

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра сетей и устройств телекоммуникаций

М.Ю.Хоменок, В.Ю.Цветков

***АППАРАТНЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ КОМПОНЕНТЫ
АБОНЕНТСКОГО МОДУЛЯ ЦИФРОВОЙ АТС***

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

по курсам

«Системы коммутации»,
«Цифровые системы передачи»
для студентов специальности
«Сети телекоммуникаций»
всех форм обучения

Минск 2005

УДК 621.395.3 (075.8)
ББК 32.882 я 73
Х 76

Рецензент:
начальник информационно-аналитического центра
УП «Гипросвязь» С.И. Каракулько

Хоменок М.Ю.

Х 76

Аппаратные и программные компоненты абонентского модуля цифровой АТС: Учеб.-метод. пособие по курсам «Системы коммутации», «Цифровые системы передачи» для студ. спец. «Сети телекоммуникаций» всех форм обуч. /М.Ю. Хоменок, В.Ю. Цветков. – Мн.: БГУИР, 2005. – 96 с.: ил.

ISBN 985-444-700-6

В учебно-методическом пособии рассмотрены общие аспекты цифровой телефонии, принципы построения и функционирования, особенности аппаратной реализации, элементная база, алгоритмическое и программное обеспечение абонентского модуля цифровой АТС. Представлен лабораторный практикум по изучению программного обеспечения абонентского модуля цифровой АТС и моделированию его работы.

Пособие предназначено для студентов специальности «Сети телеком-муникаций». Может быть использовано при курсовом и дипломном проектировании.

УДК 621.395.3 (075.8)
ББК 32.882 я 73

ISBN 985-444-700-6

© Хоменок М.Ю., Цветков В.Ю., 2005
© БГУИР, 2005

Введение

Цифровизация телекоммуникационного оборудования является необходимым условием успешного построения и развития инфокоммуникаций – взаимосвязанных систем представления, хранения, обработки, передачи и распределения информации [1]. Ближайшей перспективой эволюции техники связи в данном направлении является переход от аналоговых и гибридных аналого-цифровых сетей связи к цифровым сетям с интеграцией служб (ЦСИС).

В интересах построения ЦСИС цифровизация не сводится лишь к переходу от аналоговых методов передачи и распределения информации к цифровым, но представляет значительно более фундаментальное преобразование, которое касается в первую очередь телекоммуникационных и инфокоммуникационных технологий, структуры сетей, а также принципов управления и технической эксплуатации. Каждое из указанных направлений является самостоятельной областью развития техники связи и информатики, гармонично связанной с другими областями и проникающей в них.

Так, телекоммуникационные технологии охватывают сети и системы распределения информации, а также преобразование и обработку сигналов – носителей информации в интересах эффективной передачи информации между абонентами (пользователями) сети в условиях требуемых уровней качества и защиты от несанкционированного доступа. Инфокоммуникации расширяют данное представление, интегрируя в телекоммуникационные структуры элементы хранения, обработки и представления информации, варианты доступа к которой предоставляются пользователям в виде услуг и поддерживаются соответствующими службами сети. ЦСИС в этом смысле рассматривается как часть инфокоммуникационной структуры с акцентом на технологии передачи и распределения информации. Переход от технологии коммутации каналов к технологии коммутации пакетов, осуществляемый в ЦСИС, – лишь небольшая, но важная ступень в процессе развития телекоммуникаций.

Эволюция структуры сетей телекоммуникаций также непосредственно связана с переходом к ЦСИС. Если для современных сетей телекоммуникаций пока еще справедливо подразделение на первичные и вторичные сети, а последние делятся далее по виду передаваемой информации (предоставляемых услуг), то структура ЦСИС в итоге сводится к трем уровням – это распределительная, транспортная сети и сеть доступа. Административно-территориальное подразделение ЦСИС на местную, зонную и национальную при этом сохраняется.

Переход к принципиально иной организации сетей телекоммуникаций и их постепенное развитие в направлении построения интегральной инфокоммуникационной среды сопровождается ростом масштаба и сложности сетевых структур, проявляющейся в увеличении числа узлов и связей между ними, а также расширении функциональности телекоммуникационного оборудования и, как следствие, усложнении алгоритмов его настройки (конфигурирования). Это требует использования эффективных методов сетевого управления и эксплуатации. Реализация данных методов не может

рассматриваться узко, как задача, выполняемая в системах управления. Переход к ЦСИС и развитие инфокоммуникаций невозможны без построения сети управления, в которой отдельные управляющие системы и комплексы являются узлами. Концептуальные основы построения сети управления сетями телекоммуникаций интенсивно разрабатываются на протяжении десяти последних лет и сформулированы в материалах МСЭ и других организаций, занимающихся стандартизацией в данной области. Эффективная организация сетей телекоммуникаций в современных условиях и будущем требует использования новейших информационных технологий в управлении. Это связано с ростом масштабов и сложности сетей, а также необходимостью оперативного принятия решений в условиях неопределенности. Особый интерес представляют технологии, развиваемые в рамках искусственного интеллекта с использованием эвристических методов поиска решений, нечеткой логики, искусственных нейронных сетей. Современная элементная база позволяет получить экономичную реализацию элементов искусственного интеллекта и эффективно использовать их для построения экспертных систем, баз знаний, систем принятия решений, распознавания и синтеза изображения и речи и т. д. Перечисленные системы составят основу инфокоммуникаций будущего.

В настоящее время в Республике Беларусь ЦСИС лишь начинает формироваться. Осуществляется интенсивное внедрение цифровых способов передачи и распределения информации, особенно на транспортных сетях. Для распределительной сети наиболее актуальна проблема цифровизации узлов коммутации, в первую очередь АТС. Поскольку трафик речи в настоящее время значительно превышает трафик данных, эффективным способом распределения речевой информации продолжает оставаться коммутация каналов. Поэтому узлы коммутации телефонной сети обязательно поддерживают данную технологию. Несмотря на постепенную замену устаревших координатных, квазиэлектронных и электронных АТС на современные цифровые, цифровизация практически не коснулась сети абонентского доступа, и абонентские линии в подавляющем большинстве случаев продолжают оставаться аналоговыми. Эффективным решением проблемы цифровизации сети доступа является использование цифровых абонентских выносов, выполняющих роль концентраторов или мультиплекторов нагрузки. Абонентский вынос представляет собой абонентский модуль, подключаемый к АТС через цифровую систему передачи. Абонентский модуль выполняет функции как аппаратуры уплотнения и группообразования, так и коммутатора. В настоящем учебном пособии рассматриваются принципы аппаратной и программной организации аппаратуры такого типа.

Учебное пособие включает четыре главы. Первая глава посвящена общим аспектам цифровой телефонии. Вторая и третья главы представляют соответственно аппаратное и программное обеспечение абонентского модуля цифровой АТС. Четвертая глава содержит лабораторный практикум, основанный на трех лабораторных работах.

1. Принципы построения, функции и характеристики цифровых АТС

1.1. Телефонные сети общего пользования. Термины и определения

Телефонная сеть общего пользования (ТфОП) представляет собой совокупность узлов коммутации (УК), соединительных (СЛ) и абонентских (АЛ) линий, абонентских устройств (АУ), центров технической эксплуатации (ЦТЭ) и центров оперативно-технического управления (ЦОТУ) (рис. 1.1).

УК - совокупность технических средств распределения информации с одних каналов и направлений связи на другие каналы и направления связи.

Распределение информации в УК осуществляется за счет коммутации. Передача информации может быть организована двумя основными способами – по коммутируемым каналам или в виде пакетов. Возможно также сочетание данных способов передачи. Каждому из этих способов соответствует свой тип УК,

реализующий коммутацию каналов или пакетов. Если параметры коммутируемых каналов соответствуют частотному и динамическому диапазону канала тональной частоты (КТЧ), обеспечиваются формирование и обработка сигнализации по АЛ и СЛ, то УК представляет собой телефонную станцию. Если, кроме того, коммутация может осуществляться автоматически по формируемому номеру АУ вызываемого абонента, то телефонная станция является автоматической (АТС).

СЛ предназначены для организации распределительной сети и сети доступа между УК [2, 3], а также сети управления сетью ТфОП - TMN (Telecommunication Management Network) согласно терминологии рекомендаций серии M.30xx ITU-T (International Telecommunication Union) [4, 5] и обеспечивают передачу:

- сигналов КТЧ между УК;
- сигналов управления и взаимодействия (СУВ) между УК;
- сигналов технической эксплуатации (ТЭ) и оперативно-технического управления (ОТУ) между УК и ЦТЭ и ЦОТУ.

АЛ предназначены для организации абонентского доступа к сети ТфОП, обеспечивают подключение абонентских устройств к УК и передачу:

- сигналов телефонных каналов;
- сигналов абонентской сигнализации (САС);
- номера АУ вызываемого абонента или кода запрашиваемой услуги.

С целью удобства ТЭ и управления сети ТфОП делятся по административно-территориальному принципу на несколько уровней: местный, внутризональный и междугородный. Структуры ТфОП, типы, функции и характеристики оборудования УК, типы СЛ каждого уровня различны. Особенностью УК местных сетей ТфОП является организация абонентского доступа. Для этих УК характерно наличие в составе оборудования абонентских модулей (АМ), непосредственно обеспечивающих абонентский доступ. УК других уровней обеспечивают только межсетевой доступ и не имеют в своем составе АМ [2, 3]. В соответствии с тематикой учебного пособия далее рассматриваются АТС местных сетей ТфОП.

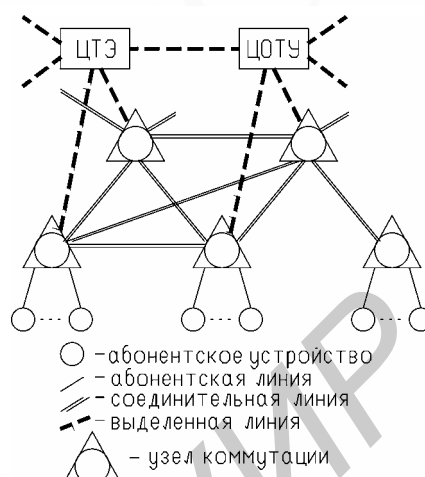


Рис. 1.1. Структура ТфОП

Местные сети ТфОП подразделяются на два класса: сельские (СТС) и городские (ГТС) телефонные сети, отличающиеся принципами построения, используемым оборудованием и системами сигнализации. Для СТС характерен радиально-узловой принцип построения (рис. 1.2) и открытая система нумерации, для ГТС – районированный принцип построения и закрытая система нумерации (рис. 1.3). Несмотря на ряд существенных отличий СТС и ГТС, принципы построения и функционирования АТС этих сетей аналогичны. Объясняется это однотипностью АЛ и АУ, используемых для организации абонентского доступа.

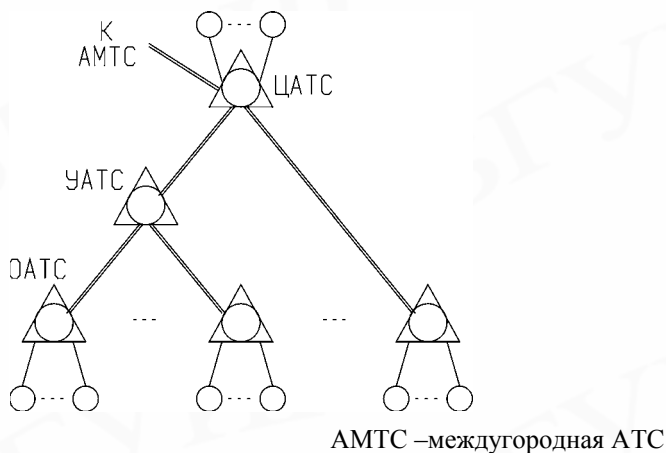


Рис. 1.2. Структура СТС

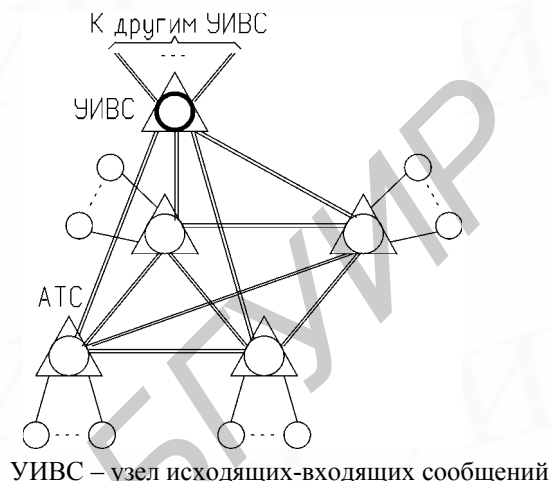


Рис. 1.3. Структура узлового района ГТС

1.2. Основные аспекты цифровой телефонии и особенности их реализации

Полностью цифровая сеть ТфОП предполагает наличие цифровых АУ, АЛ, УК (АТС) и СЛ, обеспечивающих передачу и распределение речевой информации в цифровом виде. Однако построение цифровых сетей, обеспечивающих передачу исключительно речевой информации, неэффективно. Цифровые каналы и тракты являются универсальной средой для передачи любых сигналов, если обеспечивают достаточную скорость. Сети, обеспечивающие передачу различных видов информации в цифровом виде, получили название «Цифровые сети с интеграцией служб» (ЦСИС) – ISDN (Integrated Services Digital Network). ЦСИС в настоящее время стремительно развиваются во всем мире, используя различные технологии передачи и распределения информации, в том числе АТМ (Asynchronous Transfer Mode) и FR (Frame Relay). Объединяет эти технологии общий принцип - передача любой информации в виде пакетов. В современных ЦСИС нет места АТС в традиционном смысле, обеспечивающей коммутацию телефонных каналов, а передача речевой информации представляет одну из множества служб (услуг).

Несмотря на стремительный прогресс в области телекоммуникаций и бурное развитие ЦСИС, существует и другое направление эволюции сетей ТфОП, предполагающее постепенную цифровизацию сети и интеграцию с ЦСИС. Основу такой сети ТфОП составляют цифровые УК – цифровые АТС, а также цифровые СЛ. АУ и АЛ остаются большей частью аналоговыми. Кроме повышения технико-экономической эффективности сети и качества

обслуживания абонентов, внедрение цифровых АТС на сети ТфОП позволяет организовать ряд дополнительных видов обслуживания (ДВО) абонентов, а также реализовать концепцию интеллектуальной сети телекоммуникаций (ИСТ) – IN (Intelligent Network), существенно расширяющей спектр предоставляемых абонентам услуг. По такому пути развиваются сети ТфОП во многих странах мира, в том числе в Российской Федерации и Республике Беларусь [6, 7]. Экономические условия развития, а также особенности сложившейся структуры отрасли связи этих государств таковы, что гибридные цифроаналоговые сети ТфОП будут еще длительное время составлять основу местных сетей. В связи с этим очевидна актуальность проблемы разработки и внедрения эффективных цифровых АТС и систем передачи.

Что касается проблемы сопряжения сети ТфОП и ЦСИС, то в настоящее время сложились два основных пути ее решения, по которым идут большинство производителей телекоммуникационного оборудования. Один из путей предполагает интеграцию интерфейсов сети ТфОП в аппаратуру ЦСИС, другой – наоборот, интеграцию интерфейсов ЦСИС в оборудование АТС. Причем оборудование как одного, так и другого типа дополнительно снабжается интерфейсами компьютерных сетей. АТС с интегрированными интерфейсами ЦСИС и компьютерных сетей получили название мультисервисных [10].

В основе организации цифровых сетей любого типа, предусматривающих распределение телефонного трафика, лежат принципы цифровой передачи и коммутации речевой информации. Эти принципы основаны на различных технологиях, однако все они предполагают преобразование аналогового речевого сигнала в цифровой вид и обратно.

Для преобразования аналогового сигнала в цифровой используется импульсно-кодовая модуляция (ИКМ), включающая процессы ограничения речевого сигнала по полосе и динамическому диапазону КТЧ, дискретизации, квантования и компрессии (рис. 1.4). Дискретизация осуществляется с частотой 8 кГц. Значение частоты дискретизации выбрано согласно теореме Котельникова и с учетом удобства аппаратурной реализации преобразования. Квантование ставит в соответствие значению амплитуды полученного при дискретизации импульса 11-разрядный двоичный код, который затем в результате компрессии, сводится к 8-разрядному. Компрессор имеет нелинейную передаточную характеристику, которая описывается одним из двух законов, названных в рекомендациях ITU-T «А» и «μ» [8]. Операции аналого-цифрового преобразования и компрессии выполняются специально предназначенными для этих целей аналого-цифровым преобразователем (АЦП). После оцифровки речевой сигнал может передаваться по цифровому каналу со скоростью 64 Кбит/с. Такой цифровой канал называется основным цифровым каналом (ОЦК).

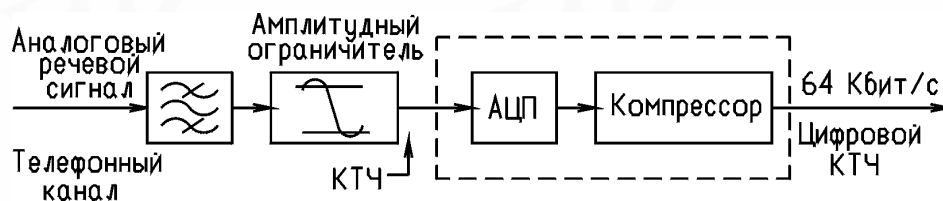


Рис. 1.4. Аналого-цифровое преобразование

Восстановление аналогового речевого сигнала по информации, выделенной из ОЦК, осуществляется цифроаналоговым преобразователем (ЦАП), который реализует операции, обратные выполняемым в ЦАП, и фильтрации. Последняя позволяет сгладить амплитудно-модулированные импульсы, получаемые на выходе ЦАП (рис. 1.5).

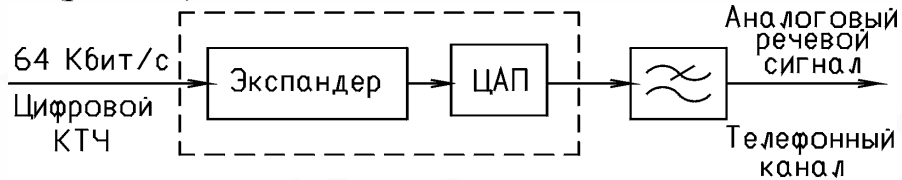


Рис. 1.5. Цифроаналоговое преобразование

Цифровой способ передачи речевой информации впервые был реализован в системах передачи с временным разделением каналов (ВРК), пришедшим на смену системам с частотным уплотнением. Цифровые системы передачи (ЦСП) с ВРК были названы ИКМ и получили к настоящему времени широкое распространение. ЦСП с ИКМ относятся к классу плезихронных и образуют свою иерархию, уровни которой определяют различные скорости передачи информации в групповом тракте и число каналов. В процессе эволюции ЦСП с ИКМ сложились две иерархии – американская (японская) и европейская, каждая из которых базируется на первичном цифровом потоке со своими значениями скорости и числом каналов. На территории Российской Федерации, Республики Беларусь и ряда других государств для организации кабельных ЦСП получила распространение европейская иерархия.

Первичный цифровой поток, используемый европейской иерархией ЦСП, имеет следующую структуру (рис. 1.6) и характеристики [8].

Скорость первичного цифрового потока составляет 2048 Кбит/с.

В структуре первичного цифрового потока выделяется цикл, состоящий из 32 8-разрядных канальных интервалов (КИ), скорость передачи информации в каждом из которых составляет 64 Кбит/с. КИ нумеруются с цифрами с 0 по 31. Тридцать КИ отводятся для передачи речевых сигналов – т.е. позволяют организовать цифровые КТЧ. 0-й КИ (КИ-0) отводится для передачи сигналов цикловой синхронизации, телеметрии и телеуправления, а также данных. Частота повторения циклов составляет 8 кГц. Число разрядов в цикловом сигнале равно 256.

Для возможности передачи СУВ при использовании ЦСП с ИКМ на СЛ между АТС 16 циклов объединяются в сверхцикл. 16-й КИ (КИ-16) 0-го цикла каждого сверхцикла предназначен в основном для передачи сигналов сверхцикловой синхронизации. 16-е КИ остальных 15 циклов каждого сверхцикла предназначены для передачи СУВ. В каждом из указанных КИ-16 организуется по 2 четырех- или двухразрядных каналов СУВ, в зависимости от используемой системы сигнализации. Общее число организуемых каналов СУВ соответствует числу цифровых КТЧ. Это не исключает, однако, варианта использования КИ-16 для других целей или под систему сигнализации другого типа, например ОКС-7.

Для обеспечения такой возможности в ЦСП предусмотрено разрушение структуры сверхцикла и выделение КИ-16 под канал передачи данных со скоростью

64 Кбит/с. Частота повторения сверхциклов 500 Гц.

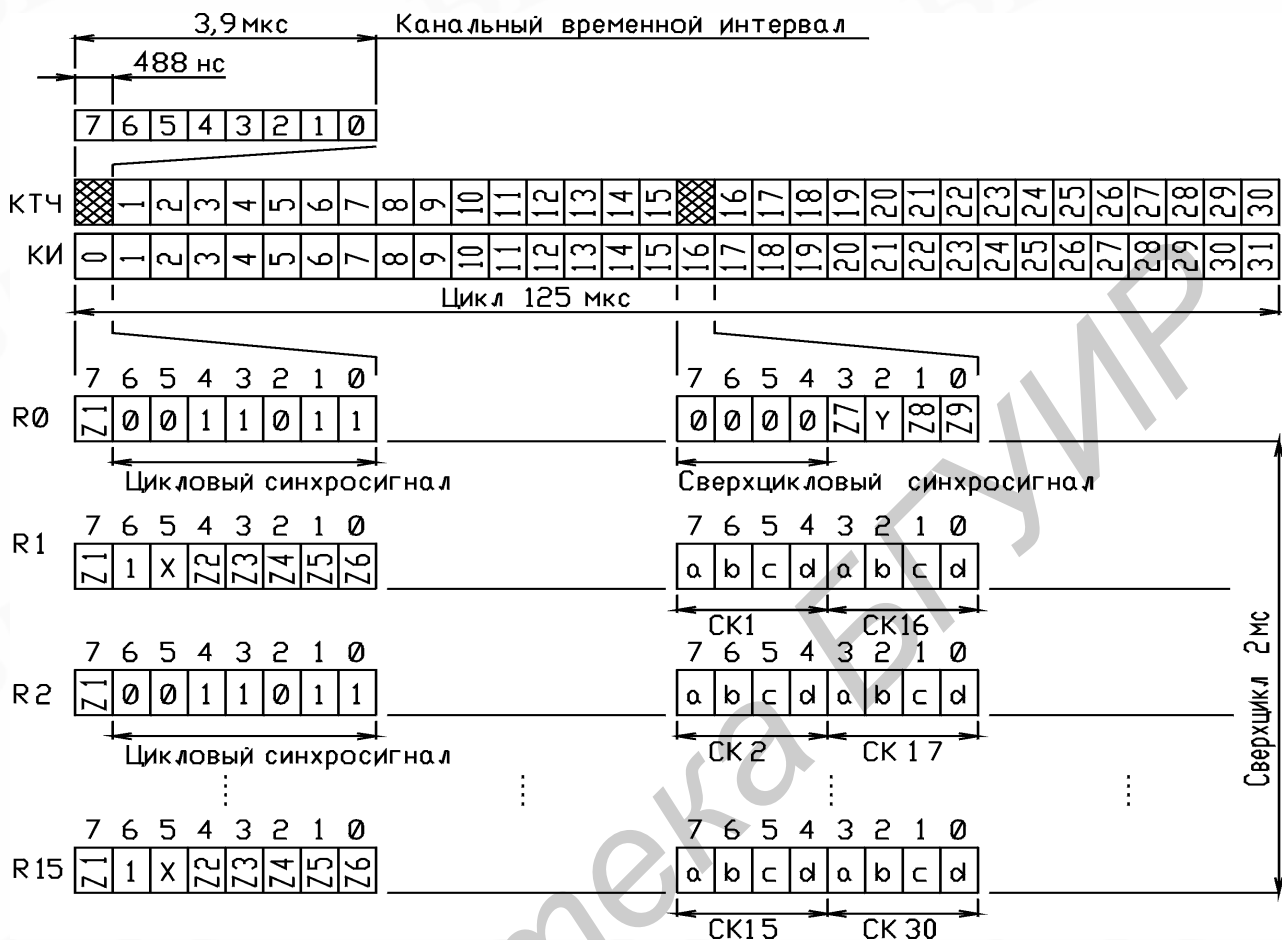


Рис. 1.6. Структура сверхцикла первичного цифрового потока ЦСП с ИКМ

Кроме ЦСП с ИКМ, создаваемых по классическому принципу, были созданы и получили развитие ЦСП с адаптивной дифференциальной ИКМ (АДИКМ). Метод АДИКМ обеспечивает сжатие цифрового КТЧ до 32 и 16 Кбит/с. Сжатие в 2 и 4 раза вносит искажения, незначительно сказывающиеся на качестве передачи речи, но существенно влияющие на скорость передачи данных (с использованием модема). Так, максимальная скорость для каналов 32 Кбит/с - 14 400 бит/с, 16 Кбит/с - 4800 бит/с [8]. Искажение сигнала и существенное снижение скорости передачи данных являются сдерживающим фактором для широкого внедрения ЦСП с АДИКМ, особенно в условиях роста числа пользователей сети Internet, использующих доступ в основном через аналоговые АЛ посредством модемов. Это не означает, однако, бесперспективности АДИКМ как метода сжатия речи.

Кроме АДИКМ, существуют и другие методы повышения эффективности использования полосы пропускания цифрового канала.Packetные способы передачи речевой информации, используемые в ЦСИС и компьютерных сетях, позволяют не только увеличить число организуемых телефонных каналов в

системе распределения информации, но и интегрировать различные виды трафика (телефония, данные и видео) в одних и тех же цифровых каналах благодаря универсализму пакетного способа представления, передачи и распределения информации. При этом технологии пакетизации и передачи речи весьма разнообразны в различных типах ЦСИС.

В классических сетях ISDN речевые пакеты передаются по коммутируемым каналам для исключения неравномерности задержек пакетов в сети и гарантирования таким образом качества услуги. Распределение речевой информации основано на технологии коммутации каналов, а пакетный способ передачи позволяет эффективно использовать сеть абонентского доступа, допуская передачу различных видов информации (речь, данные, видео) по одному цифровому каналу с возможностью подключения множества абонентов к одной цифровой АЛ [9].

В компьютерных сетях, использующих протокол IP, узлы коммутации не отличают, как правило, речевые пакеты от пакетов других видов трафика. Это не позволяет гарантировать качество предоставляемых телефонных услуг, однако обеспечивает высокую технико-экономическую эффективность сети благодаря универсализму оборудования и технологии распределения информации. Информация любого типа распределяется в IP-сети в результате коммутации пакетов [11].

В сетях АТМ, представляющих в настоящее время наиболее перспективный тип ЦСИС, распределение информации любого типа основано на коммутации ячеек – пакетов фиксированного и сравнительно меньшего размера. Для пакетов различного типа предусмотрен различный уровень приоритетов прохождения информации через УК сети. При назначении речевым пакетам максимального приоритета, благодаря широкополосности каналов на всех участках сети, гарантируется время доставки информации и минимизируются задержки пакетов в сети [11].

Возвращаясь к принципам распределения речевой информации с использованием ИКМ, следует отметить, что вне зависимости от технологии, практически все типы современного телекоммуникационного оборудования поддерживают интерфейс E1, обеспечивающий ввод-вывод стандартного первичного цифрового потока ЦСП с ИКМ. Первичный цифровой поток, ассоциируемый с этим интерфейсом, также часто называют потоком E1.

Однако первичный цифровой поток не только является основой иерархии ЦСП с ИКМ, но и определяет принципы построения цифровых АТС, процесс распределения информации в которых реализуется посредством цифровой коммутации каналов. Цифровая коммутация каналов осуществляется в цифровых коммутационных полях (ЦКП) и может быть пространственной, временной и пространственно-временной. Соответственно можно говорить о пространственном, временном или пространственно-временном ЦКП, которые получили сокращенные обозначения S, T и S-T [8].

Обобщенно ЦКП можно представить как устройство с N-входами и M-выходами, предназначенными для первичных цифровых потоков и отдельными каналами управления и контроля (рис. 1.7,а). Каналы управления и контроля связывают ЦКП с одним или несколькими управляющими устройствами (УУ) управляющей системы (УС) цифровой АТС. ЦКП в сочетании с УУ и портами ввода-вывода образует коммутатор (рис. 1.7,б).

УУ управляет работой ЦКП по каналам управления, программируя соединения. В случае пространственной коммутации ЦКП обеспечивает передачу информации с произвольного входа на произвольный выход и реализует таким образом коммутацию потоков. В случае пространственно-временной коммутации ЦКП обеспечивает вставку в произвольный КИ любого выходного ИКМ-потока произвольного КИ любого входного ИКМ-потока и реализует коммутацию каналов. Временная коммутация каналов является частным случаем пространственно-временной коммутации и приводит к перестановке информации в КИ только одного ИКМ-потока. ЦКП, реализующее только временную коммутацию, имеет один ИКМ-вход и один ИКМ-выход.

Каналы контроля позволяют выделить информацию произвольного КИ из любого потока для обработки в УС.

Эта возможность используется, как правило, для выделения КИ-0 и КИ-16, несущих информацию синхронизации, данные и СУВ. Вставка информации в КИ-0 и КИ-16 может осуществляться по каналам управления.

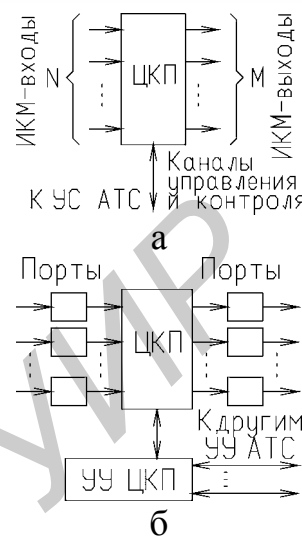


Рис. 1.7. Структура:
а – ЦКП;
б - коммутатора

1.3. Общие принципы построения и функционирования цифровых АТС

1.3.1. Обобщенная структура цифровой АТС

Первые цифровые АТС, в которых распределение информации реализуется путем коммутации каналов, представляют собой очередной этап эволюции электронных (АТС-Э) и квазиэлектронных (АТС-КЭ) АТС, УС которых основана на электронной управляющей машине (ЭУМ), а коммутационная система (КС) построена соответственно на полупроводниковых ключах или герконовых реле. Вполне естественно поэтому, что структуры первых цифровых АТС во многом повторяют структуры АТС-Э и АТС-КЭ (рис. 1.8), которые, в свою очередь, во многом подобны структурам своих предшественниц – координатных АТС (АТС-К), в частности, наличием шнуровых (ШК), сигнальных (СК) комплектов и регистров адреса (РА). В процессе технической эволюции эти блоки были исключены из структуры цифровой АТС, а их функции стали реализовываться программно и частично распределились между другими блоками [12].

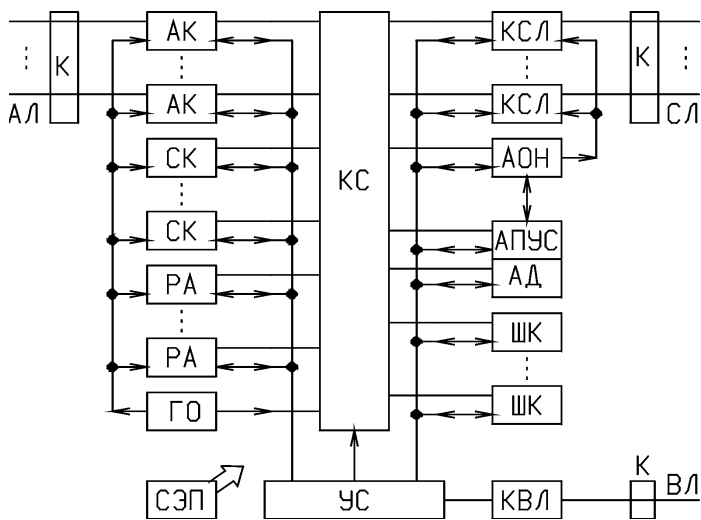


Рис. 1.8. Структура электронной и квазиэлектронной АТС

как и свои дополнительные возможности – дополнительные виды обслуживания (ДВО), систему оперативно-розыскных мероприятий (СОРМ), резервирование элементов УС и КС, гибкость и масштабируемость, возможность дистанционного контроля и управления.

Обобщенно структура цифровой АТС может быть представлена состоящей из КС, УС, абонентских комплектов (АК), комплектов соединительных линий (КСЛ), комплектов выделенных линий (КВЛ), системы электропитания (СЭП), генераторного оборудования (ГО), кросса (К) и системы синхронизации (рис. 1.9). Формально АТС называется цифровой, если ее УС и КС реализованы на цифровых элементах.

Кроссы предназначены для монтажа АЛ, СЛ и выделенных линий (ВЛ) при подключении к АК, КСЛ и КВЛ, а также защиты последних от высоких напряжений, которые могут возникать на АЛ, СЛ и ВЛ при грозовых разрядах и авариях линий электропередачи.

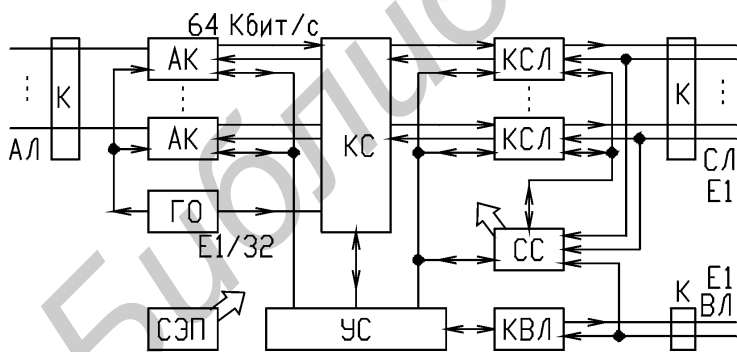


Рис. 1.9. Структура цифровой АТС

УС информации о состоянии АУ (для АК с декадным способом набора номера это сигналы замыкания и размыкания шлейфа АЛ в АУ);

трансляция речевых сигналов между АУ и КС.

АК цифровой АТС в случае аналоговых АЛ, кроме перечисленных функций, осуществляют преобразование двухпроводного канального окончания со стороны

Более совершенная УС цифровой АТС позволяет в полном объеме реализовать эффективную систему учета соединений и диагностики, которая могла быть реализована в АТС-К, АТС-Э и АТС-КЭ только за счет введения в структуру соответствующей дополнительной аппаратуры – повременного учета соединений (АПУС), определения номера (АОН) и диагностики (АД). Поэтому сравнительно простая структура цифровой АТС скрывает сложность программной реализации функций в УС и других элементах,

АК – приборы индивидуального обслуживания – имеются в количестве подключенных к АТС АЛ. Функциями АК являются:

питание АУ;

трансляция в сторону АУ САС, формируемых ГО;

формирование и передача в

АЛ в четырехпроводное со стороны КС, цифроаналоговое и аналого-цифровое преобразования речевой информации и тональных САС.

Как и кроссы, АК могут иметь в своем составе элементы защиты от высоких напряжений, возникающих на АЛ.

Возможность питания АУ непосредственно от АК на всех этапах обслуживания вызова позволяет исключить ШК из структуры цифровой АТС и упростить КСЛ. Первичная обработка информации контрольных точек (КТ) в АК, а также распределение вызывных САС через АК, а тональных САС от ГО через КС позволяют исключить СК из структуры цифровой АТС и также существенно упростить КСЛ.

КС предназначена в общем случае для установления внутривыделенных, внешних входящих и исходящих соединений абонентов данной АТС, а также организации транзитных соединений для абонентов других АТС. Конкретный набор функций зависит от типа АТС. В оконечных АТС СТС, например, не реализуются транзитные соединения.

Структура КС зависит от абонентской емкости АТС и числа КСЛ. КС большой емкости строятся многозвенными. Каждое звено КС представляет собой полнодоступный коммутатор, как правило, без блокировок. Вся КС в целом обеспечивает полнодоступные соединения с блокировками.

КС цифровой АТС строится на ЦКП, которое реализует принцип коммутации каналов. Используемая при этом современная элементная база позволяет строить КС без блокировок. Кроме того, в настоящее время используется в основном модульный принцип построения КС, как и АТС в целом, позволяющий легко масштабировать и гибко изменять структуру КС.

КС предназначена в первую очередь для распределения речевых сигналов. Кроме того, цифровой способ представления, передачи и коммутации сигналов позволяет использовать КС цифровой АТС для распределения тональных САС (САС, соответствующих полосе и динамическому диапазону КТЧ), СУВ и сигналов синхронизации. В КС цифровой АТС, реализованной на ЦКП, распределение всей перечисленной информации осуществляется в результате пространственно-временной коммутации КИ в потоках Е1, а также выделения и вставки информации в определенные КИ. Выделение и вставка информации ОЦК в КИ потока Е1 осуществляется в АК, имеющем интерфейс Е1, или ЦКП, имеющем интерфейс 64 Кбит/с (Е1/32). Для выделения и вставки КИ, передающих сигналы синхронизации и СУВ, могут использоваться каналы управления и контроля ЦКП.

КСЛ – приборы группового обслуживания – предназначены для передачи цифрового потока Е1 между КС и ЛС, а также обеспечения обмена СУВ между УС данной АТС и УС других АТС сети ТфОП или УК других сетей. КСЛ осуществляет выделение и вставку сигналов синхронизации КИ-0 и КИ-16 потоков Е1, а также выделение и вставку СУВ КИ-16. В процессе выполнения этих функций КСЛ взаимодействуют с УС и СС.

КВЛ выполняет функции, аналогичные КСЛ, и предназначен для организации выделенных сигнальных каналов по ВЛ, например в формате ОКС-7, или интерфейсов q3 (qx) TMN [5]. Наличие КВЛ в структуре не является

необходимостью, так как организация выделенных сигнальных каналов и интерфейсов TMN возможна и в потоках E1, проходящих через КС и КСЛ.

СС предназначена для выделения тактовой синхронизации из потоков E1, обработки синхросигналов КИ-0 и КИ-16 потоков E1, формирования синхросигналов для вставки в КИ-0 и КИ-16 потоков E1, формирования и распределения синхросигналов на КС, КСЛ и АК для обеспечения согласованного функционирования цифровых схем этих структурных элементов АТС. УС цифровой АТС имеет, как правило, отдельную независимую систему синхронизации. Согласование разности скоростей цифровых потоков коммутируемой и управляющей информации осуществляется в КТ и управляющих точках (УТ) комплектов, а также в КС посредством буферизации (промежуточного запоминания) цифровых сигналов.

СЭП предназначена для обеспечения всех элементов АТС питающими напряжениями (как правило, минус 60 В (минус 48 В), +5 В и минус 5 В) в нормальных условиях и аварийных ситуациях при пропадании первичного питающего напряжения. В последнем случае СЭП обеспечивает автономное питание АТС от аккумуляторных батарей в течение некоторого времени, достаточного для восстановления подачи первичного питающего напряжения. Переключение на аккумуляторные батареи и возврат к основному первичному источнику питания осуществляются автоматически. В функции СЭП входит также автоматическое отключение выходов при возникновении короткого замыкания в блоках АТС. СЭП имеет модульную структуру, которая позволяет отключать только те выходы СЭП, которые находятся в состоянии перегрузки.

