплуатационных расходов на техническое обслуживание и повышения надежности их работы; имеются реальные условия для перехода на электронные и микропроцессорные системы интервального регулирования движения поездов. Этому способствует и сотрудничество с ведущими инофирмами, и привлечение к разработке конверсионных предприятий, обладающих высоким уровнем технологий производства электронных компонентов и модулей

Микропроцессорная унифицированная система автоблокировки АБ-УЕ

Значительный резерв повышения эффективности работы железнодорожного транспорта заключается в автоматизации процесса управления движением поездов на основе использования современных систем интервального регулирования с расширенными функциональными возможностями.

Опыт создания современных систем автоблокировки показывает, что расширение функциональных возможностей, повышение надежности аппаратных средств и устойчивости

функционирования рельсовых цепей в условиях изменения их параметров и мешающего действия электромагнитных помех от тягового тока возможно на основе использования современной микроэлектронной элементной базы.

Значительный экономический эффект может быть достигнут за счет унификации аппаратуры автоблокировки по методам технической реализации отдельных модулей, на функциональном уровне, по конструктивным решениям и применяемой элементной базе. Унификация сокращает номенклатуру изделий и позволяет применять индустриальные методы ремонта и обслуживания систем интервального регулирования.

С целью повышения устойчивости работы рельсовых цепей при изменении в широких пределах сопротивления изоляции, увеличения надежности аппаратуры, повышения помехозащищенности системы контроля состояния рельсовой линии, а также снижения энерго- и материалоемкости и эксплуатационных затрат на содержание устройств МИИТом разработана микропроцессорная унифицированная система автоблокировки АБ-УЕ. Она отличается отсутствием электромагнитных реле и других электромеханических приборов на сигнальных точках перегона, наличием встроенной подсистемы дистанционного контроля и диагностики аппаратуры и возможностью дистанционного изменения настроек и технических параметров сигнальной точки. В АБ-УЕ предусмотрена возможность реализации функций любой эксплуатируемой на сети дорог системы автоблокировки с децентрализованным размещением аппаратуры путем изменения "программного обеспечения. Для работы системы требуется не более двух пар кабельных жил.

В состав сигнальной точки АБ-УЕ входят микропроцессорный приемопередатчик (ППМ) и устройства защиты и согласования с рельсовой линией (УЗС РЛ), приемником (УЗС ПРМ) и передатчиком (УЗС ПРД).

В зависимости от места установки ППМ выпускается в трех вариантах исполнения. Первый вариант предназначен для работы в составе сигнальной точки автоблокировки, а два других для увязки автоблокировки АБ-УЕ со схемами входного светофора и станционной системы централизации.

В состав приемопередатчика проходной сигнальной точки входят следующие модуля: обработки сигналов, интерфейса, усилителя мощности (УМ), источника питания, управления лампами светофора, а также модем. В ППМ увязки со схемами входного светофора вместо модуля управления лампами светофора устанавливается модуль сопряжения, а в приемопередатчике, устанавливаемом на посту централизации, отсутствуют модули обработки сигналов, усилителя мощности и интерфейса.

При работе системы автоблокировки АБ-УЕ с рельсовыми цепями без изолирующих стыков (рис. 13.1) в пределах каждого блок-участка организуются две рельсовые цепи. Питающий конец рельсовой цепи находится в середине блок-участка, а приемные около сигнальных точек. К рельсовой линии аппаратура подключается через устройства защиты и согласования. Вход приемопередатчика подключается к рельсовой цепи через УЗС ПРМ.

Приемопередатчик ППМ автоблокировки АБ-УЕ имеет два выхода. Основной выход передатчика через УЗС. ПРД и бесконтактный коммутатор тока (БКТ) подключается к кабельной линии, идущей к питающему концу рельсовых цепей. Он предназначен для передачи сигналов контроля состояния рельсовой линии (КРЛ) и сигналов систем АЛСН и АЛС-ЕН. Коммутатор БКТ переключает линия питающих концов рельсовых цепей при смене направления движения поездов. Дополнительный выход ППМ подключается к рельсовой линии у сигнальной точки и предназначен для передачи кодовых сигналов АЛСН и АЛС-ЕН.

В системе АБ-УЕ в качестве контрольных используются сигналы с двукратной фазоразностной манипуляцией. Для передачи информации используются комбинации модифицированного кода Бауэра. Два бита информации передаются одновременно изменениями фазы сигнала на 0, — 90, +90 или 180°. Один из передаваемых битов принадлежит синхрогруппе (СГ), а другой - кодовой комбинации. Синхрогруппа совместно с несущей частотой определяет

принадлежность сигнала данному блок-участку. В кодовой комбинации содержится информация о показании проходного светофора и состоянии рельсовых цепей. Всего используется четыре несущих и восемь синхрогрупп. На несущей $f_1=1953$ Гц передаются синхрогруппы СП и СГ2, на $f_2=70$ Гц - СГ6 и СГ7, на $f_3=2441$ Гц - СГ10 и СП 1, на $f_4=2790$ Гц -- СП 2 и СГ3. На двухпутных перегонах по одному из путей используются частоты f_1 и f_3 , а по другому f_3 и f_4 . На однопутных перегонах используются две частоты: f_1 и f_3 или f_2 и f_4 . В любом случае сигналы с одинаковыми несущими и синхрогруппами повторяются через три блок-участка. На станциях, ограничивающих перегон, устанавливаются приемопередатчики и персональные компьютеры (ПК).

С перегона на станции передается информация о поездном положении, величине напряжения в рельсовых цепях и исправности аппаратуры сигнальных точек. Полученные данные выводятся на экран монитора станционного ПК. С его помощью на сигнальных точках перегона задаются значения напряжений сигналов контроля рельсовой линии, АЛСН, АЛС-ЕН и кодовые комбинации АЛС-ЕН для каждой технологической ситуации. Кроме этого, по сети передаются управляющие команды смены направления движения и включения кодирования.

Кодовые комбинации системы АЛС-ЕН выбираются для каждой сигнальной установки в зависимости от длины блок-участка. При наличии временных ограничений скорости на перегоне могут быть выбраны более запрещающие комбинации.

Приемопередатчики, устанавливаемые на станциях, увязывают систему АБ-УЕ со схемами централизации. Для этого к выходам станционных ППМ подключены реле извещения приближения поездов НИП— НЗИП, контроля состояния перегона НКП и смены направления движения НСН.

Станционный IBM-совместимый персональный компьютер и приемопередатчики автоблокировки АБ-УЕ объединены в специализированную компьютерную сеть. Каждый компонент сети через последовательные порты, модемы и проводные линии связан с двумя соседними. Сообщение, выданное любым компонентом сети, транслируется на входы всех остальных компонентов. Передаваемое по последовательному порту двоичное слово состоит из стартового разряда, восьми разрядов данных, разряда четности и одного стоп-разряда. Длина посылки составляет 11 разрядов, а сообщений —16 байт. Скорость передачи сообщений равна 4800 бит/с.

Каждый компонент сети имеет свой уникальный восьмиразрядный адрес. Ведущий и ведомый каналы приемопередатчиков выступают как самостоятельные компоненты сети. Каждые 64 мс какой-либо компонент посылает сообщение в сеть.

Рассмотрим более подробно сетевой протокол. Микроконтроллер станционного приемопередатчика с заданным периодом посылает в сеть комбинацию из двух двоичных слов специального кода маркера и байта адреса одного из компонентов. Маркер отмечает завершение текущего сеанса обмена и начало нового. Такая посылка воспринимается соответствующим компонентом как приглашение выдать в сеть сообщение. В процессе функционирования станционный приемопередатчик последовательно перебирает адреса всех компонентов сети от младшего до старшего. Процедура перебора повторяется циклически. После выдачи в сеть "своего" адреса станционный контроллер посылает сообщение. Выданное в сеть сообщение поступает на входы других компонентов, но принимает и обрабатывает информацию только компонент, настроенный на обмен с данным источником.

Сообщение компонента-источника состоит из собственно данных и четырех байт контроля правильности приема. Первый байт является сетевым адресом, а три других байты диагностики, расширения и контрольной суммы. Для предотвращения обработки сообщений, принятых с ошибкой, в алгоритме работы сетевого программного обеспечения предусмотрены следующие процедуры контроля:

-приемник воспринимает адресный байт источника, если его формат соответствует байту адреса, а принятый ранее байт является маркером;

-сравнение адреса, поступившего от станционного приемопередатчика с адресом, полученным в составе сообщения;
-байты сообщения суммируются по модулю 255.

Вместе с сообщением в сеть передается контрольная сумма. Компонент-приемник в процессе обработки суммирует фактически принятые байты сообщения, а полученный результат сравнивает с принятой контрольной суммой. Совпадение контрольных сумм свидетельствует - об отсутствии ошибок в принятом сообщении;
-в приемнике сопоставляется ожидаемая и фактически принятая длина сообщения;
-каждый байт сообщения принимается с контролем по четности.

