А.М. ЭШМУРАДОВ, С.А. САДЧИКОВА,
Н.А. ЗАЙНУТДИНОВА

PDF Compressor Free Version

СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ

ТАШКЕНТ – 2013

Э-98

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

APDF Compressor Free Version

А.М. Эшмуратов, С.А. Садчикова,
Н.А. Зайнутдинова

СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ

Учебник для студентов высших учебных заведений

Направление образования:
5522200 – «Телекоммуникация»
5140900 – «Профессиональное образование»
(Телекоммуникация)

Издательско-полиграфический творческий дом имени Чулпана
Ташкент — 2013

BUXORO MUHANDISLIK
TEXNOLOGIYA INSTITUT
A R M
REESTR № 43427
201

PDF Compressor Free Version

ВВЕДЕНИЕ

В развитии техники автоматической коммутации четко прослеживается три этапа. На первом этапе (30-е годы XX века) для автоматической коммутации использовались электромеханические искатели (декадно-шаговые, машинные, моторные и др.). Второй этап приходится на послевоенное время, когда началось массовое производство и внедрение в эксплуатацию координатной коммутационной техники. На третьем этапе, после изобретения транзистора, внедрения электроники и электронных вычислительных машин в самые различные отрасли экономики, создание новых систем АТС пошло по двум путям:

1. Разработка квазиэлектронных АТС.
2. Разработка электронных АТС (АТСЭ).

Теоретические основы цифровой коммутации были сформулированы еще в 30-х годах XX-го столетия, однако практическое применение систем передачи с ИКМ началось только в конце 50-х годов, когда был достигнут значительный прогресс в производстве микроэлектронных схем. В настоящее время системы передачи с ИКМ широко используются во многих странах.

На территории Республики Узбекистан работают электронные станции различных фирм.

ЭАТС разных фирм-производителей имеют общие принципы построения аппаратной части и ПО. Модули оборудования каждой из ЭАТС имеют в своей основе печатные платы с процессорами и памятью. Продукция фирм-производителей отличается типом процессоров, используемых при производстве плат. Конструкция Программного Обеспечения ЭАТС по своей сложности превосходит конструкцию оборудования (модулей станции). Именно на долю ПО приходится максимальная часть стоимости ЭАТС.

Учебник содержит 9 глав, в которых рассматриваются способы построения коммутационных станций, описываются основные функциональные узлы АТС, процессы установления соединения, элементы программного обеспечения цифровых АТС и т.п.

ных в главе 8. Глава 8 является наиболее объемной в составе учебника. Авторы считают лучшим способом преподнесения материала – обучение на конкретных примерах. Из большого набора коммутационного оборудования в учебник вошли АТС, используемые на территории РУз, а именно S12 фирмы Alcatel, C&C08 фирмы Huawei, NEAX-61E фирмы NEC, EWSD фирмы Siemens, DTS-1100A, DTS-3100 фирмы Daewoo. Также в этой главе рассмотрен удаленный абонентский концентратор «КоинотЭл-СГМ». Для удобства изучения все АТС рассматриваются по типовому принципу – основные характеристики и область применения, описание модулей, цифровое коммутационное поле, этапы обслуживания вызова.

PDF Compressor Free Version

Все фазы установления соединений и все процессы в электронных АТС управляются программным обеспечением ПО, принципы построения которого рассматриваются в главе 7. Программное обеспечение ПО ЭАТС состоит из ряда подсистем, сгруппированных по сходным функциям. При детализации этих функций были определены различные модули, которые и составляют всю систему ПО. Каждая подсистема делится на составные части.

ПО любой ЭАТС имеет в своем составе операционную систему, базу данных, программы обработки вызова и администрирования. Данное положение проиллюстрировано несколькими примерами структуры ПО ЭАТС. В этой же главе приводятся назначение и общий алгоритм работы подсистем ПО ЦСК – базы данных, операционной системы, тарификации, подсистемы обработки вызова, техобслуживания и администрирования.

В главе 9 рассматриваются принципы технического обслуживания и эксплуатации цифровых АТС.

Опыт чтения курсов лекций, учебной работы со студентами, преподавания на факультете повышения квалификации ИТЦ АК «УзбекТелеком» позволили авторам систематизировать и структурировать материал учебника в контексте перспективного развития систем коммутации.

Материалы учебника обсуждались с коллегами из ТУИТ и из ИТЦ АК «УзбекТелеком», которым авторы глубоко признательны за конструктивные критические замечания.

Особую благодарность авторский коллектив выражает директору ИТЦ АК «УзбекТелеком» доценту Э.Х. Аллаеву, ведущему специалисту департамента развития сети ИП «Уздунробита» доценту В.Н. Цареву, профессору кафедры Телекоммуникационных сетей и систем коммутации ТУИТ В.М. Сону за ценные советы и замечания в процессе написания книги.

В главе 1 рассматриваются эволюция техники коммутации, некоторые общие понятия, используемые в телекоммуникации, а также особенности и преимущества техники цифровой коммутации.

PDF Compressor Free Version

Принципы цифровой коммутации изложены в главе 2. Большое внимание в этой главе уделено понятию синхронизации в цифровой АТС.

Основные задачи АТС всех типов связаны с обслуживанием сети абонентского доступа и взаимодействием с другими АТС. В главе 3, довольно объемной, рассматриваются виды абонентской и межстанционной сигнализации. В качестве абонентской сигнализации рассматриваются основные ее виды, используемые на территории Республики Узбекистан – шлейфовая сигнализация для двухпроводных аналоговых АЛ, сигнализация первичного и базового доступов ISDN E-DSS1, интерфейс V.5. 1, V.5.2 для работы с концентраторами, мультиплексорами и оборудованием беспроводного доступа WLL. Межстанционная сигнализация внутри ТфОП рассматривается на примере сигнализации CAS (в том числе сигнализация R1, R2) и ОКС7. Большой объем материала, посвященный сигнализации ОКС7, связан с широким диапазоном ее применения и достаточно долгим периодом эксплуатации на национальной и международной сетях. В перспективе ОКС7 будет заменена протоколами сигнализации SIP-I, SIP-T [1].

В Республике Узбекистан более 90 процентов АТС являются цифровыми. Цифровые системы коммутации, как и любые другие типы АТС, независимо от фирмы-производителя, представляют собой три основные составляющие: коммутационное поле, управляющее устройство и линейные устройства. В главе 4 рассматриваются обобщенная структурная схема цифровой АТС, назначение модулей аналоговых абонентских линий, модулей цифровых соединительных линий, опорной АТСЭ и концентратора, а также функции и порядок обслуживания вызовов в цифровых АТС.

Принципам построения цифровых коммутационных полей и принципам управления в ЦСК посвящены отдельные главы 5 и 6 соответственно. В главе 5 рассматриваются основные виды коммутации – пространственная, временная и пакетная. В главе 6 рассматриваются в общем виде централизованное, децентрализованное, иерархическое и распределенное типы управления, а также структура и принципы работы электронных управляющих устройств. Основными видами управления, используемыми в цифровых АТС, являются иерархическое и распределенное, эти виды рассматриваются на конкретных примерах.