1.3.2. Принципы построения и функционирования управляющей системы цифровой АТС

УС АТС представляет собой одно или несколько УУ, связанных с объектами управления (ОУ) – комплектами и блоками КС, каналами контроля (КК) и управления (КУ). В общем и самом простом случае элементарная модель управления состоит из одного УУ и одного ОУ (рис. 1.10), связанных между собой каналами управления и контроля.

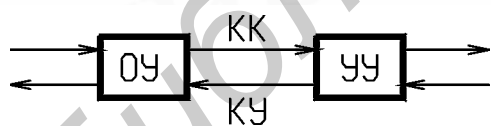


Рис. 1.10. Элементарная модель управления

Работа УУ и ОУ может быть представлена во множествах состояний, различных для УУ и ОУ. Каждому состоянию УУ соответствует определенное состояние ОУ и наоборот. Каждому состоянию УУ и ОУ соответствуют определенные наборы функций УУ и ОУ. Функции УУ направлены на взаимодействие с ОУ и координацию работы многих ОУ. Функции ОУ направлены на взаимодействие с другими ОУ или непосредственно абонентами. Процесс обслуживания вызова реализуется в результате последовательных согласованных переходов УУ и ОУ из одних состояний в другие. Согласование смены состояний в УУ и ОУ достигается в результате обмена информацией по КК и КУ. Обмен информацией между УУ и ОУ может осуществляться по одному из двух сценариев. Первый сценарий имеет место в том случае, если сначала

происходит изменение состояние ОУ в результате действий абонента или изменения состояния другого ОУ, непосредственно связанного с рассматриваемым ОУ. Второй сценарий выполняется, если сначала изменяется состояние УУ в результате завершения некоторого процесса или изменения состояния некоторого ОУ, задействованного, как и рассматриваемый ОУ, в обслуживании вызова. В первом случае ОУ передает в УУ «уведомление» о смене состояния, которое запускает соответствующий процесс в УУ, завершающийся формированием команды для ОУ. Во втором случае УУ формирует команду для ОУ, после приема или выполнения которой ОУ посылает «отклик» в УУ.

Совокупность ОУ называется исполнительной системой (ИС). Интерфейс между ИС и УС, а также между УУ и ОУ называется периферийным. Интерфейс между УУ, входящими в состав одной УС, называется системным.

Периферийный интерфейс (ПИ) УС цифровой АТС может строиться на общей шине (ОШ), включать в свой состав АЦП и ЦАП, а также различные цифровые устройства – мультиплексоры, дешифраторы и регистры.

Системный интерфейс (СИ) имеет место только в том случае, если в состав УС входят несколько УУ. СИ может быть организован на основе ОШ или ЦКП. При малом числе УУ возможна также организация СИ, предусматривающая связь всех или части УУ по принципу «каждый с каждым».

УС, состоящая только из одного УУ, называется централизованной (рис. 1.11) [12]. Централизованная УС впервые использовалась в АТС-ДШ, затем в АТС-К, АТС-КЭ и АТС-Э. Возможно использование централизованной УС в цифровых АТС малой емкости, однако из-за низких производительности и надежности этот вариант практически не применяется.

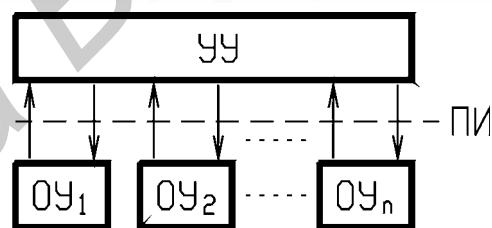


Рис. 1.11. Структура централизованной УС

Для повышения надежности и производительности используется иерархическая УС, которая включает в свой состав центральное управляющее устройство (ЦУУ) и совокупность периферийных управляющих устройств (ПУУ), распределенных по нескольким иерархическим уровням УС (рис.1.12) [12]. Построенная на множестве УУ иерархическая УС имеет, очевидно, гораздо большую надежность по сравнению с централизованной УС. Выход из строя любого из ПУУ приводит не к остановке АТС, а лишь к невозможности обслуживания вызовов одного или нескольких абонентов либо просто к ухудшению качества обслуживания абонентов из-за увеличения явных и неявных потерь вызовов. Для обеспечения высокой надежности ЦУУ строится на нескольких ЭУМ, работающих параллельно (синхронно) или в режиме разделения нагрузки. При выходе из строя одной из ЭУМ оборудование АТС, обслуживаемое данной ЭУМ, автоматически подключается к работающим управляющим машинам, перераспределяясь между ними равномерно.

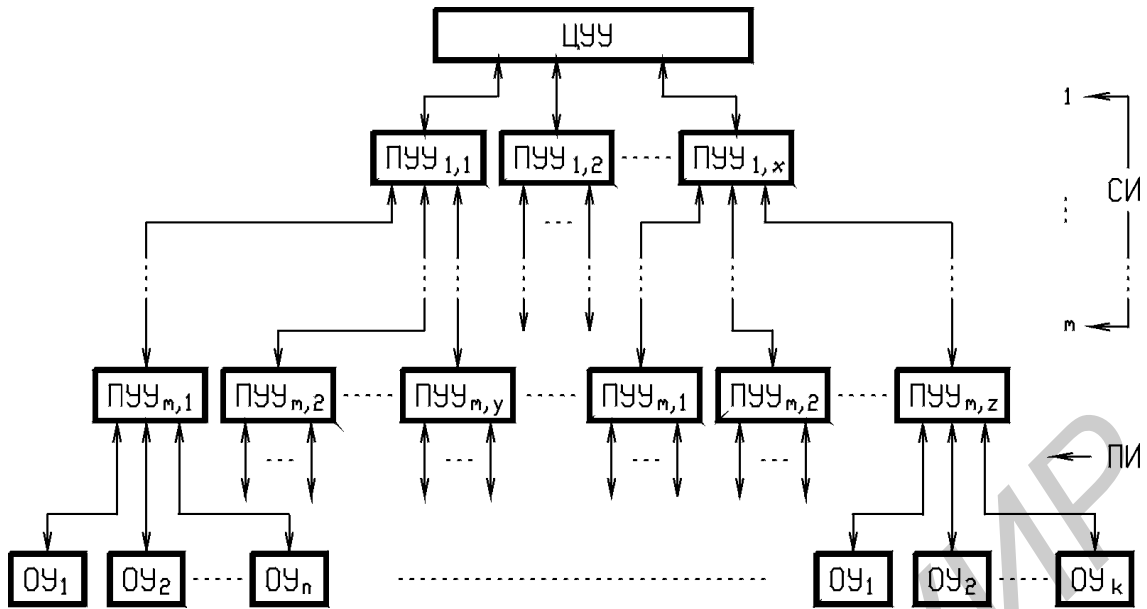


Рис. 1.12. Структура иерархической УС

Производительность иерархической УС повышается за счет распределения функций управления между многими УУ. Выигрыш в производительности зависит от числа уровней УС и числа ПЧУ на каждом из них, а также эффективности протоколов обмена СУВ между УУ. Особенностью иерархической УС является то, что весь поток СУВ между ПЧУ проходит через ЦУУ, основной функцией которого является координация работы ПЧУ в процессе распределения по ним управляющей информации. Очевидно, что производительность иерархической УС ограничена пропускной способностью ЦУУ.

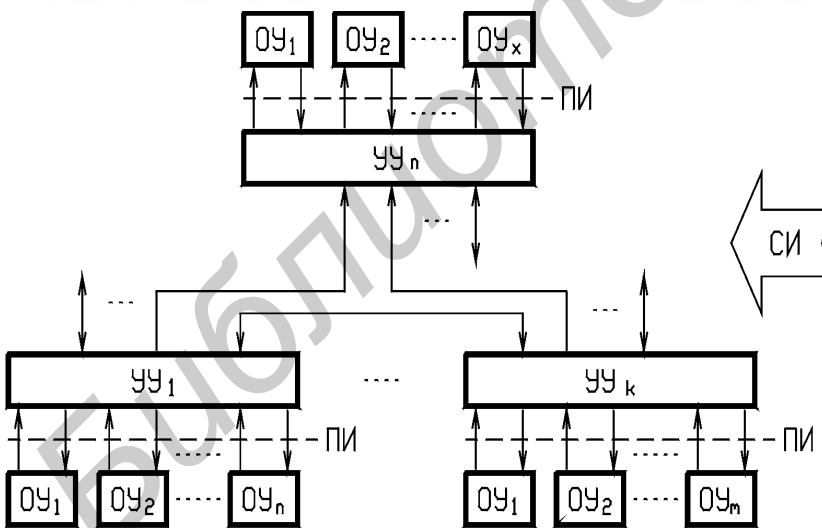


Рис. 1.13. Структура децентрализованной УС

Дальнейшее повышение производительности и надежности УС возможно при использовании децентрализованной структуры, которая строится на управляющих устройствах одного уровня иерархии, связанных между собой по функциональной необходимости (рис. 1.13).

Более высокая надежность децентрализованной УС, по сравнению с УС других типов, обусловлена

отсутствием в структуре ЦУУ. Эта же особенность позволяет повысить производительность за счет непосредственного распределения СУВ между УУ. Платой за это является увеличение числа связей между УУ и усложнение протоколов обмена СУВ. При большом числе УУ в децентрализованной УС

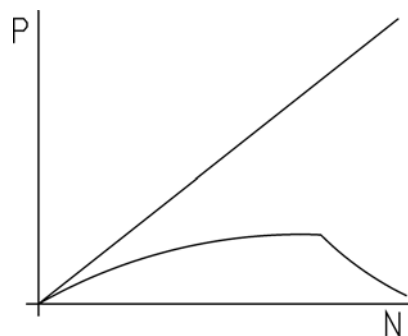


Рис. 1.14. Зависимость производительности (P) децентрализованной УС от числа УУ (N)

существенный выигрыш в производительности по сравнению с иерархической УС может быть достигнут только при оптимизации протоколов обмена СУВ и минимизации объема передаваемой служебной информации. Это обусловлено установленной еще в середине 20-го века зависимостью между производительностью вычислительной системы и числом вычислителей в ней [13]. Согласно этой зависимости кривая производительности растет нелинейно с увеличением числа вычислителей, постепенно входит в насыщение, а затем резко падает (рис. 1.14). Эта же зависимость справедлива для УС УК.

Несмотря на сложность построения и, возможно, даже незначительный выигрыш в производительности по сравнению с иерархической УС, применение децентрализованной УС эффективно за счет существенного повышения надежности, а также значительно лучшей гибкости и масштабируемости структуры УС. Поэтому хороших технико-экономических характеристик реализации УС АТС можно достичь, используя простоту иерархической УС и надежность децентрализованной УС в комбинации. Децентрализованная УС служит в таком случае основой для иерархической, выполняя роль распределенного ЦУУ.

Что касается технических характеристик УС, то они во многом определяют характеристики АТС в целом и существенно влияют на показатели качества обслуживания вызовов. Так, производительность УС непосредственно определяет величину явных и неявных потерь вызовов. Явные потери вызовов происходят в том случае, если из-за перегрузок УС не может обслужить новые поступающие вызовы и осуществляет отказ в обслуживании соответствующих абонентов. Величина явных потерь определяется тогда числом отказов. Поскольку перегрузки УС носят случайный и временный характер, то величина явных потерь определяется в час наибольшей нагрузки (ЧНН). Неявные потери вызовов также связаны с перегрузками УС, однако проявляются не в отказах в обслуживании вызовов, а в задержке предоставления тех или иных услуг (установление соединений и ДВО). Величина неявных потерь определяется данной задержкой и измеряется также в ЧНН.

Блоки приемников тонального набора (БПТН) осуществляют прием и преобразование в цифровую форму сигналов тонального набора номера для тех АК, к которым подключены АУ с тональным набором. Каждый БПТН может одновременно принимать и обрабатывать сигналы от 32 АК различных БАК, которые в цифровом виде поступают через ЦКП в КИ потока Е1.

Иерархическая УС имеет три уровня управления.

Нижний уровень управления образуют УУ БАК и УУ, входящие в состав КСЛ, КВЛ, БППМС, БПТН, блоков ЦКП (на рис. 1.15 не показаны). Эти УУ управляют несколькими комплектами или каналами. В структуре цифровой АТС имеется множество блоков каждого типа, часть из которых образуют резерв.

Средний уровень управления образуют УУ БАК, УУ КСЛ, УУ ЦКП, УУ КВЛ, УУ ППМС и УУ ПТН. На среднем уровне управления предусмотрено несколько УУ каждого типа, ряд из которых составляют резерв. СИ между УУ нижнего и среднего уровней организован частично на основе ЦКП (для БАК, КСЛ, КВЛ), а частично – на непосредственном соединении (для БППМС, БПТН, ЦКП). Для обмена СУВ через ЦКП используются КИ-16 потоков Е1, формируемых и принимаемых БАК, КВЛ и КСЛ, а также все КИ, кроме 0-го, в потоках Е1, формируемых и принимаемых УУ БАК, УУ КСЛ, УУ КВЛ и, при необходимости, КВЛ. Организация СИ на основе ЦКП для БАК, КВЛ и КСЛ весьма эффективна, особенно при большем числе этих блоков и комплектов, поскольку позволяет существенно уменьшить число физических соединений между УУ и соответствующими ОУ.

Верхний уровень управления – ЦУУ, построенное на двух ЭУМ, которые могут работать в одном из трех режимов: автономном, синхронном или разделении нагрузки (в пространстве или во времени) [12]. Настройка режимов и контроль работы ЭУМ осуществляются с пульта ТЭ (ПТЭ). СИ между ЦУУ и УУ среднего уровня построен на двух ОШ. Две ОШ предусмотрены для повышения надежности или производительности УС, в зависимости от режима работы ЦУУ.

Структура цифровой АТС с децентрализованной УС может быть аналогична представленной на рис. 1.15, однако в ней будет отсутствовать ЦУУ.

1.3.4. Принципы построения коммутационной системы цифровой АТС

КС цифровой АТС, реализующая коммутацию каналов, строится на основе ЦКП, которое осуществляет в общем случае распределение информации в результате пространственно-временной коммутации КИ потоков Е1. Функционально в ЦКП могут быть выделены блоки, осуществляющие пространственную (S-блок (space)) и временную (Т-блок (time)) коммутацию [8].

Т-блок имеет один входной и один выходной интерфейсы Е1 и осуществляет вставку информации заданного КИ входного потока Е1 в заданный КИ (или несколько КИ) выходного потока Е1. При этом возникает задержка информации каждого КИ на несколько циклов потока Е1, т.е. на $N \times 125$ мкс, где N – число циклов (рис. 1.16). Задержка на целое число циклов обеспечивает не только синхронность входного (In-E1) и выходного (Out-E1) потоков Е1, но и их синфазность.

При установлении соединения между абонентами А и Б в АК или БАК обеспечивается ввод и вывод информации КИ потоков E1, закрепляемых за этими абонентами только на время соединения. Распределение номеров КИ может осуществлять, например, ЦУУ или УУ ЦКП.

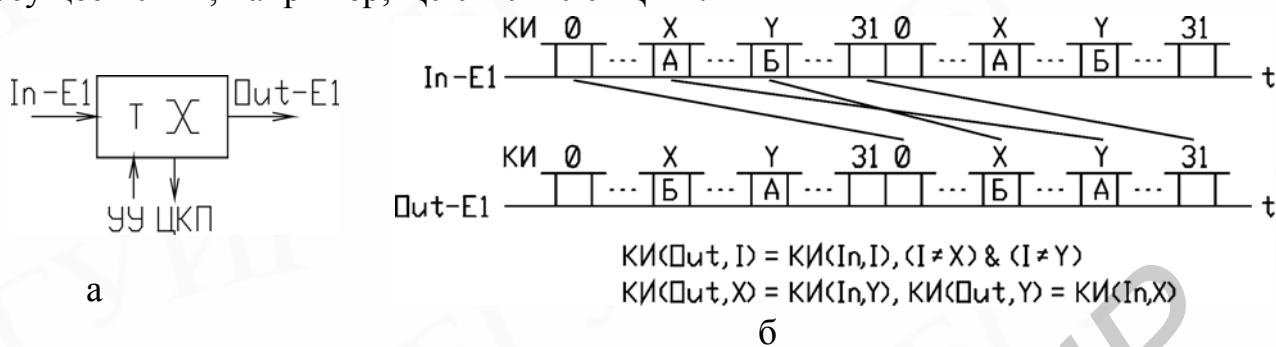


Рис. 1.16. Т-блок:

а – структура; б – временные диаграммы работы

Т-блок имеет в своем составе запоминающее устройство (ЗУ) адресов для хранения номеров коммутируемых КИ. В ЗУ адресов за каждым КИ выходного потока E1 закрепляется ячейка памяти, в которую может быть записан номер КИ входного потока E1. Чтобы обеспечить передачу информации в направлении от абонента А к абоненту Б, УУ ЦКП заносит номер КИ, закрепленного за абонентом А, в ячейку ЗУ адресов с номером, равным номеру КИ, закрепленного за абонентом Б. Это обеспечивает вставку информации КИ А входного потока E1 в КИ Б выходного потока E1 (рис. 1.17). Причем вставка КИ А в КИ Б осуществляется периодически, в каждом цикле потока E1 до тех пор, пока из ячейки ЗУ адресов с номером Б не будет удалена информация о номере КИ А. Последнюю процедуру реализует УУ ЦКП при разрушении соединения (разъединении абонентов А и Б).

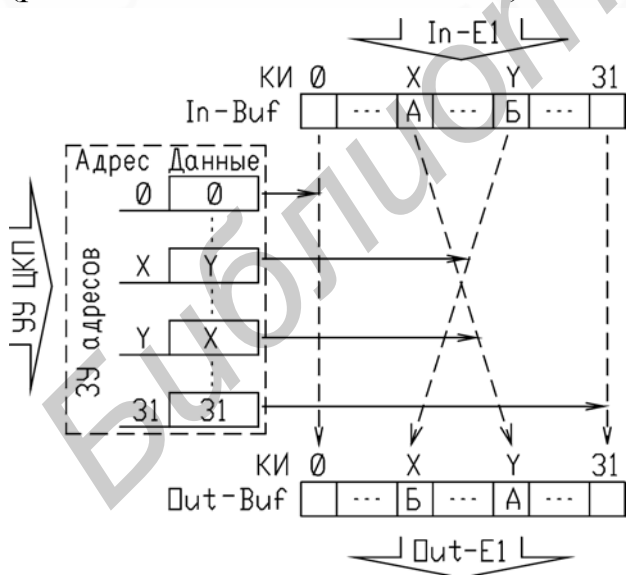


Рис. 1.17. Реализация временной коммутации в Т-блоке

Если КИ А и Б находятся в одном потоке E1, то для установления двустороннего соединения необходимо в ячейку ЗУ адресов с номером А записать номер Б, а в ячейку с номером Б – номер А. При необходимости реализовать вставку информации одного КИ входного потока E1 в несколько КИ выходного потока E1 УУ ЦКП записывает один и тот же номер КИ в несколько ячеек ЗУ адресов.

S-блоки бывают трех типов. Первый тип - DMUX - имеет один входной и N выходных интерфейсов E1 (рис. 1.18,а). Такой S-блок позволяет передать на заданный выход информацию заданного КИ входного потока E1. Второй тип – MUX – имеет N входных и один выходной интерфейс E1. Такой S-блок позволяет в заданный КИ выходного потока E1

вставить соответствующий КИ заданного входного потока E1 (рис. 1.18,б). Третий тип строится на основе блоков первого и второго типов, имеет множество входов и множество выходов и позволяет одновременно передавать информацию со множества заданных выходов на множество заданных входов (рис. 1.18,в).

Потоки E1, подаваемые на входы блоков 2- и 3-го типов, должны быть синхронны и синфазны. При распределении информации в S-блоках не происходит изменения номера КИ и скорости передачи информации. Величиной задержки передачи информации в S-блоках на функциональном уровне представления КС можно пренебречь. Как T-блок, так и S-блоки имеют в своем составе 3У адресов, которое позволяет реализовать периодический перенос информации в каждом цикле потока E1 на все время установления соединения между абонентами.

В DMUX за каждым КИ входного потока E1 закрепляется ячейка 3У адресов, в которую может быть записан номер выходного потока E1. Это обеспечивает как полную передачу входного потока E1 на один заданный выход, так и распределение КИ входного потока по многим выходам (рис. 1.19).

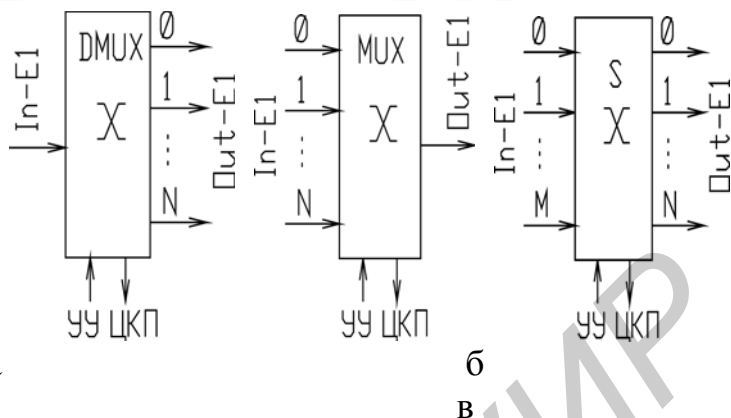


Рис. 1.18. S-блоки:

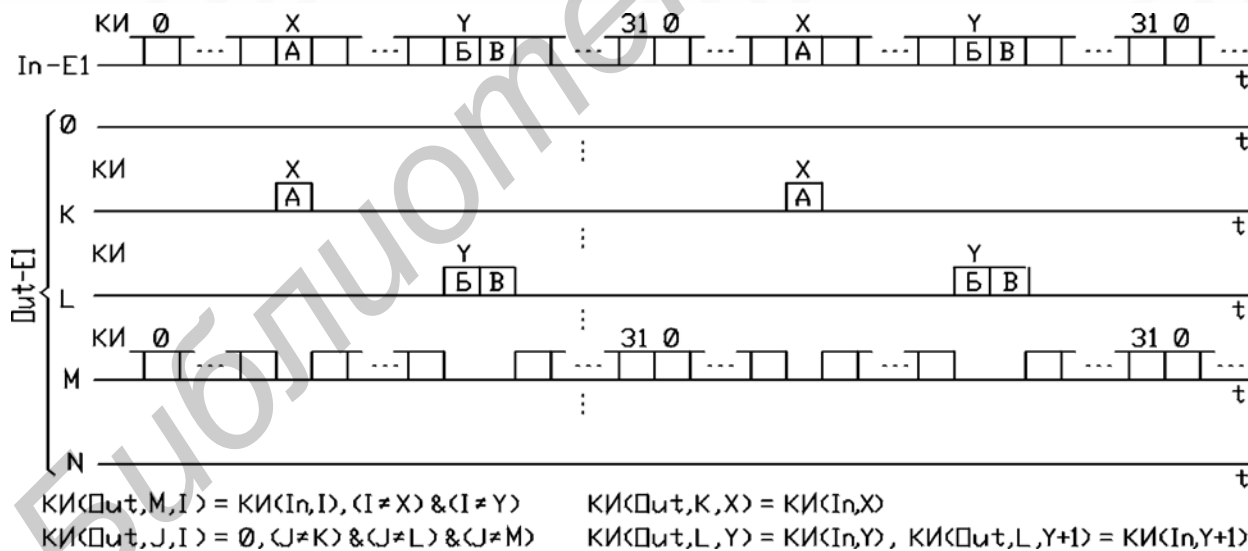


Рис. 1.19. Временные диаграммы работы DMUX

Разрядность ячеек 3У адресов определяется как двоичный логарифм от числа выходов с округлением до ближайшего целого в большую сторону. Схема, поясняющая функционирование DMUX, представлена на рис. 1.20.

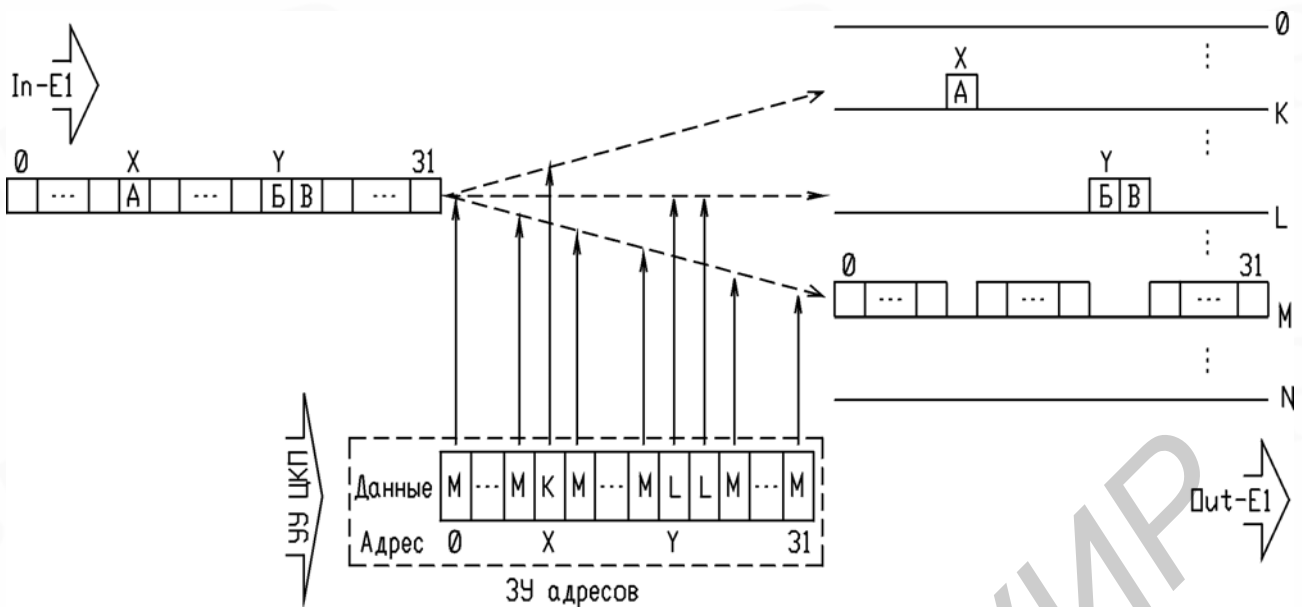


Рис. 1.20. Реализация пространственной коммутации в DMUX

Возможны также другие способы построения DMUX. Если, например, за каждым выходом закрепить 32-разрядную ячейку 3У адресов, каждый разряд которой в свою очередь закреплен за КИ входного потока E1 и своим состоянием определяет прохождение или непрохождение соответствующего КИ на выход, то возможна одновременная выдача одного и того же заданного КИ входного потока E1 по многим заданным выходам. Это расширение коммутационных возможностей DMUX требует 3У адресов несколько большего объема.

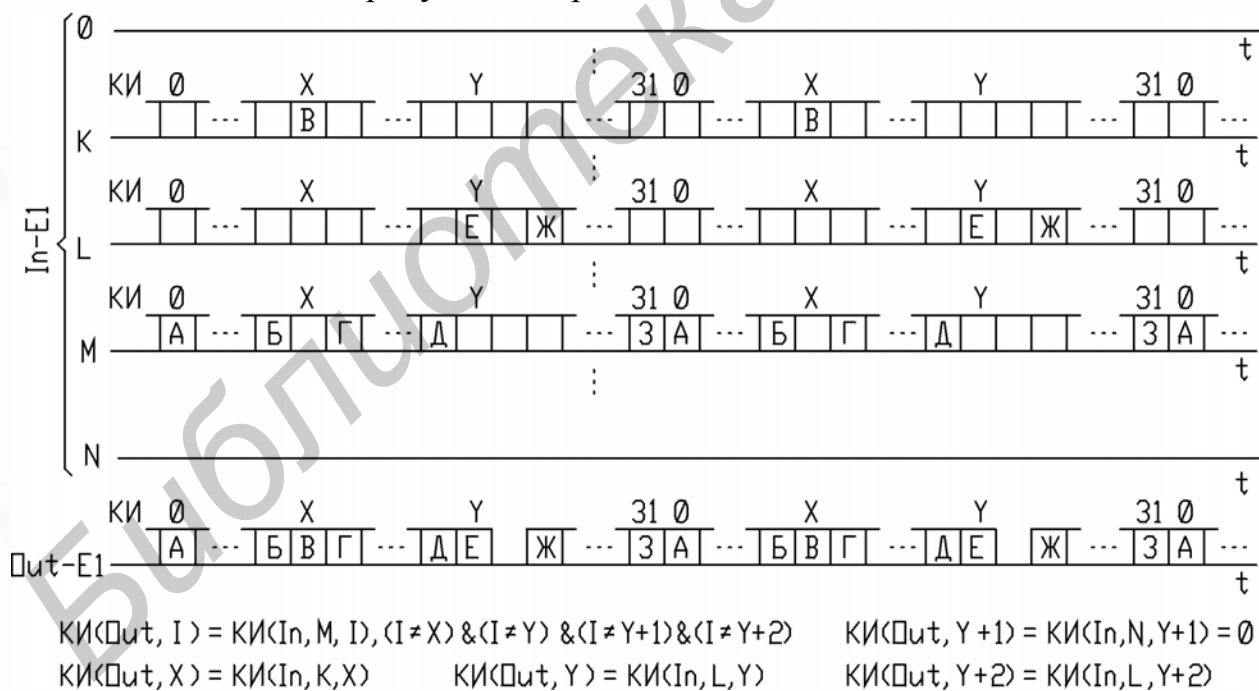


Рис. 1.21. Временные диаграммы работы MUX

В MUX за каждым КИ выходного потока E1 закрепляется ячейка 3У адресов, в которую может быть записан номер одно из входов E1. Это обеспечивает возможность сбора выходного потока E1 из КИ различных входных потоков E1, при том ограничении, что номера коммутируемых КИ входных потоков E1 не

могут быть изменены в выходном потоке E1 (рис. 1.21). Как и в случае DMUX, разрядность ячеек ЗУ адресов определяется двоичным логарифмом от числа входов с округлением до ближайшего целого в большую сторону. Схема, поясняющая функционирование DMUX, представлена на рис. 1.22.

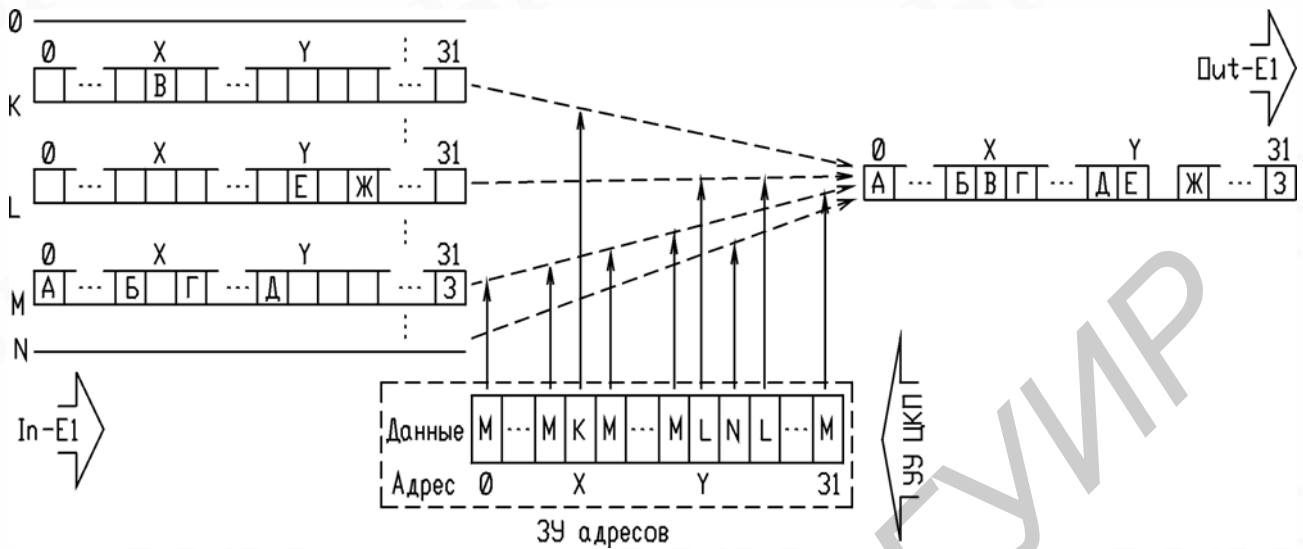


Рис. 1.22. Реализация пространственной коммутации в MUX

При комбинации S-блоков первых двух типов осуществляется построение пространственной коммутационной схемы с M-входами и N-выходами (MxN) (рис. 1.23).

Поскольку информация двух соединяемых абонентов в общем случае не передается в КИ одного и того же потока E1 и номера КИ А и КИ Б не совпадают, то, очевидно, для распределения информации между абонентами через ЦКП невозможно ограничиться только временной или только пространственной коммутацией, а необходимо осуществить их комбинацию. Реализация пространственно-временной коммутации достигается в результате сочетания S- и T-блоков, которое может осуществляться по двум схемам: «время – пространство – время» (T-S-T) (рис. 1.24,а) или «пространство – время – пространство» (S-T-S) (рис. 1.24,б). В этих схемах блоки T- и S-типов объединяются соответственно в ступень временной коммутации (T-ступень – TSC – time switching cascade) и ступень пространственной коммутации (S-ступень – SSC – space switching cascade).

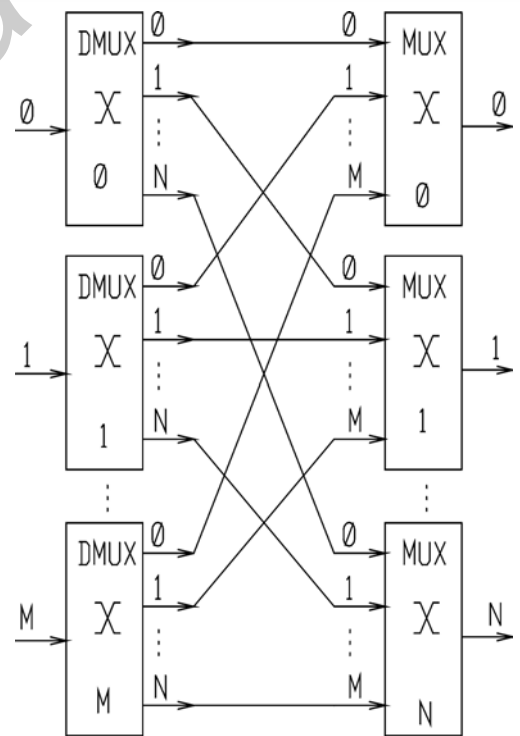


Рис. 1.23. Структура комбинированного S-блока

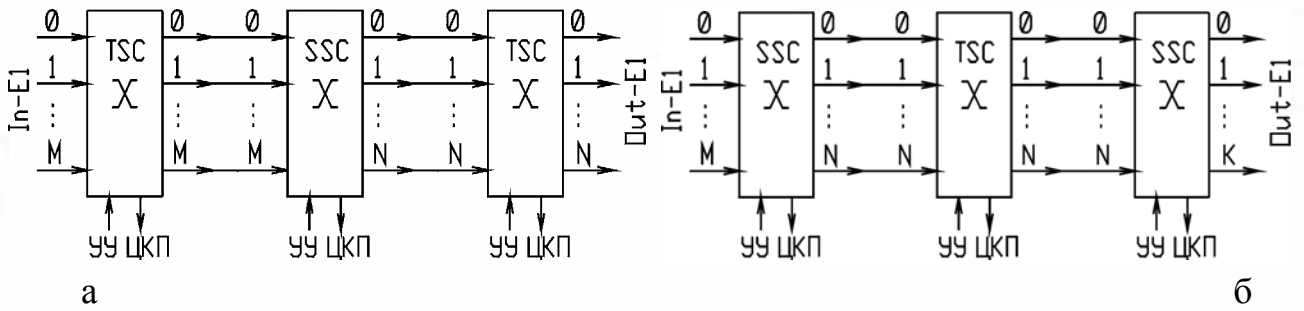


Рис. 1.24. Организация КС:

а – по принципу Т-S-T; б – по принципу S-T-S

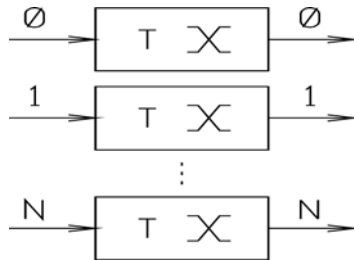


Рис. 1.25. Структура Т-ступени

Т-ступень строится на не связанных между собой Т-блоках (рис. 1.25). Поскольку S-блок имеет ограниченное число входов и выходов, для получения пространственного коммутатора с большим числом входов и выходов S-ступень строится на нескольких S-блоках, которые соединяются по двухзвенной (рис. 1.26,а), трехзвенной (1.26,б) или какой-либо другой схеме.

Очевидно, что в пространственных коммутаторах число связей стремительно растет с увеличением количества коммутируемых каналов. Поэтому, даже при сохранении полной доступности (возможности передачи информации с любого входа на любой выход), в пространственных коммутаторах большой емкости, как правило, имеют место блокировки.

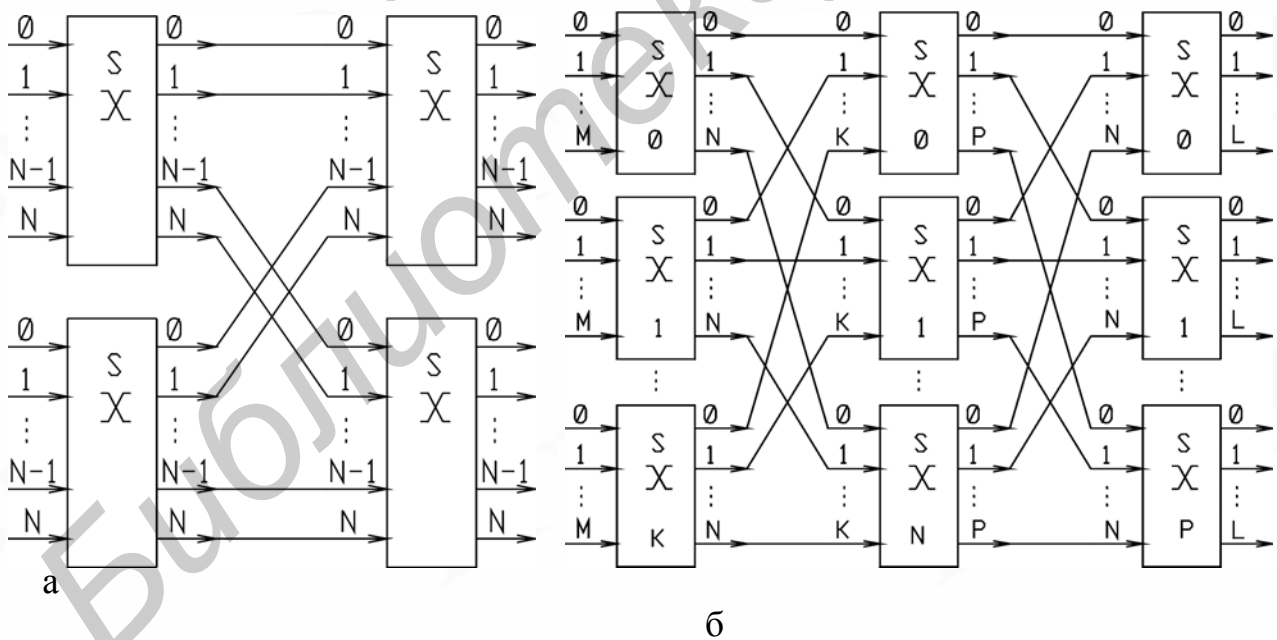


Рис. 1.26. Пространственные коммутаторы:

а – двухзвенный; б – трехзвенный

Под блокировкой понимается ситуация, когда из-за занятости промежуточных звеньев коммутатора отсутствует возможность передачи информации с некоторого его входа на некоторый выход, несмотря на то что последний доступен и свободен. Блокировки являются причинами отказов в установлении

соединения, объясняются перегрузкой КС и вносят свой вклад в общую составляющую величины явных потерь вызовов.