В любом из сообщений после слов данных передаются байты диагностики и расширения. Они предназначены для передачи кода обнаруженной сетевой ошибки и отказов аппаратных средств. Для сетевой ошибки в байте расширения указывается адрес компонента сети. На вход ППМ через устройство защиты и согласования УЗ С ПРМ поступает смесь сигналов из "своей" и "смежной" рельсовых цепей. В приеме-датчике она подается на входы аналого-цифровых преобразователей аналогового интерфейса, где преобразуется в цифровую форму. Цифровой сигнальный процессор фильтрует и демодулирует сигналы КРЛ, усредняет отсчеты напряжений, сравнивает полученные значения напряжений с порогом. Кроме того, цифровой сигнальный процессор модулирует сигналы КРЛ и АЛС-ЕН, формирует сигналы АЛСН, контролирует соответствие выходных напряжений усилителей мощности заданным значениям и тестирует АЦП.

Решение о свободности "своей" рельсовой цепи принимается в том случае, если напряжение на ее выходе выше установленного порога и форма принятого сигнала совпадает с переданной. Решение о состоянии смежной рельсовой линии выносится микроконтроллером модуля управления. В МК от сигнального процессора поступает информация о величине напряжения в рельсовых цепях и принятой кодовой комбинации. Микроконтроллер проверяет соответствие между информационными и контрольными символами кодовой комбинации, полученной из смежной рельсовой цепи. Решение о свободности смежной рельсовой цепи принимается, если напряжение на ее выходе выше порога, синхрогруппа соответствует блоку-участку, а кодовая комбинация является разрешенной.

Микроконтроллер управляет показаниями светофора в соответствии с принятой кодовой комбинацией, проверяет целостность нитей ламп, переключает нити двух нитевых ламп, формирует кодовые комбинации сигналов КРЛ, АЛС-ЕН и АЛСН, включает кодирование и смену направления движения поездов. Кодовые комбинации КРЛ и АЛС-ЕН с выхода микроконтроллера поступают на сигнальный процессор. Модулятор, реализованный на цифровом сигнальном процессоре, изменяет фазу сигналов в соответствии с символами передаваемых кодовых комбинаций и синхрогрупп. Сформированные сигналы КРЛ и АЛС через цифро-аналоговые преобразователи подаются на входы линейных усилителей мощности.

Конструктивное исполнение приемопередатчика основано на использовании модульного принципа построения аппаратуры. Конструкция печатных плат модулей и межмодульных соединений гарантирует исключение взаимных влияний и подпиток. Для транспортировки ППМ со стороны лицевой панели имеются две ручки. На его передних панелях управления установлены индикаторные светодиоды, сигнализирующие об исправной работе блока. С задней стороны каркаса расположены разъемы для подключения внешних цепей, а также разъем настройки сигнальной точки.

Экономический эффект от внедрения АБ-УЕ рассчитан в сравнении с системой автоблокировки с тональными рельсовыми цепями без изолирующих стыков (АБТ). Расчет выполнен для двухпутного электрифицированного участка первой категории протяженностью 210 км. Прибыль от внедрения автоблокировки АБ-УЕ составляет 3,31 тыс. руб. в год на одну сигнальную точку и обусловлено сокращением аппаратуры сигнальной точки (на 29 приборов), эксплуатационного штата дистанции (на 4 человека), экономией фонда оплаты труда

и отчислений на социальные нужды (на 70 %), снижением затрат труда на техническое обслуживание в среднем на 48 %.. При внедрении АБ-УЕ сокращается потребление электроэнергии на 60 %, расходы на материалы и запасные части на 90 %.

Микропроцессорная система ЧКЕ

Специалистами МИИТа на микропроцессорную основу переведена система числовой кодовой АБ, которая получила название ЧКЕ. На сигнальной точке такой автоблокировки использован микропроцессорный путевой приемник (МПП - ЧКЕ), выполненный в виде одного блока, на раме которого размещаются съемные узлы. В процессе эксплуатации их можно легко заменить. Масса типового элемента замены не превышает 400 гр. Блок МПП - ЧКЕ включает в себя следующие функциональные узлы числовой кодовой АБ: БИ - ДА, БС - ДА, БК - ДА, КПТ - 5 (КПТ - 7), транзитное реле ТШ - 65В и импульсное путевое реле ИМВШ - 110 или ИВГ. Путевой приемник МПП - ЧКЕ выполнен на современной элементной базе - микросхемах средней степени интеграции серии 1533 и микропроцессорном комплекте 1821. Расчетное среднее время наработки на отказ - 40000 ч. МПП - ЧКЕ является универсальным и может использоваться на участках с любым видом тяги поездов и имеет два режима работы - трансляции и приема-передачи сигналов, его можно использовать, как транслятор в устройствах автоматической переездной сигнализации и электрической централизации для кодирования станционных рельсовых цепей.

Для повышения устойчивости работы АБ при изменении в широких пределах сопротивления балласта МПП - ЧКЕ дополнен адаптивным алгоритмом обработки сигналов, обеспечивающим автоматическую регулировку порога обнаружения и коэффициента возврата.

Структурно МПП - ЧКЕ выполнен по схеме "два по два" - состоит из двух комплектных каналов и интерфейсного модуля ИМ. Каждый канал содержит два узла ЦП 1 и ЦП 2 центрального процессора и схему контроля СК. В интерфейсный модуль входят:

- узел выбора канала и перезапуска;
- бесконтактный коммутатор тока БКТ;
- схемы контроля передаваемой кодовой комбинации и контроля целостности;
- нитей канала светофорных ламп, а также схема сопряжения с аппаратурой;
- частного диспетчерского контроля.

Нормально оба канала МПП - ЧКЕ находятся в рабочем состоянии. Один из них является ведущим (на рисунке слева), а другой - ведомым. Ведущий канал через узел выбора и перезапуска ИМ подключен к рельсовой линии, сигнальному реле, БКТ и камертонному генератору системы ЧДК. При исправных аппаратных средствах этот канал выполняет технологический алгоритм обработки информации сигнальной точки автоблокировки.

После демодуляции и декодирования принятого сигнала возбуждаются соответствующие сигнальные реле (Ж, ЖЗ, З). Для повышения помехозащищенности при дешифрировании кодовых комбинаций Ж или З, реле ЖЗ или З срабатывают при условии одинакового приема не менее трех кодовых циклов. Выключение сигнальных реле при скачкообразном уменьшении полезного сигнала под действием поездного шунта осуществляется сразу, а при смене кодирования - в конце последней принятой кодовой комбинации. Таким образом, инерционность системы АБ-ЧКЕ, определяемая как интервал времени между моментами изменения сигнала в рельсовой линии и смены показания проходного светофора, не превышает 3-4 с.

В блоке МПП - ЧКЕ предусмотрен контроль целостности нитей накала ламп проходного светофора. Наличие этой информации позволяет на программном уровне осуществлять функции переноса красного огня, изменять кодирование при перегорании нитей ламп разрешающих огней на светофоре в соответствии с требованиями Инструкции по сигнализации на железных дорогах.

Для удобства обслуживания аппаратуры АБ - ЧКЕ на лицевой панели корпуса МПП - ЧКЕ установлены световые индикаторы, сигнализирующие о наличии питающего напряжения и рабочем состоянии ведущего и ведомого каналов.

Контрольные вопросы:

7. Перечислите состав оборудования сигнальной точки АБ Е1.
8. Перечислите состав оборудования станционных устройств АБ-Е2.
9. Где принимается решение о свободности или занятости р. ц.?
10. Какие устройства принимают решение о включение того или иного сигнального показания проходного светофора?
11. Назначение блока МПП.
6. Совместимы ли системы АБ-УЕ и АЛСН?