Основные теоретические сведения, изложенные в главах 2, 4, 5, 6, иллюстрируются примерами реализации цифровых АТС, помещен-

ных в главе 8. Глава 8 является наиболее объемной в составе учебника. Авторы считают лучшим способом преподнесения материала – обучение на конкретных примерах. Из большого набора коммутационного оборудования в учебник вошли АТС, используемые на территории РУз, а именно S12 фирмы Alcatel, C&C08 фирмы Huawei, NEAX-61E фирмы NEC, EWSD фирмы Siemens, DTS-1100A, DTS-3100 фирмы Daewoo. Также в этой главе рассмотрен удаленный абонентский концентратор «КоинотЭл-СГМ». Для удобства изучения все АТС рассматриваются по типовому принципу – основные характеристики и область применения, описание модулей, цифровое коммутационное поле, этапы обслуживания вызова.

Все фазы установления соединений и все процессы в электронных АТС управляются программным обеспечением ПО, принципы построения которого рассматриваются в главе 7. Программное обеспечение ПО ЭАТС состоит из ряда подсистем, сгруппированных по сходным функциям. При детализации этих функций были определены различные модули, которые и составляют всю систему ПО. Каждая подсистема делится на составные части.

ПО любой ЭАТС имеет в своем составе операционную систему, базу данных, программы обработки вызова и администрирования. Данное положение проиллюстрировано несколькими примерами структуры ПО ЭАТС. В этой же главе приводятся назначение и общий алгоритм работы подсистем ПО ЦСК – базы данных, операционной системы, тарификации, подсистемы обработки вызова, техобслуживания и администрирования.

В главе 9 рассматриваются принципы технического обслуживания и эксплуатации цифровых АТС.

Опыт чтения курсов лекций, учебной работы со студентами, преподавания на факультете повышения квалификации ИТЦ АК «УзбекТелеком» позволили авторам систематизировать и структурировать материал учебника в контексте перспективного развития систем коммутации.

Материалы учебника обсуждались с коллегами из ТУИТ и из ИТЦ АК «УзбекТелеком», которым авторы глубоко признательны за конструктивные критические замечания.

Особую благодарность авторский коллектив выражает директору ИТЦ АК «УзбекТелеком» доценту Э.Х. Аллаеву, ведущему специалисту департамента развития сети ИП «Уздунробита» доценту В.Н. Цареву, профессору кафедры Телекоммуникационных сетей и систем коммутации ТУИТ В.М. Сону за ценные советы и замечания в процессе написания книги.

PDF Compressor Free Version

1. 1. Принципы передачи телефонной речи

Одним из наиболее распространенных видов электрической связи является телефонная связь, которая с помощью электрической энергии позволяет осуществлять передачу речи на большие расстояния. Речь человека представляет собой совокупность звуковых колебаний. При телефонной передаче звуковые колебания, возбуждаемые источником – звуко-говорящим абонентом через акустическую среду, воздействуют на акустико-электрический преобразователь АЭП (микрофон) телефонного аппарата ТА, который преобразует их в соответствующие колебания электрического тока (рис. 1.1).

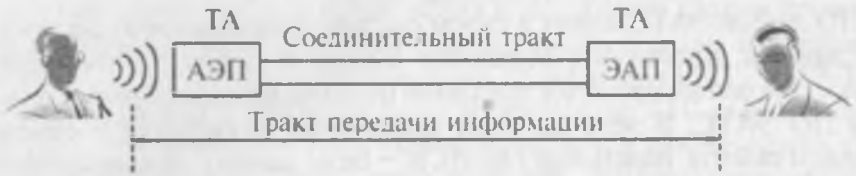


Рис. 1.1. **Тракт телефонной передачи**

Энергия этих колебаний через телефонный аппарат ТА и соединительный тракт направляется в пункт приема на электро-акустический преобразователь ЭАП (телефон, громкоговоритель) ТА. В ЭАП электрическая энергия преобразуется в звуковую и через акустическую среду воспринимается приемником звука – ухом слушающего абонента. Для двусторонней телефонной передачи АЭП и ЭАП должны устанавливаться в ТА обоих абонентов. Телефонные аппараты обычно соединяются через коммутационный узел (КУ), к которому они подключаются с помощью линий, называемых абонентскими линиями (АЛ) (рис. 1.2).

Коммутационные узлы, в которые включаются абонентские линии, называются телефонными станциями (ТС).

На территории одного города может быть установлено несколько телефонных станций. В каждую телефонную станцию включаются абонентские линии, расположенные в районе действия соответствующей станции. Телефонные аппараты, включенные в разные станции, соединяются через две и более станции, связанные между собой

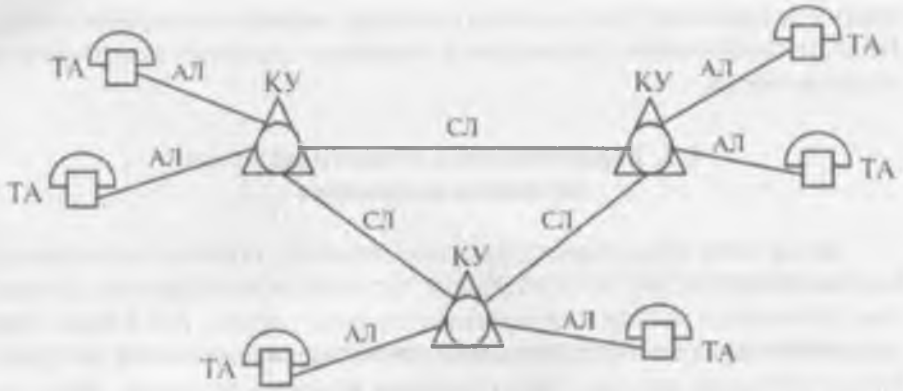


Рис. 1.2. **Схема организации телефонной передачи**

соединительными линиями (СЛ). В отличие от абонентских линий, являющихся индивидуальными линиями, закрепленными за телефонными аппаратами, соединительные линии являются линиями общего пользования и участвуют в соединениях телефонных аппаратов разных телефонных станций.

Совокупность линейных и станционных технических средств, предназначенных для установления соединения между телефонными аппаратами, называется *соединительным трактом* (рис. 1.3).

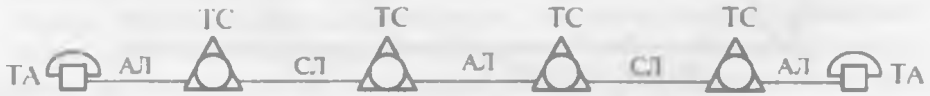


Рис. 1.3. **Соединительный тракт**

Соединительный тракт образуется только на время передачи информации, исключением являются те редкие случаи, когда имеется постоянное, непосредственное соединение телефонных аппаратов друг с другом. Поэтому для управления процессом образования соединительного тракта телефонные аппараты, кроме АЭП и ЭАП, содержат приборы ввода адресной информации, посылки и приема сигналов вызова и окончания передачи. Совокупность устройств, входящих в систему электрической передачи речи от рта говорящего до уха слушающего абонента, называется трактом передачи телефонной информации или просто *телефонным трактом* (рис. 1.1).

Таким образом, тракт телефонной передачи содержит два акустических участка, два телефонных аппарата с преобразователями АЭП и ЭАП и соединительный тракт, заключенный между источником и приемником звука. В воздушных пространствах между преобразова-

телями и органами речи и слуха человека образуется звуковое поле. Поэтому необходимо рассмотреть основное свойство звуков речи и слуха человека.