1.3.5. Модульный принцип построения цифровых АТС

Выше уже подчеркивалось, что принципы построения и функционирования УС и КС в основном определяют характеристики цифровой АТС. Естественно, что организация других составных частей также может оказывать ощутимое влияние на функциональные возможности и параметры АТС, сказываясь особенно явно на качестве предоставляемых абонентам услуг. Среди

различных вариантов организации УС, КС и прочих составных частей цифровой АТС с точки зрения технико-экономической эффективности выигрывает тот, который при сохранении полной функциональности обеспечивает максимальную гибкость и масштабируемость в широком диапазоне изменения номерной, соединительной и коммутационной емкостей. В наибольшей степени данному критерию удовлетворяет модульный принцип построения цифровой АТС, согласно которому аппаратные компоненты группируются в блоки (модули) таким образом, чтобы структура АТС, представленная состоящей из этих модулей, была бы максимально однородной. Предпосылки для такого варианта построения цифровой АТС заложены в наиболее значимых основных ее компонентах – УС и КС.

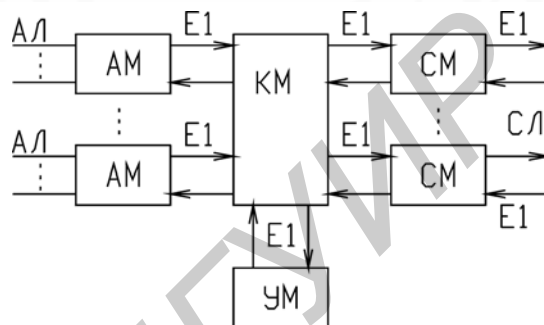


Рис. 1.27. Структура модульной АТС с иерархической или комбинированной УС

Среди вариантов построения УС модульному принципу в наибольшей степени отвечают децентрализованная и комбинированная УС.

Что касается КС, то вся она может быть построена на S-T-S (T-S-T) модулях NxN. Данный принцип построения в наибольшей степени отвечает интересам интегрального исполнения и создает предпосылки для создания унифицированной элементной базы ЦКП, что, собственно, и реализуется в настоящее время.

Современный парк цифровых АТС достаточно развит и включает различные варианты модульного исполнения, попытка обобщения которых приводит к двум основным структурам, представленным на рис.

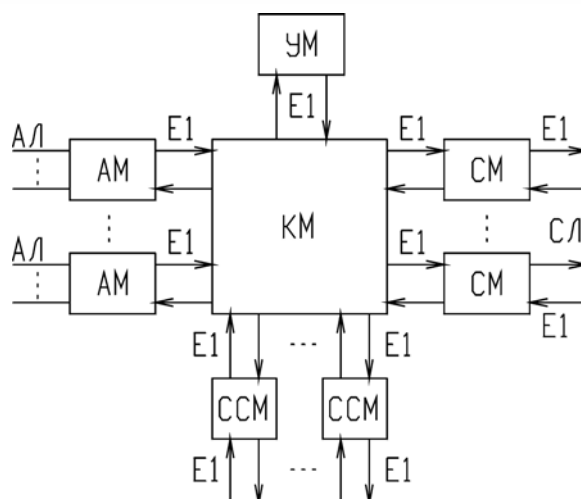


Рис. 1.28. Структура полнофункционального модуля АТС с комбинированной УС

1.27 и 1.28.

Структура цифровой АТС, представленная на рис. 1.27, включает в свой состав абонентские модули (АМ), соединительные модули (СМ), управляющий модуль (УМ) и коммутационный модуль (КМ).

УС может быть иерархической, комбинированной или децентрализованной. В последнем случае УМ в структуре АТС отсутствует.

АМ и СМ подключаются к КМ через интерфейсы Е1. УУ АМ и СМ осуществляют обмен СУВ между собой, с УУ КМ и УУ УМ по сигнальным каналам потока Е1. Наличие в составе АМ полноценной системы синхронизации позволяет удалять АМ от КМ на несколько километров и более, при наличии регенераторов на трассе АМ-КМ. Таким образом организуются абонентские выносы.

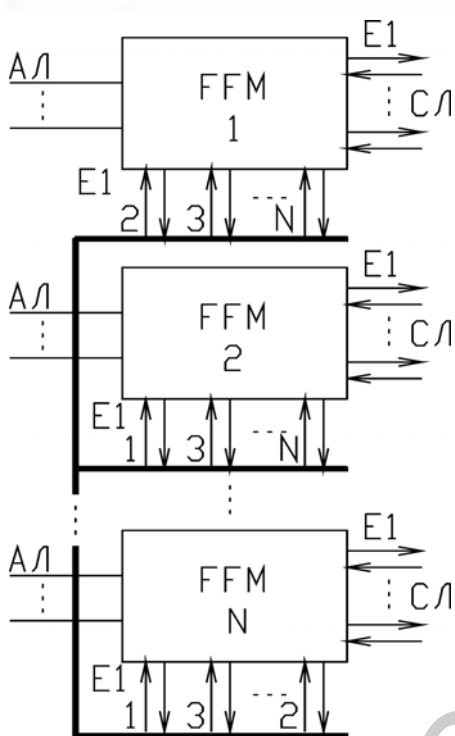


Рис. 1.29. Структура модульной АТС с комбинированной УС

место в комбинированной УС и отсутствует в децентрализованной. Дополнительными элементами структуры являются специальные соединительные модули (ССМ), обеспечивающие межмодульные связи посредством потоков Е1.

Благодаря ССМ полнофункциональные модули (FFM – full function module) соединяются между собой по принципу «каждый с каждым» (рис. 1.29), в кольцо или последовательно. В двух последних случаях организуется транзит соединений через промежуточные FFM. Возможны также варианты комбинированных соединений FFM.

Второй вариант построения в большей степени отвечает интересам унификации, обеспечивая лучшую масштабируемость и гибкость, при той же функциональности, что и первый вариант.

При этом АМ выполняет роль абонентского концентратора с возможностью внутримодульных соединений или мультиплексора. Данный способ построения цифровой АТС весьма эффективен, в условиях как ГТС, так и СТС, поскольку позволяет существенно сократить затраты на АЛ.

Все модули АМ и СМ имеют одинаковую структуру и могут отличаться программным обеспечением и наборами типовых плат, осуществляющими поддержку различных видов АЛ, СЛ и ВЛ.

Второй вариант модульной структуры цифровой АТС опирается на децентрализованную или комбинированную УС и состоит из некоторого числа одинаковых полнофункциональных модулей. Внутренняя структура каждого полнофункционального модуля также отвечает принципу модульной организации и включает все элементы, которые представлены в первом варианте: АМ, СМ, КМ и УМ (рис. 1.28). УМ имеет

1.4. Структуры и характеристики цифровых АТС

Материал данного подраздела посвящен обзору структур цифровых АТС и взят в основном из [12]. Акцент в предлагаемом обзоре сделан на принципах построения цифровых АТС в части абонентских комплектов, блоков абонентских линий, ступеней абонентского искания и концентраторов нагрузки. Рассмотренные далее системы коммутации – АХЕ-10, ITT1240, MD110, 5ESS, МТ– представляют классические принципы построения и, в основном, технологию коммутации каналов. Несмотря на то, что данные коммутационные системы уже несовременны, изучение их полезно, поскольку достаточно прозрачные структуры этих систем позволяют проникнуть в принципы их построения и технологию управления, которые по сути своей аналогичны используемым в современных коммутационных системах, по крайней мере при организации соединений с коммутацией каналов. Кроме того, предложенный в обзоре ряд коммутационных систем в наибольшей степени демонстрирует разнообразие подходов к построению узлов коммутации, в том числе в абонентской части. Это разнообразие пока еще не скрыто в особенностях элементной базы, используемой в АТС рассматриваемого поколения, и потому легкодоступно для анализа.

Ввиду своеобразия названий, использованных разработчиками для обозначения блоков рассматриваемой аппаратуры, сокращения, введенные в данном подразделе, распространяются только на этот подраздел и не включаются в общий список сокращений. Оригинальные названия элементов структурных схем сохранены специально, чтобы отразить многообразие в этой части, присущее технической документации различных производителей телекоммуникационного оборудования.

1.4.1. Структура АХЕ-10

Электронная станция АХЕ-10 (Ericson, Швеция) предназначена для местных и междугородных сетей связи, использует иерархический способ управления. Управляющие устройства реализованы на микропроцессорах. АХЕ-10 содержит следующие блоки (рис. 1.30).

БАЛ - блок абонентских линий (используется на местных сетях). БАЛ содержит до 16 абонентских модулей (АМ), каждый из которых подключает 128 абонентов к каналам тракта ИКМ или другому АМ. В состав АМ входит периферийный процессор (ППр).

БЦУ - блок центрального управления. БЦУ включает два центральных процессора (ЦПр), устройство управления ЦПр (УУЦПр), обеспечивающее синхронную работу ЦПр и связь с блоком ввода-вывода (БВВ), запоминающее устройство (ЗУ данных, адресов и программ) и комплект межпроцессорной связи (КМПС).

БВВ имеет ППр и состоит из различных внешних устройств (ВУ), например дисплея, устройства обмена данными (УОД), служащего для связи с центром технической эксплуатации, устройства контроля ЦПр (УКЦПр).

Функции блока комплектов соединительных линий (БКСЛ) рассмотрены в п. 1.3.1.

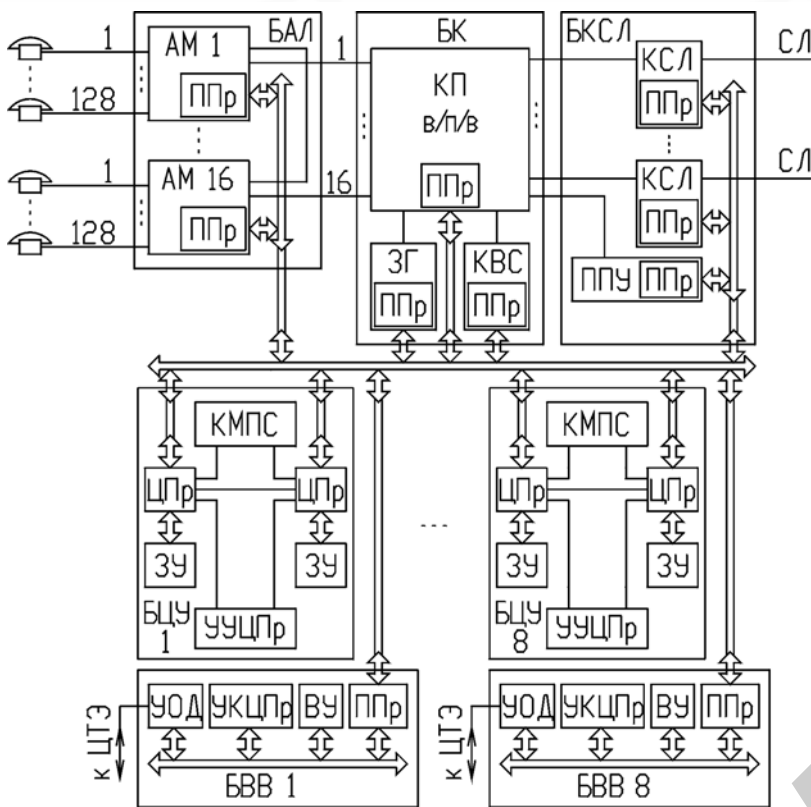


Рис. 1.30. Структура АХЕ-10

Блок коммутации (БК) построен на основе коммутатора типа «время – пространство – время» (п. 1.3.4). Система управления АХЕ-10 состоит из двух уровней: центральной и периферийной обработки данных. Это связано с тем, что задачи по обслуживанию вызовов многократно повторяются и требуют от процессоров небольшой функциональности, но высокой производительности в реальном времени. Выполнение таких задач в АХЕ-10 возложено на ППр, что позволяет существенно уменьшить нагрузку на ЦПр.

Уровень центральной обработки данных в АХЕ-10 может содержать максимально до восьми БЦУ (рис. 1.30). Центральные процессоры в БЦУ работают в синхронном режиме, что повышает надежность УС и АТС в целом.

Каждый БЦУ обслуживает свою часть оборудования (секцию). То есть за каждым БЦУ закрепляются определенные БАЛ и БСЛУ, а также та часть БК, к которой они подключены. Связь между секциями осуществляется в БК с помощью внутростанционных линий. Если входящая линия подключена к одной секции, а исходящая к другой, то вызов будут обслуживать совместно два БЦУ.

БЦУ связываются между собой через общую шину центральных процессоров ЦПр (системный интерфейс), которая резервируется. За каждым БЦУ закрепляется определенная группа ППр. Один ЦПр может контролировать до 512 ППр.

1.4.2. Структура ИТТ1240

Структура ИТТ1240 (рис. 1.31) опирается на децентрализованную УС. Для межпроцессорного обмена используется цифровое коммутационное поле ЦКП. Отличительной чертой ИТТ1240 является регулярность ее структуры. Основу ИТТ1240 составляет ЦКП, в которое включены терминальные модули (ТМ) для подключения различных оконечных устройств и соединительных линий, в том числе:

функциональные (ФМУ) и системные модули управления (СМУ);

модуль для подключения рабочих мест оператора (МРМО);

аналоговый линейный модуль (ЛМ(А));

цифровой линейный модуль (ЛМ(Ц));

цифровой линейный модуль с интеграцией служб (ЛМ(ISDN));

модуль дистанционного контроля и технической эксплуатации (МТЭ);

модуль генераторов тактовых и тональных сигналов (МГ);

модуль сигнализации по общему каналу (МС(ОКС));

аналоговый абонентский модуль (АМ(А));

цифровой абонентский модуль (АМ(Ц));

абонентский цифровой модуль с интеграцией служб (АМ(ISDN));

модуль многочастотных приемников и датчиков (МПП);

модуль для подключения цифрового концентратора (МЦК).

Все ТМ содержат одинаковые модульные управляющие устройства (МУУ), каждое из которых имеет микропроцессор и запоминающее устройство. Обмен информацией между ними осуществляется через ЦКП и стандартные интерфейсы.

Управление на более высоком уровне при установлении соединения обеспечивает группа ФМУ и СМУ, которые идентичны МУУ.

Емкость АМ(А) составляет 64 или 128 АЛ. В направлении от АЛ этот модуль преобразует аналоговые сигналы в цифровые, передаваемые в 32-канальном ИКМ-тракте со скоростью передачи через ЦКП 4 Мбит/с. В направлении к абонентским линиям модуль преобразует цифровые сигналы в аналоговые. Основной функцией модуля является контроль за состоянием линий, началом установления соединения и разъединения.

АМ(Ц) обеспечивает организацию 64 цифровых АЛ со скоростью передачи 144 Кбит/с. При этом в линии образуются три канала: два канала со скоростью 64 Кбит/с для передачи телефонных сигналов и данных, один канал со скоростью 16 Кбит/с для передачи сигнализации, аварийных сигналов и данных. Такая цифровая абонентская линия позволяет подключать большинство абонентских терминалов (телефон, фототелеграф, терминалы).

АМ(ISDN) коммутирует пакетные данные. Этот модуль содержит стандартные интерфейсы для 64 абонентских линий, которые обеспечивают каждому абоненту два канала со скоростью 64 Кбит/с для передачи речи или данных и один канал со скоростью 16 Кбит/с для сигнализации и передачи данных на малой скорости. Управление передачей разговорных сигналов и сигналов данных осуществляет МУУ. Для коммутации пакетных данных используется прямая связь с ЦКП.

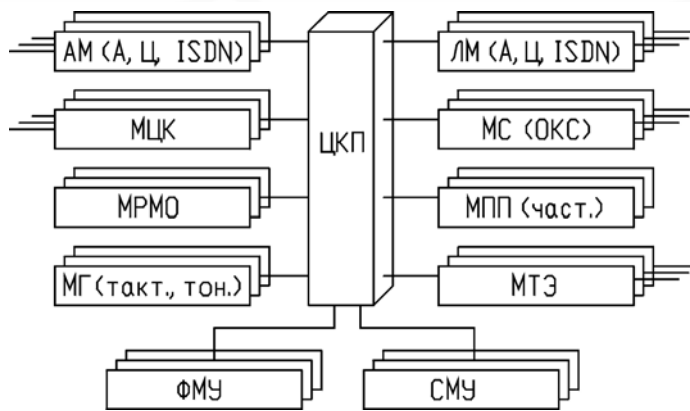


Рис. 1.31. Структура ITT1240

МС(ОКС) содержит интерфейсы для соединения с сетью по системе сигнализации № 7.

ЛМ(Ц) позволяет подключать и контролировать соединительные линии, уплотненные 32 или 24 каналами ИКМ.

ЛМ(ISDN) служит для соединения ИТТ1240 с другими узлами коммутации или учрежденческими АТС, поддерживающими пакетную коммутацию.

МПП обеспечивает многочастотную сигнализацию для ИТТ1240 других узлов коммутации, а также двухчастотную сигнализацию между телефонным аппаратом с частотным набором и АТС. Этот модуль при необходимости реализует и конференцсвязь (до шести независимых сеансов конференц-связи, каждый из которых охватывает до пяти участников).

МРМО содержит оборудование для подключения до 15 коммутаторов. Эта группа коммутаторов может устанавливаться в помещении станции или в удаленном месте. В последнем случае коммутаторы подключаются к модулю через цифровую соединительную линию. МУУ распределяет вызовы по 15 коммутаторам.

ЦКП состоит из коммутаторов доступа (КД) и одно-, двух- и трехзвенных блоков группового искания. Число КД и число звеньев зависят от числа подключаемых абонентских и соединительных линий. В зависимости от удельной нагрузки меняется число уровней КД. Максимальное число уровней - четыре. Такая структура КД позволяет увеличивать емкость и обслуживаемую нагрузку без изменения коммутационной схемы.

Для повышения надежности оборудования применяется блочное (горизонтальное) и секционное (вертикальное) резервирование. Горизонтальное резервирование вводится для аппаратного обеспечения, а вертикальное—для аппаратного и программного обеспечения. Управляющие устройства для различных ТМ не дублируются.

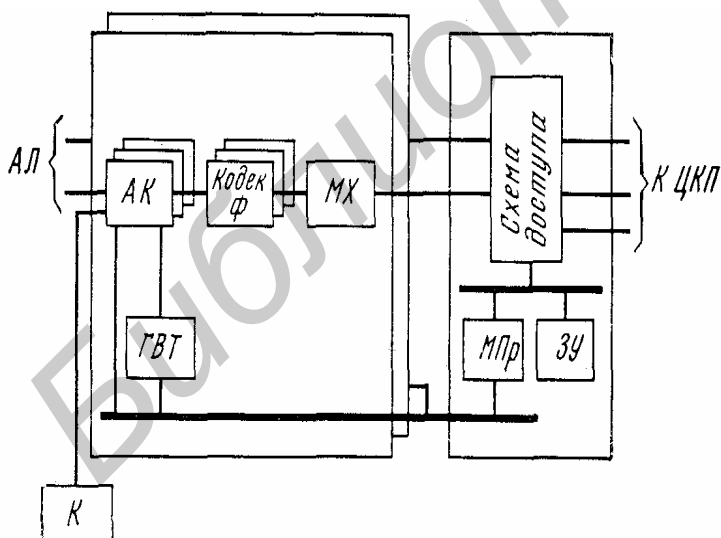


Рис. 1.32. Абонентский модуль ИТТ1240

Специфические задачи обработки вызовов осуществляются ФМУ и СМУ, которые не имеют интерфейсов для подключения внешних устройств, включают микропроцессор с памятью и интерфейс с ЦКП на основе двух линий ИКМ. В качестве микропроцессора применен Intel 8086.

На рис. 1.32 приведен модуль подключения аналоговых абонентских линий. Для восьми модулей (480 абонентов), размещаемых в одном стативе, предусмотрена одна схема контроля. Один модуль имеет в своем составе десять плат АК (каждая с шестью АК), плату с двумя генераторами вызывного тока (ГВТ), а также одну плату контроля для испытания

АЛ (К). Последняя является общей для восьми модулей. Кодировочные и декодирующие устройства, фильтры (кодек, Ф) находятся на плате АК.

Модуль подключения цифровых АЛ содержит интерфейс и элементы управления для 30 или 60 АЛ, которые подключены к оконечным цифровым устройствам. Этот модуль похож на модуль аналоговых АЛ, за исключением АК, который представляет собой специальный интерфейс цифровой АЛ.

1.4.3. Структура MD110

MD110 (LMEricsson, Швеция) представляет собой универсальную систему коммутации с распределенным управлением. Обеспечивает организацию более 100 ДВО и работу в ЦСИС. Система MD110 построена на основе опыта разработки системы АХЕ и использует принцип модульности. Она экономична в диапазоне емкостей 60-10000 линий и состоит из двух типов блоков: линейного интерфейсного модуля (ЛМ) и группового коммутационного модуля (ГКМ) (рис. 1.33).

Емкость системы наращивается путем добавления ЛМ и расширения ГКМ. Каждый ЛМ обеспечивает замыкание внутренней нагрузки и является независимым от остальной части системы. Управляющее устройство обеспечивает обработку всей внутренней нагрузки. В случае повреждения ИКМ-линий УУ продолжает обслуживание внутренних вызовов. ЛМ может обслуживать от 60 до 150 АЛ. Три ЛМ образуют автономную систему коммутации, которая не использует ГКМ.

Взаимодействие между управляющими устройствами нескольких ЛМ

осуществляется через ГКМ, который не содержит устройств управления и также имеет модульную структуру. Сигнальная информация между ЛМ передается в формате ОКС-7. Синхронизация осуществляется с помощью частотных генераторов во всех блоках ЛМ, а также в ГКМ.

Все выполняемые системой функции разделены и реализуются следующими подсистемами: линейной сигнальной (ЛСП), обслуживания вызовов (ПОВ), программной (ПП), подсистемой коммутации (ПК), ввода-вывода информации (ПВВ) и технического обслуживания (ПТО).

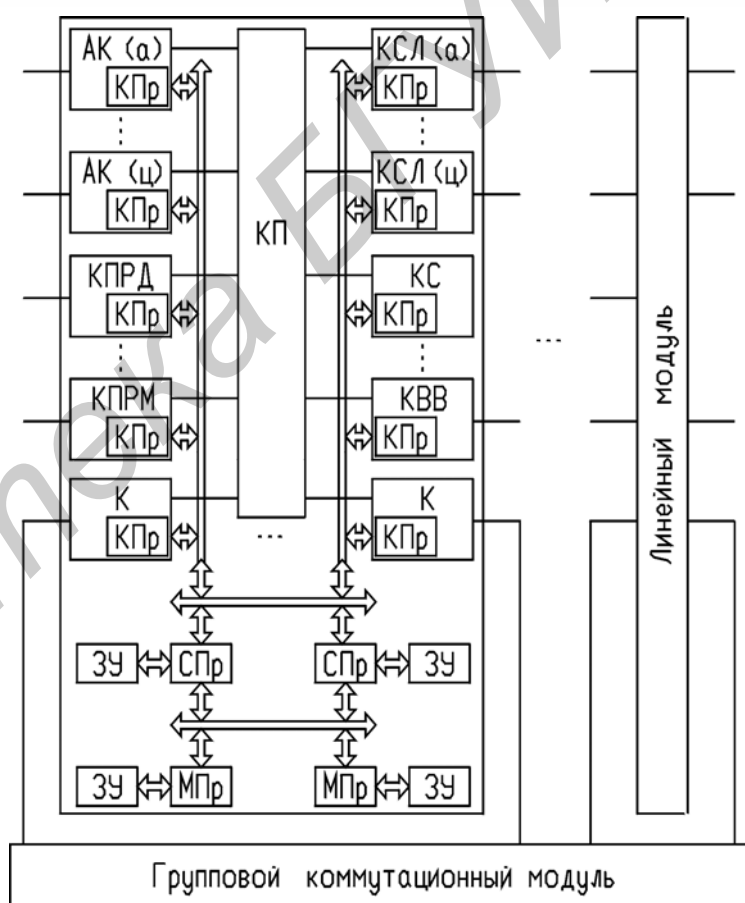


Рис. 1.33. Структура MD110

Для повышения надежности системы управления ЛМ, ГКМ и соединительные линии ИКМ дублируются. Микропроцессоры управляющих устройств работают в режиме активного резерва.

Разработка и модификация программ системы производится с помощью специальной вспомогательной ПП, включающей в себя редактор, компилятор, ассемблер и различные библиотечные функции.

Линейный модуль представляет собой модуль подключения абонентских линий. В его состав входят комплекты (см. рис. 1.33), неблокирующее коммутационное поле линейного модуля (КП) для обслуживания внутренней и исходящей нагрузки, а также управляющая система - совокупность комплектных (КПр), сигнальных (СПр) и модульных (МПр) процессоров.

Для групповых комплектов, таких, как комплект канальной сигнализации (ККС), кодовый приемник (КПрм), кодовый передатчик (КПрд), в ЛМ обеспечивается доступ к большему числу временных каналов (ВК). МПр и СПр, а также блоки КП дублируются.

СПр выполняет интерфейсные функции между КП и МПр. Обмен управляющей информацией между СПр и КП производится со скоростью 64 Кбит/с. Доступ к СПр комплектные процессоры получают по четырем каналам. МПр в ЛМ реализует функции ПОВ в соответствии с управляющей программой, реализующей функции выбора прикладных программ по приоритету, иерархичности, времени запуска и выполнения. КПр выполняют функции маркеров и сканеров.

Для организации ИКМ-линий используется коаксиальный кабель, обеспечивающий расстояние между ЛМ до 2 км без регенераторов. Если объединяются три ЛМ, то нет необходимости использовать ГКМ – ЛМ соединяются непосредственно. Для АТС, состоящей из четырех или более ЛМ, использование ГКМ обязательно. Последний содержит до восьми модулей, к каждому из которых можно подключить до 31 ИКМ-линии. Таким образом, емкость системы MD110 ограничена возможностью включения 248 ИКМ-линий. Каждая ИКМ-линия подключается к ГКМ с помощью соединительного комплекта (СК). В одном модуле ГКМ имеется восемь коммутационных элементов, примерно таких же, как и в КП ЛМ, но емкостью 1024×1024 , что обеспечивает при максимальной емкости ГКП коммутацию $8 \times 31 \times 30 = 7440$ ВК, т.е. одновременную организацию 3720 соединений.

При управлении ГКМ КИ-0 и КИ-16 каждого ИКМ-потока используются следующим образом. КИ-16 служит для передачи СУВ. КИ-0 используется для синхронизации, а также предварительного занятия КИ-16 при управлении ГКМ с целью устранения конфликтных или ошибочных ситуаций. Формат команд в КИ-16 предусматривает отдельные поля для адресной и управляющей информации.

Как в КП ЛМ, так и в ГКП коммутируются параллельно 9 бит. Назначение девятого бита - проверка на четность, а также проверка правильности выбора временного канала при установлении соединения.

1.4.4. Структура 5ESS

Электронная АТС 5ESS предназначена для применения в качестве оконечной (емкостью до 150000 АЛ), транзитной, международной станции или комбинированного узла коммутации, обеспечивает обработку нагрузки 30 000 Эрл или 500000 вызовов в ЧНН. 5ESS имеет модульную структуру и состоит из модулей трех типов: интерфейсного (ИМ), коммутационного (КМ) и административного (АМ) (рис. 1.34).

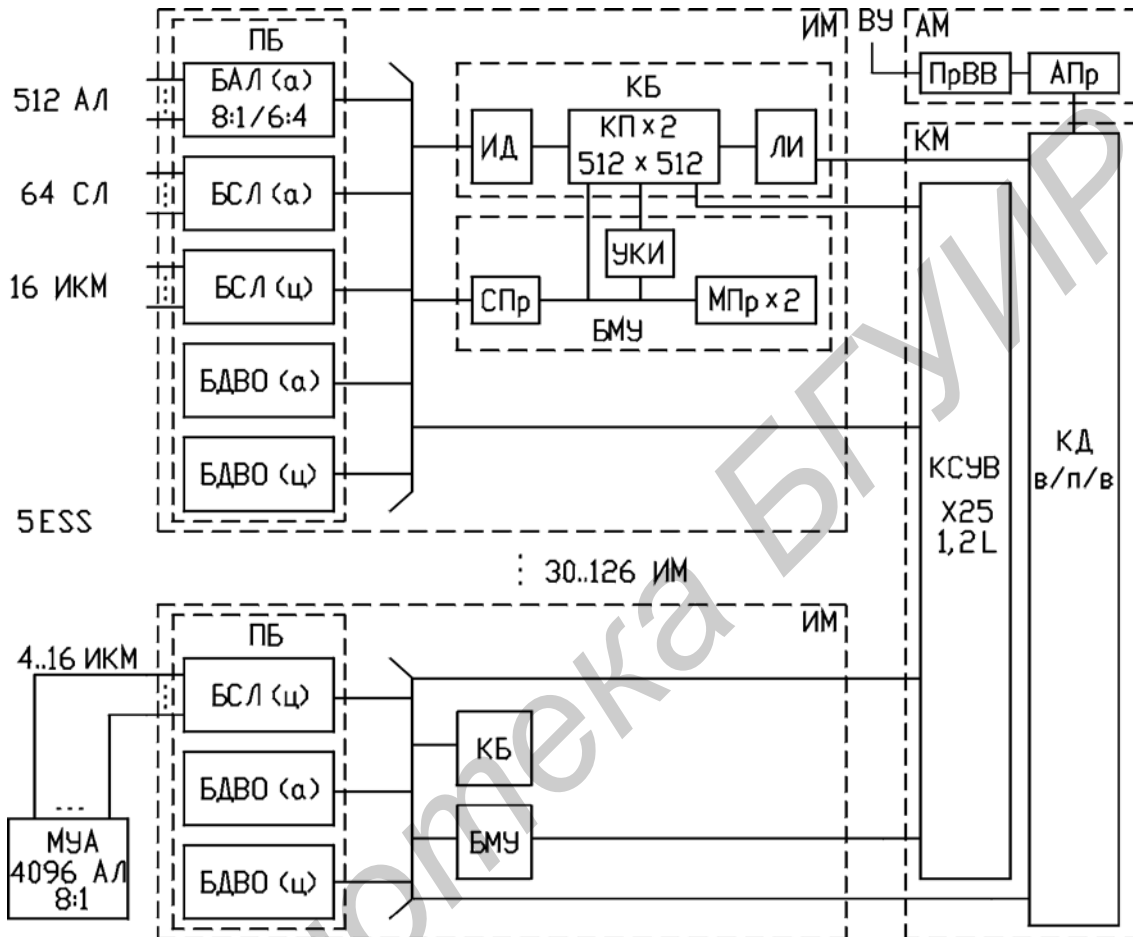


Рис. 1.34. Структура 5ESS

ИМ предназначен для подключения АЛ и СЛ. Этот модуль состоит из нескольких блоков. Обязательными являются коммутационный блок (КБ) и блок модульного управления (БМУ). ИМ имеет две модификации: часть оборудования станции для местных абонентов или оборудование для подключения удаленных абонентов.

Модуль местных абонентов состоит из БМУ, КБ и периферийных блоков. В свою очередь, БМУ содержит модульный процессор (МПр) (дублируется), сигнальный процессор (СПр) и управляющий комплект интерфейса (УКИ). МПр обрабатывает заявки на обслуживание, поступающие по АЛ и СЛ, и обеспечивает контроль за работой модуля, распределение информации и переключение на резервное коммутационное поле при обнаружении ошибок. Первичная обработка и распределение информации происходит в линейном интерфейсе (ЛИ) – для телефонной информации – и в интерфейсе данных (ИД) – для передачи данных.

Назначение СПр - передача и прием линейных сигналов. Сигнализация транслируется через шину данных периферийного интерфейса, через КБ к СПр, который выполняет все критические во времени операции. УКИ предназначен для распределения управляющих и тактовых сигналов.

КБ включает коммутационное поле (КП) (дублируется), ЛИ и ИД. В качестве среды передачи информации может использоваться оптический кабель. КП является полностью доступным и имеет емкость 512X512 каналов. Оптические линии подключаются к КП через два ИЛ.

Периферийные блоки (ПБ) выполняют интерфейсные функции и подключаются по мере необходимости в любой комбинации. Линейный блок аналоговых абонентских линий (БАЛА) подключает аналоговые АЛ, в том числе таксофоны, и СЛ к учрежденческой АТС (УАТС). В БАЛА концентрируется нагрузка в соотношениях: 8:1 или 6:4. Емкость блока 512 АЛ.

Линейный блок аналоговых соединительных линий (БСЛА) выполняет аналого-цифровое преобразование для 64 СЛ. Он содержит также устройства тестирования, контроля и сигнализации.

Линейный блок цифровых соединительных линий (БСЛЦ) подключает максимально 16 уплотненных ИКМ-линий.

Обслуживающие блоки (БДВОА и БДВОЦ) выполняют функции по предоставлению дополнительных услуг абонентам.

В ИМ существуют специальные элементы тестирования, измерения нагрузки, параметров АЛ и СЛ, а кроме того, характеристик различных устройств этого блока.

Модуль удаленных абонентов (МУА) предоставляет те же услуги, которыми пользуются абоненты основной станции. Этот модуль подключается к станции через ИМ с использованием оптических кабелей при максимальной удаленности до 50 км без регенераторов или до 150 км с регенераторами при использовании цифровых систем передачи ИКМ. В зависимости от обслуживаемой нагрузки ИМ может обеспечивать подключение 4-16 уплотненных линий. Емкость МУА составляет 4096 абонентов при концентрации 8:1. Эти блоки могут группироваться между собой, чтобы обслуживать большее число абонентов (10000 и более). В таком случае нагрузка коммутируется непосредственно между модулями, если это необходимо.

КМ состоит из двух блоков: коммутатора данных (КД) и коммутатора сигналов управления и взаимодействия (КСУВ).

КД представляет собой цифровой коммутатор типа «время – пространство – время».

В каждом ИМ осуществляется временная коммутация. Информационные абонентские сигналы преобразуются в 16-битные слова (8 для разговорной информации или данных и 8 для управляющей информации). В ИМ информация дополнительно преобразуется для передачи по оптическим линиям. 256 каналов используют одну оптическую линию и работают со скоростью 32786 Мбит/с. Для надежности оптические линии дублируются.

КД объединяет от 30 до 126 ИМ. Для надежности блок дублируется. Выбор режима каждого блока КД и каждой оптической линии связи осуществляется административным процессором (АПр), который входит в состав АМ. Информация, необходимая для управления КД и для установления соединения, посылается АПр через КСУВ. Последний коммутирует управляющие сигналы, поступающие из АПр, к остальным модулям, а также обеспечивает обмен информацией между ними. КСУВ использует протокол X25 (уровень 1 и 2) для передачи СУВ по оптическим линиям связи.

АМ состоит из АПр (дублируется) и процессора ввода-вывода (ПрВВ). К ПрВВ подключаются печатающие устройства, терминалы связи с оператором и контроллером внешней памяти. АПр необходим для централизованного выбора и распределения системных ресурсов. Для установления соединения АПр определяет номер ИМ и передает управляющие сигналы КМ. Кроме того, АПр обеспечивает связь с внешними устройствами. ПрВВ работает под управлением АПр.

1.4.5. Структура МТ

Станция МТ (рис. 1.35) содержит согласующий блок (СБ), электронные управляющие машины (ЭУМ) в составе двухмашинного управляющего комплекса (ДУК), работающего в режиме разделения нагрузки, коммутационное поле (КП) на 2048 ИКМ-линии и блок сигнализации (БС).

СБ преобразует речевую информацию каждого канала (двух- или четырехпроводных аналоговых СЛ и т. д.) в цифровую форму и передает сигнальную информацию в КИ-16.

БС служит для предварительной обработки управляющей информации, получаемой из каналов сигнализации.

ДУК содержит: запоминающее устройство емкостью до 500000 слов, состоящее из оперативного ЗУ (ОЗУ) и сверхоперативного ЗУ (СОЗУ);

схему прямого доступа к памяти (СПДП);

центральный процессор (ЦПр);

запоминающие устройства на различных носителях информации, предназначенные для загрузки программ и данных, записи результатов наблюдений за нагрузкой и т.д.;

устройства ввода-вывода для организации рабочего места оператора и реализации задач технической эксплуатации.

При нормальном функционировании каждая из ЭУМ в составе ДУК обрабатывает в среднем половину приходящих на АТС вызовов. Это обеспечивает надежность при перегрузках. Устойчивость ДУК обеспечивается тем, что в любой момент обе машины обслуживают разные вызовы, поэтому они

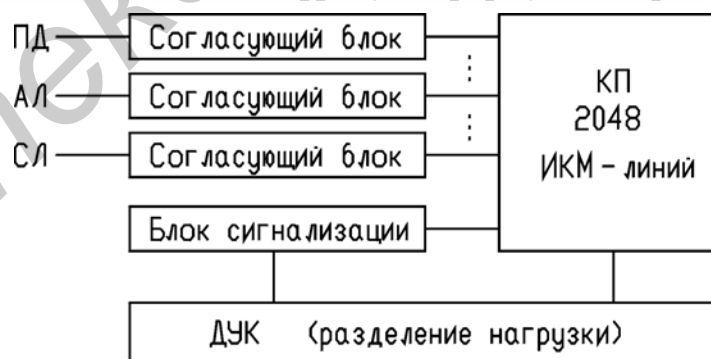


Рис. 1.35. Структура МТ

никогда не обрабатывают одну и ту же программу и не могут одновременно выходить на одни и те же ошибки в программном обеспечении.

В процессе обслуживания вызовов ЭУМ обмениваются данными, относящимися к обработке вызовов (состояние ячеек памяти коммутационного поля - свободны или заняты, этапы прохождения обработки вызовов и т. п.), чтобы в случае отказа одной из ЭУМ другая могла бы немедленно взять на себя обслуживание всей нагрузки. Эта возможность реализуется системой контроля (СК). СК имеет два канала обмена (по одному на каждое направление), которые позволяют одной машине сообщать в другую состояние этапов прохождения обрабатываемых вызовов. СК содержит также устройство автоматического запуска, часы и программируемое устройство запрета, запрещающее одной из ЭУМ выполнять в данный момент определенные типы операций (например, поиск пути в коммутационном поле), если другая ЭУМ уже выполняет эти операции.

2. Структура, принципы функционирования, аппаратные компоненты и элементная база абонентского модуля цифровой АТС

2.1. Структура абонентского модуля

В структуре практически любой цифровой АТС может быть выделена одна или несколько одинаковых частей, которые реализуют ряд функций, непосредственно относящихся к обеспечению абонентского доступа. Назовем такую часть абонентским модулем (АМ). АМ различных цифровых АТС, несмотря на вариации названий, имеют, как правило, однотипную или схожие структуры, которые слабо зависят от типа УС цифровой АТС. Структурные особенности АМ определяются в основном типами АЛ и АУ, а также способом организации СИ между УУ АМ и другими УУ УС. Подтверждением тому является материал, представленный в подразд. 1.4.