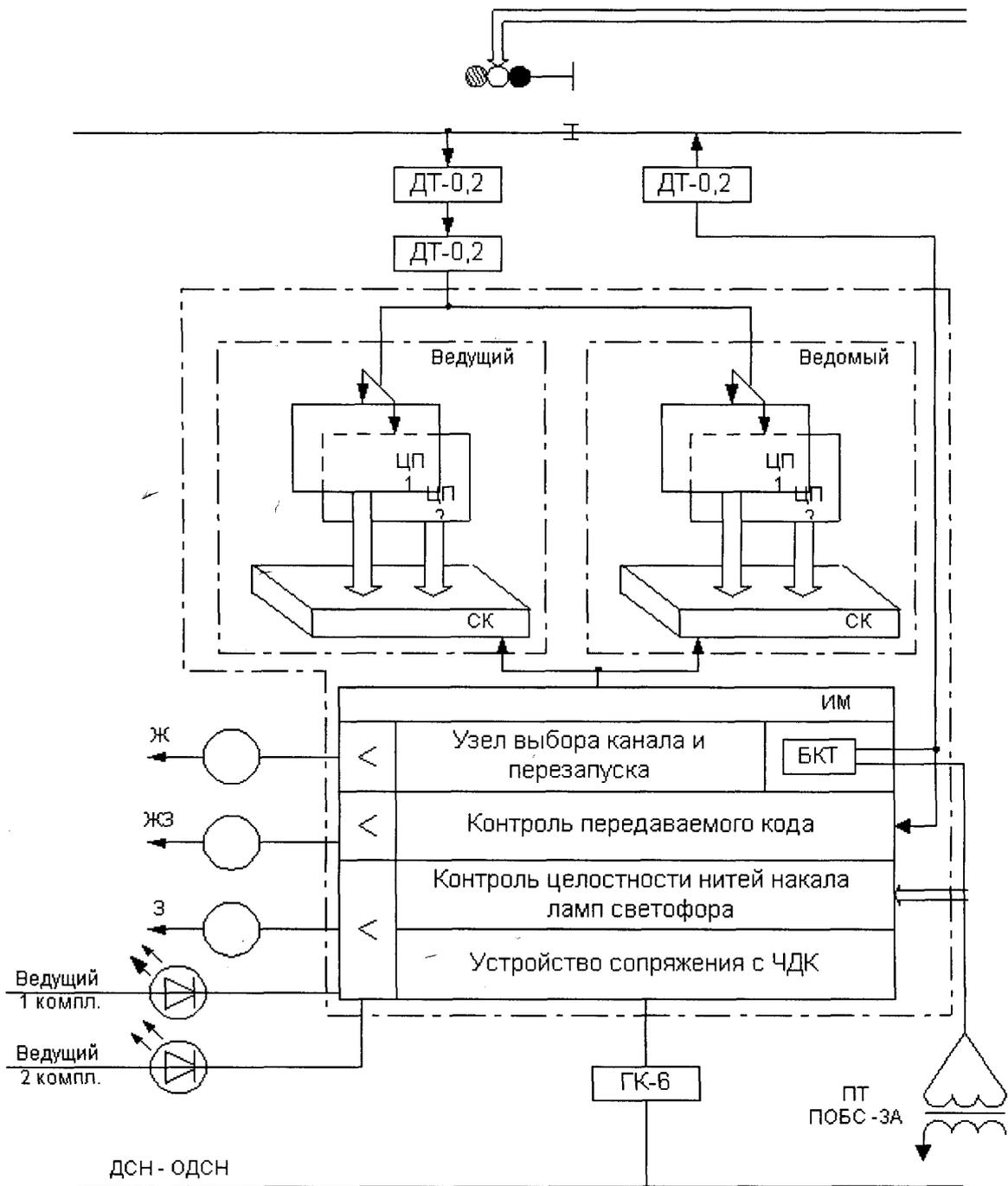


Рис. 13.3 Структурная схема системы АБ – ЧКЕ

Лекция №14 Микропроцессорные системы ЭЦ (часть 1)

План лекции:

1. Сравнительный анализ релейных и микропроцессорных ЭЦ
2. Требования к микропроцессорным ЭЦ

3. Микропроцессорная система ЭЦ МПЦ-И

Компьютеризация станционного оборудования ЭЦ позволяет улучшить на 15 % показатели эксплуатационной работы на станции, позволяет сохранить затраты на профилактическое обслуживание аппаратуры ЭЦ на 20-40 % за счет уменьшения доли низконадёжного релейного оборудования.

Реализация идеи «умная» станция «умный» локомотив с координатной системой интервального регулирования движения поездов, в перспективе обеспечивает так же и самую высокую пропускную способность.

В централизации релейного типа мы всегда опасались неприятных последствий, связанных с возможностью перепутывания проводов или контактов блоков и реле при проведении любых работ с отключением монтажных приборов в релейных помещениях. Последствия для безопасности движения поездов в таких ситуациях оценить невозможно.

Существовала и опасность сознательной подпитки отдельных проводов, установки перемычек на контактах реле и блоков, дачи ложного контроля положения объектов СЦБ.

В централизации компьютерного типа описанные действия обслуживающего персонала практически невозможны, т. к. количество релейных элементов в ней на два порядка ниже и, кроме того, их работа контролируется логически. Действия дежурного по станции и обслуживающего персонала протоколируется и хранится в памяти.

В релейной централизации имеется значительное количество элементов, отказ которых приводит к выходу из действия практически всей системы. Попытки дублировать или резервировать такие элементы положительных результатов не дали. Из-за возникающих перенапряжений были случаи возгорания релейных помещений.

Компьютерная централизация в этом отношении обладает более высокими показателями надежности за счет использования электронных технологий и стопроцентного горячего резерва практически всех составных элементов. Кроме того, микроэлектронная технология дает возможность использовать волоконно-оптические кабели, что исключает все электромагнитные влияния от контактной сети и линий электропередачи. Использование волокно – оптического кабеля без металлических элементов обезопасит централизацию от возгорания кабельной магистрали в случае соединения ее с тяговой электросетью.

Следует иметь в виду и преимущества, предоставленные централизацией компьютерного типа при учете затрат на обслуживающий персонал. Централизация релейного типа требует более высоких затрат из-за большего количества реле (более 100 реле на одну стрелку), которые проверяются перед вводом действия централизации и периодически в процессе эксплуатации, а так же обслуживание пульта управления, табло и магистральной кабельной сети.

Модернизация систем ЭЦ путем внедрения микропроцессоров (МПЦ). Системы централизации все в большей мере реализуются посредством новых технических средств — микропроцессоров и схем с высокой степенью интеграции элементов. Эта тенденция будет усиливаться, поскольку использование новых стандартных технологий становится обязательным, например для передачи данных с целью снижения затрат за счет применения имеющихся коммуникационных сетей и стандартных протоколов. То же касается процессорных плат, специализированная разработка которых только для применения на железнодорожном транспорте требует все больших затрат. Жизненный цикл таких стандартных компонентов значительно короче жизненного цикла реализуемых на их основе устройств, особенно систем централизации, поэтому необходимы концепции, позволяющие обеспечить более длительный срок эксплуатации конечного оборудования. Число систем микропроцессорной централизации (МПЦ) на европейских железных дорогах в последние годы существенно возросло, хотя и

сейчас продолжают работать многочисленные установки механической и релейной централизации. Срок службы этих старых устройств составляет несколько десятилетий, и многие из них будут эксплуатироваться в будущем за счет интенсивных мероприятий по техническому обслуживанию. Столь долгий срок службы стал возможен благодаря применению компонентов, специально разработанных для систем централизации (например, сигнальные реле) и по-прежнему поставляемых промышленностью. Поставки таких компонентов в значительной мере не зависят от современного уровня развития техники. Правда, достигается это ценой отказа от технического прогресса и сопутствующих проблем при изготовлении компонентов и поддержании требуемых технических знаний. На уровне управления и отображения информации компьютерные системы используются уже длительное время (например, центр управления движением поездов в Саарбрюккене введен в эксплуатацию в начале 1970-х годов). Эти разработки открыли дорогу для применения электроники в ответственных приложениях, хотя внедрение компьютеров в ядро системы централизации потребовало длительной подготовительной работы. Понадобилось освоить особые методы построения программного обеспечения и решить проблемы, связанные с аппаратными средствами. Системы МПЦ первого поколения отличались применением специализированных аппаратных и программных средств. Компания Alcatel еще при создании первых компьютерных систем обеспечения безопасности (например, автоматической локомотивной сигнализации LZB L72) стремилась использовать стандартные аппаратные средства. Этот опыт был в дальнейшем востребован при разработке МПЦ типа ESTW L90. Железные дороги или операторы железнодорожных сетей разрабатывают спецификации накупаемые ими системы СЦБ. В этих спецификациях описываются требуемые функции устройств и особенности взаимодействия между ними. Интерфейсы между прежними системами были хорошо обозримы и являлись преимущественно двусторонними. Вследствие длительных инновационных циклов переход от одних интерфейсов к другим происходил и происходит медленно. Прежние устройства и системы были слабо связаны друг с другом, поэтому их функциональная совместимость достигалась простыми средствами, например в рамках схем согласования с системами блокировки. Способность адаптации к определенным системным интерфейсам (блокировка разных типов, телеуправление) является частью набора функциональных требований к устройствам СЦБ. Техническое обслуживание и ремонт устройств СЦБ осуществляются силами железной дороги. Промышленность поставляет при этом требуемые запасные части. Поскольку речь идет о специально разработанных устройствах, поставки осуществляются на уровне компонентов или блоков. Промышленность гарантирует поставку запасных частей в течение жизненного цикла продукта и определенного дополнительного срока.