PDF Compressor Free Version

1.2. Характеристика речевого сигнала и слухового восприятия

Звуки речи образуются в речевом аппарате человека: основными составляющими при этом являются легкие с их мускульным аппаратом, голосовые связки и воздушные полости глотки, рта и носа. При рождении звука голосовые связки, представляющие собой два упругих мускульных валика с окончаниями нервных волокон, приходят в состояние автоколебаний. Поток воздуха из легких прерывается. Возникает первичный звук, имеющий характер П-образных импульсов, частота следования которых определяется типом голоса: бас – 80÷320 Гц, баритон –100÷400 Гц, сопрано – 250÷1200 Гц и т.д. (рис. 1.4).

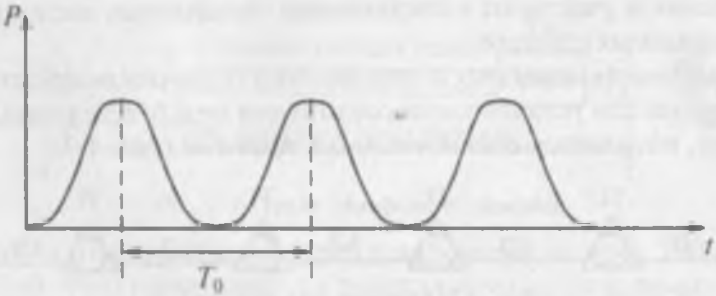


Рис. 1.4. **Временная характеристика первичного звука**

Такой первичный звук (основной тон) имеет непрерывный (сплошной) спектр частот с убывающими амплитудами в диапазоне примерно от 80 до 12 000 Гц (рис. 1.5). Частотный спектр получающегося при этом звукового давления содержит большое число гармонических составляющих, амплитуда которых уменьшается с ростом частоты. Высота основного тона (f_0) характеризует тон голоса говорящего. При этом 65 % мощности приходится на звуковые колебания с частотами до 500 Гц. Воздушная струя проходит через систему резонаторов, которые образуются воздушными объемами полостей рта и носоглотки, видоизменяющихся в процессе произнесения различных звуков положением языка, зубов и губ.

Наличие этой системы резонаторов обусловливает изменение гармонических составляющих: амплитуды одних усиливаются, других

Рис. 1.5. **Амплитудно-частотный спектр импульсов звукового давления**

ослабляются. Характерные для разных звуков речи усиленные области частот называются формантными областями или просто *формантами* (рис. 1.6).

Форманта характеризуется либо занимаемой ею частотной полосой, либо средней частотой, соответствующей максимуму амплитуды звукового давления в формантной полосе, и средним уровнем энергии в этой полосе.

Звуки речи отличаются друг от друга по числу формант и их расположению в частотном спектре.

Разборчивость передаваемой речи зависит от того, какая часть формант дошла до уха слушающего без искажений, и какая – исказилась. Менее мощные составляющие, лежащие между формантами, определяют индивидуальные особенности голосового аппарата человека с основным тоном, позволяют узнавать говорящего по голосу. Отдельным звукам речи могут соответствовать до шести формант, из которых только одна или две являются определяющими – основными. Большая часть формант находится в диапазоне от 300 до 3400 Гц, поэтому этот диапазон частот рекомендован ITU-T для передачи по телефонному тракту.

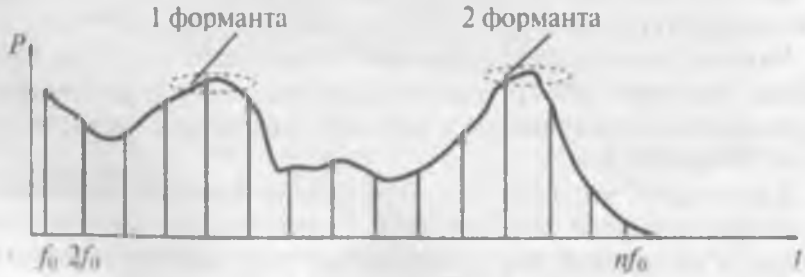


Рис. 1.6. **Амплитудно-частотный спектр сформированного звука**

Звуковые колебания речи обладают весьма незначительной мощностью, которая при нормальной громкости разговора с учетом пауз в среднем равна 10 мкВт (без учета пауз 15 мкВт).

Эта мощность соответствует звуковому давление примерно 0,1 Па ($Паскаль = \frac{1}{1}$) на расстоянии около 5 см от рта говорящего. Средняя мощность наиболее слабых звуков речи (при шепоте) — 0,01 мкВт, а при крике — 1000÷5000 мкВт.

PDF Compressor Free Version

Величина, характеризующая пределы изменения мощности речевого сигнала в логарифмическом масштабе, называется динамическим диапазоном речи, определяется она в децибелах:

$$D = 10\ lg\ \left(\frac{I_{max}}{I_{min}}\right) = 20\ lg\ \left(\frac{P_{max}}{P_{min}}\right),$$

где I_{max}, I_{min},(P_{max}, P_{min}) — максимальное и минимальное значения интенсивности звука (звукового давления) соответственно.

Интенсивность звука — количество энергии звуковых колебаний, проходящих через единицу поверхности, расположенную перпендикулярно к направлению ее распространения за единицу времени. Измеряется в Вт/м^2. интенсивность звука I и звуковое давление P связаны соотношением $I = kP^2$, где k — коэффициент, зависящий от величины атмосферного давления и температуры воздуха.

Для неискаженной передачи звуков возможной различной интенсивности необходимо обеспечить динамический диапазон речи:

$$D_p = 10\ lg\ \left(\frac{5000}{0{,}01}\right) = 57\ дБ.$$

При передаче речи без выкриков достаточен диапазон 30÷40 дБ, поэтому такой динамический диапазон рекомендован для передачи по телефонным трактам.

Воздействие упругих колебаний акустической среды на барабанную перепонку органа слуха воспринимается как звук.

Человек может слышать звуки с частотами от 20 до 2000 Гц, однако чувствительность уха к звукам разных частот неодинакова. Наиболее восприимчиво ухо к звуковым сигналам с частотами в пределах 1000÷4000 Гц.

Характерно, что звуковые колебания небольшой интенсивности не воспринимаются ухом как звук. Минимальные значения интенсивности колебаний, воспринимаемых ухом как звук, называются *порогом слышимости* (рис. 1.7). Величина интенсивности колебаний,

при которой в ухе возникают болевые ощущения, называется *порогом болевого* ощущения.

Орган слуха согласно психофизиологическому закону обладает логарифмической чувствительностью. Поэтому интенсивность звука I (звуковое давление P) определяют не в абсолютных, а в логарифмических единицах – децибелах (дБ), называемых уровнями интенсивности (давления) звука B.

$$B = 10 \lg \left(\frac{I}{I_0}\right) = 20 \lg \left(\frac{P}{P_0}\right),$$

где I и P – интенсивность звука и звуковое давление в Вт/м^2 и Па;

$I_0 = 10^{-12}$ Вт/м^2 и $P_0 = 2 \times 10^{-5}$ Па – интенсивность и звуковое давление нулевого уровня, соответственно.

Величины I_0 и P_0 приняты за начало отсчета, поскольку они соответствуют порогу слышимости в области частот 1000 Гц.