На рис. 2.1 представлена обобщенная структура АМ цифровой АТС для аналоговых АЛ и АУ с декадным способом набора номера. СИ организован на базе потока Е1, что позволяет реализовать на основе АМ (при наличии блока окончания линейного тракта (БОЛТ)) абонентский вынос.

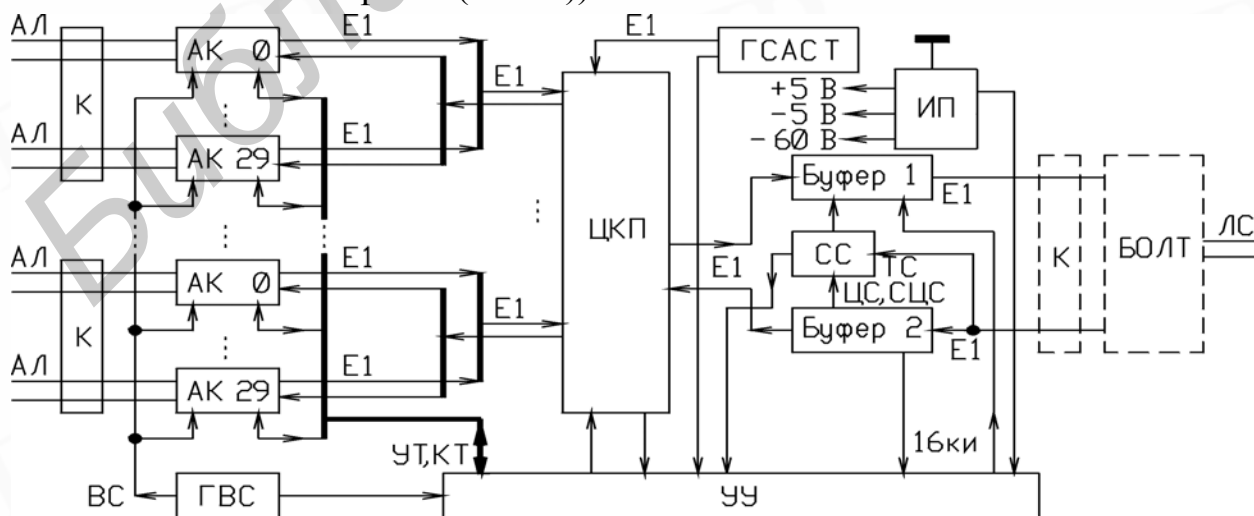


Рис. 2.1. Структура абонентского модуля цифровой АТС

В состав АМ входят одна или несколько (2...4) групп АК, каждая из которых включает по 30 АК и связана с ЦКП АМ посредством прямого и обратного потоков Е1. В представленном варианте АМ каждый АК имеет цифровой интерфейс Е1, предусматривающий простое формирование первичного потока Е1 и стыковку с ЦКП. Кроме интерфейса Е1, каждый АК имеет интерфейс для подключения двухпроводной аналоговой АЛ, которое осуществляется через кросс (К), интерфейс для подачи непрерывного вызывного сигнала (ВС) от генератора ВС (ГВС) и цифровой ПИ, связывающий КТ и УТ АК с УУ АМ. В КТ АК отражается состояние шлейфа АЛ. УТ АК позволяют управлять режимами работы АК (активный / блокировка), коэффициентами передачи речевых сигналов в прямом и обратном направлениях, а также подачей ВС в АЛ.

ЦКП и УУ АМ обеспечивают замыкание внутренней абонентской нагрузки АМ. Если в АМ имеются несколько групп АК, АМ выполняет функции концентратора абонентской нагрузки. В зависимости от числа групп АК (абонентской емкости) ЦКП АМ коммутирует каналы двух или более потоков Е1.

ЦКП обеспечивает также распределение тональных САС от генератора тональных сигналов абонентской сигнализации (ГСАСТ). ГСАСТ связан с ЦКП через цифровой интерфейс Е1 и может формировать один или несколько непрерывных синусоидальных сигналов соответственно в одном или нескольких КИ потока Е1. Как правило, достаточно одного сигнала частотой 425 (450) Гц, который может вводиться через ЦКП в КИ-0 потоков Е1 для каждой группы АК, поскольку КИ-0 не используется для синхронизации внутри АМ. Для подачи в сторону некоторого АУ тонального САС реализуется установление одностороннего соединения соответствующего АК с ГСАСТ. При этом ЦКП программируется на копирование информации КИ-0, несущего оцифрованный тональный сигнал, в КИ, закрепленный за рассматриваемым АК. Для дробления непрерывного тонального сигнала КИ-0 в ЦКП реализуется периодическое установление и разрушение соединения.

В АМ предусмотрен цифровой ПИ между ЦКП и УУ, позволяющий программировать ЦКП на установление соединений или разъединение при внутримодульной, внешней исходящей или входящей связи. Обратная связь от ЦКП к УУ предназначена для диагностики работы ЦКП, а также возможности выделения информации произвольных КИ коммутируемых потоков Е1 в целях приема СУВ от других УУ.

Первичные потоки Е1 между ЦКП АМ и КС АТС проходят через буферы 1 и 2, которые выполняют выделение и вставку кодов КИ-0 и КИ-16, а также, при необходимости, выравнивание фаз входящего и исходящего потоков Е1. Функции выделения и вставки КИ используются в СС АМ для приема и передачи сигналов цикловой (ЦС) и сверхцикловой (СЦС) синхронизации соответственно в КИ-0 и КИ-16. Сигнал тактовой синхронизации (ТС) выделяется в СС непосредственно из приходящего в АМ потока Е1. СС АМ обеспечивает вхождение в синхронизм с СС АТС при включении питания АМ или потере синхронизации, отслеживание синхросигналов в процессе нормальной работы и формирует все необходимые тактирующие сигналы для функционирования АК, ЦКП, а также буферов 1 и 2 (на рис. 2.1 не показаны).

Функции выделения и вставки информации КИ в буферы 1 и 2 используются также для передачи информации КИ-16 в УУ АМ и обратно. Данный способ организации СИ более эффективен, чем передача и прием СУВ через ЦКП.

Источник питания (ИП) АМ обеспечивает напряжением все части АМ.

Для реализации контроля и диагностики функционирования различных частей АМ осуществляется передача состояний этих частей в УУ АМ. Диагностические контрольные точки имеют ЦКП, СС, ИП, ГСАСТ и ГВС.

2.2. Абонентский комплект

Структура АК АМ зависит от типа АЛ и АУ, реализуемых функций, а также интерфейса с ЦКП. Обобщенная структура АК для случая аналоговых АЛ и АУ с декадным набором номера представлена на рис. 2.2. АК имеет программируемый интерфейс Е1 с ЦКП, реализует кодирование и декодирование, сопряжение двухпроводного и четырехпроводного окончаний КТЧ, блокировку (отключения питающего напряжения от АЛ), защиту от перенапряжения, эхокомпенсацию (уменьшение влияния передаваемых по АЛ сигналов на принимаемые), управление подачей ВС, отображение состояния шлейфа АЛ в КТ. Важной функцией АК является тестирование (на рис. 2.2 не показано) [12].

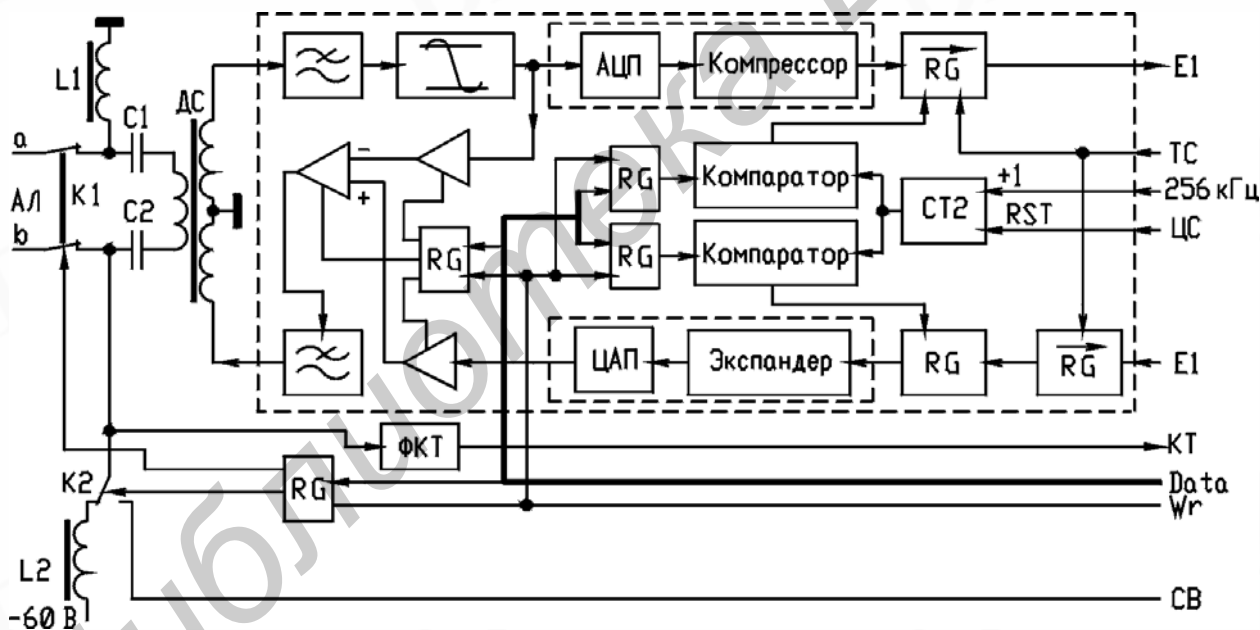


Рис. 2.2. Структура абонентского комплекта

Структуру АК удобно рассматривать относительно дифференциальной системы (ДС), реализующей сопряжение двухпроводного и четырехпроводного окончаний КТЧ. В аналоговом исполнении ДС представляет собой мостовую трансформаторную схему. Она обеспечивает высокое затухание сигнала между парами зажимов 4-проводной линии и тем самым предотвращает возникновение

эха и самовозбуждения. Кроме того, ДС обеспечивает согласование сопротивлений 2-проводной и 4-проводной линий.

Подача напряжения питания в АЛ осуществляется через дроссели L1 и L2, препятствующие попаданию разговорного сигнала в цепи ИП АМ. Разделительные емкости C1 и C2 предотвращают попадание на ДС постоянного напряжения. В схеме АК предусмотрен двухразрядный регистр, запись кода в который определяет состояние ключей K1 и K2 в шлейфе АЛ, осуществляющих подачу ВС и блокировку абонента (отключение АЛ от АК), например, в случае неисправности АУ. Длительности посылок ВС определяются периодами замыкания и размыкания ключа K2.

Отображение состояния шлейфа АЛ в КТ осуществляет формирователь контрольной точки (ФКТ). Работу формирователя удобно рассматривать, представив функциональную схему АУ в показанном на рис. 2.3,а виде. В исходном состоянии АУ (МТ-трубка лежит) ключи S1 и S2 разомкнуты, разомкнут шлейф АЛ и на выходе ФКТ - логический ноль. При подъеме МТ-трубки (замыкание ключа S1) замыкается шлейф АЛ, ФКТ фиксирует падение напряжение на входе и переводит выход в состояние логической единицы. При заводе диска (замыкание ключа S2) шунтируется сопротивление микрофона и возрастает падение напряжения на входе ФКТ, что не приводит, однако, к изменению состояния его выхода. Импульсы набора номера передаются размыканиями шлейфа АЛ при обратном ходе диска АУ (размыканиями ключа S1) так, что каждой цифре соответствует определенное число размыканий: «1» – 1, «2» – 2, ..., «9» – 9, «0» - 10. При этом на выходе ФКТ формируются нулевые импульсы, число которых может быть подсчитано в УУ. По завершении обратного хода диска шлейф АЛ оказывается замкнутым (S1 – замкнут, S2 – разомкнут) и восстанавливается состояние логической единицы на выходе ФКТ.

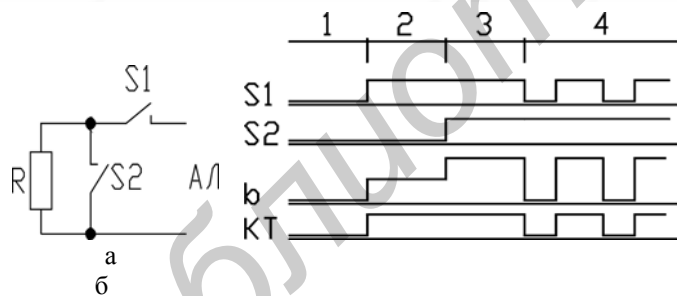


Рис. 2.3. Абонентское устройство:
а – функциональная схема;

Остальная часть схемы АК относится к четырехпроводному окончанию КТЧ и включает фильтр нижних частот (ФНЧ) тракта передачи – ограничивает полосу КТЧ, амплитудный ограничитель – формирует динамический диапазон КТЧ, АЦП, компрессор – реализует нелинейную передаточную характеристику АЦП в интересах

помехозащищенности речевого сигнала, экспандер – реализует функцию, обратную компрессору, ЦАП, ФНЧ тракта приема – восстанавливает форму непрерывного сигнала по отсчетам с выхода ЦАП, петлю эхокомпенсации на операционных усилителях с программируемыми коэффициентами передачи, схему выделения и вставки оцифрованных сигналов в КИ потока Е1.

Последняя включает в свой состав два регистра для задания номеров КИ, два компаратора, двоичный счетчик (СТ2), а также регистры сдвига. УУ записывает в регистры номер КИ, в который осуществляется вставка, и номер КИ, из которого

осуществляется выборка, оцифрованных речевых отсчетов каждые 125 мкс. Компараторы формируют разрешающие сигналы на вставку и выборку информации при совпадении кодов, заданных в регистрах, с кодом на выходе СТ2. СТ2 сбрасывается от сигнала ЦС каждые 125 мкс и увеличивает свое значение с частотой 32×8 кГц от сигнала ТС. Регистры сдвига обеспечивают преобразование параллельного кода в последовательный и обратно, осуществляя сдвиг информации под управлением сигнала ТС. Данная схема обеспечивает выделение и вставку информации произвольных КИ потока Е1.

Для записи управляющего кода в регистры АК управляющее устройство АМ выставляет соответствующую информацию на шину Data, а затем формирует строб записи Wr. Шина Data является общей для всех АК, а стробы записи распределяются по АК через дешифратор таким образом, что каждому АК соответствует свои цепь и строб сигнала записи.

2.3. Реализация абонентского комплекта на интегральных микросхемах

Схема АК может быть реализована на дискретных аналоговых и цифровых компонентах с использованием реле различного типа. Однако такой вариант имеет высокую стоимость, низкую надежность, плохие массогабаритные характеристики, высокое энергопотребление. Поэтому более предпочтительным является вариант интегрального исполнения АК. Современная элементная база позволяет свести реализацию АК практически к нескольким специализированным микросхемам, в которых интегрируются элементы, относящиеся к двухпроводной и четырехпроводной частям АК. Микросхемы, интегрирующие элементы двухпроводной части АК и ДС, получили сокращенное название SLIC (Subscriber Line Interface Circuit) - схема интерфейса абонентской линии. Микросхемы, интегрирующие элементы четырехпроводной части АК, получили сокращенное название кофидек - кодек (кодер и декодер) и фильтр – РСМ (puls-code modulated - импульсно-кодовая модуляция) Codec (encoder and decoder – кодер и декодер) and РСМ line filter. В варианте интегральной реализации АК могут быть использованы, например, микросхемы PBL 376x, PBL 386x фирмы Ericsson или Am79468 фирмы AMD (Advanced Micro Devices) – в качестве SLIC, микросхемы TP306x или TP307x фирмы Texas Instruments – в качестве кофидека.

SLIC выполняет набор функций, сокращённо обозначаемый BORSCHT:

B (Battery feed) — батарейное питание;

O (Overvoltage protection) — защита от перенапряжений;

R (Ringing) — посылка ВС;

S (Supervision) — контроль состояния линии;

C (Coding) — кодирование сигнала;

H (Hybrid) — переход от 2-проводной к 4-проводной линии (дифсистема);

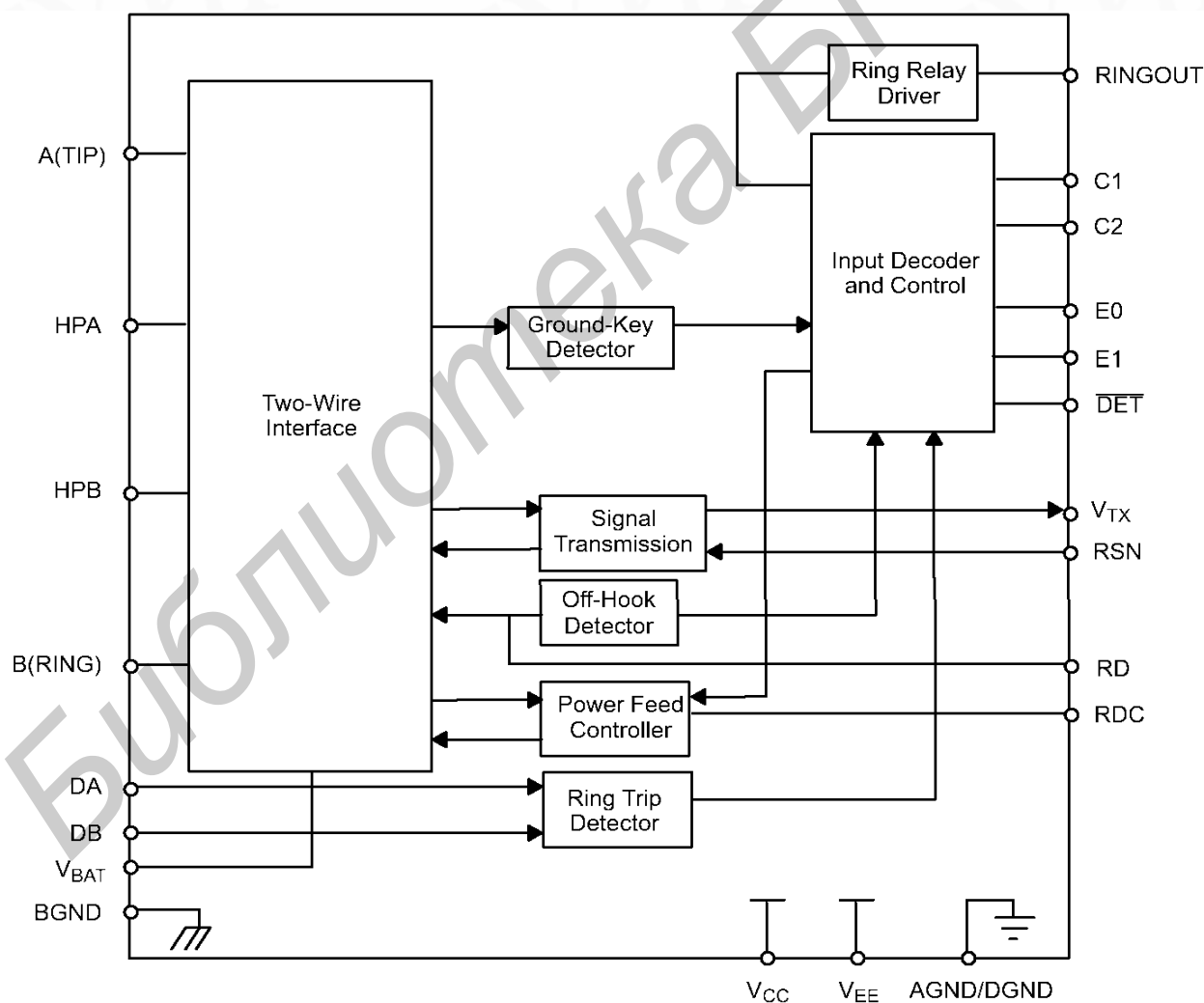
T (Testing) — тестирование.

Структура микросхемы Am79468 представлена на рис. 2.4. Она включает двухпроводный интерфейс (Two-wire Interface), детектор прекращения сигнала вызова (Ring Trip Detector), драйвер звонкового реле (Ring Relay Driver), контроллер питания линии и подавления наведенных сигналов (Power Feed Controller), обнаружитель поднятой трубки (Off-Hook Detector), блок передачи

речевого сигнала (Signal Transmission), блок обнаружения утечки на землю (Ground Key Detector) и входной блок декодера и управления (Input Decoder and Control).

ДС реализуется простой внешней цепью, подключаемой между выходами микросхемы VTX и RSN и входами кодека. Сопротивление цепи программируется и может быть действительным или комплексным, что обеспечивает высокое качество согласования сопротивлений двухпроводной и четырехпроводной линий.

В исходном состоянии (состояние готовности) функциональные узлы SLIC потребляют минимальную мощность. Этому состоянию соответствует максимальный импеданс линии. При поступлении ВС SLIC переходит в активное состояние. При этом драйвер звонкового реле и обнаружитель окончания сигнала вызова также переводятся в активный режим. Признаком снятой трубки (окончание сигнала вызова) является низкий логический потенциал на выходе детектора DET. Состояния микросхемы SLIC устанавливаются в зависимости от комбинации высоких и низких потенциалов на цифровых управляющих входах C1, C2, C3 и выходе детектора DET (табл. 2.1).



Состояния микросхемы SLIC Am79468

C3	C2	C1	DE T	Состояние SLIC
0	0	0	1	Готовность
0	0	1	0	Обнаружение сигнала вызова
0	1	0	0	Обнаружение замыкания шлейфа (при подъеме МТ-трубки)
1	0	1	0	Обнаружение утечки на землю
1	1	0	0	Переполюсовка

Микросхема кофидека TP3064 (рис. 2.5) включает схему синхронизации и управления (Timing and Control), тракты передачи и приема, источник опорного напряжения (voltage reference). Тракт передачи содержит аналого-цифровой преобразователь (ADC - analog-digital converter), схему формирования КИ и вставки в поток E1 (Comparator, A/D Control Logic, Transmit Regulator). Тракт приема содержит схему выделения КИ из потока E1 (Receive Regulator), цифро-аналоговый преобразователь (DAC - digital-to-analog converter). Кроме того, тракты приема и передачи имеют в своем составе активные RC-фильтры (RC Active Filter), фильтры на переключаемых конденсаторах (switched-capacitor filter): нижних частот (low-pass) – в тракте приема и полосовой фильтр (band-pass) – в тракте передачи, операционные усилители с программируемыми коэффициентами усиления – для приведения уровней аналоговых входного (подается на входы VFXI) и выходного (снимается с выходов VPO) сигналов. Выход DX и вход DR обеспечивают интерфейс E1.

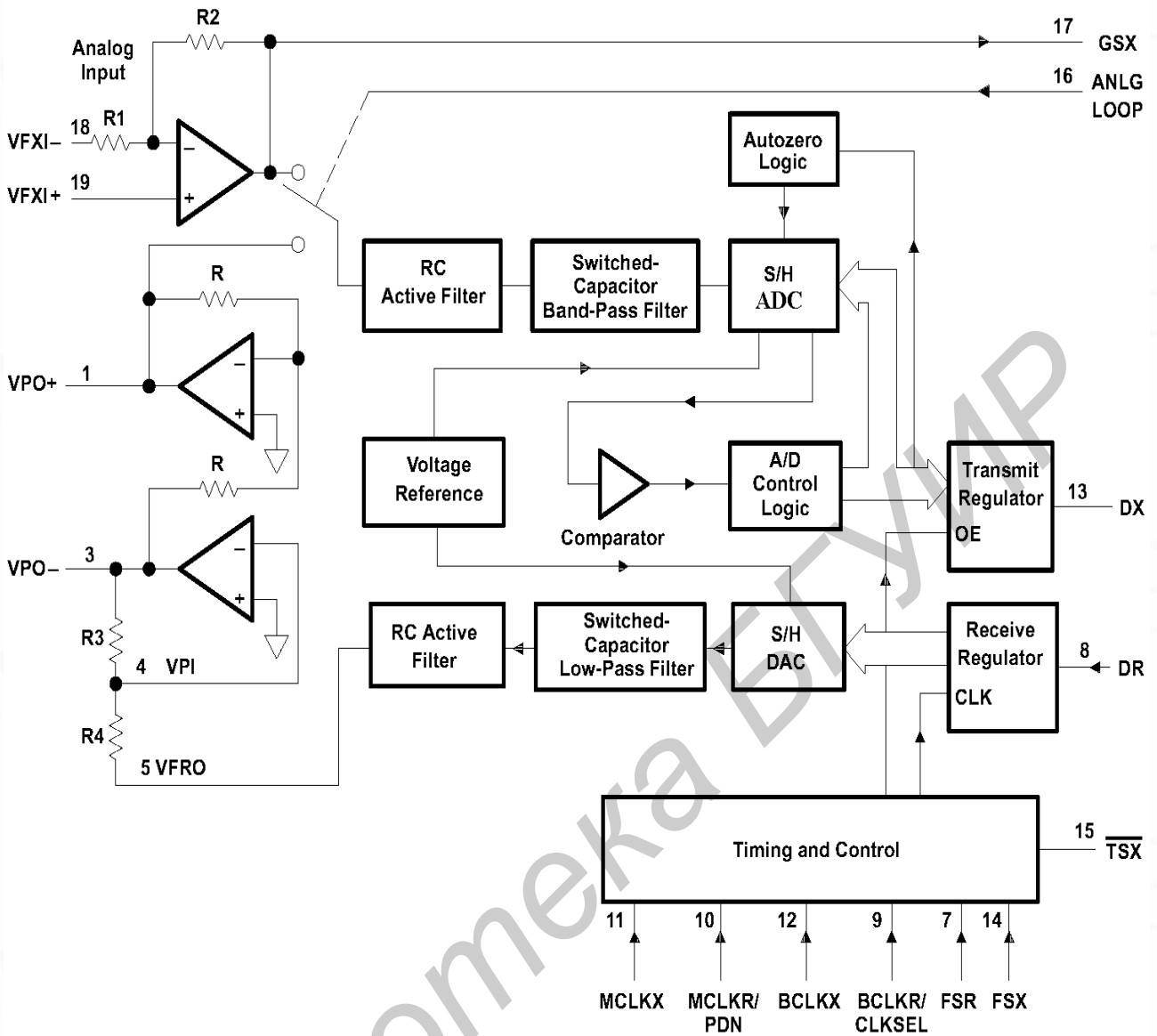


Рис. 2.5. Структура микросхемы кофидека TP3064

Микросхема TP3070 (рис. 2.6) имеет более сложную структуру, чем TP3064, и обеспечивает больше функциональных возможностей. Так, в TP3070 предусмотрены: два интерфейса E1 с программированием скоростей передачи и приема в широком диапазоне, возможностью выбора закона компрессии «А» или «μ»; программируемая гибридная балансная цепь (ГБЦ - hybrid balanced circuit),

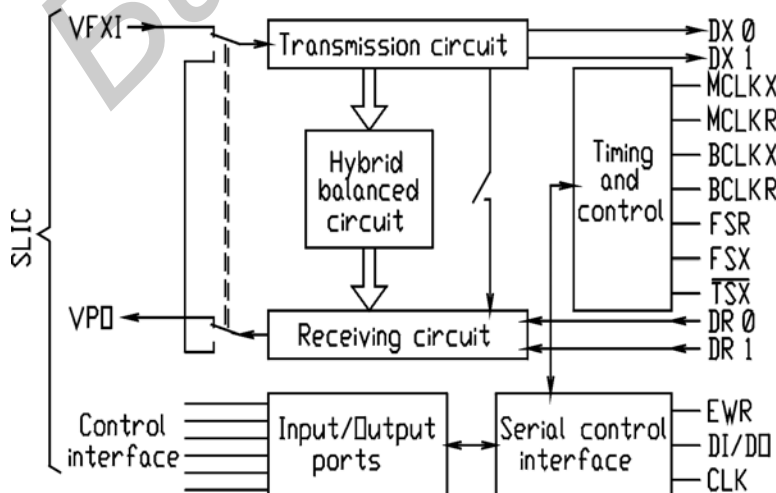


Рис. 2.6. Структура микросхемы кофидека TP3070

которая включается между трактами передачи (transmission circuit) и приема (receiving circuit) для подавления эха и существенного упрощения ДС; шесть цифровых программируемых одноразрядных портов ввода-вывода информации

(input/output ports) для контроля и управления SLIC; последовательный управляющий интерфейс (serial control interface) для сопряжения с микропроцессорной УС.

TP3070 имеет несколько десятков 8-разрядных управляющих регистров, предназначенных для хранения кодов настройки параметров различных функциональных узлов: коэффициентов передачи усилительных каскадов в трактах приема, передачи и ГБЦ, номеров портов Е1 и КИ для приема и передачи информации, кодов настройки режимов работы выходных и промежуточных усилительных каскадов (включено/выключено), кодов определения направления передачи и выходного состояния портов ввода-вывода информации. Развитая система команд TP3070 позволяет прочитать или изменить состояние любого регистра управления через последовательный синхронный 3-разрядный управляющий интерфейс DI/DO, CLK, EWR. Вывод DI/DO предназначен для ввода и вывода информации, вывод CLK – для ввода синхроимпульсов, вывод EWR – для подачи разрешающего сигнала. TP3070 принимает или выдает последовательные данные через вывод DI/DO по фронтам синхроимпульсов, подаваемых на вывод CLK, при наличии разрешающего сигнала на выводе EWR (рис. 2.7).

При отсутствии разрешающего сигнала на EWR вывод DI/DO переходит в третье (высокоимпедансное) состояние. Это позволяет объединить выходы DI/DO

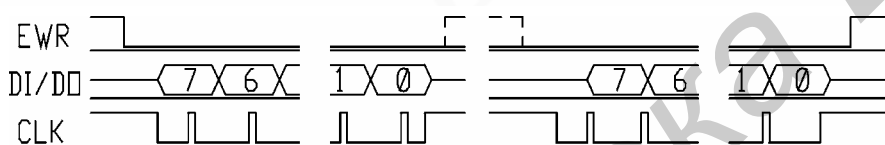


Рис. 2.7. Временные диаграммы работы периферийного управляющего интерфейса TP3070

многих микросхем TP3070 и организовать таким образом общую шину данных. Выводы CLK являются входами и также могут быть объединены у многих

микросхем TP3070 для организации общей шины управления. Выбор кофидеков может осуществляться посредством дешифратора, распределяющего разрешающие сигналы по входам EWR (рис. 2.8).

Большинство команд управления TP3070 содержат два байта. Первый байт вводится последовательно через вывод DI/DO по фронтам синхроимпульсов, подаваемых на вход CLK, и определяет номер управляющего регистра TP3070, а также режим записи или считывания информации. При записи за первым байтом, введенным через DI/DO, сразу следует второй. При считывании TP3070 выдает через вывод DI/DO содержимое выбранного регистра по фронтам синхроимпульсов на входе CLK (см. рис. 2.7). На вывод EWR при этом должен подаваться разрешающий сигнал.

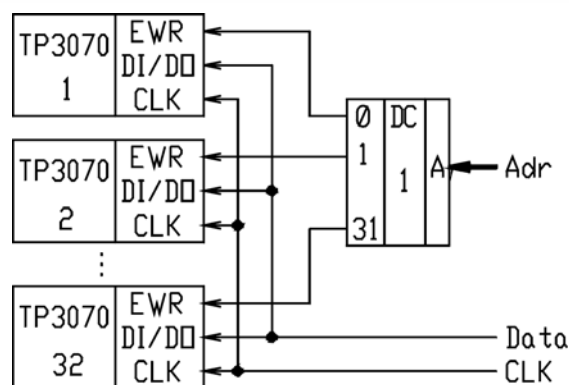


Рис. 2.8. Периферийный управляющий интерфейс TP3070

На вывод EWR при этом должен подаваться разрешающий сигнал.

Логика управления интерфейсами E1 позволяет программировать номера КИ для каждого из портов передачи и приема информации. Информация выдается через вывод DX периодически каждые 125 мкс с заданной скоростью, например 2048 Кбит/с только в заданном КИ. В остальное время вывод DX находится в высокоимпедансном состоянии. Это позволяет предельно упростить формирование первичного потока E1, соединив выходы DX, например, в 32 (30) микросхемах TP3070. Выводы DR являются входами и также могут быть соединены между собой для нескольких десятков микросхем TP3070 с целью упрощения распределения КИ потока E1 по кофидекам.

Возможность изменения номеров передаваемых и принимаемых КИ, а также выбора портов E1 позволяет упростить не только схему сбора и распределения КИ в потоке E1, но и КС. Так, соединение между абонентами, речевая информация которых передается в КИ одного потока E1, может быть организовано на TP3070 без использования ЦКП. Для этого объединяются шины DX и DR одного из интерфейсов 32 (30) микросхем TP3070. Шины второго интерфейса E1 остаются отдельными, подключаются к ЦКП и служат для организации внешних соединений (рис. 2.9). Таким образом, АМ на 30 номеров с возможностью внутримодульной коммутации при использовании в качестве кофидеков TP3070 может строиться без ЦКП.

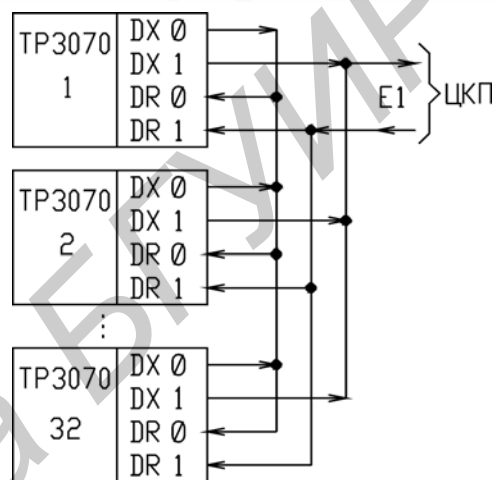


Рис. 2.9. Организация виртуального ЦКП и интерфейса E1

Коммутационные возможности TP3070 этим не ограничиваются. Благодаря внутренней петле обратной связи (цифровой или аналоговой) имеется возможность организовать передачу КИ, принятого через один интерфейс E1, в любом КИ через другой интерфейс E1. Это позволяет построить на базе TP3070 виртуальное ЦКП емкостью до 256 каналов и вовсе исключить ЦКП из структуры АМ. При этом, однако, будет возможно одновременное установление только 32 соединений, что значительно увеличивает величину явных потерь вызовов.

Благодаря возможности управления режимами работы выходного усилителя тракта приема (включен / выключен) TP3070 легко может быть организовано распределение тональных САС по АУ. Оцифрованный тональный сигнал частотой 450 (425) Гц передается в одном из КИ потока E1, поступающего на группу 32 кофидеков TP3070. Поскольку КИ-0 не используется для ЦС внутри АМ, то он может быть задействован для этой цели. При необходимости выдачи в АУ тонального САС соответствующий кофидек настраивается на выделение из потока E1 КИ-0, а его выходной усилитель периодически включается и выключается, дробя непрерывный тональный сигнал таким образом, чтобы длительности посылок и пауз сигнала соответствовали требуемому САС.

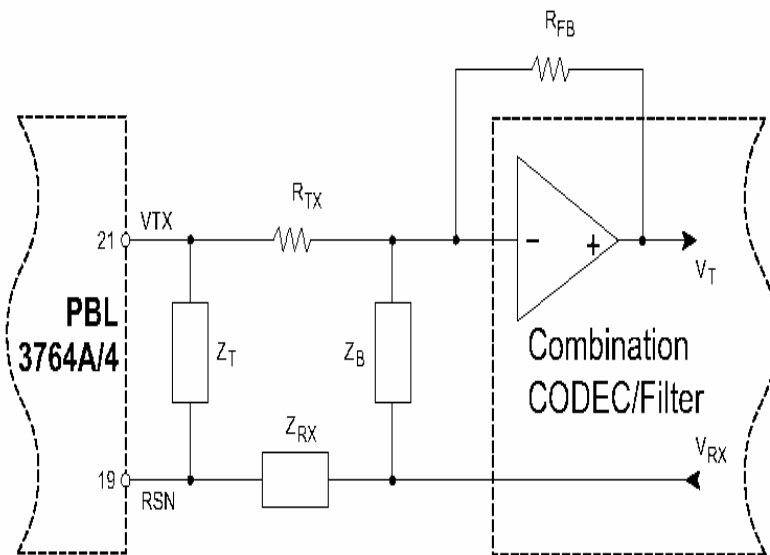
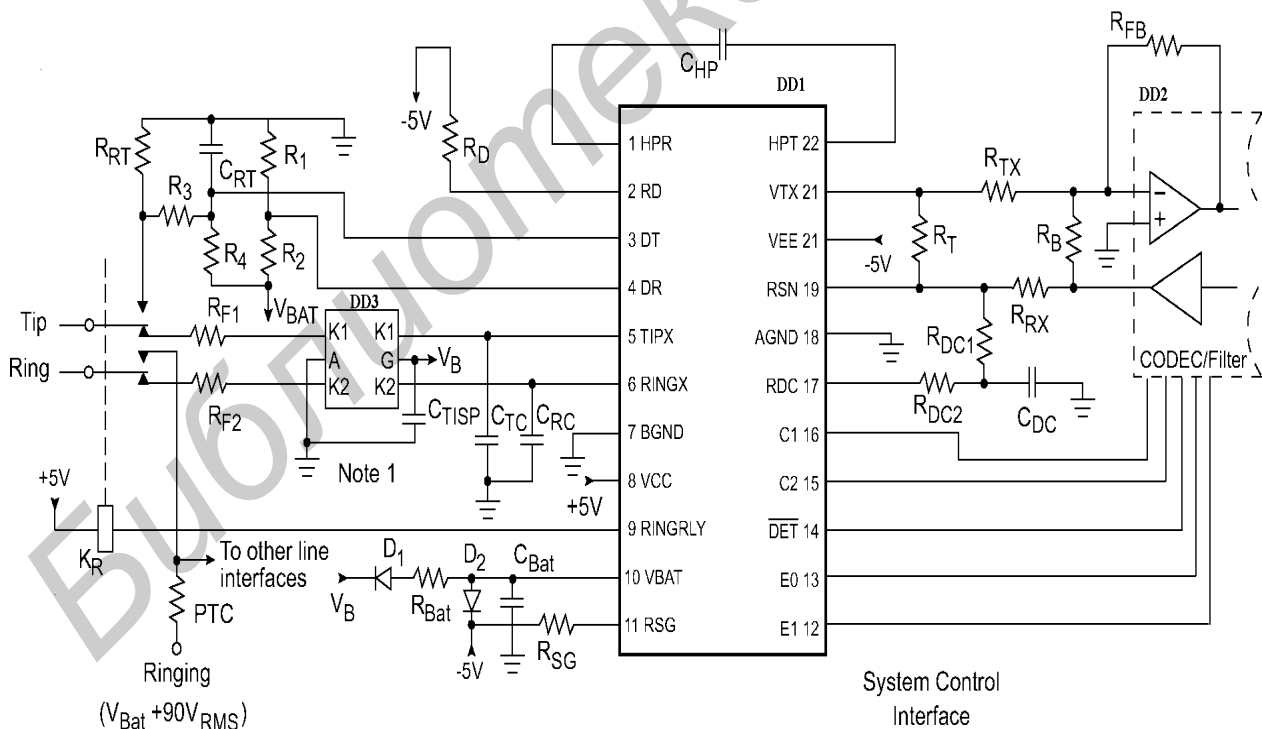


Рис. 2.10. Соединение микросхем SLIC и кофидека

Сопряжение кофидека со SLIC осуществляется достаточно просто (рис. 2.10).