Требования к новым системам централизации

Требования пользователей к длительности жизненного цикла продукта и сроку его службы ориентированы на опыт эксплуатации уже имеющихся устройств. Соответственно определяются и сроки списания. С другой стороны, железные дороги хотят воспользоваться ценовыми преимуществами продуктов, построенных на основе современных технологий, и при организации тендеров выдвигают соответствующие требования к промышленности. Как уже упоминалось, возраст работающих на сети систем релейной централизации составляет уже несколько десятилетий. Их жизненный цикл можно принять равным 15 – 20 годам, а срок службы конкретных установок в реальности является еще более продолжительным. Как правило, после поставки последней системы определенного типа от промышленности требуют в течение нескольких лет обеспечивать снабжение запасными частями для поддержания бесперебойной работы железной дороги. Заказчик требует также обеспечить возможность технического обслуживания продукта в течение его жизненного цикла и далее до конца срока

службы, в том числе поставки запасных частей и поддержки в случае сбоев и отказов, включая анализ работы системы централизации и устранение возникающих проблем. Возможны ситуации, при которых железная дорога намерена использовать систему централизации и после выключения ее из эксплуатации, например путем переноса на менее важный участок сети. В этом случае целесообразным может быть приобретение железной дорогой у компании-изготовителя соответствующих технологий. Возможности компьютерной техники получают все большее признание и используются все более широко, что с одной стороны, повышает требования к производительности компьютеров, а с другой — делает более интенсивным обмен информацией между системами и отдельными компонентами. В результате все в большей мере происходит их объединение в сети, причем как на логическом, так и на аппаратном уровне. Сложность систем и степень взаимозависимости возрастают, что требует использования специальных средств управления конфигурациями.

Требования с точки зрения промышленности. Важнейшее требование состоит в удовлетворении запросов клиентуры с точки зрения функциональной пригодности, обеспечения безопасности, качества продукта и его стоимости. Существенным ценовым фактором являются аппаратные средства и компоненты для стандартных приложений, таких, как передача данных (например, аппаратура передачи по протоколу TCP/IP и соответствующее программное обеспечение), а также разработка, изготовление и поддержка компьютерной техники. Поддержание стоимости этих средств на приемлемом уровне возможно только в случае их закупки у специализированных изготовителей, поскольку самостоятельная разработка с учетом объемов поставок для железных дорог становится в большинстве случаев нерентабельной. При этом промышленность средств СЦБ концентрирует свои усилия на специализированных железнодорожных приложениях.

Технологические аспекты. Требования железных дорог к длительности жизненного цикла устройств СЦБ отчасти противоречат коротким (от нескольких месяцев до нескольких лет) инновационным циклам, характерным для микропроцессоров, микроконтроллеров и устройств передачи данных. Устройства СЦБ и построенные на их базе системы должны разрабатываться таким образом, чтобы оба эти цикла были совместимы или допускали комбинацию одного с другим и чтобы сохранялась возможность развития уже эксплуатируемых устройств и систем.

Системотехнические факторы. Система централизации может быть разделена на несколько логических иерархических уровней:

- отображение информации и управление;
- обеспечение безопасности маршрутов;
- сопряжение с напольными устройствами;
- напольное оборудование.

Между компонентами этих иерархических уровней существуют интерфейсы. Промышленность средств СЦБ поставляет системы централизации, построенные в соответствии с этой архитектурной моделью. Функции, реализованные на отдельных иерархических уровнях, и интерфейсы между этими уровнями в настоящее время различаются даже в системах, поставляемых одним изготовителем разным железным дорогам. Функциональная иерархия с четко заданными интерфейсами пока существует только в виде концептуальных разработок. В настоящее время на иерархических уровнях применяются разные технологии. На уровне отображения информации и управления повсеместно используются стандартные аппаратные средства и представленные на рынке операционные системы и средства визуализации. На уровне обеспечения безопасности маршрутов одни

поставщики применяют компоненты собственной разработки, другие — стандартные компоненты. На уровне сопряжения с напольными устройствами доминируют самостоятельно разработанные компоненты. Это обусловлено сравнительно большим объемом поставок таких компонентов и специфическими требованиями железнодорожного транспорта к ним (устойчивость к воздействиям окружающей среды и т. п.). Однако и в компонентах собственной разработки растет доля стандартных электронных компонентов, построенных на основе современных технологий. Поэтому одна из задач промышленности средств СЦБ состоит в поддержании современного технического уровня компонентов за счет реализации программ обновления производства. Эта задача может быть выполнена в течение определенного времени без внесения структурных изменений в устройства СЦБ.

Модель поэтапной адаптации. На первом этапе в качестве запасных частей могут поставляться новые компоненты, совместимые с прежними по электромеханическим сопряжениям. Естественно, их применение требует дополнительных расходов на допуск к эксплуатации. Вторым этапом является предоставление тех же самых функций при помощи средств, построенных на основе новых технологий. Замена должна производиться на более высоком уровне, т. е. вместо одного блока заменяют целиком компоновочный каркас или функциональную единицу. Это предполагает определенные требования к интерфейсам, которые необходимо администрировать и поддерживать совместимыми в течение жизненного цикла устройства. Данная задача уже в значительной мере решена промышленностью средств СЦБ в рамках мероприятий по сопровождению их продукции. Поддержание совместимости интерфейсов в комплексных системах, объединяющих различные устройства, является задачей железной дороги. Подобная модернизация может реализовываться на разных уровнях до тех пор, пока удастся сохранить совместимость интерфейсов и обеспечить их администрирование. С ростом числа вариантов оборудования линий устройствами СЦБ вопрос совместимости становится все более сложным. Поэтому необходимо время от времени производить коренное обновление устройств с отказом от их полной совместимости с прежним оборудованием. Здесь требуется согласованное с железной дорогой решение об обновлении эксплуатируемой системы в соответствии с более современным техническим уровнем. Следующим этапом может стать стандартизация железной дорогой интерфейсов между логическими уровнями. В результате компания-оператор получает более стабильную систему, а изготовители должны учитывать требования к интерфейсам внутри системы и выполнять условия совместимости. Дополнительно на этом уровне необходимо управление конфигурациями. Такой подход влечет за собой возможность совместной эксплуатации устройств разных поколений, если они обладают требуемой совместимостью.

Проблемы в течение срока службы. Рассмотренные выше возможности позволяют удовлетворить требованиям на разных стадиях жизненного цикла устройства СЦБ. Поставщики применяют эти возможности и предлагают их железным дорогам. Можно исходить из того, что для эксплуатируемых систем все описанные этапы в разном виде уже используются. Это ведет к появлению гетерогенной среды установленных систем с разными версиями аппаратного и программного обеспечения. В результате возрастают требования к квалификации обслуживающего персонала, который должен ориентироваться в многочисленных выходных данных и вопросах совместимости. Для этого проводятся соответствующие мероприятия по обучению и повышению квалификации. Логистика запасных частей должна быть увязана с такими мероприятиями. Совместно с железной дорогой поставщик должен выработать четкое представление о том, как будет или может выполняться переоборудование системы. Наряду с управлением конфигурациями установленных систем необходима поддержка мероприятий по переоборудованию, например, в форме систем управления техническим обслуживанием, чтобы администрировать запасы и автоматически направлять заказы поставщикам, если размеры

запасов стали ниже определенного уровня. Для ограничения уровня разнородности между поставщиками и железной дорогой могут быть заключены контракты на регулярную модернизацию систем. Для железной дороги это означает, что эксплуатируемые системы поддерживаются на самом современном уровне и упрощается их техническое обслуживание. Некоторые операторы сетей связи уже несколько лет реализуют такие подходы.

Перспективы. Настоящая статья дает первое представление о проблемах, связанных с модернизацией систем микропроцессорной централизации. По ряду вопросов необходимы дальнейшие исследования, направленные на поиск оптимальных решений для железных дорог и промышленности средств СЦБ. В отношении других аспектов уже просматриваются возможные решения, например переход к использованию выпускаемых крупными сериями стандартных компонентов в устройствах СЦБ. Отдельные элементы архитектуры систем централизации могут быть усовершенствованы, особенно с учетом объединения в сети отдельных устройств. Примером здесь может быть развитие концепции центров управления движением поездов в Германии и Швейцарии.

Разработка, внедрение и перспективы отечественных систем микропроцессорной централизации. Масштабные задачи повышения качества управления перевозочным процессом, стоящие в настоящее время перед железнодорожной отраслью, диктуют, в частности, необходимость интенсификации развития технических средств, применяемых для обеспечения безопасности движения поездов. Быстрое развитие современных компьютерных технологий и их внедрение на отечественных железных дорогах дают возможность перевода систем железнодорожной автоматики и телемеханики на качественно новый уровень.

Программой обновления и развития средств железнодорожной автоматики и телемеханики на период 2000-2004 гг. намечен комплексный переход от релейных систем централизации ЭЦИ, ЭЦК, ЭЦМ к релейно-процессорным и полностью микропроцессорным. Уже 2002 г. данные системы должны составить не менее 80 % общего объема внедрения на сети железных дорог.

Одним из пионеров развития отечественных микропроцессорных систем централизации стал институт “Гипротрансигнальсвязь”. Разработка системы микропроцессорной ЭЦ была начата в ГТСС в 1986 г. по заданию Главного управления сигнализации и связи МПС СССР. Первая подобная система названия “Система электрической централизации на микропроцессорной основе (ЭЦ-Е)” и представляла собой комплекс устройств, выполняющий централизованное управление стрелками и сигналами средствами вычислительной техники. Разработка велась на базе троированного управляющего вычислительного комплекса (УВК) ПС 1001 производства НИИ УВМ, доработанного как в электронной части, так и в части системного программного обеспечения.