Кривая, соединяющая точки, соответствующие порогу слышимости (болевого ощущения) каждой из частот, называется кривой порога слышимости (болевого ощущения). Указанными кривыми, как по частоте, так и по интенсивности ограничена область слухового ощущения (рис. 1.7). Между пороговыми кривыми находится множество кривых слухового восприятия равной громкости. Каждая из этих кривых является геометрическим местом точек, соответствующих тонам разных частот и имеющих равную громкость.

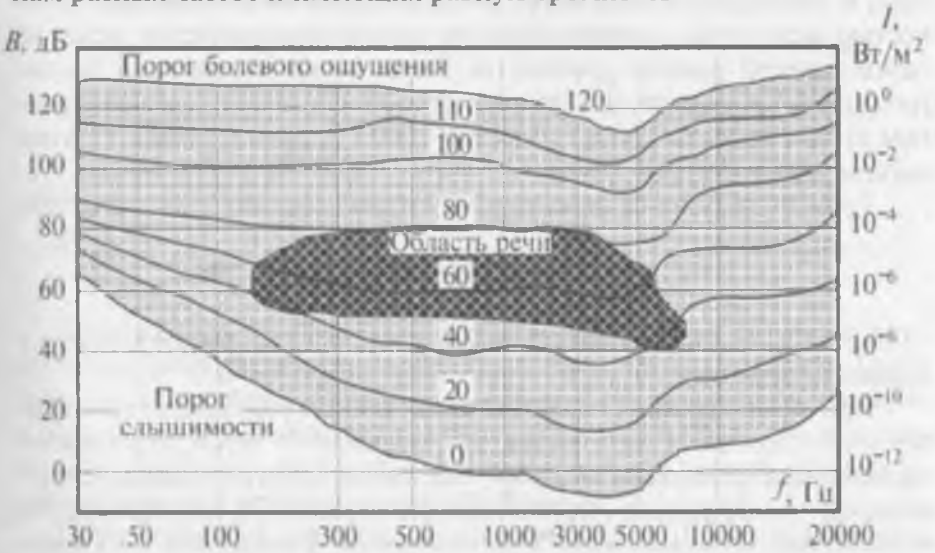


Рис. 1.7 **Область слухового восприятия и кривые равной громкости**

Кривые слухового восприятия или кривые равной громкости свидетельствуют о широких возможностях и об исключительном совершенстве уха как индикатора звуковых колебаний. Например, при частоте 1000 Гц человеческое ухо способно воспринимать звуковые колебания интенсивностью от 1 до 110 Вт/м², т.е. интенсивность слышимого на этой частоте звука лежит в пределах, относящихся друг к другу как 10^{-12}.

PDF Compressor Free Version

Это отношение называется динамическим диапазоном слуха и выражается в децибелах.

$$D_2 = 10 \ lg \ \frac{I}{10^{-12}} = 120 \ дБ$$

Уровень ощущения является разностью уровня интенсивности звука определенной частоты и уровня интенсивности звука той же частоты на пороге слышимости и определяется:

$$S = 10 \ lg \ \frac{I}{I_{n.c.}} = B - \beta_0 , \quad \beta_0 = 10 lg \frac{I_{n.c.}}{I_0} ,$$

где I *n.c.* – интенсивность звука с частотой f на пороге слышимости;

β_0 – уровень интенсивности звука на пороге слышимости.

Мерой громкости звука является уровень громкости. Звуковые колебания с разными частотами и одинаковыми интенсивностями воспринимаются с разной громкостью. Колебания с разными частотами и интенсивностями могут восприниматься с одинаковой громкостью, если точки, соответствующие этим интенсивностям, лежат на одной кривой равной громкости. Такие звуки называются равногромкими. Уровень громкости звука любой частоты определяют уровнем интенсивности звука с частотой 1000 Гц, равногромкого с этим звуком и измеряется в *фонах*.

Уровень громкости звука определенной частоты рассчитывается:

$$L = 10 \ lg \ \frac{I_{1000}}{I_0},$$

где I_{1000} – интенсивность звука f = 1000 Гц, равногромкого с заданным звуком.

При организации телефонной связи следует учитывать такие особенности слухового восприятия, как маскировка звука, адаптация и гармонические искажения слуха. *Маскировкой звука* называется понижение чувствительности уха к слабым звукам при одновременном воздействии звуков большой интенсивности. В результате маскиров-

ки звуков повышается порог слышимости сигнала при воздействии мешающего звука или шума по сравнению с порогом слышимости сигнала без помех. *Адаптацией называется* способность уха изменять свою чувствительность, т.е. приспосабливаться к интенсивности воздействующих звуковых колебаний. Если вслед за громким звуком сразу следует слабый звук, то последний не будет восприниматься, поскольку первоначальная чувствительность уха восстанавливается лишь после прекращения воздействия громкого звука через некоторое время (3÷5 с).

Гармоническими искажениями слуха называется возникновение в слуховом аппарате человека колебаний с частотами, отсутствующими в исходном звуке. Чем выше интенсивность звука, тем сильнее сказываются возникающие нелинейные искажения слуха. Это является одной из причин уменьшения разборчивости речи при очень громкой передаче.

1.3. Разновидности трактов передачи и требования к ним

Телефонные тракты могут быть двухпроводными, четырехпроводными, а также составленными из двух и четырехпроводных участков. Четырехпроводный телефонный тракт состоит из двух двухпроводных телефонных трактов одностороннего действия и обеспечивает двустороннюю передачу речи.

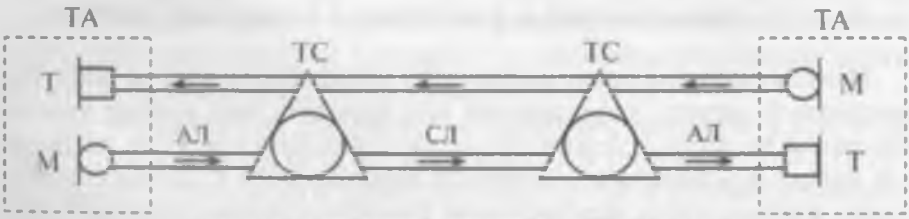


Рис. 1.8. **Телефонный четырехпроводный тракт**

Четырехпроводный тракт может быть образован с помощью двух двухпроводных физических кабельных или воздушных линий. Тракт такого вида устойчив против самовозбуждения вследствие незначительного электромагнитного влияния между параллельными участками односторонних двухпроводных трактов и небольшой акустической связи между микрофоном и телефоном.

Применение на городских телефонных сетях (ГТС) четырехпроводных трактов с использованием четырех жил кабеля экономически

нецелесообразно. Поэтому в ТА вводится дифференциальная система (ДС) (рис. 1.9).

PDF Compressor Free Version

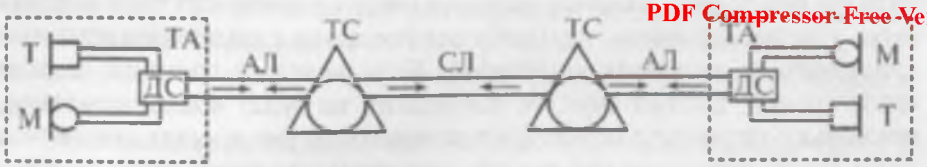


Рис. 1.9. **Телефонный двухпроводный тракт**

С помощью ДС обеспечивается подключение преобразователей ТА к двухпроводной АЛ. ДС уменьшает электрическую обратную связь между микрофоном и телефоном ТА.