На рис. 2.11 представлен фрагмент схемы АК с использованием рассмотренных микросхем. В качестве кофидека используется микросхема TP3070. Порты ввода-вывода TP3070 задействованы для управления и контроля состояния SLIC (System control interface). Это существенно упрощает ПИ между АК и УУ АМ. ПИ сводится к варианту, представленному на рис. 2.8.

АЛ подключается к точкам Tip и Ring. В точку Ringing подается непрерывный сигнал частотой (25 ± 2) Гц и напряжением (95 ± 5) В. Формирование ВС из этого непрерывного сигнала осуществляется с помощью реле K_R , которым управляет УУ через микросхемы кофидека и SLIC. Номинальная длительность посылки ВС составляет 1 с, а паузы – 4 с. Микросхема DD3 выполняет функции дополнительной вторичной защиты SLIC от



$$V_{Bat} = - 60 \text{ В } (- 75 \text{ В максимум})$$

Рис. 2.11. Реализация абонентского комплекта на микросхемах

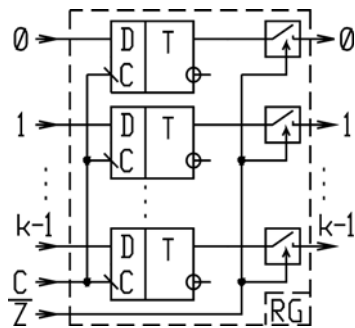


Рис. 2.13. Регистр с тремя состояниями выходов

цифровые элементы: дешифраторы (DC), оперативные (RAM) и постоянные (ROM) запоминающие устройства. Выходы множества элементов с тремя состояниями могут быть соединены в ОШ (запараллелены) при условии, что в любой момент времени работать на ОШ (выдавать информацию) будет только одно из устройств. Обеспечить такой режим функционирования элементов, подключаемых к ОШ, должна логическая схема разделения доступа к ОШ.

Наборы ключей также представляют интерес для цифровой схемотехники, например, для реализации подключения элементов, которые не имеют третьего состояния выходов, к ОШ. Такие наборы ключей оформляются в отдельные устройства, называемые буферами (BF) или шинными формирователями. Регистр с тремя состояниями выходов может быть представлен последовательным соединением регистра и буфера. То же относится к другим цифровым элементам.

Поскольку ОШ представляет собой общий ресурс, разделяемый во времени, распределение N канальных интервалов осуществляется за K тактов ($K > N$). N тактов тратится на перепись КИ из приемных регистров в передающие и $K-N$ тактов - на запись в дополнительные регистры. Выбор передающих регистров, включая дополнительные, осуществляется поочередно дешифратором DC 2. Адреса для дешифратора формирует двоичный счетчик СТ2, сброс которого осуществляется каждые 125 мкс сигналом ЦС. Импульсы приращения состояния СТ2 вырабатывает формирователь сигналов (ФС), запускаемый по сигналу ЦС и тактируемый сигналом Т (рис. 2.14). ФС вырабатывает $(K-1)$ импульс. С последним импульсом СТ2 переходит в состояние $(K-1)$. Период сигнала Т определяет скорость переключения СТ2, т.е. скорость коммутации, и выбирается таким образом, чтобы СТ2 достигал состояния $(K-1)$ раньше поступления очередного ЦС. Это гарантирует завершение распределения КИ из приемных регистров по передающим.

Множества регистров образуют приемное и передающие информационные ОЗУ. В структуре ЦКП предусмотрено еще одно ОЗУ для хранения адресов коммутируемых КИ, RAM (см. рис. 2.12). Особенностью рассматриваемого ОЗУ является наличие независимых (асинхронных) портов записи и считывания информации. Такое ОЗУ называется двухпортовым и имеет структуру, представленную на рис. 2.15,а. Двухпортовое ОЗУ удобно тем, что позволяет одновременно осуществлять запись и считывание информации. Оно может быть легко преобразовано в обычное однопортовое ОЗУ при соединении шин адреса AI и AO, а также шин данных DI и DO. При этом, однако, недопустима одновременная подача на ОЗУ сигналов записи WR и считывания RD.

Двухпортовое ОЗУ адресов, входящее в состав ЦКП, содержит K регистров (ячеек памяти) – по числу передающих регистров ЦКП. Разрядность каждой ячейки памяти (ЯП) определяется числом приемных регистров как двоичный логарифм от N с округлением до ближайшего целого в большую сторону. Каждая ЯП соответствует одному из передающих регистров ЦКП, а ее содержимое, определяемое УУ, указывает на один из приемных регистров ЦКП. Выбор ЯП ОЗУ при считывании осуществляет СТ2 одновременно с выбором передающего регистра (см. рис. 2.14). Затем ФС вырабатывает сигнал считывания RD содержимого ЯП ОЗУ, которое поступает на вход DC 1 и открывает выходы одного из приемных регистров ЦКП. Содержимое выбранного регистра поступает на ОШ и записывается в выбранный передающий регистр по сигналу записи, вырабатываемому ФС, поступающему на вход Z DC 2 и

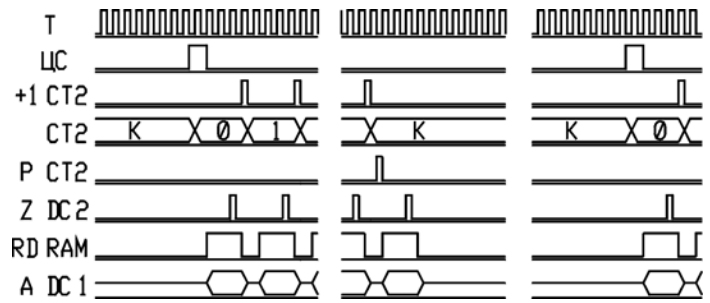


Рис. 2.14. Временные диаграммы работы цифрового коммутационного поля

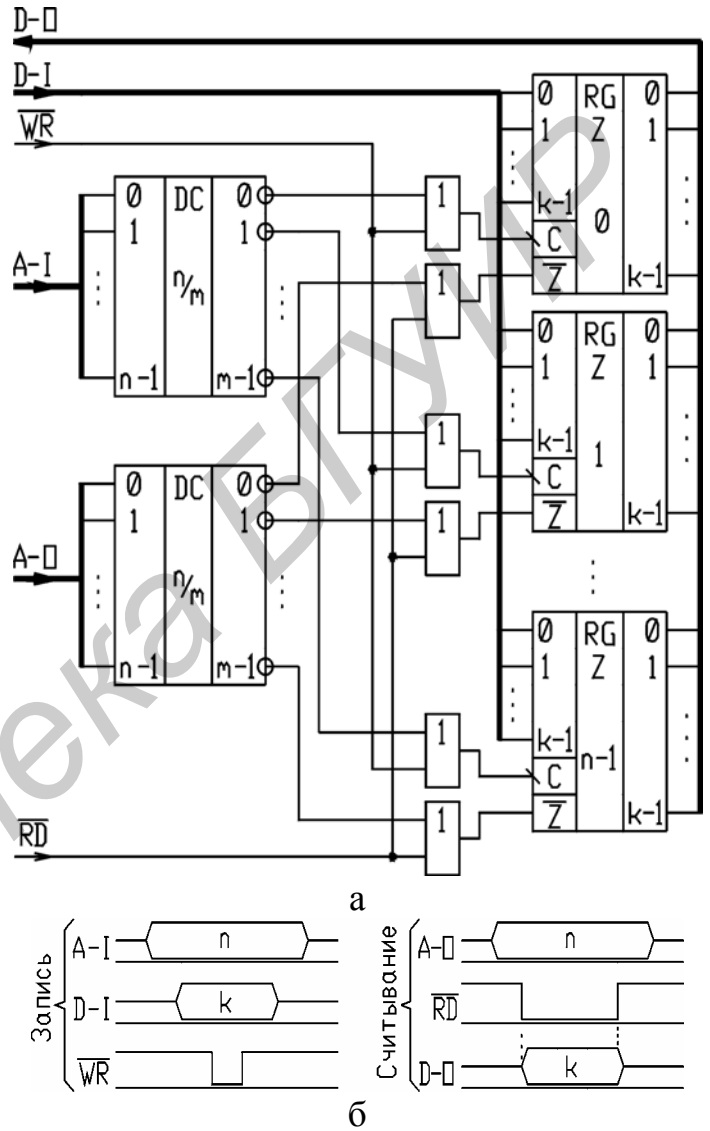


Рис. 2.15. Двухпортовое ОЗУ:
а – структура; б – диаграммы записи и считывания

открывающему выходы последнего. Временные диаграммы записи и считывания информации для ОЗУ представлены на рис. 2.15,б.

Рассмотренное ЦКП имеет параллельный двунаправленный ПИ (Data, Adr, Wr, Rd), позволяющий осуществлять запись информации в ЯП ОЗУ адресов и считывать содержимое дополнительных передающих регистров.

2.5. Реализация цифрового коммутационного поля на микросхемах

Реализация ЦКП на дискретных компонентах неэффективна, и на практике используются специализированные большие интегральные микросхемы ЦКП. Большинство микросхем ЦКП имеют структуру, подобную представленной на рис. 2.12. В качестве примера на рис. 2.16 представлена структура микросхемы ЦКП 8980 (256x256 точек коммутации, 8 потоков E1) фирмы MITEL.

Микросхема имеет 8 последовательных входов (STi0...STi7) и 8 последовательных выходов (STo0...STo7) для ввода и вывода потоков E1. Остальные выходы микросхемы предназначены для управления (DS, CS, R/W, DTA, A5..A0, D7..D0), контроля (CSTo), синхронизации (C4i, F0i, ODE) и питания (VDD, VSS). Микросхема включает в свой состав входной преобразователь последовательных кодов в параллельный (Serial to parallel converter), выходной преобразователь параллельного кода в последовательные (Parallel to serial converter), память данных (Data Memory), память связей (Connection memory), выходной мультиплексор (Output MUX), управляющий интерфейс (Control interface), регистр управления (Control Register) и счетчик кадров (Frame counter). Входной преобразователь представляет собой 8 256-разрядных регистров сдвига с последовательным вводом и параллельным выводом информации, к выходам которых подключены 256 8-разрядных параллельных регистров, составляющих память данных. Выходной преобразователь состоит из 8 256-разрядных регистров сдвига с параллельным вводом и последовательным выводом информации, ко входам которых подключены 256 8-разрядных параллельных регистров, входящих в состав выходного мультиплексора. Коммутация, как и в ЦКП на рис. 2.12, сводится к переносу информации из 256 регистров памяти данных в 256 регистров выходного мультиплексора и осуществляется в последнем под управлением Control Register.

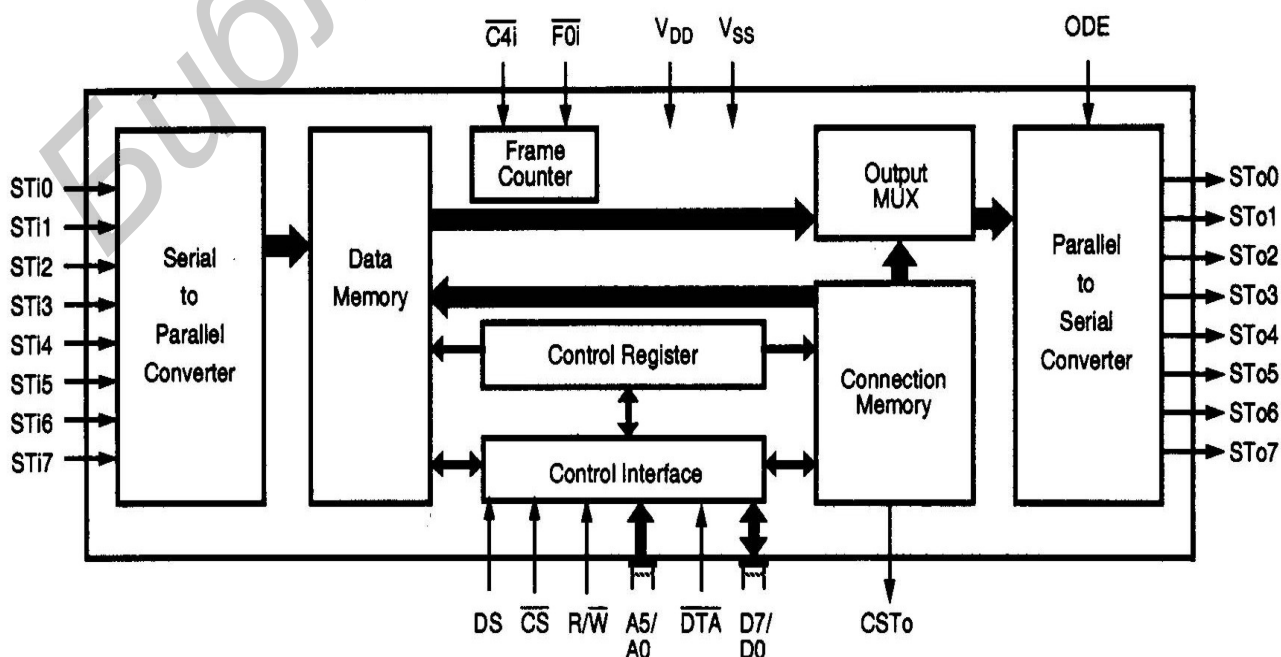


Рис. 2.16. Структура микросхемы ЦКП 8980 фирмы MITEL

Управляющий интерфейс имеет 6-разрядную параллельную адресную шину A5...A0 и двунаправленную 8-разрядную параллельную мультиплексированную шину адрес/данные D7...D0, через которую последовательно во времени сначала вводится и фиксируется по стробу DTA в управляющем регистре ЦКП младший байт адреса, а затем вводится или выводится байт данных. Для записи информации в ЦКП формируются активные сигналы на входах CS и RD/WR, а для считывания – на входах DS и CS. В зависимости от состояния старших разрядов адресной шины A5...A0 осуществляется ввод или вывод информации в регистры одного из устройств Connection memory, Data Memory или Control Register, а также определяется режим работы ЦКП в целом и состояние выходов ST0...ST7.

ЦКП 8980 обеспечивает полную доступную коммутацию 256 ОЦК 64 Кбит/с, распределенных по 8 потокам E1. Для получения ЦКП большей емкости возможно использование других микросхем или каскадное соединение микросхем 8980 в соответствии с рис. 2.17. Реализовать такую схему включения 8980 позволяет возможность перевода выходов ST0...ST7 в высокоимпедансное состояние. Путем записи управляющего кода в Connection memory может быть запрограммирован перевод выходов ST0...ST7 в высокоимпедансное состояние в моменты времени, соответствующие определенным КИ. Разрешение конфликтов на общих выходных шинах должно в таком случае обеспечить управляющее устройство.

2.6. Управляющее устройство

Структура УУ АМ во многом определяется структурой самого АМ, в основном принципами организации ПИ с АК, ЦКП и другими элементами. Для АМ, структура которого представлена на рис. 2.1, с АК и ЦКП, ПИ которых строятся так, как показано на рис. 2.2 и 2.12, может быть предложена структура УУ, представленная на рис. 2.18. УУ АМ включает в свой состав центральный процессор (CPU - central processing unit), два однопортовых ОЗУ (RAM - random-access memory) – RAM 1 и RAM 2, два двухпортовых ОЗУ для обмена информацией с буферами 1 и 2 АМ – RAM 3 и RAM 4, ПЗУ (ROM - Read Only Memory), двоичный счетчик СТ2, дешифраторы - DC 1 и DC 2, параллельные регистры – RG 1 ... RG 3, буферы – BF 1 и BF 2, мультиплексор MX.

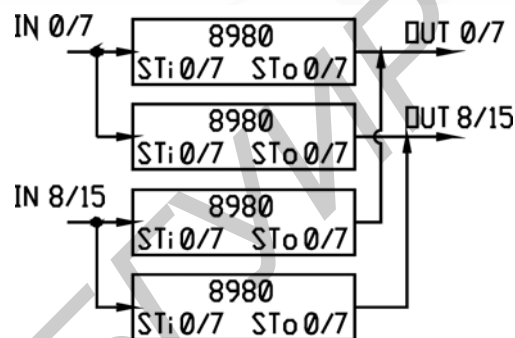


Рис. 2.17. ЦКП 512×512 точек коммутации

УУ построено на ОШ данных (порт D в CPU) и ОШ адреса (порты A-H и A-L в CPU), которые объединяют все устройства. Доступом к ОШ данных управляет CPU

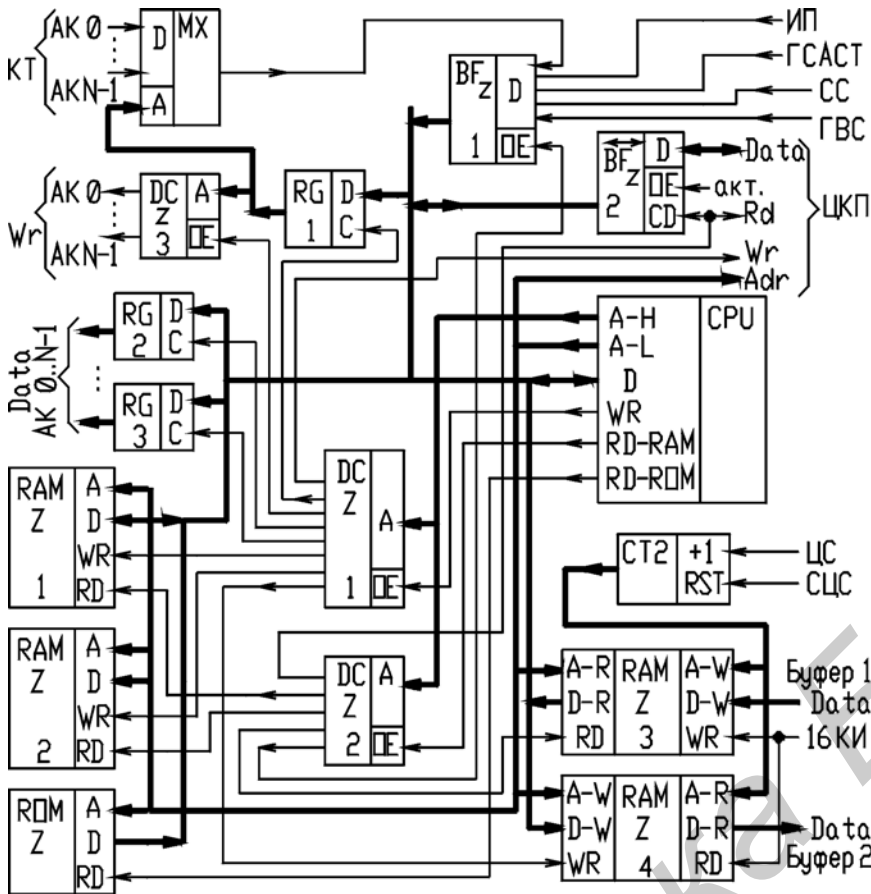


Рис. 2.18. Структура управляющего устройства

посредством сигналов WR (запись информации с ОШ данных в выбранное устройство), RD-RAM (считывание информации через ОШ данных из выбранного устройства), RD-ROM (считывание информации из ROM). Для выбора устройств, с которыми обменивается информацией CPU, служат DC 1 и DC 2, входы которых подключены к ОШ адреса A-H (старшим разрядам). Исключение составляет ROM, выбор которого (разрешение выходов) осуществляется сигналом RD-ROM. ROM предназначено в основном

для хранения кодов команд программы, выполняемой CPU. Для исключения конфликтов на ОШ данных сигналы WR, RD-RAM и RD-ROM формируются CPU в различные моменты времени.

Сигналы RD-ROM формируются периодически, обеспечивая постоянную загрузку в CPU кодов команд на выполнение. CPU при обращении к ROM выставляет сначала из счетчика команд адрес считываемой ЯП на A-L, а затем формирует сигнал RD-ROM, который разрешает перевод выходов ROM из третьего состояния в активное и формирование на ОШ данных содержимого выбранной ЯП. Информация на ОШ данных присутствует в течение сигнала RD-ROM и фиксируется в регистре команд CPU (рис. 2.19).

Сигналы WR формируются только в случае записи информации из CPU в RAM или RG и являются следствием выполнения соответствующих команд в CPU. При выводе информации CPU определяет сначала состояние портов A-H и A-L, выбирая устройство и ЯП, в которые предполагается запись данных, а затем выставляет информацию на

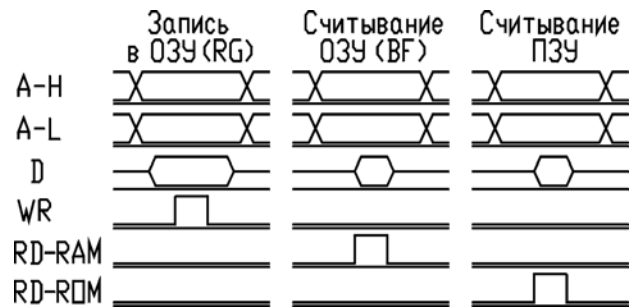


Рис. 2.19. Временные диаграммы работы центрального процессора

ОШ данных и формирует строб записи WR (см. рис. 2.19). При записи информации в RG состояние порта A-L не определено.

Сигналы RD-RAM формируются только в случае ввода информации в CPU из RAM или BF и являются следствием выполнения соответствующих команд в CPU. При вводе информации CPU определяет сначала состояние портов A-N и A-L, выбирая устройство и ЯП, из которых предполагается считывание данных, а затем формирует сигнал RD-RAM, который разрешает подключение выходов выбранного устройства к ОШ данных. Информация на ОШ присутствует только в течение сигнала RD-RAM и считывается в CPU (см. рис. 2.19). При считывании информации через BF состояние порта A-L не определяется.

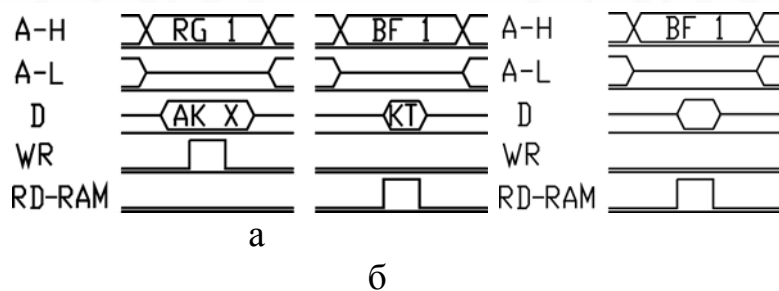
CPU выполняет все функции по управлению АМ в соответствии с записанной в ROM программой, реализуя процесс обслуживания вызовов (заявок на обслуживание), поступающих от АУ. Остальные элементы УУ выполняют вспомогательные функции.

RAM 1 предназначено для хранения оперативной информации, формируемой и обрабатываемой в процессе обслуживания вызовов. Это коды состояний элементов АМ, коды СУВ, информация о номерах вызываемых абонентах и кодах услуг, информация о реализуемых в текущий момент времени соединениях и услугах, прочая информация. Объем RAM 1 может выбираться из расчета 1 Кбайт на 30 АК. Результаты практической реализации АМ [15] подтверждают достаточность этого объема для обработки вызовов и предоставления ДВО. Временные диаграммы обращения к RAM 1 представлены на рис. 2.19.

RAM 2 – энергонезависимое ОЗУ, предназначенное для хранения тарификационной, статистической и диагностической информации. Тарификационная информация – информация о состоявшихся соединениях и предоставленных абонентам услугах. Формируется в процессе установления соединения или начале реализации ДВО в RAM 1 и переписывается в RAM 2 при разъединении или завершении ДВО. Оформляется в виде информационного пакета, содержащего данные о номере вызывающего (обслуживаемого) абонента, номере вызываемого абонента (коде услуги), времени установления соединения или начала разговора (начала предоставления ДВО), продолжительности соединения или разговора (продолжительности предоставления ДВО). Возможно сохранение в информационном пакете также данных статистического и диагностического характера, например показателей качества обслуживания. Статистическая информация – данные о числе состоявшихся и несостоявшихся соединений, минимальной, средней и максимальной продолжительности разговоров, значения показателей явных и неявных потерь вызовов за установленный промежуток времени, позволяющие оценить качество обслуживания абонентов. Диагностическая информация – данные о работе элементов АМ и самого УУ за установленный интервал времени, позволяющие оценить работоспособность оборудования, отказы, неисправности и повреждения. По командам ЦУУ или контроллера ТЭ цифровой АТС, поступающим в КИ-16 входящего в АМ потока Е1, CPU АМ передает содержимое RAM 2 в КИ-16 исходящего потока Е1. Далее информация передается в ЦТЭ для дальнейшей обработки. Объем RAM 2 выбирается с учетом емкости АМ и времени между

сеансами сбора информации в ЦТЭ. Практические реализации АМ и аппаратуры учета соединений [15] показывают достаточность объема 0,5 Мбайт для хранения тарификационной, диагностической и статистической информации 50 абонентов в течение одного месяца. Временные диаграммы обращения к RAM 2 представлены на рис. 2.19.

ПИ с АК в части считывания КТ реализован на MX, RG 1 и BF 1. В RG 1 записывается адрес АК, КТ которого считывается через MX и BF 1 в CPU. Протокол считывания состояния КТ предполагает сначала запись номера АК в RG 1, а затем ввод информации через BF 1 (рис. 2.20,а). Состояние КТ



передается через старший разряд BF 1. Остальные разряды BF 1 используются для ввода в CPU диагностической информации о работе оборудования АМ – ИП, ГСАСТ, ГВС и СС (рис. 2.20,б).

Рис. 2.20. Временные диаграммы ввода информации:

RG 1 используется также для распределения управляющих сигналов по АК. В этом режиме CPU записывает в RG 1 номер АК, в который осуществляется запись управляющей информации, определяет состояние RG 2 и RG 3, а затем переводит в активное состояние выходы DC 3, формируя строб записи информации Wr в регистры выбранного АК (рис. 2.21). Рассмотренные ПИ и протокол соответствуют структуре АК, представленной на рис. 2.2.

Для организации ПИ с ЦКП задействованы BF 2 (шина Data), порт A-L CPU (шина Adr), а также DC 1 и DC 2 (сигналы Wr и Rd). Буфер BF 2 является двунаправленным. Для выбора направления передачи информации BF 2 имеет вход CD, на который подается сигнал RD-RAM, прошедший DC 2. Если сигнал с выхода DC 2 отсутствует, BF 2 передает информацию с ОШ в ЦКП. BF 2 постоянно находится в активном состоянии, поэтому в отсутствие сигнала RD-RAM дублирует на выходах (на шине Data ЦКП) информацию, выставляемую на ОШ данных любым устройством. Информация фиксируется в ОЗУ адресов ЦКП по сигналу Wr (рис. 2.22).

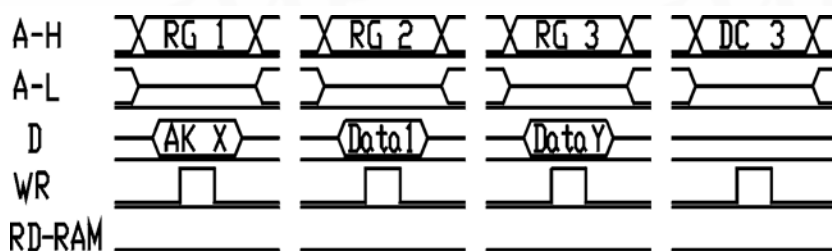


Рис. 2.21. Временные диаграммы записи информации в АК

Рассмотренные интерфейс и протокол соответствуют структуре ЦКП, представленной на рис. 2.12. При считывании информации из ЦКП, по сигналу RD-RAM, прошедшему через DC 2, BF 2 изменяет направление передачи информации и подключает порт Data ЦКП к ОШ данных. Поскольку сигнал RD-RAM (Rd ЦКП) переводит выходы порта Data ЦКП в активное состояние, на ОШ данных выставляется информация с выходов ЦКП (рис. 2.22).



Рис. 2.22. Временные диаграммы обращения к ЦКП

ПИ с буферами 1 и 2 АМ (см. рис. 2.1) выполнен на двухпортовых ОЗУ RAM 3 и RAM 4. Запись информации в RAM 3 и считывание информации из RAM 4 осуществляются периодически каждые 125 мкс сигналом, отмечающим выделение и вставку в буферах 1 и 2 АМ КИ-16 (16КИ).

RAM 3 и RAM 4 имеют одинаковый объем – 16 байт, которого достаточно для хранения всех КИ-16 одного сверхцикла. Таким образом, полное обновление информации в RAM 3 и полная выборка информации из RAM 4 происходят каждые 2 ms. Запись информации в RAM 4 и считывание информации из RAM 3 осуществляет CPU. Использование двухпортовых ОЗУ для реализации ПИ весьма удобно, поскольку позволяет реализовать режим асинхронного доступа к информации со стороны буферов 1 и 2 АМ, работающих на частоте 2048 кГц, и со стороны CPU, работающей на иной частоте.

2.7. Реализация управляющего устройства

УУ АМ может быть реализовано, в принципе, на базе любого микропроцессора или микроконтроллера (МК). Использование МК предпочтительнее, поскольку позволяет обойтись меньшим числом дополнительных периферийных микросхем. А поскольку АМ имеет сравнительно небольшое число ОУ, то подобрать подходящий МК для УУ из обширного ассортимента современной элементной базы несложно. Основными критериями выбора МК являются производительность, структура и функциональные возможности, определяемые входящими в его состав элементами (резидентная память, таймеры, система прерываний, порты ввода-вывода и т. д.), а также стоимость.

В качестве примера для реализации УУ АМ выбран МК отечественного производства типа КМ1830ВЕ31, представляющий собой функциональный аналог Intel 8051. Практический опыт разработки и внедрения системы управления на базе данного МК [15] подтверждает достаточность ресурсов МК для обслуживания АМ емкостью 60 номеров без потерь вызовов.

МК КМ1830ВЕ31 имеет в своем составе резидентную память программ и данных, два 16-разрядных таймера, развитую многоуровневую систему прерываний, 4 параллельных и один последовательный порт ввода-вывода информации, которые могут работать в различных режимах. Подробное описание и характеристики МК приведены в [16, 17].

Принципиальная схема УУ АМ на базе МК КМ1830ВЕ31 представлена на рис. 2.23. Цепи синхронизации и сброса МК на схеме не показаны. Кроме МК (DD5) в состав УУ входят:

ПЗУ емкостью 32 Кбайт (DD2);

ОЗУ емкостью 512 Кбайт (DD3) – совмещенное для хранения оперативной, статистической, диагностической и тарификационной информации. Имеет две цепи питания – от основного и резервного источников (на схеме не показаны);

двухпортовые ОЗУ DD7 и DD8 для обмена СУВ через буферы 1 и 2 (см. рис. 2.1).

Основу УУ составляет внутрисистемный интерфейс, в который входят:

шины адреса: Adr_{HH} (указатель страницы 64 Кбайт) – линии 0...2 порта P1 МК, Adr_H (старший байт) – выходы порта P2 МК, выходы шинного формирователя DD4 и Adr_L (младший байт) – выходы порта P0 МК, выходы адресного регистра DD6;

двунаправленная шина данных Data – выходы порта P0 МК, выходы порта DA шинного формирователя DD9;

цепь сигнала записи данных в ОЗУ WR – выход 7 порта P3 МК (DD5), выход повторителя DD1.1;

цепь сигнала считывания ОЗУ RD – выход 6 порта P3 МК, выход повторителя DD1.2;

цепь сигнала считывания информации ПЗУ PSEN – выход PSEN порта P3 МК;

цепь строба записи ALE старшего байта адреса во внешний регистр DD6;

цепи сигналов выбора $CS_1...CS_5$ – выходы 5...7 порта P1, выходы дешифратора DD10.

Шинные формирователи DD4 и DD9 используются для согласования портов МК с нагрузкой (обеспечивают подключение большого числа входов к линиям портов в режиме вывода информации). DD4 является однонаправленным и находится постоянно в активном состоянии. DD9 является двунаправленным и также постоянно включен. Направление передачи информации в DD9 определяется состоянием входа CD. Если $CD=1$ (при отсутствии сигналов RD и PSEN), DD9 передает информацию в направлении $DB \rightarrow DA$. Если $CD=0$ (при наличии сигнала RD или PSEN), DD9 передает информацию в направлении $DA \rightarrow DB$.

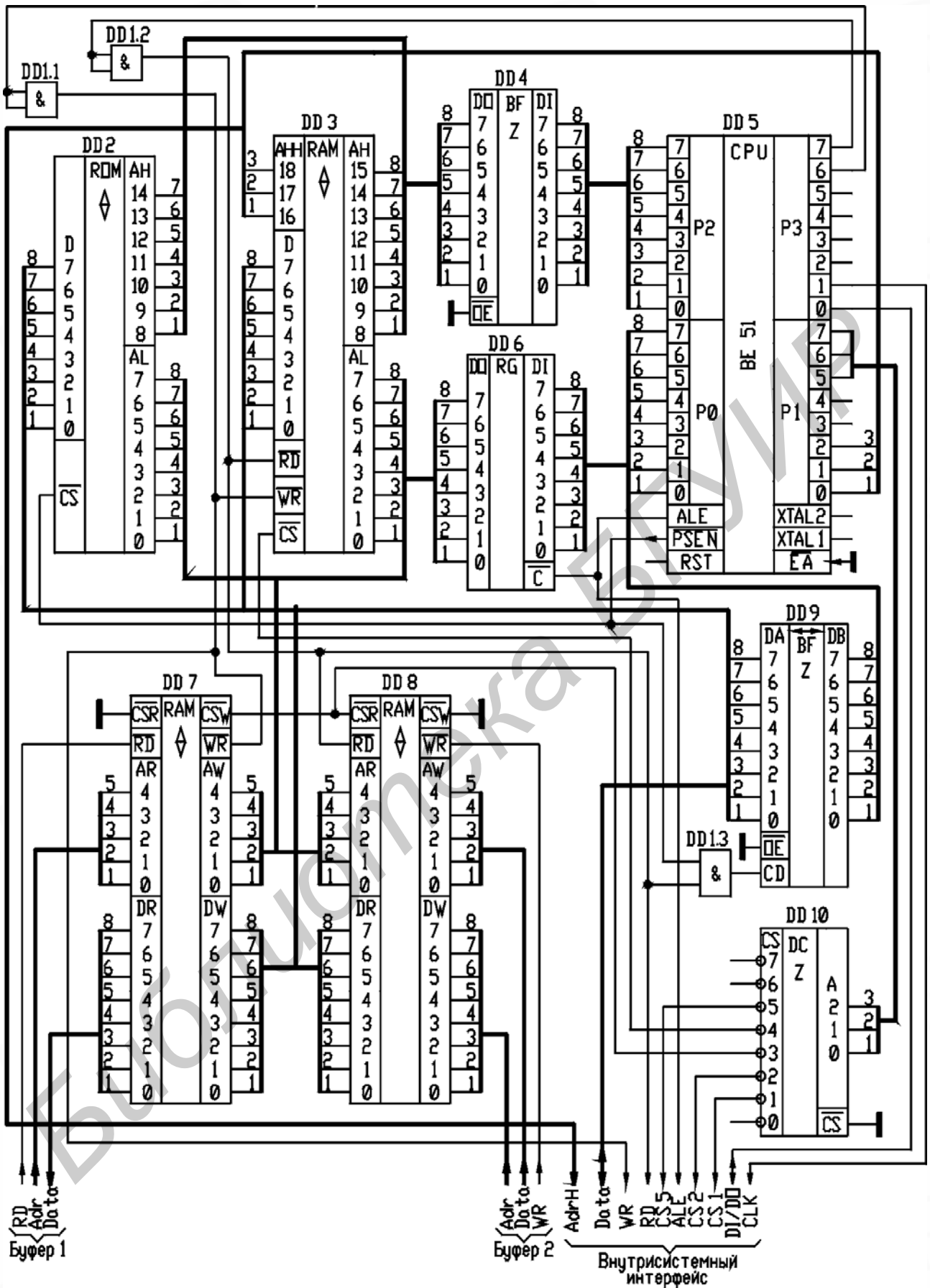


Рис. 2.23. Принципиальная схема управляющего устройства АМ

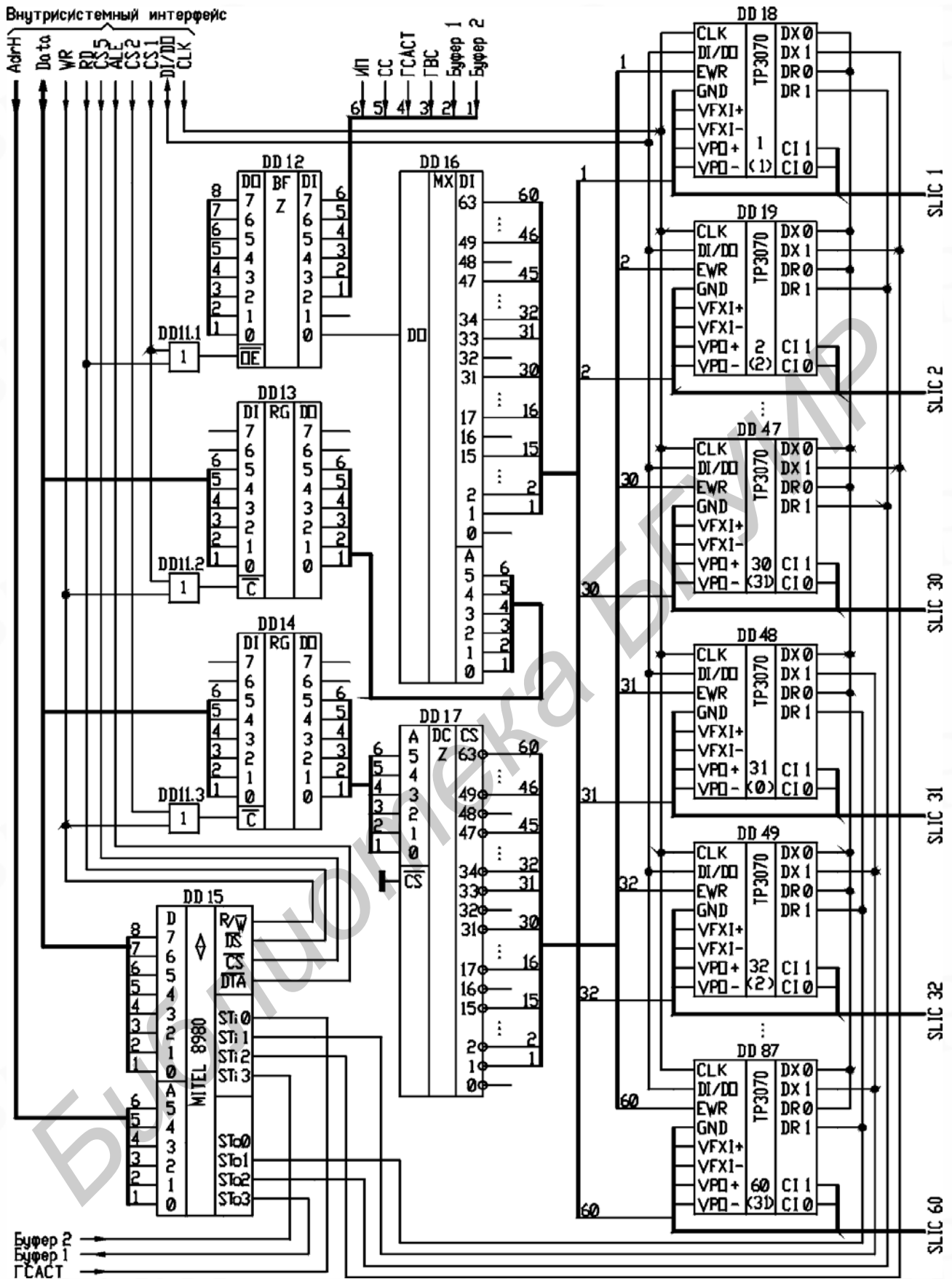


Рис. 2.24. Принципиальная схема периферийного интерфейса АМ в части ЦКП и АК

Порт P0 МК при обращении к внешней памяти (ПЗУ, ОЗУ и другим периферийным микросхемам – RG и BF) работает в режиме эмуляции 16-разрядного порта – в режиме временного мультиплексирования сначала выводится младший байт адреса и фиксируется по сигналу ALE в адресном регистре DD6, а затем вводится или выводится через буфер DD9 байт данных. При этом обязательно формируется один из сигналов: PSEN (при считывании информации ПЗУ), WR или RD (при обращении к ОЗУ и распределении информации через шину Data внутрисистемного интерфейса).