После всесторонних испытаний, проводившихся при участии представителей ПГУПС и Октябрьской дороги, первая отечественная система микропроцессорной сигнализации ЭЦ-Е в 1997 г. была введена в опытную эксплуатацию на станции Шоссейная (18 централизованных стрелок). Отметим, что в системы ЭЦ-Е средствами вычислительной техники реализованы задачи управления технологическим процессом на станции и контроля за ним, соблюдения всех зависимостей стрелок и сигналов с целью обеспечения безопасности. Это стало возможным благодаря использованию созданного специалистами ГТСС уникального программного обеспечения, реализованного с учетом всех требований безопасности и позволяющего решать все технологические задачи централизации стрелок и сигналов на станции. Технологическое программное обеспечение системы является универсальным и не зависит от плана станции, а настройка на конкретные варианты путевого развития производится при формировании базы данных.

Проведение испытания и ход опытной эксплуатации ЭЦ-Е подтвердили работоспособность системы и правильность концепций, заложенных при его создании. Вместе с тем, в силу ряда причин возникла необходимость создания в России современного отечественного специализированного УВК, максимально соответствующего жестким требованиям, предъявляемым к системам микропроцессорной централизации.

Такой специализированный УВК был создан по заказу МПС в АО «Радиоавионика» при участии специалистов ПГУПС и ГТСС.

Микропроцессорная централизация стрелок и сигналов (МПЦ-И)

Микропроцессорная централизация стрелок и сигналов (МПЦ-И) является функциональным аналогом релейной электрической централизации (ЭЦ), предназначенным для проектирования новых и реконструкции действующих ЭЦ. Цель создания МПЦ-И - перевод релейных систем ЭЦ на микропроцессорную элементную базу с сохранением правил управления устройствами СЦБ и действий дежурного по станции при обеспечении требуемой степени безопасности и безотказности. Дополнительно приобретаются новые функции ЭЦ в качестве нижнего уровня автоматизированной системы управления технологическим процессом, например, протоколирование, архивирование, формирование баз данных; возможности вывода на дисплей и дополнительной информации увязки ЭЦ с АСУ верхнего уровня и т.п.

Состав системы. Структура МПЦ-И, включающая программные и аппаратные средства, построена по многоуровневой схеме и включает в себя следующие основные подсистемы: диалоговую; управления состоянием объектов; контроля состояния объектов; диагностики технического состояния объектов; нормативно-справочную; отображения хода технологического процесса движения поездов, включая схематический план контролируемого участка с поездной ситуацией и состоянием контролируемых объектов; самодиагностики аппаратуры МПЦ-И; протоколирования работы системы; передачи и обработки информации по соответствующим каналам связи.

Различные уровни МПЦ-И включают в себя:

- управляющий контроллер централизации (УКЦ) с программой логики центральных зависимостей для осуществления маршрутизированных передвижений по станции;
- автоматизированное рабочее место дежурного по станции (АРМ ДСП) для задания управляющих команд и визуализации поездной ситуации;
- автоматизированное рабочее место электромеханика (АРМ ШНЦ) для обеспечения возможности удаленного мониторинга состояния объектов МПЦ-И;
- пульт резервного управления для прямопроводного управления стрелками при возникновении неисправностей АРМ ДСП или УКЦ;
- аппаратура контроля свободности/занятости участков пути, схемы управления стрелками, светофорами.

Концепция безопасности. При построении МПЦ-И реализована концепция безопасности, заключающаяся в переводе системы в защитное, необратимое состояние при появлении отказа. Обратный переход в работоспособное состояние возможен только с участием человека. Система МПЦ-И построена с применением защищенной архитектуры (дублированная система с умеренными связями) и защищенного интерфейса с исполнительными объектами (безопасные устройства сопряжения с объектами - УСО), чтобы обеспечить защиту от опасных отказов, возникающих в аппаратуре, информации в каналах передачи данных и программах. Для повышения надежности системы МПЦ-И в целом реализованы принципы устойчивости к отказам отдельных ее элементов, в частности, предусмотрена возможность установки маршрутов (без открытия сигналов) при индивидуальном переводе стрелок, в том числе, с помощью кнопок вспомогательного управления при ложно занятой стрелочной секции с АРМ ДСП, либо с пульт-табло в режиме

“Резервное управление”.

Размещение элементов и логика работы. Все центральные зависимости логики централизации реализуют два УКЦ, параллельно выполняющие программы на основе операционной системы реального времени с проверкой исполнения команд по схеме "И", оснащенные средствами внутренней диагностики. Это позволяет выявить выход из строя элементов УКЦ или сбой в программе и привести дискретные выходы и управляемые ими наполные устройства в безопасное состояние. Управление объектами производится посредством устройств сопряжения с объектами (УСО) через включенные последовательно одноименные выходы двух контроллеров. Открытая структура контроллеров позволяет наращивать и модернизировать МПЦ-И при возникновении такой необходимости.

Непосредственное управление стрелками, светофорами и контроль положений стрелок осуществляется стандартными релейными схемами на основе реле I-класса надежности. Релейные схемы не выполняют логических функций, а используются только как элементы коммутации с целью удешевления системы при заданном уровне безопасности.

МПЦ-И оснащается резервируемой системой управления и визуализации на базе компьютеров с клавиатурами и мониторами (либо проекционной установкой, в зависимости от размеров станции). В качестве огневых реле, в перспективе, возможно применение датчиков тока, реализующих также функцию переключения основной и резервной нитей накала световых ламп. Информация о поездной ситуации в пределах станции и с прилегающих перегонов поступает от системы контроля свободности участков пути методом счета осей (например, ЭССО) либо от традиционных рельсовых цепей.

Структура МПЦ-И позволяет осуществлять увязки с существующими устройствами ПАБ, АБ, а также интегрировать современные системы интервального регулирования, например, СИР-ЭССО.

Программа логики централизации устанавливается индивидуально для каждой станции, то есть реализуется принцип свободного монтажа малых станций с учетом создания стандартных подпрограмм по аналогии с ЭЦ:

- общестанционные схемные решения, мало зависящие от путевого развития станции: выбор рода и направления маршрута (шины направления); противоположность включения сигналов; схемы отмены и искусственной разделки маршрутов; управление стрелками; известители приближения и исключаящие зависимости;
- схемные решения по таблице зависимостей: контрольно-маршрутные; контрольно-секционные, сигнальные; установки и размыкания маршрутов.

Разработка логики программы УКЦ и ее ввод в УКЦ обеспечивается программными продуктами, реализующими стандарт МЭК 1131.

Постовая аппаратура рельсовых цепей, УКЦ, стрелочно-путевые блоки и реле свободного монтажа монтируются либо в шкафах, либо на стандартных релейных станинах (СРКМ-75, СУР и пр.), размещенных в релейных помещениях. На рабочем месте ДСП устанавливается система управления и визуализации МПЦ-И (компьютер с мониторами). Электропитание УКЦ осуществляется от резервированного источника ~220В через источник бесперебойного питания. С увеличением размеров станций возможно размещение в горловинах дополнительных контроллеров, аналогичных по архитектуре и логике работы центральному УКЦ. Для электропитания микроэлектронных устройств МПЦ-И, а также стрелок и светофоров может применяться система гарантированного питания СГП-МС

В МПЦ-И реализован режим резервного управления для индивидуального управления стрелками с проверкой свободности стрелочных секций, пригласительными сигналами, АПС а также для контроля свободности приемоотправочных путей и бесстрелочных участков при неисправностях УКЦ или АРМ ДСП. Режим резервного управления осуществляется с пульта

прямопроводного управления после поворота на нем специального ключа, блокирующего управление с АРМ ДСП.

Функции оперативного персонала. Логика централизации, заложенная в УКЦ, реализует общие принципы управления технологическим процессом перевозок в различных режимах работы МПЦ-И ("Маршрутное управление", "Раздельное управление", "Резервное управление") так же, как и в традиционных системах ЭЦ согласно ПТЭ. Основные отличия в действиях оперативного персонала при этом заключаются в способах воздействия на объекты управления и методах восприятия контрольной информации.

Воздействие на объекты управления осуществляется в два этапа :

- выбор объекта управления на схематическом плане станции (осуществляется оперативным персоналом);
- выбор управляющей команды (диалоговая подсистема выводит на экран список доступных команд).

При подаче ответственных команд изменяется содержимое соответствующего счетчика нажатий.

Восприятие контрольной информации осуществляется по состояниям условно-графических изображений на схематическом плане станции, согласно ОСТ 32.111-98.

Экономическая эффективность внедрения МПЦ-И. Резкое сокращение затрат на капитальное строительство, монтаж и обслуживание постовых устройств ЭЦ.

Сокращение расхода реле на одну централизованную стрелку с 80-90 до 6-8.

Резкое сокращение трудоемкости изменения логики централизации при изменении путевого развития.

Добавление новых функций ЭЦ при включении АРМ ДСП в АСУ предприятия.

Упрощение стыковки с ДЦ, особенно с микропроцессорными ДЦ нового поколения.