Стремление повысить использование физических воздушных, кабельных соединительных линий большой протяженности приводит к необходимости введения многоканальных систем передачи, требующих перехода с двухпроводной линии на четырехпроводный телефонный канал и наоборот (рис. 1.10).

Рис. 1.10. **Телефонный тракт с 2-проводными и 4-проводными участками**

Многоканальные системы передачи образуются с учетом того, что аналоговый сигнал, занимающий при передаче весь спектр канала тональной частоты, содержит большую избыточность. Если же речевой сигнал освободить от излишней избыточности и оставить в нем только информацию, необходимую для обеспечения требуемой разборчивости, натуральности и достаточной громкости, то появляется возможность передавать одновременно несколько речевых сообщений по одному каналу тональной частоты.

Речевой сигнал можно характеризовать тремя параметрами:

– частотным диапазоном ***F***.

– динамическим диапазоном ***D***.

– временем передачи ***T***.

Объем речевого сигнала: $V = F \cdot D \cdot T$

Объем телефонного канала: $V_K = F_K \cdot D_K \cdot T_K$

Если $V = V_K$, а $F_K \neq F$, $D_K \neq D$, $T_K \neq T$, то перед передачей сигнала необходимо преобразовать параметры сигнала, согласовав их с параметрами канала. Такая операция называется *трансформацией*.

Если $V > V_K$, то перед передачей речевого сигнала необходимо произвести его преобразование ограничением или компаундированием.

Преобразование ограничением состоит в исключении части или нескольких частей сигнала без сохранения сведений. Это искажает передаваемый сигнал. Поэтому оно не нашло применения.

При преобразовании компаундированием происходит сжатие одного или нескольких параметров (компрессия) и наоборот (экспандирование). Различают непосредственное и параметрическое компаундирования. Непосредственное компаундирование одного, двух или всех трех параметров – F, D и T, поэтому может быть частотным, амплитудным и временным. Параметрическое компаундирование представляет собой выделение из сигнала некоторого числа медленно меняющихся параметров, информация об изменении которых и передается по каналам.

Основными требованиями, предъявляемыми к качеству передачи речи по телефонному тракту, является разборчивость, громкость и натуральность воспроизводимости речи на приемном конце тракта, что необходимо для ведения разговора без напряжения. Для оценки качества передачи речи по телефонным трактам, отдельным его участкам международный консультативный комитет по телеграфии и телефонии (настоящий сектор стандартизации электросвязи Международного Союза Электросвязи ITU-T) разработал нормы оценки качества телефонной передачи, а по ним – специальные эталонные тракты для получения количественных оценок качества.

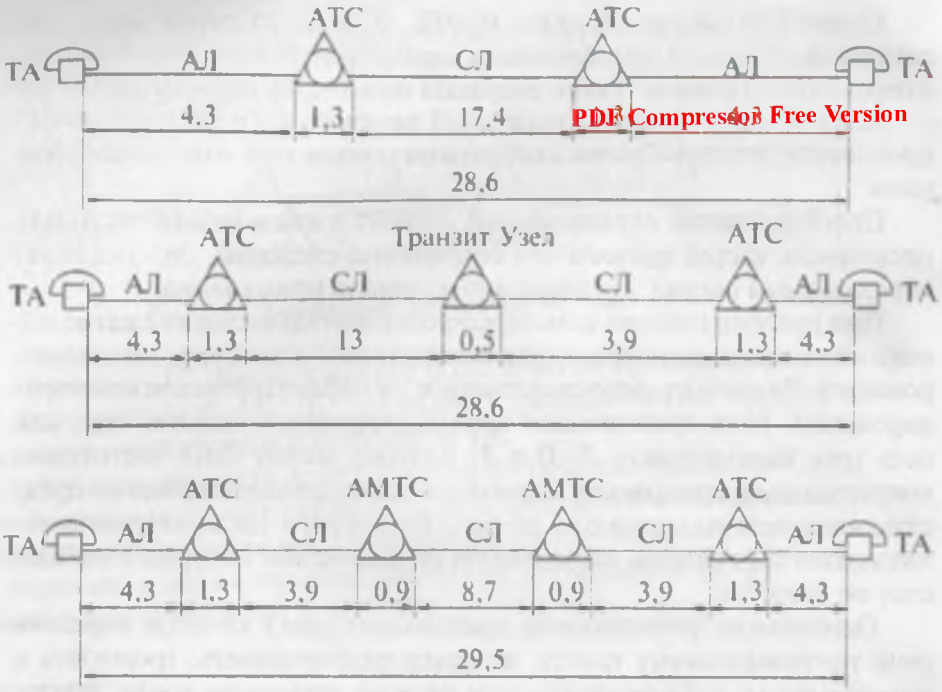
Для обеспечения высокого качества передачи речи по телекоммуникационной сети установлено, что величина остаточного затухания разговорного тракта на частоте 800 Гц между телефонными аппаратами любых двух абонентов должна быть не больше (рис. 1.11):

– 29,5 дБ – при связи абонентов различных телефонных зон,

– 28,6 дБ – при связи между абонентами одной ГТС или СТС.

1.4. Оконечные абонентские терминалы

Терминал – это устройство передачи и приема информации. Каждому абонентскому терминалу присваивается номер, т.е. номер, по которому терминал идентифицируется в сети телекоммуникаций. В



PDF Compressor Free Version

Рис. 1.11. **Распределение затухания**

зависимости от вида передаваемой и принимаемой информации различают следующие виды терминалов:

- ТА стационарный;
- ТА сотовой сети связи;
- Факс;
- Телевизор, радиоприемник;
- Модем;
- Пейджер.

Наибольшее количество терминалов, подключенных к сети электросвязи – это ТА стационарные и аппараты мобильной связи.

Стационарный ТА состоит из трех основных частей (рис. 1.12):

1. Микротелефонная трубка, которая соединяется с корпусом ТА трех- или четырехжильным шнуром.
2. Номеронабиратель (НН).
3. Вызывное устройство (ВУ) – звонок.

Телефонный аппарат соединен с АТС при помощи двухпроводной абонентской линии (линейные зажимы Л1 и Л2). По способу питания микрофона ТА бывают с местной батареей (питание микрофона

обеспечивается от батареи, расположенной непосредственно в каждом ТА) и центральной батареей, расположенной на телефонной станции.

ТА работает в двух режимах: в режиме ожидания и в разговорном режиме.

Переход с одного режима в другой обеспечивается контактами рычажного переключателя (РП). Трансформатор отделяет цепь питания микрофона от переменного тока телефона и служит для увеличения дальности телефонной связи. Звонок преобразует вызывной электрический сигнал частоты 25 Гц в акустические колебания.

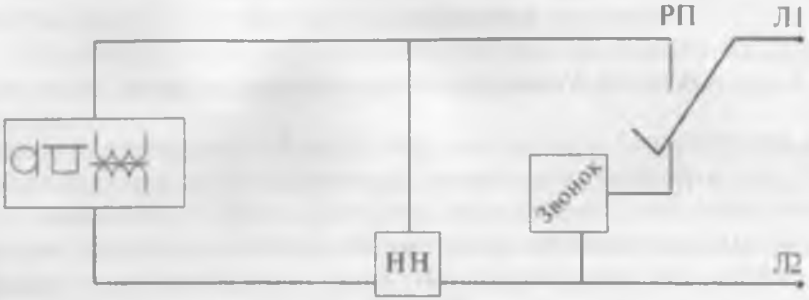


Рис. 1.12. **Схема стационарного телефонного аппарата**

В микротелефонную трубку входят преобразователи – микрофон и телефон. Преобразователи делятся на: электромагнитные, электродинамические, конденсаторные, угольные, электретные, пьезоэлектрические, транзисторные. Перечисленные выше преобразователи, кроме угольных, электретных и транзисторных, могут работать в качестве, как микрофонов, так и телефонов, поэтому они называются **обратимыми преобразователями**.