Внутрисистемный интерфейс включает также линии последовательного порта DI/DO (вход-выход данных) и CLK (выход тактовой синхронизации) и связывает МК с ПИ ЦКП и АК.

ПИ (рис. 2.24) включает в свой состав:

64-входовый мультиплексор DD16 – для сбора информации контрольных точек АК (соответствующий выход SLIC);

дешифратор с 64 инверсными выходами DD17 - для выбора кофидеков DD18 ... DD87 (типа TP3070);

регистры DD13 и DD14 – для фиксирования адресов АК на входах мультиплексора и дешифратора;

буфер DD12 – для ввода информации с контрольных точек АК (выход DD16), а также диагностической информации о работе отдельных узлов АМ: ИП, СС, ГСАСТ, ГВС, буферов 1 и 2.

На рис. 2.24 представлены также ЦКП MITEL 8980 (DD15) и 60 микросхем кофидеков TP3070 (DD18...DD87), которые не входят в состав ПИ.

ЦКП включено таким образом, что один из потоков E1 (порт 0) используется для ввода сигналов тональной частоты от ГСАСТ и два потока E1 (порты 3) – для организации подключения АМ к коммутационному модулю АТС через буферы 1 и 2 (см. рис. 2.1). Порты 1 и 2 ЦКП используются для связи с кофидеками: порты 1 – для DD48...DD87 (порт 1), порты 2 – для DD18...DD47 (порт 1). Эти подключения используются для организации через ЦКП соединений между АК первой (DD18...DD47) и второй (DD48...DD87) групп. Для соединения АК внутри каждой из групп используется виртуальное ЦКП, организованное через порты 0 кофидеков.

Каждый кофидек связан с закрепленным за ним SLIC посредством 8-разрядной шины, две линии которой предназначены для управления подачей СВ в SLIC и блокировкой АК (порты C10 и C11), одна линия – для передачи информации контрольной точки из АК на соответствующий вход мультиплексора DD16, а остальные линии представляют аналоговый четырехпроводный интерфейс. Цепи синхронизации кофидеков на схеме не представлены. Интерфейс DI/DO и CLK разведен по кофидекам параллельно. Выбор определенного кофидека для записи или считывания информации осуществляется посредством дешифратора DD17, который формирует низкий разрешающий уровень на входе EWR того кофидека, адрес которого установлен на входе дешифратора (выходе регистра DD14) – см. рис. 2.7.

3. Алгоритмы функционирования и программное обеспечение абонентского модуля

3.1. Функции управляющего устройства абонентского модуля и общие алгоритмы их реализации

Функции УУ АМ делятся на две группы: функции, критичные ко времени выполнения (F1), и функции, некритичные ко времени выполнения (F2). Основу F1 составляет алгоритм сканирования контрольных точек АК и каналов обмена СУВ – виртуальных комплектов соединительных линий (далее по тексту - комплектов), который позволяет обнаружить вызов, а основу F2 – алгоритм обслуживания вызовов. Кроме того, к F1 и F2 относятся множество дополнительных функций, связанных с жизнеобеспечением, диагностированием, конфигурированием и администрированием УУ и АМ в целом [15].

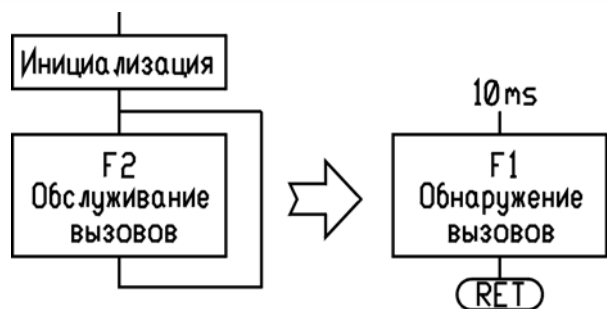


Рис. 3.1. Алгоритм работы УУ

Функции F2 выполняются в основной части алгоритма после инициализации (рис. 3.1). В блоке инициализации осуществляется определение начальных значений переменных, используемых алгоритмами реализации функций F1 и F2. Функции F1 закреплены за обработчиком (подпрограммой обслуживания) прерываний от таймера и вызываются с периодом 10 мс, прерывая выполнение функций F2. Период вызова обработчика 10 мс выбран исходя из требований достоверной обработки информации контрольных точек АК, минимальная длительность сигналов в которых составляет около 30 мс, а также удобства измерения длительностей контролируемых процессов, например при формировании сигналов абонентской сигнализации и таймировании предоставляемых абонентам услуг.

Функции F1 и F2 реализуются в циклах (рис. 3.2). Циклы реализации функций F1 распределяются между комплектами таким образом, что каждому комплекту соответствует свой цикл. Аналогично распределяются между обслуживаемыми вызовами циклы реализации функций F2. Максимально возможное количество обслуживаемых вызовов n зависит от производительности УУ и пропускной способности ЦКП АМ и связано с числом комплектов k соотношением $n \leq k$.

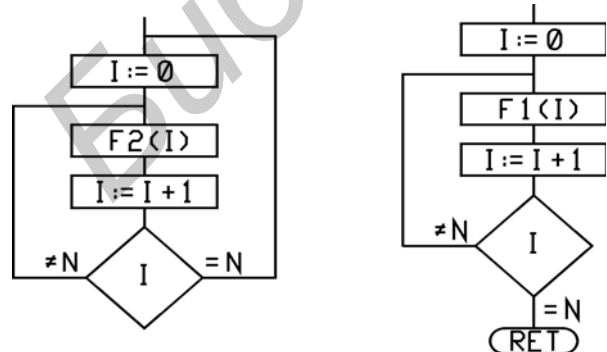


Рис. 3.2. Реализация функций F1 и F2

Значение n определяет качество предоставляемых абонентам услуг и потери вызовов. Соотношение $n=k$ характеризует систему распределения информации без явных потерь. Это означает, что за каждым комплектом закрепляется свой цикл реализации как функций F1, так и функций F2, вне зависимости от того, находится данный комплект в состоянии вызова или нет.

Далее будет рассматриваться именно такой случай. Для УС, в которой выполняется условие $n = k$, исключено состояние перегрузки. В такой УС вызовы (заявки на обслуживание) записываются в очередь и обрабатываются в порядке поступления или приоритетов.

3.2. Организация оперативной памяти данных

Обмен данными между алгоритмами, реализующими функции F1 и F2, осуществляется через общую оперативную память данных. В тех случаях, когда УУ строится на микроконтроллерной или микропроцессорной системе, архитектура которой отличается от стандартных, исключается возможность использования языков высокого уровня для разработки программного обеспечения и приходится иметь дело с языком «ассемблер». При этом распределение памяти данных между переменными алгоритмов, т.е. закрепление за переменными определенных ячеек памяти, осуществляется вручную с учетом особенностей архитектуры микропроцессорной системы. Адресное пространство памяти данных логически разделяется на банки ЯП таким образом, что каждому комплекту соответствует свой банк (рис. 3.3). Каждый банк содержит одинаковое число ЯП, доступ к которым основан на вычислении адреса по формуле

$$A = I \cdot K + X, \quad (1)$$

где I – порядковый номер комплекта в цикле обслуживания $0 \dots (N-1)$; K – число ЯП в банке; X – порядковый номер ЯП (смещение) от начала банка $0 \dots (K-1)$.

Назначение ЯП с одинаковыми номерами, принадлежащих к различным банкам, является одинаковым. Это делает целесообразной рассматриваемую логическую структуру памяти данных и позволяет легко организовать адресацию с индексированием по переменной I в циклах реализации F1 и F2. Для отражения этой особенности функции F1 и F2 будут дополняться, при необходимости, индексом I – F1(I) и F2(I).

Память данных может дополнительно разделяться на страницы, число ЯП в каждой из которых (S) определяется исходя из разрядности адресного регистра и внутренней шины процессора, а также способов адресации. В таком случае подразделение на банки происходит внутри каждой страницы, и адрес ЯП вычисляется по формуле

$$A = P \cdot S + I \cdot K + X, \quad (2)$$

где P – номер страницы.

Обращение к страницам основано на прямой адресации, но индексная адресация сохраняется внутри страниц. Назначение ЯП в пределах банка и порядок их расположения определяются особенностями реализации F1 и F2.

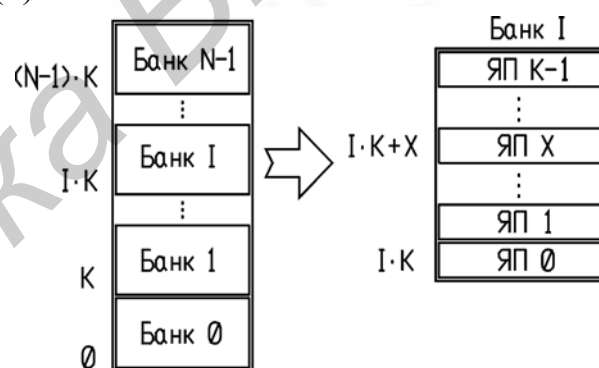


Рис. 3.3. Структура оперативной памяти

3.3. Принципы алгоритмической и программной реализации процесса обслуживания вызова

Далее рассматривается пример обнаружения и обслуживания вызовов в результате обработки состояний комплектов [15]. Данный подход предполагает разделение процесса обслуживания вызова на этапы (состояния) и закрепление за каждым состоянием номера, отображаемого в специальном регистре состояний комплекта в банках ячеек оперативной памяти данных.

В качестве примера в табл. 3.1 приведены состояния АК аналоговых абонентских линий с декадным способом набора номера, каждому из которых поставлены в соответствие номер состояния и сигнал абонентской сигнализации (САС) – ответ станции (ОС), сигнал «занято» (СЗ), контроль посылки вызова (КПВ), сигнал вызова (СВ) или отсутствие сигналов абонентской сигнализации (ОСАС). Данный список состояний охватывает исходящую и входящую связь и описывается графом смены состояний, приведенным на рис. 3.4,а.

На представленном множестве состояний определены две функции – отражения и коммутации, которые описывают процесс смены состояний абонентского комплекта, т.е. переход из предыдущего состояния (S1) в последующее (S2): $S1 \rightarrow S2$ [15].

Таблица 3.1

Таблица состояний абонентского комплекта

Состояние абонентского комплекта	Состояние абонентского устройства	Код состояния	САС
Исходное состояние	МТ-трубка лежит	1	ОСАС
Инициирование исходящего вызова	МТ-трубка поднята (без вызова)	5	ОС/СЗ
Набор цифры номера	Формирование импульсов	14	ОСАС
Набрана цифра номера	Межсерийный интервал	3	ОСАС/СЗ
Набран номер	Ожидание соединения	4	ОСАС
Абонент (путь) занят (недоступен)	МТ-трубка поднята	7	СЗ
Вызываемый абонент свободен	Ожидание ответа	8	КПВ/СЗ
Разговор	МТ-трубка поднята	9	ОСАС
Отбой второго абонента	МТ-трубка поднята	10	СЗ
Входящий вызов	Посылка вызова абоненту	11	СВ
Ответ вызываемого абонента	МТ-трубка поднята при вызове	6	ОСАС

Функция отражения $Ref(S1, KT)$ устанавливает соответствие состояний абонентского комплекта состояниям контрольной точки: $S2 = Ref(S1, KT)$. Функция коммутации $Con(S1, S')$ устанавливает соответствие состояний комплекта одного абонента состояниям комплекта другого абонента (S'), имеющим или устанавливающим соединение с первым: $S2 = Con(S1, S')$. Функция Ref входит во множество функций $F1$, а Con – в $F2$. Изменения состояний абонентских комплектов $4 \rightarrow 7$, $4 \rightarrow 8$, $8 \rightarrow 9$, $9 \rightarrow 10$, $1 \rightarrow 11$ и $6 \rightarrow 9$ обеспечиваются выполнением функции коммутации. Условия этих переходов представлены на рис. 3.4. Варианты рис. 3.4,б–г описывают исходящее соединение, рис. 3.4,д,е – входящее, а вариант рис. 3.4,ж относится к обоим случаям. Остальные изменения состояний, не представленные на рис. 3.4, обусловлены реализацией функции отражения [15].

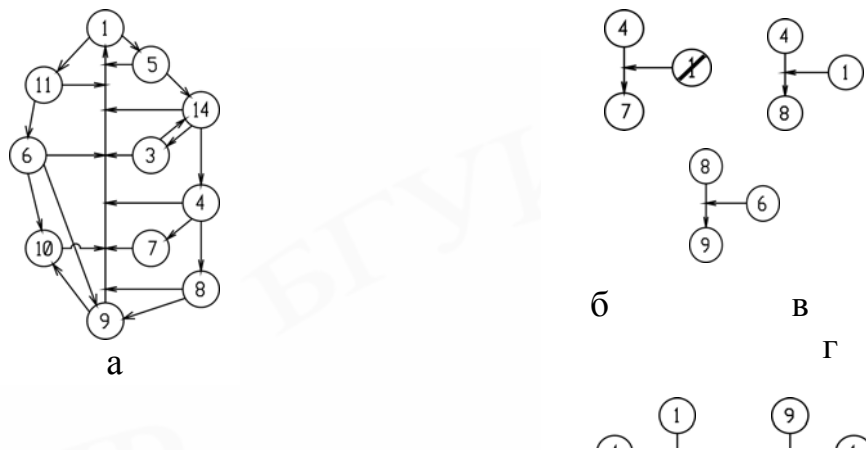


Рис. 3.4. Графы изменений состояний абонентских комплектов

Номерам состояний абонентских комплектов из табл. 3.1 ставятся в соответствие унитарные коды в 16-разрядном регистре состояний RSA, который разделяется на две части - старшую (RSA.2) и младшую (RSA.1). В табл. 3.2 приведено соответствие между номерами бит RSA и номерами состояний абонентских комплектов.

Обозначения (имена) регистров (ЯП), а также отдельных бит регистров могут выбираться произвольно, т.е. состоять из произвольной комбинации букв и цифр, однако желательно, чтобы обозначение устанавливало семантическую связь с обозначаемым объектом. Далее по тексту имена бит отделяются от имен регистров (ЯП) точкой.

Таблица 3.2

Структура регистра состояний абонентского комплекта

Регистр	RSA.1								RSA.2							
Номер бита	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
Номер состояния	1		3	4	5	6	7	8	9	10	11			14		

Каждому коду состояния X ставится в соответствие множество функций из наборов F1 и F2 – F1(X.RSA) и F2(X.RSA). Функции из набора F1, описывающие обработку контрольных точек комплектов, подразделяются дополнительно на подмножества в зависимости от состояний контрольных точек. Например, для АК могут быть определены два таких подмножества F1(КТ, X.RSA), где аргумент КТ = {0, 1} характеризует состояние контрольной точки. Алгоритмы реализации F1(КТ, X.RSA) и F2(X.RSA) вызываются в циклах после анализа содержимого регистра состояний комплекта RSA (рис. 3.5). В алгоритмах регистру RSA ставится в соответствие переменная с таким же именем. Соответствие между именами переменных алгоритма и расположением их в пределах банка ЯП устанавливается посредством карты распределения адресного пространства оперативной памяти данных (далее - карты памяти). При необходимости

подчеркнуть соответствие между переменной (регистром) RSA и номером цикла (банка ЯП) I далее будет использоваться обозначение RSA(I). То же самое распространяется на другие переменные (регистры). Следует также иметь в виду, что одна переменная (регистр) может занимать несколько ЯП и в одной ЯП может располагаться несколько переменных (флагов), занимающих отдельные биты этой ЯП.

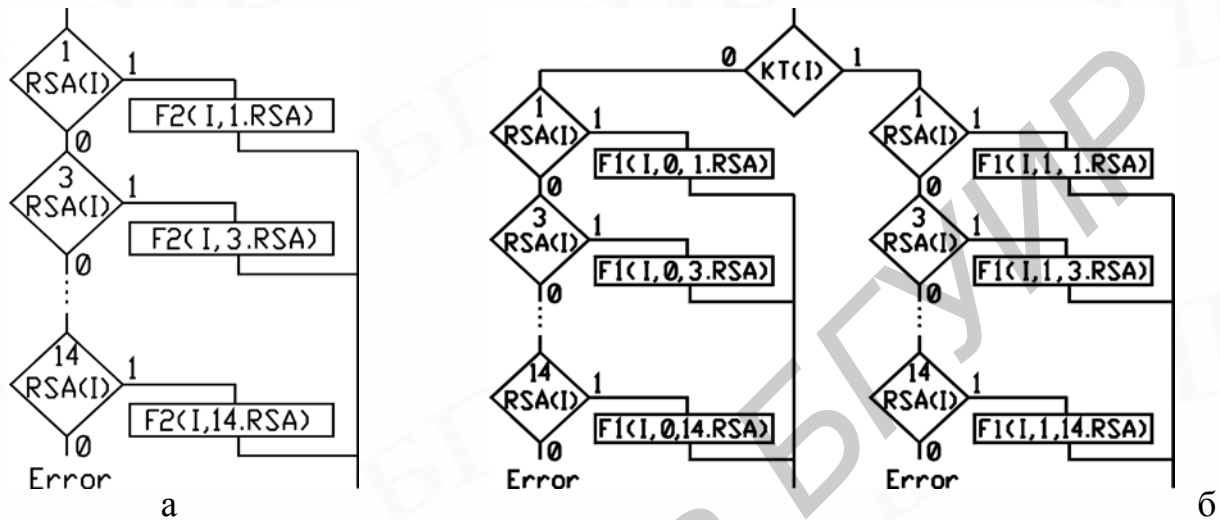


Рис. 3.5. Алгоритмы вызова функций:
а – F1; б – F2

За время пребывания абонентского комплекта с номером I в том или ином состоянии X алгоритмы реализации функций F1(I, KT, X.RSA) и F2(I, X.RSA) вызываются многократно. Для итерационной реализации функций F1 и F2 в условиях многократного вызова при постоянных значениях I, KT и X в алгоритмах, соответствующих этим функциям, организуется несколько ветвей, выбор которых в каждой итерации осуществляется в зависимости от содержимого регистров флагов RF1 и RF2 (рис. 3.6).

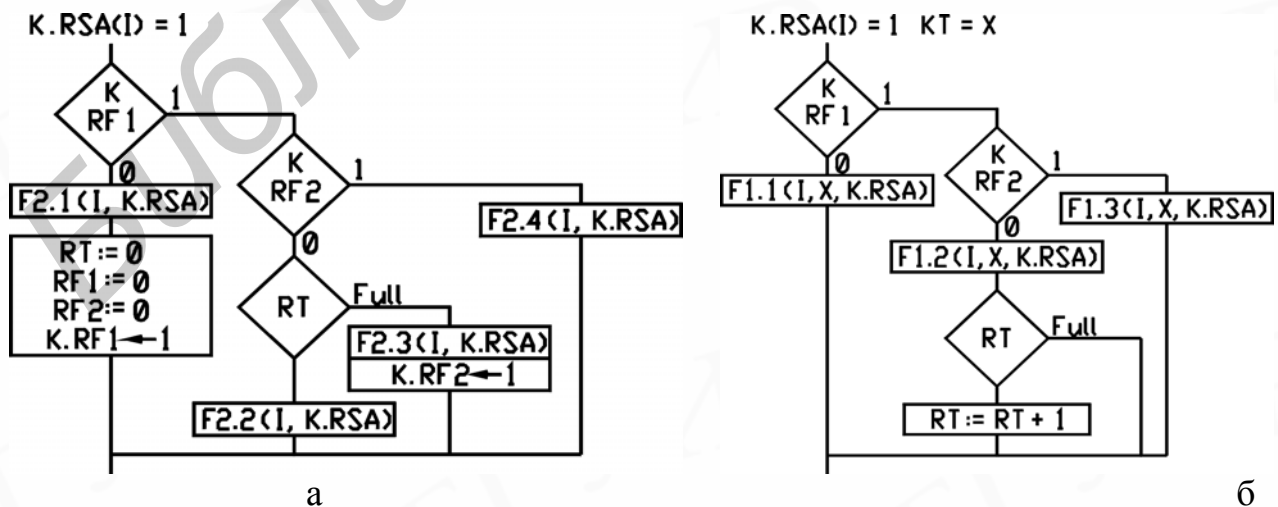


Рис. 3.6. Структуры алгоритмов реализации функций:
а – F1; б – F2

Структуры регистров RF1 и RF2 аналогичны структуре регистра RSA. Инициализация этих регистров осуществляется в первой итерации алгоритма F2(I, X.RSA) при переходе из некоторого состояния в состояние X. Выбор первой ветви алгоритма F2(I, X.RSA) обеспечивается тем, что при переходе в состояние X всегда выполняется условие $X.RF1 = 0$ при $X.RSA = 1$. В частном случае алгоритм обработки состояния содержит только две ветви, выбираемые в результате анализа содержимого регистра RF1. Кроме того, регистры RF1 и RF2 при изменении состояния комплекта позволяют определить код прежнего состояния, если это необходимо.

Учет продолжительности пребывания АК в состоянии X осуществляется путем подсчета числа итераций алгоритма F1(I, KT, X.RSA). Счетчик итераций организован на регистре RT, который инициализируется в первой итерации алгоритма F2(I, X.RSA). Переключение режимов работы счетчика RT осуществляется в результате выбора соответствующих ветвей алгоритмов F1(I, KT, X.RSA) и F2(I, X.RSA), разделенных блоком анализа регистра RF2.

По отношению к абонентам - потребителям услуг процесс отработки состояний непосредственно проявляется в двух аспектах – это коммутация и распределение САС.

Установление местного соединения осуществляется в состоянии 9 АК и состоит в настройке ЦКП. Эта настройка осуществляется однократно в первой итерации алгоритма, обрабатывающего 9-е состояние комплекта, и состоит в программировании номеров потоков и временных позиций в ЦКП, соответствующих комплектам вызывающего и вызываемого абонентов. ЦКП удерживает соединение между абонентскими комплектами до тех пор, пока оно не разрушается в 1- или 10-м состоянии комплекта.

ЦКП может также использоваться для распределения тональных САС в цифровом виде. В таком случае цифровой генератор непрерывного сигнала тональной частоты, например 425 Гц (ГСАСТ), подключается к одному из портов ЦКП и за ним закрепляются постоянные номера потока и временной позиции. Распределение САС осуществляется путем установления односторонних соединений между абонентскими комплектами и ГСАСТ. Формирование таких САС, как «СЗ» и «КПВ», осуществляется в результате периодических установлений и разрушений данных соединений во время выдачи САС, а «ОС» – в результате постоянного соединения. Подробно этот вопрос рассмотрен в разд. 2.

Алгоритмически распределение САС реализуется следующим образом. За каждым САС закрепляется позиция в специальном регистре САС - RSAS(I), структура которого аналогична структуре регистра состояний комплекта RSA(I). Содержимое регистров RSAR(I) определяется в алгоритмах отработки состояний, т.е. при реализации функций F2(I). При выполнении функций F2(I)

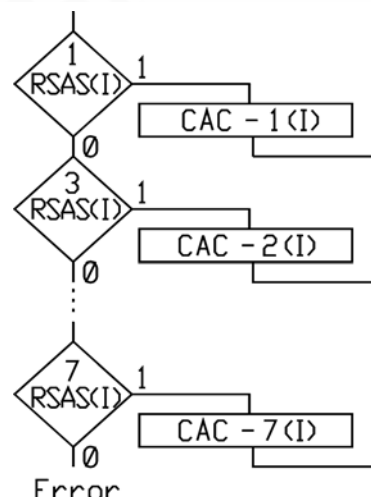


Рис. 3.7. Алгоритм распределения САС

осуществляется также распределение сигнала «ОС» и реализуется ОСАС, т.е. снятие всех САС. Сигналы «СЗ», «СВ», «КПВ» и различные специальные сигналы формируются при реализации функций F1(I), так как требуют привязки ко времени - периоду прерываний 10 мс. Порядок вызова алгоритмов распределения САС при реализации F1 отражает блок-схема на рис. 3.7.

4. Лабораторный практикум

4.1. Описание лабораторных работ

4.1.1. Программная модель управляющего устройства

Лабораторный практикум включает три лабораторные работы, в которых изучается рассмотренный в разд. 3 принцип обнаружения и обработки вызовов на основе отработки состояний комплектов. Предполагается, что данный принцип реализован в УУ АМ, принципиальные схемы которого представлены на рис. 2.23 и 2.24. Емкость АМ принята равной 30 номеров. То есть кофидеки DD48 ... DD87, представленные на рис. 2.24, а также соответствующие им SLIC не задействуются. Они могут быть исключены из схемы, так как управляющие воздействия со стороны МК на них не подаются. Это не оказывает влияние на построение принципиальной схемы УУ АМ в остальной части.

Функционирование УУ АМ имитируется на ПЭВМ посредством программной модели микроконтроллера KM1830BE31 (симулятора) с ВПД. Симулятор представляет собой приложение, моделирующее на логическом уровне выполнение микроконтроллером заданных команд в пошаговом режиме с отображением на экране монитора ПЭВМ состояний внутренних регистров МК и ячеек ВПД. Работа с симулятором, порядок ввода, ассемблирования, формирования машинных кодов KM1830BE31 и отладки программ подробно описаны в [16].

Исследование принципов работы УУ АМ осуществляется на базе реального программного обеспечения, созданного в НПООО «Комтехстар» с 1995 по 2000 г. для опытного образца цифровой АТС и системы технической эксплуатации АТС типа АТСК 50/200 [15, 18].

4.1.2. Изучаемые разделы алгоритмического и программного обеспечения

В лабораторной работе исследуются три раздела алгоритмического и программного обеспечения (АО и ПО) УУ АМ.

Первый раздел АО и ПО представляет обнаружение исходящего вызова и формирование кодов состояний, непосредственно связанных с состояниями КТ АК. Данные функции выполняет алгоритм сканирования КТ АК (АСКТ). Основу данного алгоритма составляет выполнение функции отражения. Объект исследований АСКТ - реализация изменений состояний 1, 3, 5, 4 и 14 (см. граф на рис. 3.4,а).

Второй раздел АО и ПО представляет взаимосвязанное изменение состояний комплектов вызывающего и вызываемого абонентов в процессе обслуживания местного вызова. Данные функции реализуются алгоритмами отработки 1, 4 и 6 состояний (АОС- i , где i – номер состояния) абонентских комплектов (см. табл.

3.1). Изменения состояний, описываемые в этих алгоритмах, осуществляются при выполнении функции коммутации. Объект исследований АОС – реализация следующих изменений состояний: 4→7, 4→8, 8→9, 9→10, 1→11, 6→9 (см. граф на рис. 3.4,а).

Третий раздел АО и ПО представляет формирование и распределение САС. Реализация этого процесса разделена между АОС и алгоритмами распределения САС (АСАС). Почти во всех АОС имеются блоки, определяющие содержимое регистров RSAS(I). Кроме того, в АОС-5 полностью формируется и распределяется сигнал «ОС», а в АОС-1, АОС-14, АОС-9, АОС-6 обеспечивается режим «ОСАС». АСАС вызываются обработчиком прерываний от таймера 10 мс и обеспечивают формирование сигналов «КПВ» (АСАС-3), «СЗ» (АСАС-4), «СВ» (АСАС-5) и ряда специальных сигналов.

4.1.3. Детализация общего алгоритма работы управляющего устройства

Взаимосвязь АОС, АСАС и АСКТ и размещение этих разделов в общем алгоритме функционирования УУ АМ демонстрирует рис. 4.1. На рис. 4.1,а представлена основная часть алгоритма, где реализуются функции F2, в том числе и АОС. На рис. 4.1,б представлен обработчик прерываний от таймера T1, в котором реализуются функции F1, в том числе АСКТ и АСАС. Алгоритмы обмена СУВ с центральным УУ АТС также реализуются в обработчике прерываний (на рис. 4.1,б не показаны).

Настройка МК, реализуемая в блоке 1 (см. рис. 4.1,а), состоит в определении содержимого регистров специальных функций. В блоке 3 программируются порты МК на ввод и вывод информации. В частности, программируются линии 7 и 6, 0 и 1 порта 3 на реализацию альтернативных функций – формирование сигналов RD и WR, организация последовательного интерфейса DI/DO и

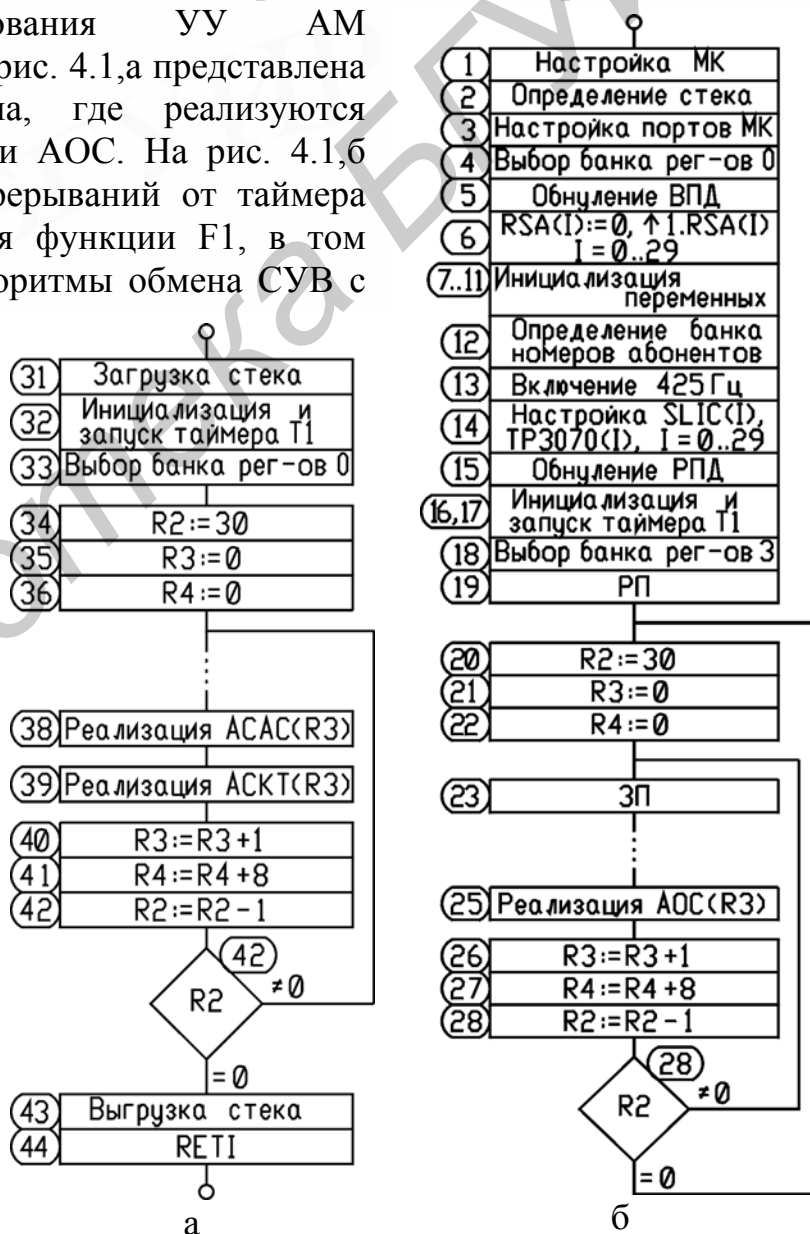


Рис. 4.1. Алгоритмы работы УУ АМ:
а – обработчик прерываний; б – оболочка

CLK.

В блоках 7...11 осуществляется инициализация переменных алгоритмов, т.е. определение их начальных значений. К инициализации переменных относятся также блоки 5, 6 и 12. В блоке 12, в частности, определяются двузначные номера абонентов, обслуживаемых УУ АМ. Эти номера помещаются в ЯП на странице 5 ВПД, адреса которых соответствуют адресам абонентских комплектов и номерам 0...31 КИ в потоке E1.

Обозначения R2, R3 и R4 относятся к регистрам внутренней (резидентной) памяти данных (РПД) МК. В МК имеются 4 банка, содержащих такие регистры. В основной части программы при реализации АОС используется банк регистров 3, а в обработчике прерываний – банк регистров 0. На основе R2 организован счетчик циклов, на основе R3 – счетчик комплектов, а на основе R4 – указатель данных.

В блоке 13 осуществляется программирование ЦКП на передачу в КИ-0 оцифрованного непрерывного тонального сигнала частотой 425 Гц от ГСАСТ (см. рис. 2.24).

Блоки 19 и 23, а также аналогичные блоки в АОС (на рис. 4.1,а не показаны) управляют моментами вызова обработчика, разрешая (РП) и запрещая (ЗП) прерывания от таймера T1 (10 мс).

Блоки 31 и 43 (см. рис. 4.1,б) позволяют разделить общие ресурсы МК – аккумулятор, ряд ячеек РПД и регистров специальных функций – между основной частью алгоритма и обработчиком прерываний, корректно прерывая и восстанавливая вычислительный процесс с участием указанных ресурсов в основной части алгоритма. Область стека определяется в блоке 2 (см. рис. 4.1,а).

4.1.4. Программная реализация алгоритма сканирования контрольных точек

АСКТ (рис. 4.2) построен в соответствии со структурой, представленной на рис. 3.5,б и 3.6,б. Функции данного алгоритма относятся к множеству F1, и их программная реализация закреплена за обработчиком прерываний от таймера T1. Таймер МК программно устанавливается на 10 мс. Моделирование ввода в МК состояний КТ в соответствии с функциональной схемой, представленной на рис. 2.23 и 2.24 (через мультиплексор DD16 по линии 0 порта P0 после записи в регистр DD13 адреса комплекта), проблематично, так как порт 0 используется для обращения к ВПД и внешним устройствам. Поэтому для исследования АСКТ реализован ввод состояний КТ через линию 3 порта 3, т.е. выход мультиплексора DD16 (см. рис. 2.24) подключен непосредственно к линии 3 порта 3 МК DD5 (см. рис. 2.23).

Нулевое состояние КТ соответствует разомкнутому состоянию шлейфа АЛ. Для упрощения исследований работы АСКТ в симуляторе предусмотрена точка останова процесса моделирования перед каждым запуском обработчика прерываний. Время 10 мс принимается в модели за период вызова обработчика и, следовательно, за период сканирования состояний КТ комплектов.

Блоки (39, 48), (45, 87, 89), (44, 63), (5, 6, 12), (40, 41, 61) АСКТ непосредственно реализуют функцию отражения. На рис. 4.3 представлена детализация блоков 28, 29, 65 и 66 АСКТ.