Использование для контроля свободности участков пути на станциях и перегонах системы ЭССО позволяет контролировать участки пути с любым, вплоть до нулевого, сопротивлением балласта, сократить расход кабеля и радикально снизить эксплуатационные расходы, требовавшиеся для рельсовых цепей.

Контрольные вопросы:

1. Каковы экономические предпосылки для внедрения МПЭЦ?
2. Какова общая тенденция внедрения микропроцессоров ЭЦ станций?
3. По какому принципу проводится классификации МП ЭЦ?
4. Перечислите состав станционного оборудование МП ЭЦ.
5. Перечислите состав напольного оборудования МП ЭЦ.
6. Назначение ДПВ?
7. Назначение НЭМ?

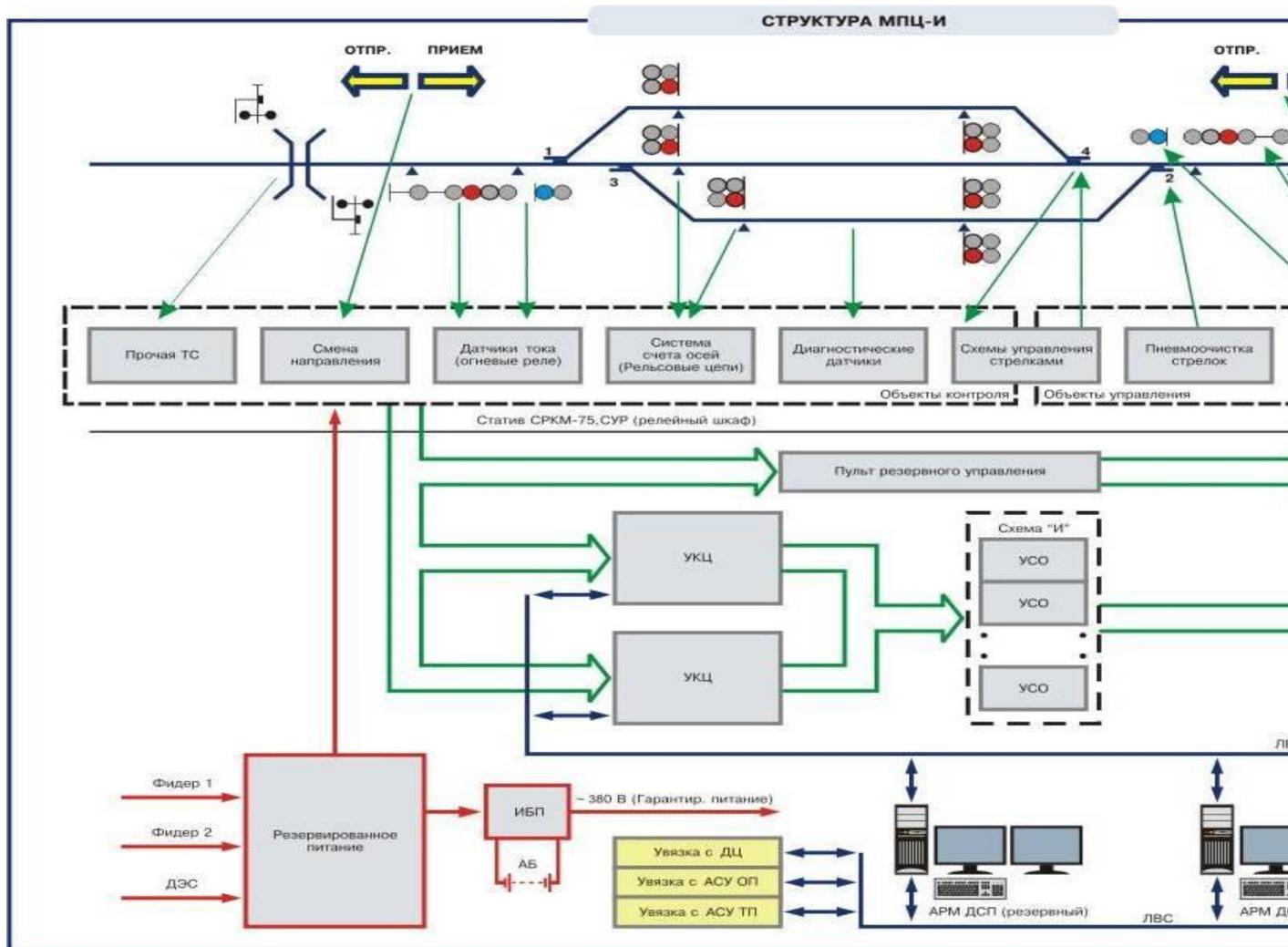


Рис.14.1 Структурная схема МПЦ-И

Лекция №15 Микропроцессорные системы ЭЦ (часть2)

План лекции:

1. Микропроцессорная система централизации ЭЦ-ЕМ
2. Микропроцессорная система централизации ЕВІОСК 950
3. Микропроцессорная система централизации ЭЦ-МПК

Микропроцессорная система централизации ЭЦ-ЕМ

ЭЦ-ЕМ разработано ГТСС совместно с АО «Радиоавионика». Эта система предназначена для управления технологическим процессом на станции средствами вычислительной техники и обеспечивает сочетание высокой пропускной способности с требуемой степенью безопасности движения поездов.

В качестве вычислительного ядра система ЭЦ-ЕМ используется троированный управляющий вычислительный комплекс УВК-РА-01, в составе которого функционируют следующие основные подсистемы:

- ввода- вывода, контролирующая и управляющая объектами низовой и локальной автоматики (светофоры, стрелки, переезды и др.);
- диалоговая, обеспечивающая взаимодействие дежурного по станции с УВК, а так же связь ЭЦ-ЕМ с вышестоящими системами;
- центральных зависимостей, реализующая выполнение технологических функций ЭЦ по централизации и блокирование стрелок и сигналов;
- диагностики, обеспечивающие контроль исправного состояния всех блоков УВК, выявление отказов и отключение неисправной аппаратуры.

По расположению аппаратуры система ЭЦ-ЕМ является централизованной (УВК, релейные и кроссовые стивы находятся на посту ЭЦ). Релейная аппаратура используется в системе для схем рельсовых цепей, непосредственного управления и контроля стрелками, светофорами и другим напольным оборудованием.

Управление объектами централизации выполняется с рабочего места дежурного по станции (РМ ДСП), оборудованного тремя ПЭВМ и упрощенным пультом-табло прямопроводной индикацией и управления.

В процессе функционирования системы две ПЭВМ находятся в рабочем режиме, одна в холостом резерве. Каждая ПЭВМ физически связана с двумя различными вычислительными каналами УКВ.

Микропроцессорная система централизации EBILOCK 950

Новое поколение ЭЦ для железных дорог. Рассмотрим концепцию замены устаревших систем ЭЦ железных дорог России на микропроцессорные системы управления движением поездов на станциях, в частности разработанную специалистами фирмы "АББ Даймлер-Бенц Транспортейшн Сигнал АБ Стокгольм" и проверенную систему микропроцессорной централизации типа EBILOCK 950. Программа модернизации устройств автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте, предусматривает замену устаревших систем электрической централизации, проработавших 30 и более лет. Все возрастающая концентрация управления движением поездов, автоматизация производственных процессов на железнодорожном транспорте, необходимость повышения эффективности затрат на строительство и содержание систем ЭЦ требуют внедрения систем ЭЦ нового поколения, способных удовлетворить как существующие, так и перспективные требования.

Как же модернизировать существующие ЭЦ с позиции увеличения их надежности? Заменять их релейными системами, которые будут эксплуатироваться в XXI веке, и строить вторые, третьи посты ЭЦ для обеспечения требуемой безопасности и надежности?

EBILOCK 950 - новая, экономически выгодная, электронная система централизации. Она служит для управления и контроля движением поездов. Система обеспечивает логическое и безопасное взаимодействие между сигналами, стрелками и поездами.

Система EBILOCK 950 обладает высокой гибкостью, экономической эффективностью и простотой. Она разрабатывалась с учетом накопленного за длительный период богатого опыта фирмы в области безопасности и продолжающихся исследований в области безопасной технологии сигнализации. Модульная структура централизации одинаково подходит для больших и малых станций.

Основными компонентами EBILOCK 950 являются:

- центральная обрабатывающая система - выполняет функции централизации, взаимодействуя с системой контроля и управления (местной или дистанционной);
- система объектных контроллеров - является интерфейсом к объектам на станции (стрелочные электроприводы, светофоры, рельсовые цепи и др.) и связывает их с центральной обрабатывающей системой.

Объектные контроллеры размещаются в шкафах. Основная цель центральной обрабатывающей системы состоит в обработке данных для предотвращения опасных команд от системы контроля и управления. Она обеспечивает: трансформацию команд от системы контроля и управления в приказы, которые в безопасном виде передаются стрелкам, светофорам и другим устройствам; замыкание объектов в маршруте; искусственное размыкание и автоматическое размыкание маршрутов с целью обеспечения безопасности действия применяются специальные меры: использование двух процессоров, выполняющих программы, разработанные разными группами программистов; сравнение результатов вычислений; использование безопасных алгоритмов передачи данных; полный контроль над разработкой проекта; тестирование после каждого этапа разработки; автоматическое тестирование логики централизации.