Конденсаторные, угольные, электретные и транзисторные преобразователи требуют для своей работы источник питания и поэтому называются **активными**.

Электромагнитные телефоны выпускаются с простой и дифференциальной магнитными системами и предназначены для преобразования электрического сигнала в звуковой.

Рассмотрим схему и принцип действия электромагнитного телефона с простой электромагнитной системой (рис. 1.13).

В схему телефона входят: мембрана, обмотка, постоянный магнит, полюсные надставки.

Принцип действия электромагнитного телефона основан на взаимодействии постоянного и переменного магнитных потоков. Результатом взаимодействия двух магнитных потоков является изменение

TEKNOLOGIYA INSTITUTI
A R M
REESTR № ____
201 ___ y

PDF Compressor Free Version

Рис. 1.13. **Устройство электромагнитного телефона**

силы, действующей на мембрану телефона. В зависимости от направления тока в обмотке переменный магнитный поток либо увеличивает начальную силу притяжения мембраны, либо ее уменьшает. Поскольку сила притяжения прямо пропорциональна квадрату магнитного потока, для синусоидального тока, протекающего по обмотке телефона, сила, действующая на мембрану, определяется из выражения:

$$F = K_{П}(\Phi_{=} + \Phi_{\sim}\sin\omega t)^2 ,$$

где $K_{П}$ – коэффициент пропорциональности, определяемый по формуле $K_{П} = \frac{1}{4\pi S}$,

S – площадь эквивалентного поперечного сечения магнитного потока между концом полюсной надставки и мембраной,

$\Phi_{=}$ – постоянный поток, создаваемый постоянным магнитом телефона,

$\Phi_{\sim}$ – амплитуда переменного магнитного потока, создаваемого протекающим по обмотке синусоидальным током.

Постоянный магнит необходим для обеспечения преобразования электрической энергии в звуковую с частотой, соответствующей частоте тока, протекающего по обмотке телефона и обеспечения максимальной чувствительности.

Полюсные надставки нужны для получения оптимального магнитного потока в мембране, повышения акустического эффекта телефона и снижения нелинейных искажений. Раскрывая вышеприведенное выражение, получаем:

$$F = K_{П}\Phi_{=}^2 + 2K_{П}\Phi_{=}\Phi_{\sim}\sin\omega t + 0{,}5K_{П}\Phi_{\sim}^2 - 0{,}5K_{П}\Phi_{\sim}^2\cos 2\omega t .$$

Сила F представляет собой сумму трех сил:

$F_1 = 2k_n \Phi_- \Phi_\sim \sin\omega t$ – воздействует на мембрану телефона с угловой частотой ωt, совпадающей с частотой тока, протекающего по обмоткам телефона.

$F_2 = 0,5k_n \Phi_\sim^2 \cos 2\omega t$ – приводит к нелинейным искажениям, так как сообщает мембране колебания с удвоенной частотой.

$F_3 = 0,5k_n \Phi_\sim^2 + k_n \Phi_-^2$ – постоянная сила, обеспечивающая прогиб мембраны в сторону постоянного магнита.

Рассмотрим схему и принцип действия угольного микрофона. Микрофон предназначен для преобразования звукового сигнала в электрический.

В схему микрофона входят (рис. 1.14): угольный порошок, неподвижный электрод (НЭ), подвижный электрод (ПЭ), мембрана.

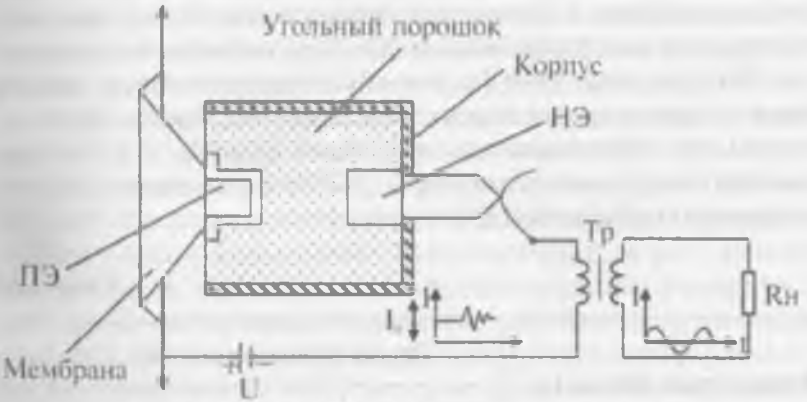


Рис. 1.14. **Устройство угольного микрофона**

Принцип действия микрофона основан на свойстве угольного порошка изменять свое сопротивление в зависимости от звукового давления на порошок, вызывающего его уплотнение или разрыхление. При отсутствии звуковых колебаний мембрана находится в покое, а в цепи микрофона под воздействием напряжения U в первичной обмотке трансформатора протекает ток питания I. При разговоре перед мембраной образуется электрическое поле, переменное звуковое давление которого действует на мембрану. При увеличении давления мембрана прогибается в сторону порошка, сжимает его, уменьшает сопротивление порошка, ток возрастает. При уменьшении звукового

давления на мембрану происходит разрыхление угольного порошка, увеличение сопротивления и уменьшение тока в его цепи.

Таким образом, вследствие колебаний мембраны микрофона в первичной обмотке трансформатора будет проходить PDF Compressor Free Version по величине и постоянный по направлению ток, который называется **пульсирующим**. Переменная составляющая этого тока во вторичной обмотке трансформатора наводит переменную электродвижущую силу звуковой частоты, наличие которой приводит к появлению тока в цепи нагрузочного сопротивления ***R***.

В телефонных аппаратах используются номеронабиратели двух видов – дисковый (ННД) и кнопочный (ННК).

ННД при наборе номера вырабатывает импульсы, которые передаются на АТС. ННК передает на АТС номерную информацию двумя способами: импульсным и частотным. Частотный набор поддерживают только электронные АТС.

Для передачи цифр номера частотным способом МСЭ рекомендует двухгрупповой код. Каждая цифра номера передается в виде двух частот согласно таблице 1. Посылка в абонентскую линию двух частот обеспечивается нажатием кнопок. Частоты выбираются в диапазоне выше 500 Гц и ниже 2000 Гц, что обеспечивает лучшую защиту приемников от разговорных токов. По статистике, время передачи одной цифры при использовании частотного способа – 0,8 с, при использовании импульсного способа – 1,5 с. Использование частотного (тонального) набора показано в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Вторая группа частот, Гц	**Первая группа частот, Гц**			
	1209	**1336**	**1477**	**1633**
697	1	2	3	Резервные комбинации частот
770	4	5	6	
852	7	8	9	
941	*	0	#	

Развитие бесшнуровой телефонии привело к созданию новых, более совершенных ТА. Современные ТА строятся на телефонной базе повышенной степени интеграции с использованием многофункциональных микросхем и микропроцессоров. К таким аппаратам относятся: многофункциональные ТА, радиотелефоны, ТА сотовой сети связи, ТА мобильной спутниковой связи.