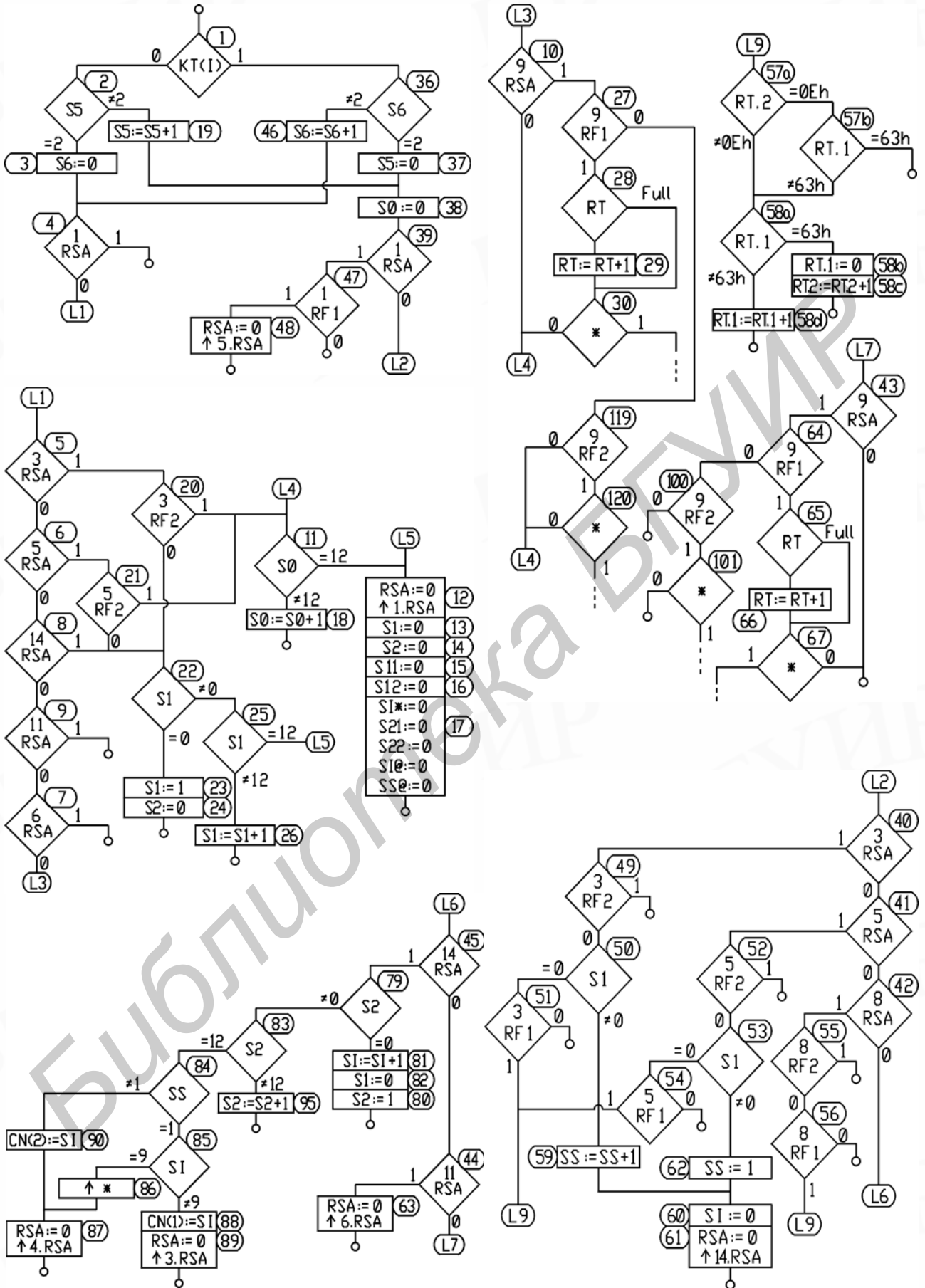


Рис. 4.2. Алгоритм сканирования контрольных точек

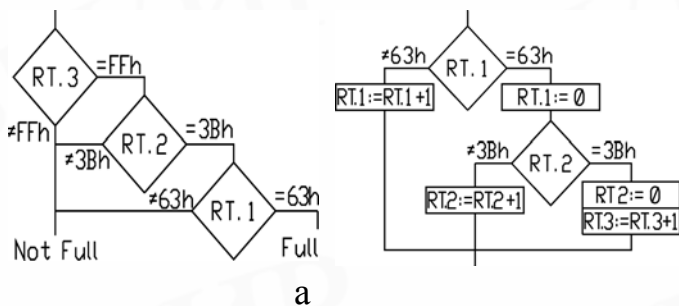


Рис. 4.3. Детализация блоков АСКТ:
а – 28, 65; б – 29, 66

	7	6	5	4	3	2	1	0
RSAS	1	2	3	4	5	6	7	
NVM	CN(1)				CN(2)			
RF2.2	9							
RF2.1			3	4	5	6		8
RF1.2	9	10	11			14		
RF1.1	1		3	4	5	6	7	8
RCP								CP
RVS	*	BPP						
RPK	BRK	BPK						
RSA.2	9	10	11			14		
RSA.1	1		3	4	5	6	7	8

Рис. 4.4. Структуры ячеек памяти

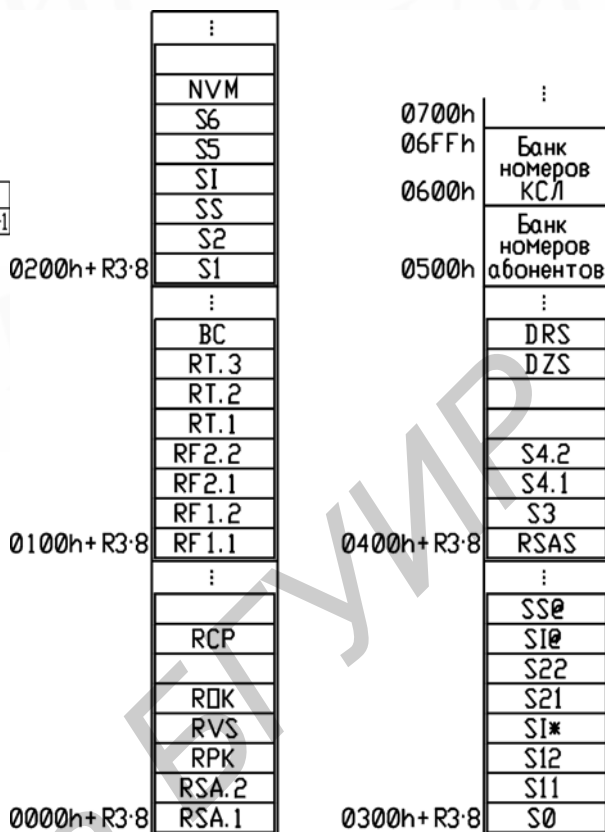


Рис. 4.5. Карта адресного пространства ВПД

Символом « ↑ » в АСКТ и прочих алгоритмах обозначена операция установки бита. Для обозначения операции сброса использован символ « ↓ ». Форматы и размещение в памяти переменных определяют карты памяти, представленные на рис. 4.4 и 4.5. Далее приведено назначение переменных АСКТ:

Si, i = 0 ... 22 – счетчики интервалов времени на 2.5 секунды с дискретом 10 мс – используются для измерения длительностей процессов в КТ в тех или иных состояниях комплекта;

RSA – регистр состояний комплекта;

RFi, i = 0, 1 – регистр флагов;

SI, SI*, SI@ – счетчики импульсов набора номера – формируют цифры номера вызываемого абонента;

SS, SS*, SS@ – счетчики серий импульсов набора номера – отсчитывают число набранных цифр номера вызываемого абонента;

RT – счетчик интервалов времени на 256 мин с дискретом 10 мс – состоит из трех байт, используется в двухбайтном или трехбайтном режиме в зависимости от обрабатываемого состояния комплекта;

* - флаг внешней связи – если равен 1, то обрабатывается соединение с абонентами другого АМ или другой АТС;

CN(i), i = 0, 1 – регистр учета цифры номера – сохраняет значение SI по окончании процесса формирования цифры номера.

Порядок доступа к переменным АСКТ определяет карта адресного пространства ВПД (см. рис. 4.5) – RAM 1 на рис. 2.18 или DD3 на рис. 2.24. Доступ к ячейкам ВПД основан на прямой постраничной адресации. Объем страницы 256 байт. В пределах каждой из 5 первых страниц используется индексная адресация 32 банков ЯП по 8 байт в каждом. Таким образом, адрес произвольной ЯП в пределах первых 5 страниц вычисляется по формуле (2) (подразд. 3.2) при следующих значениях переменных: $P = 0..4$, $S = 256$, $I = 0..31$, $K = 8$, $X = 0..7$.

На рис. 4.4 представлены структуры ЯП, в которых отдельные биты или группы бит являются переменными. Обращение к таким переменным предполагает загрузку соответствующей ЯП в аккумулятор или регистр РПД МК, которые допускают прямую адресацию отдельных бит.

Программная реализация данного способа доступа к ячейкам ВПД предполагает организацию счетчика банков (циклов) I , значение которого может храниться, например, в одном из регистров резидентной памяти данных (РПД) МК. В программной реализации АСКТ в качестве счетчика используется регистр R3 банка регистров 0 РПД МК. В качестве примера ниже приведен фрагмент программы, реализующей блок 58с АСКТ. Данный фрагмент демонстрирует доступ к ЯП RT.2, которая находится на странице 1 ($P = 1$) ВПД и имеет смещение от начала банка, равное 5 ($X = 5$).

CLR RS0; Выбор банка регистров 0 РПД KM1830BE31

CLR RS1

MOV DPH,#01h; Выбор страницы 1 ВПД – установка старшего байта адреса

MOV A,R3; Вычисление адреса начала банка регистров ВПД

MOV B,#08h

MUL AB

ADD A,#05h; Учет смещения от начала банка для ячейки RT.2

MOV DPL,A; Установка младшего байта адреса ВПД

MOVX A,@DPTR; RT.2:=RT.2+1

INC A

MOVX @DPTR,A

Вычисление адреса начала банка регистров ВПД может быть гораздо проще осуществлено через регистр R4 (см. рис. 4.1) следующим образом.

MOV A,R4; Загрузка адреса начала банка регистров ВПД

ADD A,#05h; Учет смещения от начала банка для ячейки RT.2

4.1.5. Программные реализации алгоритмов отработки состояний

В основу алгоритмов отработки состояний абонентских комплектов (рис. 4.6 – 4.16) заложена структура, представленная на рис. 3.6,а. АОС и АСКТ используют общие переменные, обозначенные на карте ВПД (см. рис. 4.5).

Переменные, используемые в АОС, имеют следующее назначение:

BC – байт коммутации – хранит адрес вызываемого абонента (0...31);

RPK – регистр признаков комплекта (если $6.RPK=1$, то комплект заблокирован);

RSAS – регистр САС – отображает код формируемого САС.

АОС-1 (см. рис. 4.6) рассчитан на выполнение в условиях итерационного вызова и содержит две основные ветви, выбираемые в зависимости от состояния бита 1 в регистре RF1. Содержимое регистра RF1 позволяет в первой итерации определить номер предыдущего состояния комплекта (блоки 4...8), поскольку существует несколько возможных переходов в первое состояние (см. рис. 3.4), и в зависимости от результата выполнить функцию коммутации (блоки 13...16).

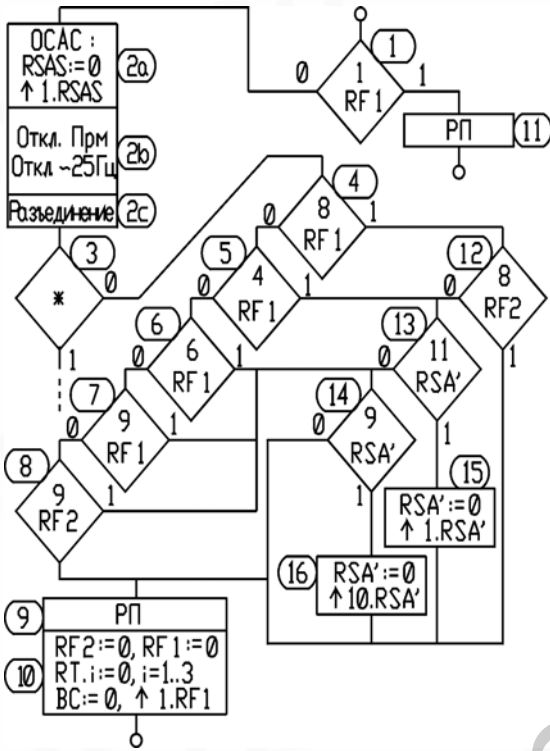


Рис. 4.6. АОС-1

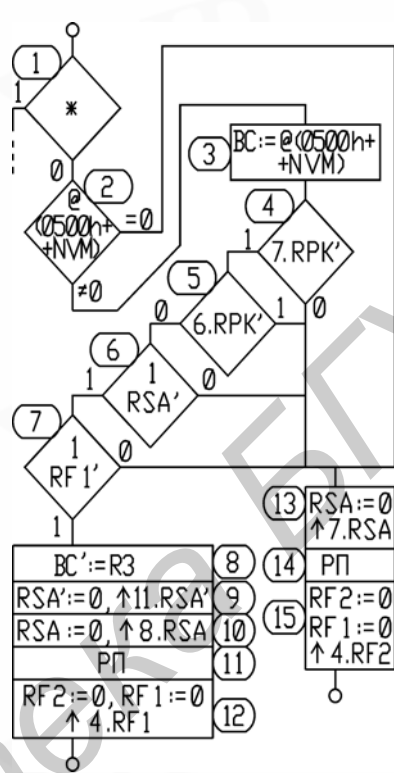


Рис. 4.7. АОС-4

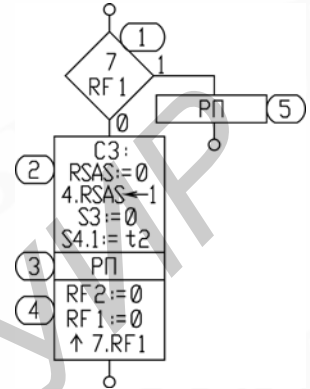


Рис. 4.8. АОС-7

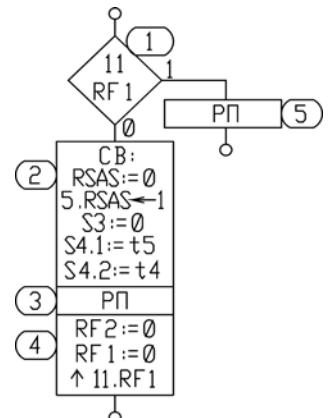


Рис. 4.9. АОС-11

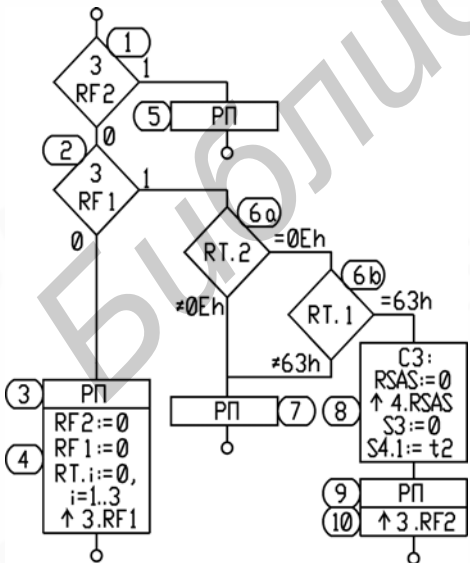


Рис. 4.10. АОС-3

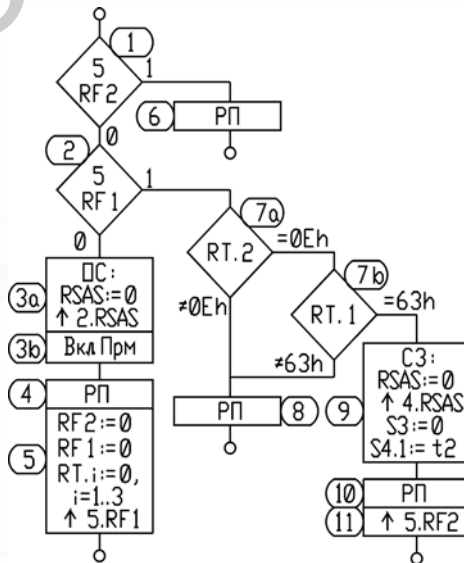


Рис. 4.11. АОС-5

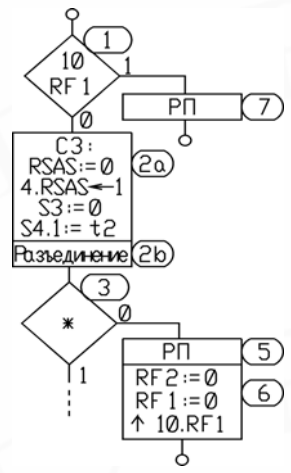


Рис. 4.12. АОС-10

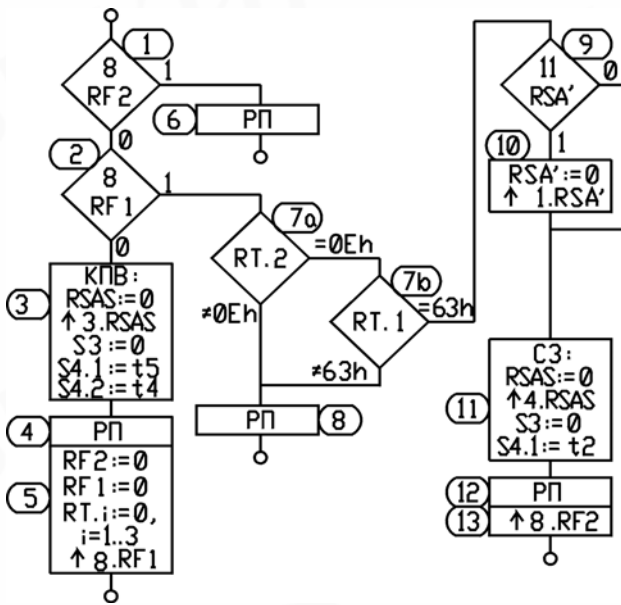


Рис. 4.13. АОС-8

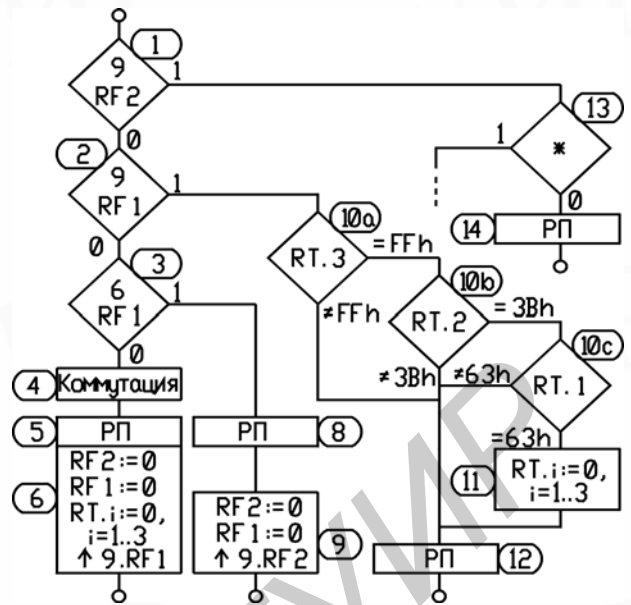


Рис. 4.14. АОС-9

В блоках 9 и 11 осуществляется операция разрешения прерываний от таймера T1, обозначенная как ПП. В блоках 2a и 2b реализуется управление процессом распределения и формирования САС. Операция, обозначенная как «Откл. прм», выключает приемный тракт кофидека, прекращая подачу тонального сигнала частотой 425 Гц в сторону абонента, если такой сигнал подавался. Аналогично операция «Откл. ~25 Гц» позволяет снять «СВ». В блоке 2с выключаются тракты передачи и приема кофидека – это приводит к разъединению (одностороннему отключению абонента), если имело место соединение.

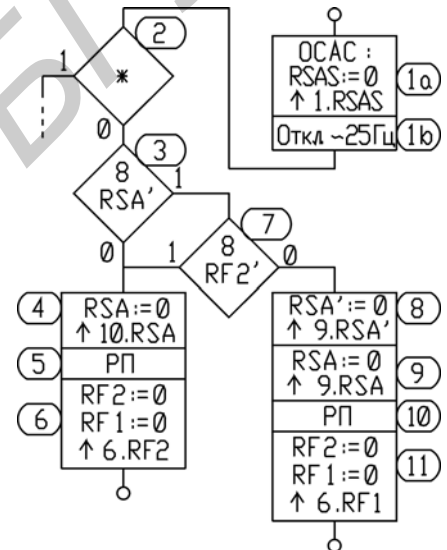


Рис. 4.15. АОС-6

АОС-3, АОС-5 и АОС-8 (см. рис. 4.10, 4.11, 4.13) имеют однотипную структуру. Операция «Вкл. прм», реализуемая в блоке 3b АОС-5, настраивает кофидек на выделение из потока E1 и передачу в сторону абонента непрерывного тонального сигнала 425 Гц, т.е. формирование «ОС». В блоке 3 АОС-8 программируется формирование сигнала «КПВ». Кроме того, в блоках 8 АОС-3, 9 АОС-5 и 11 АОС-8 программируется формирование «С3» по истечении тайм-аута, измеряемого RT.1 и RT.2.

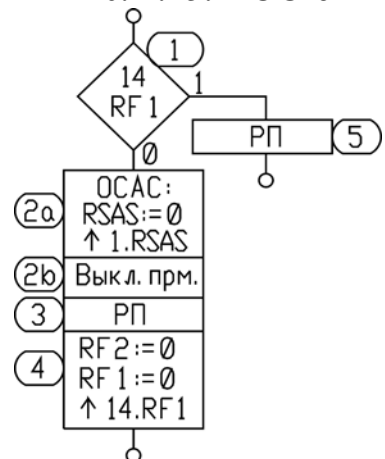


Рис. 4.16. АОС-14

АОС-7, АОС-10, АОС-11 и АОС-14 (см. рис. 4.8, 4.9, 4.12, 4.16) также имеют однотипную структуру. В блоке 2 АОС-7 и блоке 2a АОС-10

программируется формирование «СЗ». Кроме того, в блоке 2b АОС-10 осуществляется операция разъединения, аналогичная операции, реализуемой в АОС-1. В блоке 2 АОС-11 программируется формирование «СВ». Блок 2b, содержащий операцию «Выкл. прм», реализует, фактически, отключение «ОС», поскольку в состоянии 14 возможен переход из состояния 5 (см. рис. 3.4,а).

АОС-4 и АОС-6 (см. рис. 4.7 и 4.15) выполняются однократно за период обслуживания вызова, так как их выполнение завершается изменением содержимого регистра состояний RSA.

Приведенный на рис. 4.7 фрагмент АОС-4 реализует анализ состояния абонента только при местном соединении. Блок 2 АОС-4 осуществляет преобразование принятого с контрольной точки номера вызываемого абонента в порядковый номер комплекта вызываемого абонента в цикле обслуживания. Преобразование основано на табличном способе. В таблице номеров абонентских комплектов, занимающей страницу 5 ВПД, в каждой ячейке, соответствующей номеру вызываемого абонента, записан номер соответствующего абонентского комплекта. Для несуществующих номеров абонентов в ячейках таблицы записаны нули. Обращение к таблице осуществляется с использованием команды считывания ВПД с косвенной адресацией. В качестве младшего байта адреса в команде фигурирует содержимое регистра NVM(I). Если результат выборки равен нулю, то вызываемый абонент с заданным номером в абонентском модуле не существует. Иначе в блоке 3 АОС-4 результат выборки заносится в ячейку BC(I) и служит основой для реализации функции коммутации.

Функция коммутации осуществляется в блоках 4...7, 9, 10, 13 АОС-4 и блоках 3, 4, 7, 8 АОС-6. Обозначение RSA' в АОС соответствует регистру состояний комплекта второго абонента, имеющего или устанавливающего соединение с абонентом, на стороне которого выполняются рассматриваемые алгоритмы. Аналогично следует интерпретировать обозначения RPK', RF1', RF2', BC'. Процедуры доступа к RPK', RSA', RF1', RF2', BC' аналогичны процедурам доступа к RPK, RSA, RF1, RF2, BC. Единственное отличие состоит в том, что при вычислении адреса начала банка регистров ВПД номер комплекта извлекается не из счетчика банков (циклов) R3, а из регистра BC. Например, в случае доступа к RPK' это реализуется следующим образом:

```
MOV DPH,#01h; Выбор страницы 1 ВПД – установка старшего байта адреса
MOV A,R3; Вычисление адреса начала банка регистров ВПД (абонента А)
MOV B,#08h
MUL AB
ADD A,#07h; Учет смещения от начала банка для ячейки BC
MOV DPL,A; Установка младшего байта адреса ВПД
MOVX A,@DPTR; Извлечение BC из ВПД
MOV B,#08h; Вычисление адреса начала банка регистров ВПД (абонента Б)
MUL AB
ADD A,#02h; Учет смещения от начала банка для ячейки RPK'
MOV DPL,A; Установка младшего байта адреса ВПД
MOV DPH,#00h; Выбор страницы 0 ВПД – установка старшего байта адреса
: ; далее следует обращение к RPK' через команду MOVX
```

Установление соединения между абонентами реализуется в блоке 4 АОС-9 и состоит в настройке ЦКП и кофидеков абонентских комплектов (см. рис. 4.14).

Реализация блока разрешения прерываний, встречающаяся в АОС, состоит из единственной команды SETB ET1, которая устанавливает флаг разрешения вызова обработчика прерываний от таймера T1.

Программная реализация процедуры доступа к ячейкам ВПД в АОС в основном такая же, как в АСКТ. Единственное отличие состоит в том, что в качестве счетчика банков (циклов) I используется регистр R3 внутреннего банка регистров 3 РПД МК. Для выбора банка 3 РПД необходимо установить биты RS0 и RS1 регистра признаков PSW МК, воспользовавшись, например, инструкциями SETB SB0, SETB SB1.

Для удобства моделирования работы АОС в реализации АСКТ предусмотрен ввод состояний контрольных точек абонентских комплектов не через линию 3 порта 3 МК, а через бит 0 (CP) регистров RCP(I). Это позволяет определять независимо друг от друга состояния контрольных точек любых абонентских комплектов.

4.1.6. Аппаратная и программная реализации формирования и распределения сигналов абонентской сигнализации

На рис. 4.17 – 4.19 приведены блок-схемы алгоритмов формирования сигналов «КПВ» – АСАС-3 (рис. 4.17), «СВ» – АСАС-5 (рис. 4.18) и «СЗ» – АСАС-4 (рис. 4.19).

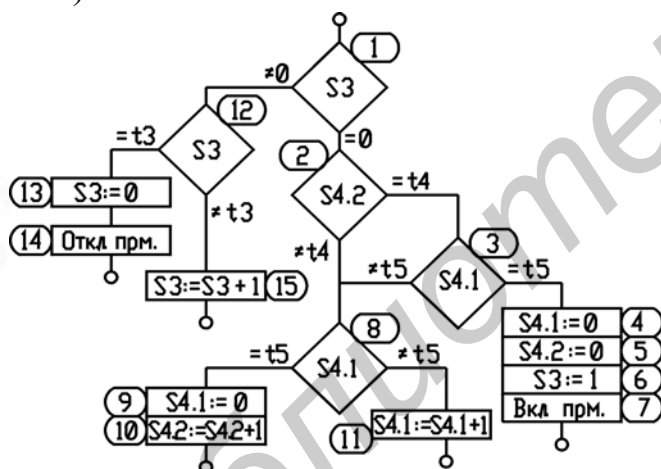


Рис. 4.17. АСАС-3

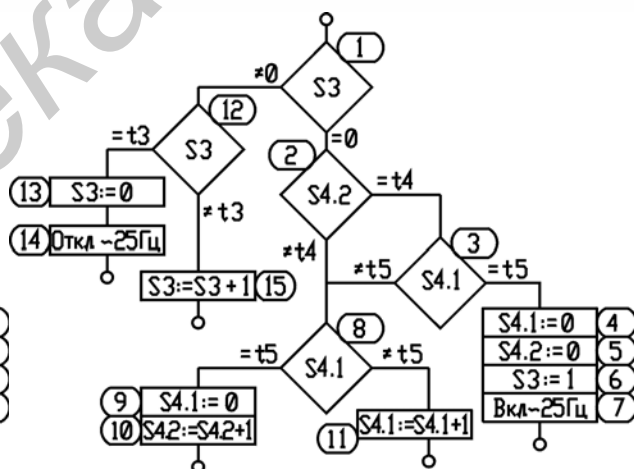


Рис. 4.18. АСАС-5

Настройка ЦКП абонентского модуля при распределении САС, как и при установлении соединений, осуществляется через внутрисистемный интерфейс (см. рис. 2.24). Через последовательный синхронный интерфейс МК осуществляется программирование кофидеков. При этом включаются (блок 7 в АСАС-3, блок 5 в АСАС-4, блок 3b в АОС-5) и отключаются (блок 14 в АСАС-3, блок 9 в АСАС-4, блок 2b в АОС-1, 2b в АОС-14) усилители тракта приема (далее по тексту приемники), а также осуществляется подача (блок 7 в АСАС-5) и снятие (блок 14 в АСАС-5, блок 2b в АОС-1, блок 1b в АОС-6) «СВ». Данные операции выполняются путем записи специальных кодов в регистры управления

кофидеков. Выбор кофидека при записи кодов осуществляется посредством дешифратора DD17, управляемого выходами регистра DD14 (см. рис. 2.24).

Временные параметры и принципы формирования «СВ» и «КПВ» одинаковы, поэтому АСАС-3 и АСАС-5 отличаются только операциями блоков 7 и 14 (управление приемником вместо сигнала ~ 25 Гц), а отличие блока 3а АОС-8 (его структура аналогична АОС-5) от блока 2 АОС-11 состоит только в номере устанавливаемого бита RSAS(I).

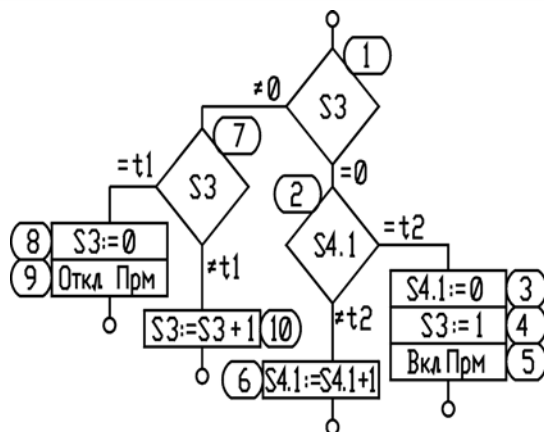


Рис. 4.19. АСАС-4

«СЗ» выдается абоненту при невозможности установления соединения и при разрушении соединения другим абонентом, поэтому блок-схемы АОС-7 и АОС-10 в части распределения «СЗ» (блок 2) одинаковы. «СЗ» выдается также в случаях пассивности вызывающего абонента в состояниях 3 и 5 и вызываемого абонента в состоянии 8. Алгоритмически выдача «СЗ» в этих состояниях организуется после истечения контрольного интервала времени, который отмеряется счетчиками RT.1 и RT.2, модифицируемыми в АСКТ.

Структура АОС-14 также аналогична структуре АОС-7, но в блоке 2а реализуется режим «ОСАС» и в блоке 2b отключается приемник (так же, как в блоке 2а и 2b АОС-1).

Блок, аналогичный блоку 2а АОС-1, входит и в состав АОС-9 (блок 4), поскольку в 9-м состоянии абонентского комплекта также реализуется режим «ОСАС».

В АОС-3 и АОС-4 формирование и распределение САС не осуществляются.

Симулятор не позволяет имитировать подключение к последовательному интерфейсу микроконтроллера дополнительных регистров. Поэтому для моделирования процесса распределения кодов управления по кофидекам в ПО УУ АМ предусмотрено дублирование информации, выдаваемой через последовательный интерфейс МК, в ячейках ВПД с распределением по банкам ЯП. Так, содержимое регистров управления приемником и подачей «СВ» отображается в ячейках DRS(I) и DZS(I) соответственно. Включению и отключению приемника (подаче и снятию сигнала ~ 25 Гц) соответствуют коды 01h и 00h.

Программная реализация процедуры доступа к ячейкам ВПД в АСАС точно такая же, как в АСКТ, т.е. через регистр R3 внутреннего банка регистров 0 РПД МК.

Для удобства моделирования работы АСАС, как и АОС, в реализации АСКТ предусмотрен ввод состояний контрольных точек абонентских комплектов через бит 0 (СР) регистров RCP(I).

4.1.7. Методическое и программное обеспечение лабораторных работ

Перед лабораторной работой выполняется предварительное задание, в процессе которого, в соответствии с номером варианта (табл. 4.1), рассчитываются адреса банков регистров и ЯП ВПД, разрабатываются фрагменты

программ в мнемосодах языка «ассемблер» для микроконтроллера КМ1830ВЕ31, реализующие заданные блоки алгоритмов, рассчитываются константы, соответствующие временным интервалам, а также готовятся временные диаграммы в КТ АК, моделирующие поведение абонентов в процессе обслуживания вызова.

Лабораторный практикум включает три лабораторных работы, которые соответствуют трем исследуемым разделам АО и ПО, рассмотренным выше (п. 4.1.2). Порядок выполнения регламентирован методическими указаниями.

Лабораторные работы выполняются на ПЭВМ с операционной системой MS-DOS или Windows-9x. Все используемые в лабораторных работах файлы размещаются в рабочем каталоге, выбираемом в соответствии с номером варианта. Перед выполнением работы следует проверить наличие в рабочем каталоге следующих файлов:

- a8051.exe – программа ассемблера;
- xlink.exe – программа компоновщика;
- fd51.exe – программа симулятора микроконтроллера КМ1830ВЕ31;
- fd51.txt – текстовый файл с описанием программы симулятора fd51.exe;
- main1_*.r03, main2_*.r03 или main3_*.r03 – объектный код основного программного модуля, где * - номер варианта.

В начале выполнения лабораторных работ с помощью текстового редактора edit.com готовятся фрагменты программ в мнемосодах языка «ассемблер» для микроконтроллера КМ1830ВЕ31, которые предназначены для дополнения основного программного модуля и реализуют заданные в соответствии с вариантом блоки алгоритмов. Разработанные фрагменты программ после ассемблирования объединяются с основным модулем посредством компоновщика и загружаются в симулятор КМ1830ВЕ31. Изменением содержимого ЯП симулятора моделируются различные этапы процесса обслуживания вызова, проверяется правильность разработанных фрагментов программ и исследуется работа алгоритмов обнаружения и обслуживания вызовов.

4.2. Предварительное задание

Предварительное задание содержит семь пунктов, из которых первые четыре являются общими, а остальные три – 4.2.1, 4.2.2 и 4.2.3 относятся соответственно к первой, второй и третьей лабораторным работам. Исходные данные, необходимые для выполнения предварительного задания по последним трем пунктам, содержатся в табл. 4.1. Эти же данные необходимы для выполнения самих лабораторных работ. Без выполнения предварительного задания выполнение лабораторных работ невозможно. Результаты выполнения предварительного задания по пп. 4.2.1 – 4.2.3 заносятся в отчет, в котором затем фиксируются результаты выполнения соответствующей лабораторной работы.

Таблица 4.1

Исходные данные для выполнения предварительного задания и лабораторной работы

№	Ф	Блоки алгоритмов			Параметры САС			Комплект	
		АСКТ	АОС	АСАС	T, с	Ts, с	Tp, с	А	Б
1	А	47, 48	14, 16, 9, 10	13	0. 3	1.0	4. 0	1	37
	В	23, 24	13...15	3, 4	0. 25	1.1	4. 1	9	44
	С	59 ... 61	4...6	8...11	0. 35	0.9	3. 9	12	60
2	А	12 ... 17	13...16	15	0. 36	1.2	4. 0	2	40
	В	62, 60, 61	13...15	6	0. 32	1.0 5	3. 95	8	33
	С	80 ... 82	8...11	4...6	0. 4	0.9 5	4. 05	21	69
3	А	90, 87	6...8, 14, 16	9, 10	0. 5	2.0	5. 0	3	63
	В	95	3	8	0. 44	2.3	5. 7	7	59
	С	25, 26, 12...17	4...11	15	0. 56	1.8	5. 5	13	55
4	А	60, 61	12...16	11	0. 45	1.5	7. 0	4	45
	В	88, 89	8...12	10	0. 4	1.5 2	7. 5	11	68
	С	15 ... 17	8...11	12, 13, 15	0. 52	1.3 8	6. 5	23	57
5	А	58	9, 10	4...6	0. 6	2.5	8. 0	5	38
	В	86, 87	7...15	7, 8, 10	0. 57	2.4	7. 8	16	55
	С	18	3...11	11	0. 63	2.1	8. 2	20	34
6	А	48	7...10, 14, 16	8...11	0. 55	0.7	3. 62	6	39
	В	11 ... 18	13...15	2...4, 6	0. 51	1.1	9. 0	14	56
	С	57, 58	8...11	9, 10	0. 59	2.4 3	5. 64	23	64

Задание (общая часть)

1. Ознакомиться с теоретическим материалом к лабораторной работе (разд. 1 – 3).
2. Ознакомиться с описанием лабораторной работы (подразд. 4.1).
3. Ознакомиться с описанием структуры и системы команд микроконтроллера КМ 1830ВЕ31 по [16] или [17].
4. Ознакомиться с программной моделью микроконтроллера КМ1830ВЕ31, порядком ввода, ассемблирования, компоновки и отладки программ для КМ1830ВЕ31 по [16] или содержимому файла fd51.txt.

4.2.1. Предварительное задание к лабораторной работе № 1. Исследование алгоритма сканирования контрольных точек абонентских комплектов

4.2.1.1. Изучить блок-схему АСКТ (п. 4.1.4) и карту распределения адресного пространства ВПД (см. рис. 4.5).

4.2.1.2. Из табл. 4.1 выбрать в соответствии с номером варианта (столбец «№») три строки, помеченные индексами А, В и С в столбце «Ф» (фрагмент), и перенести в отчет данные, указанные в столбцах «АСКТ» и «Комплект» этих строк. Числа в столбце «АСКТ» задают номера блоков АСКТ для программной реализации. Для этих блоков на языке «ассемблер» должны быть составлены фрагменты программ А, В и С. Число в столбце «Комплект / А» указывает номер абонентского комплекта вызывающего абонента в цикле обслуживания. Число в столбце «Комплект / Б» указывает две цифры номера вызываемого абонента. Цифра «0» в номере вызываемого абонента соответствует 10 декадным импульсам набора.

4.2.1.3. Перенести в отчет фрагмент АСКТ, содержащий все блоки, в которых фигурируют переменные, используемые в блоках, заданных для программной реализации.

4.2.1.4. Перенести в отчет фрагмент карты ВПД, содержащий все переменные, используемые в блоках, заданных для программной реализации. Отобразить на карте ВПД также регистры RSA (RSA.1, RSA.2), RF1 (RF1.1, RF1.2), RF2 (RF2.1, RF2.2), RT (RT.1, RT.2, RT.3), NVM (CN(1), CN(2)), SI, SS, S1, S2, S5, S6.

4.2.1.5. Используя подготовленные в пп. 4.2.1.3 и 4.2.1.4 фрагменты АСКТ и карты ВПД, осуществить программную реализацию заданных блоков алгоритма в мнемосоде языка «ассемблер» КМ1830ВЕ31, сформировав фрагменты программ А, В, С.

Перед каждым фрагментом мнемосода программы расположить директиву `ORG ****h`, где **** – начальный адрес размещения машинного кода фрагмента в памяти программ после ассемблирования и компоновки – выбирается в соответствии с номером фрагмента. За фрагментом А закреплен адрес 2100h, за фрагментом В – 2200h, за фрагментом С – 2300h.

Заданные для программной реализации блоки одного фрагмента всегда относятся к одному алгоритму, но могут принадлежать разным ветвям. Реализация последнего блока каждого заданного ряда следующих друг за другом блоков в любой ветви алгоритма должна оканчиваться инструкцией LJMP 04A3h, вне зависимости от того, является этот блок последним в ветви или нет. Инструкция LJMP 04A3h совместно с ORG ****h обеспечивает корректное подключение разрабатываемых фрагментов программы к основному модулю. Например, реализация блока 81 АСКТ, оформленная в виде фрагмента В, должна иметь следующий вид.

```
ORG 2200h
CLR RS0; Выбор банка регистров 0 KM1830BE31
:
:
MOVX @DPTR,A
LJMP 04A3h
```

4.2.1.6. Для заданного номера комплекта вызывающего абонента рассчитать в десятичной и шестнадцатеричной формах адреса банков ЯП ВПД (см. рис. 4.5).

4.2.1.7. Подготовить временные диаграммы изменения состояний

контрольной точки абонентского комплекта для нижеперечисленных

последовательностей состояний в регистре состояний комплекта RSA (см. граф на

рис. 3.4,а):

- а) RSA: 1, 5, 1;
- б) RSA: 1, 5, 14, 1;
- в) RSA: 1, 5, 14, 3, 1;
- г) RSA: 1, 5, 14, 3, 14, 4.

Число серий импульсов набора номера и число импульсов в каждой серии выбирается в соответствии с заданным номером вызываемого абонента. На диаграммах обозначить длительности состояний «0» и «1» в контрольной точке и номера состояний, соответствующих моделируемым этапам обслуживания вызова.

4.2.2. Предварительное задание к лабораторной работе № 2. Исследование алгоритмов отработки состояний абонентских комплектов

4.2.2.1. Изучить блок-схемы АОС-1, АОС-4, АОС-6 (п. 4.1.5) и карту распределения адресного пространства ВПД (см. рис. 4.5).

4.2.2.2. Из табл. 4.1 выбрать в соответствии с номером варианта (столбец «№») три строки, помеченные индексами А, В и С в столбце «Ф» (фрагмент), и перенести в отчет данные, указанные в столбцах «АОС» и «Комплект» этих

строк. Числа в столбце «АОС» задают номера блоков АОС для программной реализации. Номера блоков в строке А относятся к АОС-1, в строке В – к АОС-4, в строке С – к АОС-6. Для этих блоков на языке «ассемблер» должны быть составлены фрагменты программ А, В и С. Число в столбце «Комплект / А» указывает номер абонентского комплекта вызывающего абонента в цикле обслуживания. Число в столбце «Комплект / Б» указывает две цифры номера вызываемого абонента. Цифра «0» в номере вызываемого абонента соответствует 10 декадным импульсам набора.

4.2.2.3. Перенести в отчет фрагменты АОС-1, АОС-4, АОС-6, содержащие все блоки, в которых фигурируют переменные, используемые в блоках, заданных для программной реализации.

4.2.2.4. Перенести в отчет фрагмент карты ВПД, содержащий все переменные, используемые в блоках, заданных для программной реализации. Отобразить на карте ВПД также регистры RSA (RSA.1, RSA.2), RF1 (RF1.1, RF1.2), RF2 (RF2.1, RF2.2), RT (RT.1, RT.2, RT.3), NVM (CN(1), CN(2)).