Центральная обрабатывающая система EBILOCK 950 состоит из двух компьютеров. Один из них находится в работе, второй - в горячем резерве. Оба компьютера связаны через две петли связи с концентраторами. В процессе работы идет непрерывная передача информации с основного компьютера на резервный. Таким образом, в случае выхода основного компьютера из строя, переключение компьютеров происходит немедленно. Затем происходит автоматическая загрузка основного компьютера в течение 1,5 мин и обратное переключение компьютеров. Если сбой в работе основного компьютера не позволяет его использовать, система продолжает работать на резервном компьютере до тех пор, пока не будет устранена неисправность основного. При переключении компьютеров происходит автоматическая перекоммутация петель с одного компьютера на другой. В каждую петлю может входить до 15 концентраторов. К каждому концентратору может быть подключено до 8 объектных контроллеров. Общее количество объектных контроллеров, подключаемых к одной системе EBILOCK 950, не может превышать 64. В случае необходимости, емкость системы может быть увеличена подключением нескольких таких же систем, работающих параллельно.

Используемые типы объектных контроллеров: а) для сигнала, б) для стрелочного электропривода, в) для релейного интерфейса.

Линии связи (шведский вариант) имеют следующие параметры: Петля связи. Максимальная длина кабеля с 0,9 мм жилами - 20 км. Скорость передачи - 19,2 кБод. Количество проводов - две пары. Тип связи - дуплексная, синхронная.

Линия связи концентратора с объектным контроллером. Максимальная длина - 20 м. Скорость передачи - 32 кБод. Тип связи - дуплексная, синхронная. Система работоспособна при температуре от -40 до +70оС для внешних и от 0 до +40оС для внутренних компонентов при влажности воздуха от 10 до 100 % и давлении от 70 до 106 кПа.

Габаритные размеры центрального процессорного модуля составляют 285x299x405 мм.

Концентратор со связанными с ним объектными контроллерами состоит из трех модулей, по габаритам аналогичным ЦПМ, кросс-панели и модулю питания. В одном шкафу может размещаться несколько концентраторов. Система EBILOCK 950 позволяет использовать существующие рельсовые цепи, сигналы и стрелочные электроприводы. Используя релейный интерфейс, система может быть интегрирована в существующие системы диспетчерской централизации, связана с системами автоблокировки, управления переездной сигнализацией и др. Основываясь на принципе децентрализованного размещения аппаратуры, система позволяет значительно экономить кабель. Электронные компоненты системы имеют существенно меньшие габариты в сравнении с релейными системами. Их высокая надежность позволяет сократить эксплуатационные расходы.

Микропроцессорная система централизации ЭЦ–МПК

Логическим продолжением развития системы диспетчерской централизации ДЦ-МПК, рекомендованной Департаментом сигнализации, централизации и блокировки в эксплуатацию, явилось создание электрической централизации на основе аппаратных средств линейного пункта. Система компьютерного управления для релейной электрической централизации стрелок и сигналов (ЭЦ-МПК) разработана Центром компьютерных железнодорожных технологий ПГУПС. Она обеспечивает оперативное управление перевозочным процессом.

ЭЦ-МПК является открытой и наращиваемой системой, легко адаптируется к условиям конкретного полигона управления при проектировании и во время эксплуатации. ЭЦ-МПК интегрируется с исполнительными схемами традиционных релейных ЭЦ. Благодаря реализации ряда функций средствами вычислительной техники и достигнутому сокращению габаритов система эффективна как при новом строительстве, так и при реконструкции устройств на станции с размещением аппаратуры в существующих зданиях постов ЭЦ. Кроме того, технические средства ЭЦ-МПК реализуют функции линейного пункта ДЦ без дополнительных затрат. Также ЭЦ-МПК диагностирует состояние станционных устройств СЦБ. К числу контролируемых дискретных сигналов относятся: неисправности нитей светофоров, предохранителей, переездных устройств, комплекта мигания, а также срабатывание сигнализатора заземления, переключение на резервный комплект кодирования, контроль и отключение батареи и др. Предусмотрено измерение аналоговых величин напряжений каждой фазы обоих фидеров питания, тока перевода стрелки, напряжений на обмотках путевых реле. При централизованном размещении аппаратуры автоблокировки можно контролировать ее работоспособность средствами ЭЦ-МПК.

ЭЦ-МПК строится по трехуровневой структуре, показанной на рисунке. Верхним уровнем – являются автоматизированные рабочие места дежурного по станции (АРМ ДСП) на базе резервированных ЭВМ и АРМ дежурного электромеханика. Ко второму уровню относится комплекс технических средств управления и контроля (КТС УК). Комплекс состоит из источников питания контроллеров 2, плат контроля 3 и управления 4. Третий уровень включает исполнительные схемы релейной централизации. Выполнение функций, обеспечивающих безопасность движения, возлагается на минимальное число реле I класса надежности.

АРМ ДСП выполнен на основе двух ПЭВМ с 21-дюймовыми мониторами, объединенных локальной сетью. В эту сеть включены АРМ электромеханика и при необходимости другие пользователи информации о передвижении поездов на станции. За счет использования локальной сети АРМы (в том числе ДСП) могут быть территориально рассредоточены на станции в местах размещения оперативного и

обслуживающего персонала. АРМы ДСП и электромеханика реализуются на основе ПЭВМ типа Pentium 200 и выше.

КТС УК основывается на двух РС-совместимых промышленных контроллерах (100 %-ный резерв). Каждый из них включает в себя одноплатный компьютер 486/586, плату расширения, сетевую карту и платы дискретного ввода–вывода. Необходимое число плат ввода–вывода определяется размерами станции.

Использование современных стандартных средств вычислительной техники для ввода и отображения информации не требует изготовления специализированных средств контроля и органов управления (табло и манипуляторов). В системе ЭЦ-МПК применены центральные зависимости и центральное питание. Аппарат управления — стандартная клавиатура ПЭВМ, манипулятор Типа "мышь" (трекбол, дигитайзер). Информация отображается на 21-дюймовых мониторах и/или плазменном табло, видеопроекционном табло на просвет или отражение. Используется стивный монтаж с кабельростами. Он уменьшает трудоемкость монтажных работ. Исполнительные схемы строятся по географическому принципу, т.е. плану станции.

Безопасность движения обеспечивается, как уже отмечалось, реле I класса надежности. Функции ЭЦ по автоматизации установки маршрутов и другие, не связанные с обеспечением безопасности, реализуются средствами вычислительной техники. Такое техническое решение позволяет оптимизировать и упростить принципиальные электрические схемы, сократить число используемых реле на 25-30 %.

В этом случае на средства вычислительной техники возлагаются следующие задачи: выполнение функций маршрутного набора; реализация режима автодействия светофоров; двукратный перевод стрелки; последовательный пуск стрелок; фиксация неисправностей; оповещение монтеров пути; обдувка стрелок. Кроме того, выполняются и другие функции благодаря использованию программируемой элементной базы: автоматическое протоколирование действий персонала, работы системы и устройств (функция "черного ящика"); оперативное предоставление нормативно-справочной информации и данных технико-распорядительного акта (ТРА) станции; реализация функций линейного пункта ДЦ для кодового управления станцией без дополнительных капитальных затрат; автоматизация управления путем формирования маршрутных заданий на предстоящий период (без ограничения емкости буфера); накопление маршрутов как по принципу очереди, так и по времени исполнения (без ограничения емкости буфера); хранение, просмотр и статистическая обработка отказов в ЭЦ; поддержка оперативного персонала в нештатных ситуациях (исключение некорректных действий пользователя, режим подсказки); реконфигурация зоны управления (возможность привлечения помощника при увеличении загрузки, использование нескольких человек в дневной период и одного – ночью или передача на кодовое управление с близлежащей соседней станции в ночное время суток); сопряжение с информационными системами вышестоящего уровня (АСОУП, АСУСС и др.).

В системе реализуются программное маршрутное и индивидуальное управление стрелками. Кроме того, обеспечивается возможность автоматической установки маршрутов на предстоящий период (при согласии ДСП) с выдачей речевых сообщений в случаях недопустимых отклонений и нарушений работы устройств.

В деятельности дежурного при работе с ЭЦ-МПК можно выделить два режима: основной и вспомогательный. В первом режиме реализуются функции контроля состояния станционных устройств и управления объектами (стрелками, сигналами и др.) с обеспечением всех условий безопасности традиционными схемными решениями релейных ЭЦ.