1.5. Принципы автоматической коммутации

Коммутация – это процесс замыкания, размыкания и переключения электрических цепей. На телефонных сетях посредством коммутации абонентские терминалы (ТА) соединяются между собой для передачи – приема информации. Коммутация осуществляется на коммутационных узлах (АТС), которые являются частью соединительного тракта. Число КУ в соединительном тракте между абонентами зависит от структуры сети и направления соединения. На телефонных сетях применяются следующие типы АТС:

1. Декадно-шаговые АТСДШ. Этот тип относят к первому поколению систем коммутации. В СССР их начали производить в 1947 году. АТСДШ применялись на городских телефонных сетях (емкость 10000 номеров) и на сельских телефонных сетях (емкость 50÷500 номеров). Для коммутации разговорного тракта в этих АТС использовались шаговые (ШИ) и декадно-шаговые искатели (ДШИ). В ходе эксплуатации АТСДШ выявились присущие им недостатки: низкое качество разговорного тракта, большие эксплуатационные расходы, малая емкость контактного поля искателей, большие затраты на построение телефонных сетей. Начиная с 1970 года производство АТСДШ постепенно прекратилось, так как началось внедрение более совершенных АТС. АТСДШ является аналоговой АТС.

2. Координатные АТСК и координатные усовершенствованные АТСКУ. В основном недостатки АТСДШ обусловлены применением на этих станциях искателей. Использование на АТС коммутационных приборов с характеристиками, лучшими, чем у искателей, позволяет существенно повысить качество работы коммутационных узлов. Такими коммутационными приборами стали многократные координатные соединители МКС, которые обладают более высокими быстродействием и надежностью. Использование МКС в этих АТС позволило существенно улучшить качество разговорного тракта. Широкое производство и применение координатных АТС началось в 1940–50 годы. АТСК и АТСКУ, применяемые на городских телефонных сетях, имеют максимальную емкость 10000 номеров, а сельские АТСК имеют емкость от 100 до 2000 номеров. Однако, несмотря на все достоинства, АТСКУ имеют ряд недостатков, это явилось предпосылкой для создания третьего поколения АТС. Так же , как и АТСДШ, координатные АТС относят к аналоговым АТС.

3. Новейшие достижения в развитии электронной и вычислительной техники позволили создать качественно новые АТС. Стремление использовать электронные элементы в коммутационной технике объяс-

няется недостатками существующих электромеханических коммутационных приборов и новыми возможностями, которые дают применение электронных элементов. Автоматические телефонные станции, в которых для коммутации разговорного тракта используются быстродействующие герконовые реле, а для управления применяются электронные управляющие устройства, получили название *квазиэлектронные* (полуэлектронные) – АТСКЭ. АТСКЭ лишены ряда недостатков, присущих аналоговым АТС. Создание таких АТС началось в 1960–65 годах. АТСКЭ имеют небольшую емкость, поэтому применяются преимущественно на сельских телефонных сетях.

PDF Compressor Free Version

4. Создание полностью цифровых систем стало возможным лишь после применения принципа коммутации информации в цифровом виде. Разработка электронно-цифровых систем коммутации (ЭЦСК) началась почти одновременно с разработкой АТСКЭ.

В электронных АТС и коммутационное поле, и управляющее устройство выполняются на электронных элементах, поэтому АТСЭ по сравнению с АТСКЭ имеют более высокое быстродействие, практически неограниченную емкость абонентских линий и обеспечивают высокое качество телефонной связи. Применяются на городских и сельских телефонных сетях. Недостатки цифровых АТС: высокое энергопотребление из-за непрерывной работы управляющего комплекса, жесткий температурный режим и кондиционирование воздуха в помещении АТСЭ.

В Узбекистане основными поставщиками электронного оборудования являются корпорации: DAEWOO (Корея), ALCATEL (Германия), SIEMENS (Германия), NEC (Япония), HUAWEI (Китай).

1.5. 1. Общая структура коммутационного узла

Независимо от типа АТС в состав любого коммутационного узла (КУ) входит: коммутационное поле (КП) и управляющее устройство (УУ).

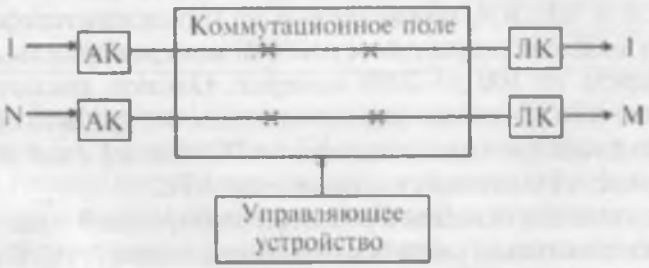


Рис. 1.15. **Общая структура коммутационного узла**

На КУ соединение устанавливается на время, необходимое для передачи одного телефонного разговора.

Коммутационное поле имеет входы N и выходы M (рис. 1.15). На входы включаются абонентские комплекты АК. Количество АК зависит от количества абонентских линий АЛ. На выходы включаются линейные комплекты ЛК и внутристанционные комплекты, участвующие в процессе установления соединения. Количество ЛК зависит от количества соединительных линий СЛ между АТС.

Назначением КП является установление соединения (коммутация) между входом и выходом. В результате коммутации происходит передача электрических сигналов с АЛ на СЛ (при исходящей связи) и с СЛ на АЛ (при входящей связи).

Работой КП управляет управляющее устройство, в функции которого входит:

– управление установлением соединения,

– прием и анализ цифр номера,

– выбор требуемого направления на основе анализа принятых цифр.

1.5.2. Элементная база систем коммутации

Для осуществления соединения на КУ используются коммутационные приборы. Каждый тип АТС имеет свою элементную базу (табл. 1.2). Коммутационным прибором называется устройство, обеспечивающее замыкание, размыкание и переключение электрических цепей при поступлении в прибор управляющего сигнала R.

Коммутационные приборы делятся на 3 типа.

Реле – это коммутационный прибор, имеющий один вход, один выход, два состояния и переходящий из одного состояния в другое под действием управляющего сигнала. Реле делятся на два типа: электромагнитные реле и реле с герметизированными контактами. **Электромагнитные реле** – это реле с открытыми контактами (реле плоское нормальное РПН и реле электрическое слаботочное РЭС). Реле с герметизированными контактами – это реле феррид, геркон, гезакон.

Искатель – это коммутационный прибор, имеющий один вход и несколько выходов.

Шаговые искатели (ШИ) имеют только одно вращательное движение щеток. В зависимости от числа выходов используются ШИ-11, ШИ-17.

Декадно-шаговые искатели ДШИ имеют подъемное и вращательное движение щеток. ДШИ-100 имеет один вход и сто выходов.

Соединитель – это коммутационный прибор, имеющий несколько входов и несколько выходов. Соединители делятся на:

PDF Compressor Free Version

а) многократный координатный соединитель (МКС) с параметрами n×m×l где **n** – количество входов, **m** – количество выходов, l – проводность. В координатных АТС применяются следующие типы МКС: 20×10×6; 10×20×6; 10×10×12; 20×20×3.