4.2.2.5. Используя подготовленные в пп. 4.2.6.3 и 4.2.6.4 фрагменты АОС и карты ВПД осуществить программную реализацию заданных блоков алгоритма в мнемосоде языка «ассемблер» КМ1830ВЕ31, сформировав фрагменты программ А, В, С.

Перед каждым фрагментом мнемосода программы расположить директиву `ORG ****h`, где **** – начальный адрес размещения машинного кода фрагмента в памяти программ после ассемблирования и компоновки – выбирается в соответствии с номером фрагмента. За фрагментом А закреплен адрес 2100h, за фрагментом В – 2200h, за фрагментом С – 2300h.

Заданные для программной реализации блоки одного фрагмента всегда относятся к одному алгоритму, но могут принадлежать разным ветвям. Реализация последнего блока каждого заданного ряда следующих друг за другом блоков в любой ветви алгоритма должна оканчиваться инструкцией `LJMP 2050h`, вне зависимости от того, является этот блок последним в ветви или нет. Инструкция `LJMP 2050h` совместно с `ORG ****h` обеспечивает корректное подключение разрабатываемых фрагментов программы к основному модулю.

4.2.2.6. Для заданного номера комплекта вызывающего абонента рассчитать в десятичной и шестнадцатеричной формах адреса банков ЯП ВПД (см. рис. 4.5).

4.2.3. Предварительное задание к лабораторной работе № 3. Исследование алгоритмов формирования и распределения сигналов абонентской сигнализации

4.2.3.1. Изучить блок-схемы АСАС (п. 4.1.6) и карту распределения адресного пространства ВПД (см. рис. 4.5).

4.2.3.2. Из табл. 4.1 выбрать в соответствии с номером варианта (столбец «№») три строки, помеченные индексами А, В и С в столбце «Ф» (фрагмент), и перенести в отчет данные, указанные в столбцах «АСАС», «Параметры САС» и «Комплект» этих строк. Числа в столбце «АСАС» задают номера блоков АСАС для программной реализации. Номера блоков в строке А относятся к АСАС-3, в строке В – к АСАС-4, в строке С – к АСАС-5. Для этих блоков на языке

«ассемблер» должны быть составлены фрагменты программ А, В и С. Число в столбце «Комплект / А» указывает номер абонентского комплекта вызывающего абонента в цикле обслуживания. Число в столбце «Комплект / Б» указывает две цифры номера вызываемого абонента. Цифра «0» в номере вызываемого абонента соответствует 10 декадным импульсам набора.

4.2.3.3. По материалам разд. 3 и подразд. 4.1 определить соответствие САС разрядам регистра RSAS. Данное соответствие представить в таблице.

4.2.3.4. По блок-схеме АОС-5 определить максимальный временной интервал (Tout) формирования сигнала «ОС». Учесть, что такой же временной интервал принят для сигналов «КПВ» и «СВ».

4.2.3.5. Для заданного интервала времени Т (длительность посылки тональной частоты 425 Гц и паузы в «СЗ») определить константы t_1 и t_2 в блоках 2 и 7 АСАС-4.

Для заданных интервалов времени T_s и T_p определить константы $t_3...t_5$ в блоках 2, 3, 8, 12 АСАС-3 и АСАС-5. Интервалы T_s и T_p – длительности посылки тональной частоты 425 Гц (индукторного сигнала 25 Гц) и паузы в сигнале «КПВ» («СВ»).

Значения $t_1...t_5$ представить в десятичной и шестнадцатеричной формах.

4.2.3.6. Перенести в отчет фрагменты АСА-3, АСАС-4 и АСАС-5, содержащие все блоки, в которых фигурируют переменные, используемые в блоках, заданных для программной реализации.

4.2.3.7. Перенести в отчет фрагмент карты ВПД, содержащий все переменные, используемые в блоках, заданных для программной реализации. Отобразить на карте ВПД также регистры RSA (RSA.1, RSA.2), RF1 (RF1.1, RF1.2), RF2 (RF2.1, RF2.2), RT (RT.1, RT.2, RT.3), RSAS, DRS, DZS.

4.2.3.8. Используя подготовленные в пп. 4.2.3.6 и 4.2.3.7 фрагменты АСАС и карты ВПД, осуществить программную реализацию заданных блоков алгоритма в мнемосодах языка «ассемблер» КМ1830ВЕ31, сформировав фрагменты программ А, В, С.

Перед каждым фрагментом мнемосода программы расположить директиву `ORG ****h`, где **** – начальный адрес размещения машинного кода фрагмента в памяти программ после ассемблирования и компоновки – выбирается в соответствии с номером фрагмента. За фрагментом А закреплен адрес 2100h, за фрагментом В – 2200h, за фрагментом С – 2300h.

Заданные для программной реализации блоки одного фрагмента всегда относятся к одному алгоритму, но могут принадлежать разным ветвям. Реализация последнего блока каждого заданного ряда следующих друг за другом блоков в любой ветви алгоритма должна оканчиваться инструкцией `LJMP 2050h`, вне зависимости от того, является этот блок последним в ветви или нет. Инструкция `LJMP 2050h` совместно с `ORG ****h` обеспечивает корректное подключение разрабатываемых фрагментов программы к основному модулю.

4.2.3.9. Для заданного номера комплекта вызывающего абонента рассчитать в десятичной и шестнадцатеричной формах адреса банков ЯП ВПД (см. рис. 4.5).

4.3. Порядок выполнения и методические указания

4.3.1. Лабораторная работа № 1. Исследование алгоритма сканирования контрольных точек абонентских комплектов

4.3.1.1. Выполнить п. 4.2.1 предварительного задания.

4.3.1.2. Загрузить командную оболочку операционной системы `pc.com` или `vc.com` – для MS-DOS, `far.exe` или `wincmd32.exe` – для Windows-9x. В соответствии с номером варианта выбрать каталог `Cs&sw\Lab_1\V1_*`, где * - номер варианта, и убедиться в наличии необходимых для выполнения работы файлов (п. 4.1.7).

4.3.1.3. В текстовом редакторе `edit.com` набрать в мнемосодах языка «ассемблер» для микроконтроллера КМ1830BE31 фрагменты программы, реализующие заданные в соответствии с вариантом блоки АСКТ. После фрагментов мнемосоков должна находиться директива `END`. Сохранить текст программы в файле `skt_*.msa` рабочего каталога.

4.3.1.4. На основе подготовленного фрагмента мнемосоков с помощью программы ассемблера сгенерировать объектный файл `skt_*.r03`, введя в командной строке инструкцию `a8051.exe skt_*.msa skt_*.lst`. При необходимости устранить ошибки ассемблирования в файле `skt_*.msa`. Подробное описание процедуры ассемблирования, а также следующей за ней процедуры компоновки и порядка устранения ошибок можно найти в [16].

4.3.1.5. Используя полученный объектный файл `skt_*.r03` и файл основного модуля программы `main1_*.r03`, с помощью программы-компоновщика сгенерировать машинный код программы для микроконтроллера КМ1830BE31, введя в командной строке инструкцию `xlink.exe main1_*.r03 skt_*.r03 -o ats_*.bin -c8051 -Fmpds`. При необходимости устранить ошибки компоновки в файле `skt_*.msa`.

4.3.1.6. Запустить на выполнение файл симулятора `fd51.exe` и загрузить машинный код программы в имитируемую память программ микроконтроллера КМ1830BE31, введя в командной строке симулятора инструкцию «`l p 0, ats_*.bin`».

4.3.1.7. Определить точку останова процесса моделирования при каждом вызове обработчика прерываний от таймера с периодом 10 мс. Для этого нажать клавишу `<F5>` и в первый и второй столбцы первой строки образовавшейся на экране монитора таблицы ввести соответственно `037F` и `001`. Закрыть окно повторным нажатием `<F5>`.

4.3.1.8. В режиме полноэкранного редактирования обнулить регистры `SI`, `SS` и `NVM`. Переход и возврат из режима полноэкранного редактирования осуществляются нажатием клавиши `<Enter>`. В режиме полноэкранного редактирования имеется возможность свободного перемещения курсора в поле экрана и изменения значений отображаемых ячеек памяти с клавиатуры. Для изменения содержимого ячеек моделируемой ВПД необходимо переключить окно ОЗУ (RAM) в режим `EХТ` нажатием `<F4>`. Адреса ячеек ВПД могут вводиться с

клавиатуры в первый столбец первой строки таблицы EXT RAM. Подробное описание интерфейса симулятора можно найти в [16] или файле fd51.txt рабочего каталога.

4.3.1.9. В режиме полноэкранного редактирования определить состояние контрольной точки абонентского комплекта в соответствии с моделируемым этапом процесса обслуживания вызова. Для задания состояний контрольной точки абонентского комплекта следует использовать временные диаграммы, сформированные при выполнении предварительного задания. Состояние контрольной точки определяется в бите 3 порта P3 МК.

4.3.1.10. Запустить процесс моделирования. Для этого ввести в командной строке симулятора инструкцию «g». При достижении точки останова над командной строкой симулятора появится надпись «Stopped at Breakpoint 1». После останова в моделируемой ВПД проконтролировать содержимое регистра состояний комплекта RSA на соответствие моделируемому этапу обслуживания вызова. Несоответствие свидетельствует об ошибках, допущенных при разработке фрагментов программы, реализующих заданные блоки АСКТ, и требует коррекции файла skt_*.msa.

4.3.1.11. Выполнить пп. 4.3.1.9, 4.3.1.10 необходимое число раз для получения следующих последовательностей состояний в регистре состояний комплекта RSA (см. граф на рис. 3.4,а):

- а) RSA: 1, 5, 1;
- б) RSA: 1, 5, 14, 1;
- в) RSA: 1, 5, 14, 3, 1;
- г) RSA: 1, 5, 14, 3, 14, 4.

При формировании состояний контрольной точки следует помнить, что моделируемое в симуляторе время от запуска процесса моделирования инструкцией «g» до точки останова равно 10 мс. Так, например, для формирования в контрольной точке нулевого уровня продолжительностью 50 мс необходимо установить 0 в P3.3 и 5 раз подряд выполнить п. 4.3.1.10.

Число серий импульсов набора номера и число импульсов в каждой серии выбирается в соответствии с заданным номером вызываемого абонента.

Нанести на временные диаграммы контрольной точки абонентского комплекта содержимое регистров SI, SS, S1, S2, S5, S6. Выборку содержимого регистров при формировании импульсов набора номера осуществлять каждые 10 мс. Обосновать полученные результаты, используя блок-схему АСКТ.

Представить в таблице содержимое регистров RSA (RSA.1, RSA.2), RF1 (RF1.1, RF1.2), RF2 (RF2.2, RF2.2), RT (RT.1, RT.2), NVM (CN(1), CN(2)) для каждого состояния комплекта. Выборку содержимого регистров для всех состояний комплектов, кроме 4, осуществлять минимум 3 раза. Интервал между выборками - произвольный.

4.3.1.12. Выйти из симулятора, введя в командной строке инструкцию «quit».

4.3.1.13. Обосновать полученные в п. 4.3.1.12 результаты, используя блок-схему АСКТ. Определить воспринимаемые АСКТ длительности импульсов набора номера, интервалов между импульсами и сериями импульсов набора номера, размыкания шлейфа при отбое и замыкания шлейфа при вызове и ответе.

4.3.2. Лабораторная работа № 2. Исследование алгоритмов отработки состояний абонентских комплектов

4.3.2.1. Выполнить п. 4.2.2 предварительного задания.

4.3.2.2. Загрузить командную оболочку операционной системы `pc.com` или `vc.com` – для MS-DOS, `far.exe` или `wincmd32.exe` – для Windows-9x. В соответствии с номером варианта выбрать каталог `Cs&sw\Lab_2\V2_*`, где * - номер варианта, и убедиться в наличии необходимых для выполнения работы файлов (п. 4.1.7).

4.3.2.3. В текстовом редакторе `edit.com` набрать в мнемосодах языка «ассемблер» для микроконтроллера KM1830BE31 фрагменты программы, реализующие заданные в соответствии с вариантом блоки АОС. После фрагментов мнемосодов должна находиться директива `END`. Сохранить текст программы в файле `aos_*.msa` рабочего каталога.

4.3.2.4. На основе подготовленного фрагмента мнемосодов с помощью программы ассемблера сгенерировать объектный файл `aos_*.r03`, введя в командной строке инструкцию `a8051.exe aos_*.msa aos_*.lst`. При необходимости устранить ошибки ассемблирования в файле `aos_*.msa`. Подробное описание процедуры ассемблирования, а также следующей за ней процедуры компоновки и порядка устранения ошибок можно найти в [16].

4.3.2.5. Используя полученный объектный файл `aos_*.r03` и файл основного модуля программы `main2_*.r03`, с помощью программы-компоновщика сгенерировать машинный код программы для микроконтроллера KM1830BE31, введя в командной строке инструкцию `xlink.exe main2_*.r03 aos_*.r03 -o ats_*.bin -c8051 -Fmpds`. При необходимости устранить ошибки компоновки в файле `aos_*.msa`.

4.3.2.6. Запустить на выполнение файл симулятора `fd51.exe` и загрузить машинный код программы в имитируемую память программ микроконтроллера, введя в командной строке симулятора инструкцию `<l p 0, ats_*.bin>`.

4.3.2.7. Определить точку останова процесса моделирования при каждом вызове обработчика прерываний от таймера с периодом 10 мс. Для этого нажать клавишу `<F5>` и в первый и второй столбцы первой строки образовавшейся на экране монитора таблицы ввести соответственно `037F` и `001`. Закрыть окно повторным нажатием `<F5>`.

4.3.2.8. В режиме полноэкранного редактирования обнулить регистр `NVM`. Переход и возврат из режима полноэкранного редактирования осуществляется нажатием клавиши `<Enter>`. В режиме полноэкранного редактирования имеется возможность свободного перемещения курсора в поле экрана и изменения значений отображаемых ячеек памяти с клавиатуры. Для изменения содержимого ячеек моделируемой ВПД необходимо переключить окно ОЗУ (RAM) в режим `EХТ` нажатием `<F4>`. Адреса ячеек ВПД могут вводиться с клавиатуры в первый столбец первой строки таблицы `EХТ RAM`. Подробное описание интерфейса симулятора можно найти в [16] или файле `fd51.txt` рабочего каталога.

4.3.2.9. В режиме полноэкранного редактирования определить состояние контрольной точки комплекта вызывающего абонента (комплект А) в соответствие с моделируемым этапом процесса обслуживания вызова. Состояние контрольной точки определяется в бите 0 (CP) регистра RCP(I). Значение I определяется заданным номером комплекта вызывающего абонента в цикле обслуживания.

4.3.2.10. Запустить процесс моделирования. Для этого ввести в командной строке симулятора инструкцию «g». При достижении точки останова над командной строкой симулятора появится надпись «Stopped at Breakpoint 1». После останова в моделируемой ВПД проконтролировать содержимое регистра состояний RSA комплекта А на соответствие моделируемому этапу обслуживания вызова. Несоответствие свидетельствует об ошибках, допущенных при разработке фрагментов программы, реализующих заданные блоки АОС, и требует коррекции файла aos_*.msa.

4.3.2.11. Выполнить пп. 4.3.2.9, 4.3.2.10 необходимое число раз для получения следующей последовательности состояний в регистре состояний комплекта вызывающего абонента RSA в соответствии с графом переходов, представленном на рис. 3.4,а:

RSA: 1, 5, 14, 3, 14, 4, 8.

При формировании состояний контрольной точки следует помнить, что моделируемое в симуляторе время от запуска процесса моделирования инструкцией «g» до точки останова равно 10 мс. Так, например, для формирования в контрольной точке нулевого уровня продолжительностью 50 мс необходимо установить 0 в бите 3 (CP) регистра RCP(I) и 5 раз подряд выполнить п. 4.3.2.10.

Число серий импульсов набора номера и число импульсов в каждой серии выбирается в соответствии с заданным номером вызываемого абонента.

Процедура моделирования набора номера вызываемого абонента может быть сокращена. Для этого необходимо при установившемся 5-м состоянии комплекта смоделировать в контрольной точке первый импульс набора номера, установив «0» на 50 мс. Затем перевести состояние контрольной точки в «1» на 50 мс и при установившемся 14-м состоянии комплекта, выполнить запись информации о набираемой цифре номера в регистр SI(I) (счетчик импульсов). После этого смоделировать интервал между сериями импульсов набора номера, удерживая контрольную точку в состоянии «1» до появления 3-го состояния комплекта. То же самое проделать для второй цифры номера. В результате при появлении 4-го состояния комплекта в регистре NVM(I) окажется номер вызываемого абонента.

При получении в регистре RSA(I) состояния 8 комплекта найти регистр состояний комплекта RSA'(I), в котором установлено состояние 11. Зафиксировать адрес данного регистра. По адресу RSA'(I) определить номер I банка регистров ВПД, соответствующий также номеру комплекта вызываемого абонента (комплект Б) в цикле обслуживания.

4.3.2.12. В режиме полноэкранного редактирования определить состояния контрольных точек комплектов А и Б в соответствии с моделируемым этапом

процесса обслуживания вызова. Состояние контрольной точки определяется в бите 0 (CP) регистра RCP(I).

4.3.2.13. Запустить процесс моделирования. После останова в моделируемой ВПД проконтролировать содержимое регистров состояний RSA(I) комплектов А и Б на соответствие моделируемому этапу обслуживания вызова. Несоответствие свидетельствует об ошибках, допущенных при разработке фрагментов программы, реализующих заданные блоки АОС, и требует коррекции файла aos_*.msa.

4.3.2.14. Выполнить пп. 4.3.2.12, 4.3.2.13 необходимое число раз для получения приведенных ниже последовательностей состояний в регистре состояний RSA комплекта А в соответствии с графом переходов, представленном на рис. 3.4,а:

- а) RSA: 1, 5, 14, 3, 14, 4, 7, 1;
- б) RSA: 1, 5, 14, 3, 14, 4, 8, 1;
- в) RSA: 1, 5, 14, 3, 14, 4, 8, 9, 1;
- г) RSA: 1, 5, 14, 3, 14, 4, 8, 9, 10, 1.

Для каждого состояния комплекта А (RSA(I)) зафиксировать состояния комплекта Б (RSA'(I)). Для пунктов б – г представить последовательности состояний в регистре состояний RSA' комплекта Б.

Представить в таблице содержимое регистров RSA (RSA.1, RSA.2), RF1 (RF1.1, RF1.2), RF2 (RF2.2, RF2.2), RT (RT.1, RT.2, RT.3), NVM (CN(1), CN(2)), BC для состояний 1, 4, 7, 8, 9, 10 комплекта А, а также содержимое регистров RSA' (RSA.1', RSA.2'), RF1' (RF1.1', RF1.2'), RF2' (RF2.2', RF2.2'), RT' (RT.1', RT.2', RT.3'), BC' для каждого состояния комплекта Б. Выборку содержимого регистров в состояниях 1, 7, 8, 9, 10, 11 комплектов осуществлять минимум три раза: первый раз – при условии $(X.RSA = 1) \& (X.RF1 = 0)$, два других раза – при условии $(X.RSA = 1) \& (X.RF1 = 1)$. Выборку содержимого регистров в состояниях 4 и 6 осуществлять 2 раза - при $(X.RSA = 1) \& (X.RF1 = 0)$ и $(X.RSA = 1) \& ((X.RF1 = 1) \vee (X.RF2 = 1))$.

4.3.2.15. Выйти из симулятора, введя в командной строке инструкцию «quit».

4.3.2.16. Обосновать полученные в п. 4.3.2.14 результаты, используя блок-схемы АОС. Построить общие графы изменений состояний комплектов А и Б, опираясь на рис. 3.4,б - 3.4,ж.

4.3.3. Лабораторная работа № 3. Исследование алгоритмов формирования и распределения сигналов абонентской сигнализации

4.3.3.1. Выполнить п. 4.2.3 предварительного задания.

4.3.3.2. Загрузить командную оболочку операционной системы pc.com или vc.com – для MS-DOS, far.exe или wincmd32.exe – для Windows-9x. В соответствии с номером варианта выбрать каталог Cs&sw\Lab_3\V3_*, где * - номер варианта, и убедиться в наличии необходимых для выполнения работы файлов (п. 4.1.7).

4.3.3.3. В текстовом редакторе edit.com набрать в мнемосодах языка «ассемблер» для микроконтроллера KM1830BE31 фрагменты программы,

реализующие заданные в соответствии с вариантом блока АСАС. После фрагментов мнемкокодов должна находиться директива END. Сохранить текст программы в файле sas_*.msa рабочего каталога.

4.3.3.4. На основе подготовленного фрагмента мнемкокодов с помощью программы ассемблера сгенерировать объектный файл sas_*.r03, введя в командной строке инструкцию a8051.exe sas_*.msa sas_*.lst. При необходимости устранить ошибки ассемблирования в файле sas_*.msa. Подробное описание процедуры ассемблирования, а также следующей за ней процедуры компоновки и порядка устранения ошибок можно найти в [16].

4.3.3.5. Используя полученный объектный файл sas_*.r03 и файл основного модуля программы main3_*.r03, с помощью программы-компоновщика сгенерировать машинный код программы для микроконтроллера КМ1830ВЕ31, введя в командной строке инструкцию xlink.exe main3_*.r03 sas_*.r03 -o ats_*.bin -c8051 -fmpds. При необходимости устранить ошибки компоновки в файле sas_*.msa.

4.3.3.6. Запустить на выполнение файл симулятора fd51.exe и загрузить машинный код программы в имитируемую память программ микроконтроллера, введя в командной строке симулятора инструкцию «l p 0, ats_*.bin».

4.3.3.7. Определить точку останова процесса моделирования при каждом вызове обработчика прерываний от таймера с периодом 10 мс. Для этого нажать клавишу <F5> и в первый и второй столбцы первой строки образовавшейся на экране монитора таблицы ввести соответственно 037F и 001. Закрыть окно повторным нажатием <F5>.

4.3.3.8. В режиме полноэкранного редактирования записать рассчитанные при выполнении предварительного задания константы t1 ... t5 в ячейки моделируемой РПД (окно INT RAM симулятора) по адресам 11h ... 15h, соответственно. Переход и возврат из режима полноэкранного редактирования осуществляется нажатием клавиши <Enter>. В режиме полноэкранного редактирования имеется возможность свободного перемещения курсора в поле экрана и изменения значений отображаемых ячеек памяти с клавиатуры. Для изменения (просмотра) содержимого ячеек моделируемой ВПД необходимо переключить окно ОЗУ (RAM) в режим EXT нажатием <F4>. Адреса ячеек ВПД (РПД) могут вводиться с клавиатуры в первый столбец первой строки таблицы EXT (INT) RAM. Подробное описание интерфейса симулятора можно найти в [16] или файле fd51.txt рабочего каталога.

4.3.3.9. В режиме полноэкранного редактирования определить состояние контрольной точки комплекта вызывающего абонента (комплект А) в соответствие с моделируемым этапом процесса обслуживания вызова. Состояние контрольной точки определяется в бите 0 (CP) регистра RCP(I). Значение I определяется заданным номером комплекта вызывающего абонента в цикле обслуживания.

4.3.3.10. Запустить процесс моделирования. Для этого ввести в командной строке симулятора инструкцию «g». При достижении точки останова над командной строкой симулятора появится надпись «Stopped at Breakpoint 1». После останова в моделируемой ВПД проконтролировать содержимое регистра

состояний RSA комплекта А на соответствие моделируемому этапу обслуживания вызова. Несоответствие свидетельствует об ошибках, допущенных при разработке фрагментов программы, реализующих заданные блоки АСАС, и требует коррекции файла sas_*.msa.

4.3.3.11. Выполнить пп. 4.3.3.9, 4.3.3.10 необходимое число раз для получения приведенной ниже последовательности состояний в регистре состояний комплекта вызываемого абонента RSA (см. граф на рис. 3.4,а):

RSA: 1, 5, 14, 3, 14, 4, 8.

При формировании состояний контрольной точки следует помнить, что моделируемое в симуляторе время от запуска процесса моделирования инструкцией «g» до точки останова равно 10 мс. Так, например, для формирования в контрольной точке нулевого уровня продолжительностью 50 мс необходимо установить 0 в бите 3 (CP) регистра RCP(I) и 5 раз подряд выполнить п. 4.3.3.10.

Число серий импульсов набора номера и число импульсов в каждой серии выбирается в соответствии с заданным номером вызываемого абонента.

Процедура моделирования набора номера вызываемого абонента может быть сокращена. Для этого необходимо при установившемся 5-м состоянии комплекта смоделировать в контрольной точке первый импульс набора номера, установив «0» на 50 мс. Затем перевести состояние контрольной точки в «1» на 50 мс и при установившемся 14-м состоянии комплекта, выполнить запись информации о набираемой цифре номера в регистр SI(I) (счетчик импульсов). После этого смоделировать интервал между сериями импульсов набора номера, удерживая контрольную точку в состоянии «1» до появления 3-го состояния комплекта. То же самое проделать для второй цифры номера. В результате при появлении 4-го состояния комплекта в регистре NVM(I) окажется номер вызываемого абонента.

При получении в регистре RSA(I) состояния 8 комплекта найти регистр состояний комплекта RSA'(I), в котором установлено состояние 11. Зафиксировать адрес данного регистра. По адресу RSA'(I) определить номер I банка регистров ВПД, соответствующий также номеру комплекта вызываемого абонента (комплект Б) в цикле обслуживания.

4.3.3.12. В режиме полноэкранный редактирования определить состояния контрольных точек комплектов А и Б в соответствии с моделируемым этапом процесса обслуживания вызова. Состояние контрольной точки определяется в бите 0 (CP) регистра RCP(I).

4.3.3.13. Запустить процесс моделирования. После останова в моделируемой ВПД проконтролировать содержимое регистров состояний RSA(I) комплектов А и Б на соответствие моделируемому этапу обслуживания вызова. Несоответствие свидетельствует об ошибках, допущенных при разработке фрагментов программы, реализующих заданные блоки АСАС, и требует коррекции файла sas_*.msa.

4.3.3.14. Выполнить пп. 4.3.3.12, 4.3.3.13 необходимое число раз для получения приведенных ниже последовательностей состояний в регистре состояний RSA комплекта вызываемого абонента (см. граф на рис. 3.4,а):

а) RSA: 1, 5, 1;

- б) RSA: 1, 5 ($t > T_{out}$), 1;
- в) RSA: 1, 5, 14, 3 ($t > T_{out}$), 1;
- г) RSA: 1, 5, 14, 3, 14, 4, 7, 1;
- д) RSA: 1, 5, 14, 3, 14, 4, 8, 1;
- е) RSA: 1, 5, 14, 3, 14, 4, 8 ($t > T_{out}$), 1;
- ж) RSA: 1, 5, 14, 3, 14, 4, 8, 9, 1;
- з) RSA: 1, 5, 14, 3, 14, 4, 8, 9, 10, 1.

Значение T_{out} определяется в п. 4.2.7.4 предварительного задания.

Для каждого состояния комплекта А (RSA(I)) зафиксировать состояния комплекта Б (RSA'(I)). Для вариантов г – з представить последовательности состояний в регистре состояний RSA' комплекта Б.

Представить в таблице содержимое регистров RSA (RSA.1, RSA.2), RF1 (RF1.1, RF1.2), RF2 (RF2.1, RF2.2), RT (RT.1, RT.2), RSAS, S3, S4 (S4.1, S4.2), DRS для состояний 1, 4, 7, 8, 9, 10 комплекта А, а также содержимое регистров RSA' (RSA.1', RSA.2'), RF1' (RF1.1', RF1.2'), RF2' (RF2.1', RF2.2'), RSAS', S3', S4' (S4.1', S4.2'), DRS', DZS' для каждого состояния комплекта Б.

Выборку содержимого регистров в состояниях 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 14 комплектов первый раз осуществлять при условии $(X.RSA = 1) \& (X.RF1 = 0)$. Остальные выборки осуществлять при условии $(X.RSA = 1) \& (X.RF1 = 1)$. Количество выборок и интервал между ними выбираются с учетом значений констант t_1 – t_5 , определенных в п. 4.2.3.5, таким образом, чтобы полностью описать процесс распределения САС. Для ускорения процесса моделирования рекомендуется переопределять число проходов чрез точку останова 037f с учетом значений констант t_1 – t_5 и моделируемого этапа обслуживания вызова. Число проходов задается во втором столбце таблицы, вызываемой при нажатии кнопки <F5>, и не может превышать 255.

Выборку содержимого регистров в 4- и 6-м состояниях осуществлять 2 раза – при $(X.RSA = 1) \& (X.RF1 = 0)$ и $(X.RSA = 1) \& ((X.RF1 = 1) \vee (X.RF2 = 1))$.

4.3.3.15. Выйти из симулятора, введя в командной строке инструкцию «quit».

4.3.3.16. Обосновать полученные в п. 4.3.3.14 результаты, используя блок-схемы АСАС. Построить графы изменений САС, различая «СЗ» при занятости или отбое абонента и истечении контрольного интервала времени T_{out} , а также «ОСАС» в исходном состоянии, в процессе набора номера и в состоянии соединения.

4.4. Требования к содержанию и оформлению отчета

В отчете должны быть представлены:

- название и цель работы;
- структура и характеристики иерархической и децентрализованной систем управления;
- структуры и описания цифровых узлов коммутации с иерархической и децентрализованной системами управления;
- структура и описание цифрового абонентского модуля;
- структура и описание устройства управления цифрового абонентского модуля;
- функциональная схема абонентского комплекта цифрового абонентского модуля;

фрагмент функциональной схемы устройства управления, включающий микроконтроллер KM1830BE31, ВПП, ВПД и периферийный интерфейс ввода информации контрольных точек;

результаты выполнения предварительного задания к лабораторной работе в соответствии с вариантом;

результаты выполнения лабораторной работы в соответствии с вариантом, их обработка и обоснование.

Библиотека БГУИР

Список англоязычных сокращений

ATM	– Asynchronous Transfer Mode
BF	– buffer – буфер (шинный формирователь)
Codec	– encoder and decoder – кодер и декодер
CPU	– central processing unit
CT2	– counter of time step – счетчик тактов двоичный
DC	– decoder – дешифратор
DMUX	– S-блок типа демультимплексор
DMX	– demultiplexer - демультимплексор
E1	– обозначение интерфейса для ввода или вывода стандартного первичного цифрового потока, а также самого потока
FFM	– full function module – полнофункциональный модуль
FR	– Frame Relay
TMN	– Telecommunication Management Network – сеть управления сетями телекоммуникаций
ITU-T	– International Telecommunication Union – МСЭ-Т – Международный союз электросвязи, консультативный комитет по телефонии и телеграфии
ISDN служб	– Integrated Services Digital Network – цифровая сеть с интеграцией
IN	– Intelligent Network – интеллектуальная сеть
MUX	– S-блок типа мультиплексор
MX	– multiplexer - мультиплексор
PCM	– puls-code modulated – импульсно-кодовая модуляция
RAM	– random-access memory
ROM	– read only memory
RG	– register – регистр
SSC	– space switching cascade – ступень пространственной коммутации
SLIC	– subscriber line interface circuit - схема интерфейса абонентской линии
TSC	– time switching cascade – ступень временной коммутации

Список русскоязычных сокращений

АД	– аппаратура диагностики
АК	– абонентский комплект
АЛ	– абонентская линия
АМТС	– междугородная АТС
АМ	– абонентский модуль
АТС	– автоматическая телефонная станция
АТС-ДШ	– декадно-шаговая АТС
АТС-К	– координатная АТС
АТС-КЭ	– квазиэлектронная АТС
АТС-Э	– электронная АТС
АО	– алгоритмическое обеспечение
АОН	– аппаратура определения номера
АПУС	– аппаратура повременного учета соединений
АУ	– абонентское устройство

АЦП	– аналого-цифровой преобразователь
БАК	– блок абонентских комплектов
БППМС	– блок приемников и передатчиков многочастотной сигнализации
БПТН	– блок приемников тонального набора
ВЛ	– выделенная линия
ВПД	– внешняя память данных
ВРК	– временное разделение каналов
ВС	– вызывной сигнал
ГБЦ	– гибридная балансная цепь
ГВС	– генератор вызывного сигнала
ГО	– генераторное оборудование
ГСАС	– генератор сигналов абонентской сигнализации
ГТС	– городская телефонная сеть
ГТСАС	– генератор тональных сигналов абонентской сигнализации
ДВО	– дополнительные виды обслуживания
ДС	– дифференциальная система
ЗУ	– запоминающее устройство
ИКМ	– импульсно-кодовая модуляция
ИП	– источник питания
ИС	– исполнительная система
ИСТ	– интеллектуальная сеть
К	– кросс
КВЛ	– комплект выделенной линии
КИ	– канальный интервал
КИ-0	– канальный интервал 0
КИ-16	– канальный интервал 16
КК	– канал контроля
КМ	– коммутационный модуль
КТЧ	– канал тональной частоты
КПВ	– сигнал «контроль посылки вызова»
КС	– коммутационная система
КСЛ	– комплект соединительных линий
КТ	– контрольная точка
КУ	– канал управления
МК	– микроконтроллер
ОЗУ	– оперативное запоминающее устройство
ОТУ	– оперативно-техническое управление
ОС	– сигнал «ответ станции»
ОСАС	– отсутствие сигналов абонентской сигнализации
ОУ	– объект управления
ОЦК	– основной цифровой канал
ОШ	– общая шина
ПЗУ	– постоянное запоминающее устройство
ПИ	– периферийный интерфейс
ПТЭ	– пульт технической эксплуатации
ПУУ	– периферийное управляющее устройство
ПО	– программное обеспечение

РА	– регистр адреса
РПД	– внутренняя (резидентная) память данных
САС	– сигнал абонентской сигнализации
СВ	– сигнал «вызов»
СЗ	– сигнал «занято»
СИ	– системный интерфейс
СК	– сигнальный комплект
СЛ	– соединительная линия
СМ	– соединительный модуль
СОРМ	– система оперативно-розыскных мероприятий
СС	– система синхронизации
ССМ	– специальный соединительный модуль
СТС	– сельская телефонная сеть
СУВ	– сигналы управления и взаимодействия
СЦС	– сверхцикловая синхронизация
СЭП	– система электропитания
ТС	– тактовая синхронизация
ТфОП	– (сеть) телефонная общего пользования
ТЭ	– техническая эксплуатация
УАТС	– учрежденческая АТС
УИВС	– узел исходящих-входящих сообщений
УК	– узел коммутации
УМ	– управляющий модуль
УС	– управляющая система
УТ	– управляющая точка
УУ	– управляющее устройство
ФКТ	– формирова́тель контрольной точки
ФНЧ	– фильтр нижних частот
ЦАП	– цифроаналоговый преобразователь
ЦКП	– цифровое коммутационное поле
ЦОТУ	– центр оперативно-технического управления ЦОТУ
ЦС	– цикловая синхронизация
ЦСИС	– цифровая сеть с интеграцией служб
ЦСП	– цифровая система передачи
ЦТЭ	– центр технической эксплуатации
ЦУУ	– центральное управляющее устройство
ЧНН	– час наибольшей нагрузки
ШК	– шнуровой комплект
ЭУМ	– электронная управляющая машина
ЯП	– ячейка памяти

Литература

1. Варакин Л.Е. Направления развития инфокоммуникаций России на основе современных технологий и мировых тенденций // Тр. междунар. акад. связи. (Прил. к ж. «Электросвязь»). 2001. № 1 (17). С. 2–13.
2. Хоменок М.Ю., Цветков В.Ю. Функциональная структуризация областей управления логической модели TMN // Совр. средства связи: Материалы конф. / Изв. Бел. инж. акад. 2002. №2 (14)/1. С. 34-36.
3. Правила технической эксплуатации сетей электросвязи Республики Беларусь. Ч. 1: Основные принципы построения и организации технической эксплуатации: Руководящий документ. 2003.
4. Хоменок М.Ю., Цветков В.Ю. Трехмерная модель системы управления сетями телекоммуникаций Республики Беларусь. Структурированный анализ // Совр. средства связи: Материалы конф. / Изв. Бел. инж. акад. 2001. №1 (11)/1. С. 44-49.
5. Концепция построения системы управления сетями телекоммуникаций Республики Беларусь на базе принципов TMN. № Госрегистрации 200112174 от 19.06.2001.
6. Кучерявый А.Е. Новые технологии телекоммуникаций на сетях связи Российской Федерации // Вестник связи. 2000. № 4. С. 66-68.
7. Гончаренко В.И. Государственная политика по развитию телекоммуникационной инфраструктуры Республики Беларусь и регулированию рынка услуг связи // Веснік сувязі. 2002. № 4. С. 5-8.
8. Беллами Дж. Цифровая телефония. М.: Радио и связь, 1986. – 544 с.
9. Гольдштейн Б.С. Протоколы сети доступа. Т. 2. М.: Радио и связь, 1999. – 317 с.
10. Гольдштейн Б.С. О развитии коммутационной техники связи // Вестник связи. 2001. № 7. С. 43–49.
11. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. СПб.: Питер, 2000. - 672 с.
12. Управляющие комплексы электросвязи и их программное обеспечение: Учеб. для вузов / Р.А. Аваков, В.О. Игнатъев, А.Г. Попова, Н.С. Чагаев. М.: Радио и связь, 1991. - 256 с.: ил.
13. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. М.: Сов. радио, 1968.
14. Гольдштейн Б.С. Сигнализация в сетях связи. Т. 1. М.: Радио и связь, 1998. – 423 с.
15. Цветков В.Ю. Программное обеспечение АТС на основе модели процесса обслуживания вызова в пространстве состояний // Совр. средства связи: Материалы конф. / Изв. Бел. инж. акад. 2003. №1 (15)/1. С. 44-49.
16. Лапшин С.М., Цветков В.Ю. Проектирование измерительных устройств и систем обработки и передачи информации на однокристалльных микроконтроллерах: Учеб. пособие по курсам «Микропроцессоры в системах телекоммуникаций», «Управляющие комплексы и программное обеспечение систем телекоммуникаций» для студ. спец. «Телекоммуникационные системы», «Метрология и стандартизация». Мн.: БГУИР, 2001. – 95 с.: ил. 49.
17. Сташин В.В., Урусов А.В., Мологонцева О.Ф. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах. М.: Энергия, 1988. – 128 с.
18. Данилевич А.В., Хоменок М.Ю., Цветков В.Ю. Автоматизация технического обслуживания АТС сельской телефонной сети (СТС) // Совр. средства связи: Материалы конф. / Изв. Бел. инж. акад. 2000. № 1(9)/1. С. 50-52.

Учебное издание

**Хоменок Михаил Юлианович,
Цветков Виктор Юрьевич**

***АППАРАТНЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ КОМПОНЕНТЫ
АБОНЕНТСКОГО МОДУЛЯ ЦИФРОВОЙ АТС***

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

по курсам

«Системы коммутации»,
«Цифровые системы передачи»
для студентов специальности
«Сети телекоммуникаций»
всех форм обучения

Редактор Т.А. Лейко
Корректор Е.Н. Батурчик

Подписано в печать 12.03.2005.
Гарнитура «Таймс».
Уч.-изд. л. 6,1.

Формат 60x84 1/16.
Печать ризографическая.
Тираж 70 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 5,81.
Заказ 227.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
Лицензия на осуществление издательской деятельности №02330/0056964 от 01.04.2004.
Лицензия на осуществление полиграфической деятельности №02330/0133108 от 30.04.2004.
220013, Минск, П. Бровки, 6