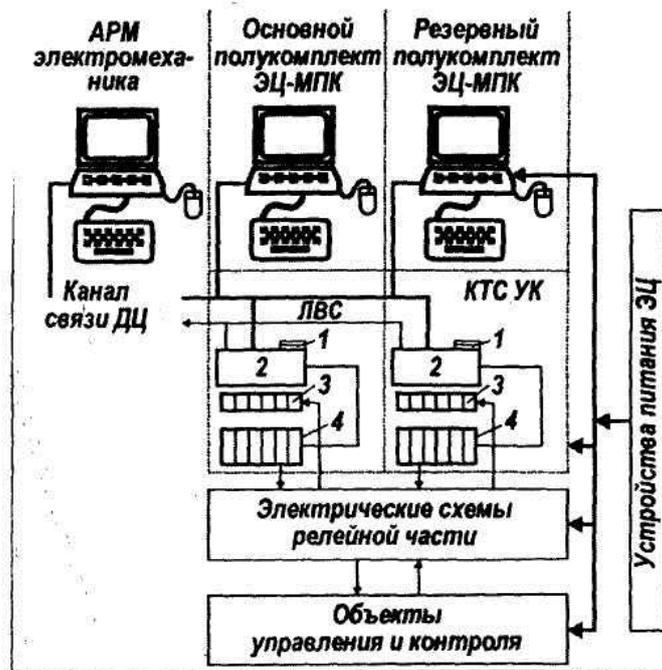


Рис. 15.1.

Во втором режиме (вспомогательном) можно управлять устройствами СЦБ при нарушениях их нормального функционирования. Это относится к использованию пригласительных сигналов, вспомогательному переводу стрелок, аварийной смене направления на однопутном перегоне, искусственному размыканию секций маршрута, вспомогательному режиму открытия переезда. С учетом того, что пользование перечисленными ответственными командами связано со снятием частично или полностью блокировочных зависимостей по обеспечению условий безопасности, в АРМ реализованы следующие принципы; построение пользовательского интерфейса, исключающее случайную передачу ответственных команд за счет меню вложенной системы; посылки двух команд (подготовительной и рабочей) в определенном временном интервале с квитированием прохождения подготовительной команды.

Кроме того, учитывая, что в этом режиме вся ответственность возлагается на дежурного по станции, пользование ответственными командами дополнительно требует традиционного нажатия пломбируемой кнопки (или со счетчиком) после фактического прохождения подготовительной серии.

С помощью программы контролируется соответственно отжатое состояние кнопки на стадии передачи подготовительной команды. С учетом контроля прохождения последней (получения сигнала квитирования) также проверяется нажатое состояние кнопки при формировании рабочей серии ответственной команды.

В обоих режимах с точки зрения пользования, в том числе управления устройствами, оба комплекта эквивалентны и любой из них позволяет формировать команды.

Комплекс технических средств управления и контроля ЭЦ-МПК представляет собой программно-аппаратные средства, обеспечивающие следующие функции: сбор, обработку и хранение информации о состоянии объектов ЭЦ (положение стрелок, сигналов и путевых объектов); передачу этой информации на автоматизированное рабочее место ДСП и другие АРМы по локальной вычислительной сети (ЛВС); прием от АРМ ДСП и последующую реализацию команд по установке, отмене и искусственной разделке маршрутов, переводу стрелок и др.; сопряжение с системами ДЦ.

Для обеспечения 100 %-ного резервирования аппаратура КТС УК дублирована. Один комплект является основным, а другой – резервным. Дублирующий комплект (основной или резервный) работает в режиме "горячего резерва". Комплект, который в данный момент осуществляет обмен данными с АРМ ДСП и реализует команды управления, считается "активным". Второй комплект – "пассивный" – включен, собирает и обрабатывает информацию. Он готов в любой момент перейти в активное состояние. Из одного состояния в другое комплекты переключаются контактами реле ГРУ.

Различаются следующие варианты увязки средств КТС УК с электрическими схемами ЭЦ.

Устройства сопряжения с объектом (УСО) подключаются к исполнительным схемам установки и размыкания маршрутов через клеммы для выходов наборных блоков. Поскольку к наборной группе ЭЦ не предъявляются требования безопасности, дополнительные мероприятия по исключению опасных отказов УСО в КТС УК не предусматриваются. Все условия безопасности реализуются исполнительной группой.

К исполнительным схемам ЭЦ устройств сопряжения подключаются в точках включения кнопок, не связанных с реализацией вспомогательных режимов управления. Учитывая то обстоятельство, что кнопка не является элементом первого класса, принцип увязки реализуется аналогично предыдущему.

Особенность привязки КТС УК для электрических схем вспомогательного режима управления состоит в исключении несанкционированных управляющих воздействий. Это обеспечивается следующими мероприятиями: случайное (ошибочное) пользование указанными командами исключается особым построением интерфейса АРМ ДСП, где их формирование возможно только после выбора режима ответственных команд; формированием последовательности команд из подготовительной (адресной) и рабочей серий; последовательной во времени работой двух программ в двух вычислительных комплексах (в АРМ ДСП и КТС УК); квитированием прохождения подготовительной команды и проверкой соответствия выбранного объекта управления при формировании рабочей команды; обеспечением одновременной работы двух комплектов КТС УК при реализации ответственных команд; динамическим режимом работы УСО с контролем аппаратурным путем (конденсаторный дешифратор) соблюдения временного регламента; применением в схеме реле I класса и включением его контактов в соответствии с требованиями построения безопасных схем; организационно-техническими мероприятиями, предполагающими использование пломбируемой кнопки (или со счетчиком) для формирования рабочих команд вспомогательного режима. Дополнительно контролируется с помощью программы отжатое и нажатое положение кнопки в соответствующие моменты выполнения алгоритма.

Схемы исполнительной группы состоят:

- из типовых схемных узлов, соединенных по плану станции. Они выполнены в виде физических блоков, смонтированных на релейных стативах. Блоки между собой соединяются в соответствии с типовыми решениями альбома МРЦ-13;

- схем общего комплекта, назначением которого является получение необходимых выдержек времени при отмене маршрутов и искусственном размыкании стрелочных секций, обеспечение мигающей индикации, реализация ответственных команд вспомогательного режима и др. Смонтированные приборы схем общего Комплекта располагаются на релейных стативах и увязываются с блоками посредством шин питания;

- других схем увязки с устройствами локальной автоматики и внеблочных повторителей, располагающихся также на релейных стативах.

Увязка КТС УК с исполнительными схемами обеспечивается следующими типами устройств сопряжения с объектами. По управлению используются два типа УСО: платы сопряжения ТВ-24R на герконовых реле с тройниковыми контактами и на основе твердотельных реле UDO-48 для управления включением цепей. По контролю используются УСО матричного ввода дискретных сигналов УМВ 56/8.

КТС УК привязывается к контролируемым объектам ЭЦ с помощью подключения к цепям управления индикацией. Съём информации о состоянии объектов осуществляется с помощью УСО матричного ввода УМВ 56/8 как по переменному, так и по постоянному току.

Следует отметить, что выполненный сравнительный анализ смет эксплуатируемых релейных ЭЦ и ЭЦ-МПК показывает, что общая стоимость капитальных вложений по предлагаемому варианту практически не увеличивается благодаря сокращению расходов на оборудование. Сокращается число реле, стивов и кабель-ростов. Уменьшается расход внутривидеостового кабеля. При этом применяются более дешёвые питающие панели ЭЦ благодаря снижению потребляемой мощности. Традиционный пульт и табло ЭЦ не используются.

Сокращается объём строительных работ по установке стивов, кабель-ростов, пульта и табло с устройством кабель-каналов на посту ЭЦ. Объём строительных и монтажных работ по внутривидеостовому кабелю и пусконаладочных работ в пульте и табло значительно уменьшается. Кроме того, благодаря использованию малогабаритных средств вычислительной техники сокращаются необходимые площади служебно-технических помещений: релейной (пропорционально числу сокращаемых релейных стивов), аппаратной (размеры определяются количеством дежурных по станции в соответствии с требованиями СанПин и мало зависят от размеров станции).

Этим достигается уменьшение капитальных вложений при новом строительстве ЭЦ. А самое главное, появляется возможность реконструкции и модернизации ЭЦ в существующих зданиях постов централизации без строительства нового.

Также компьютерное управление ЭЦ позволяет переносить АРМ дежурного по станции в наиболее удобное место с точки зрения организации перевозочного процесса, без существующей жесткой привязки к устройствам ЭЦ. Это особенно важно при проектировании ЭЦ в условиях города, когда в противоречие вступают технологические требования по размещению поста и границы городской застройки. Эффект в этих случаях определяется при реализации проекта системы.

Эксплуатационные расходы сокращаются за счет сокращения затрат на обслуживание устройств (профилактический ремонт реле), на содержание площадей; снижения материалоемкости и энергоемкости системы; рационализации использования трудовых ресурсов оперативного персонала благодаря автоматизации и возможности реконфигурации зон управления, в том числе возможности кодового управления станцией с соседней.

В настоящее время система принята в постоянную эксплуатацию Октябрьской дороги и рекомендована к тиражированию на сети железных дорог России.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите напольные устройства систем ЭЦ-ЕМ, МПК.
2. Перечислите напольные устройства EBILOCK 950.
3. Перечислите станционные устройства EBILOCK 950.
4. Перечислите станционные устройства ЭЦ-ЕМ, МПК.