б) матричный ферридовый соединитель (МФС). Строится на ферридовых реле в виде матрицы. Используются МФС с параметрами 8×8×2; 8×8×4; 8×(4+4)×(4,2); (4+4)×8×(2,4).

в) матричный герконовый соединитель (МГС). Используются МГС с параметрами 8×8×2; 8×8×4. Так же, как и МФС, строится в виде матрицы на основе герконовых реле.

В оборудовании электронных АТС применяются различные электронные элементы, которые составляют ее элементную базу. Это мультиплексоры и демультиплексоры, шифраторы и дешифраторы, логические схемы, триггеры, регистры и т.д. Элементная база АТС представлена в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Тип АТС	Тип коммутационного прибора	
	В коммутационном поле	В управляющем устройстве
1. АТСДШ	ШИ-11, ШИ-17, ДШИ	Реле РПН
2. АТСК, АТСКУ	МКС	Реле РЭС, РПН
3. АТСКЭ	МФС, МГС	Электронные элементы
4. АТСЭ	Электронные элементы	Процессоры

1.5.3. Принципы построения коммутационного поля

Соединение телефонных аппаратов и других оконечных терминалов осуществляется через КП, которое может быть представлено в виде многополюсника с N-входами и M-выходами.

С помощью коммутационного оборудования в КП происходит подключение входов к выходам, т.е. осуществляется коммутация. В результате поэтапной коммутации происходит перенос электрических сигналов с входа на выход КП. КП АТСДШ, АТСК, АТСКУ состоит из нескольких частей, называемых **ступенями искания** СИ (рис. 1.16).

Ступень искания образуется на основе совокупности коммутационных блоков КБ и выполняет определенные функции в процессе

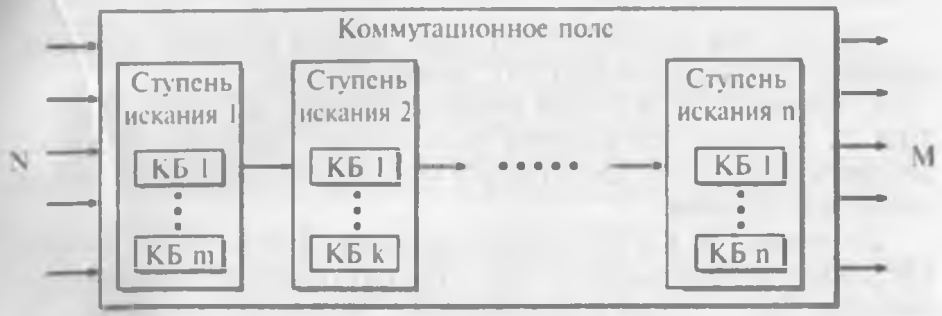


Рис. 1.16. **Структура КП аналоговых АТС**

обслуживания вызовов. В свою очередь, КБ образуется на основе коммутационных приборов. Число СИ зависит от нумерации на телефонной сети, число КБ зависит от емкости АТС.

КБ делятся на однозвенные и многозвенные. КБ называется **однозвенным**, если для коммутации входа с выходом требуется одна точка коммутации, и **многозвенным**, если требуется несколько точек коммутации.

Однозвенные КБ используются в АТСДШ. Использование многозвенных КБ позволяет сократить число коммутационных приборов, поэтому такие КБ применяются во всех других типах АТС. Каждый КБ имеет определенное количество входов N и выходов M. Однозвенный КБ характеризуется параметрами N×M, а многозвенный – параметрами N×V×M, где V – число промежуточных линий между звеньями A и B.

В зависимости от того, какое соотношение выполняется между входами и выходами, многозвенные КБ строятся:

– со сжатием, если $N > M$;

– с расширением, если $N < M$;

– без сжатия и расширения, если $N = M$.

Кроме того, КБ ступени искания работают в трех режимах искания:

– **свободном**, при котором вход блока может быть соединен с любым свободным выходом;

– **групповом**, когда требуется соединить вход с любым свободным выходом в определенном направлении, на которые разделяются выходы блока;

– **вынужденном**, когда требуется подключить вход к одному определенному выходу.

1.5.4. Структура коммутационного поля АТСДШ

КП АТСДШ содержит следующие ступени искания: предварительного (ПИ), группового (ГИ), линейного (ЛИ).

PDF Compressor Free Version

1. Ступень ПИ. КБ этой ступени строятся на основе ШИ-11, ШИ-17. Ее функцией является подключение линии вызывающего абонента к входам ступени I ГИ. КБ этой ступени работают в режиме свободного искания.

2. Ступень ГИ. КБ ГИ строятся на основе ДШИ-100. Количество ГИ зависит от нумерации на сети. При пятизначной нумерации количество ГИ – 3; при шестизначной – 4; при семизначной – 5. Назначение ступеней ГИ – подключение входа ступени к свободному выходу в зависимости от цифры номера, поступившей на вход КБ. Кроме того, ступень I – ГИ обеспечивает выдачу питания на микрофон ТА вызывающему абоненту при снятии трубки и сигнала *«Ответ станции»*. КБ ГИ работают в режиме группового искания.

3. Ступень ЛИ. КБ ЛИ строятся на основе ДШИ-100. Назначение ЛИ-подключение входа ступени ЛИ к одной определенной вызываемой абонентской линии. КБ этой ступени работают в режиме вынужденного искания. Кроме того, ступень ЛИ выполняет функции: выдает акустические сигналы *«Посылка вызова»*, *«Контроль посылки вызова»*, *«Занято»*. После снятия вызываемым абонентом трубки из ЛИ выдается питание на микрофон его ТА.

1.5.5. Структура коммутационного поля АТСКУ

КП АТСКУ содержит ступени: абонентского искания (АИ), группового искания (ГИ), регистрового искания абонентская (РИА). Для построения КБ используется МКС четырех типов: 20×10×6, 20×20×3, 10×20×6, 10×10×12. Каждый КБ образуется на основе МКС и является многозвенным.

Ступень АИ строится на основе КБ двух типов.

КБ АИ, используемый при исходящей связи, работает в режиме свободного искания. КБ АИ используемый при входящей связи, работает в режиме вынужденного искания.

В системе АТСКУ на ступени АИ используются 1000-линейные абонентские группы с целью укрупнения пучков и уменьшения числа ИШК и ВШК.

Ступень ГИ. Число ГИ зависит от нумерации на телефонной сети: – при 5-значной используются I и II ГИ; – при 6-значной – I, II, III ГИ; – при 7-значной – I, II, III, IV ГИ. Ступень I ГИ предназначена

для исходящей и внутристанционной связи. Другие ступени ГИ обеспечивают внутристанционную и входящую связь.

КБ ГИ работают в режиме группового искания линии в нужном направлении в зависимости от цифры номера, поступающей из управляющего устройства. КБ являются двухзвенными.

Ступень РИА. Используется при исходящей связи для подключения АЛ к абонентскому регистру. КБ РИА работает в режиме свободного искания.

В результате работы КБ РИА к абонентской линии вызывающего абонента подключается абонентский регистр, который выдаст сигнал «Ответ станции» и принимает цифры номера.

1.5.6. Структура коммутационного поля АТСКЭ

КП АТСКЭ строится по звеньевому принципу с использованием МФС. МГС. Содержит блоки двух видов: блок абонентских линий – БАЛ и блок соединительных линий – БСЛ (рис. 1.17).

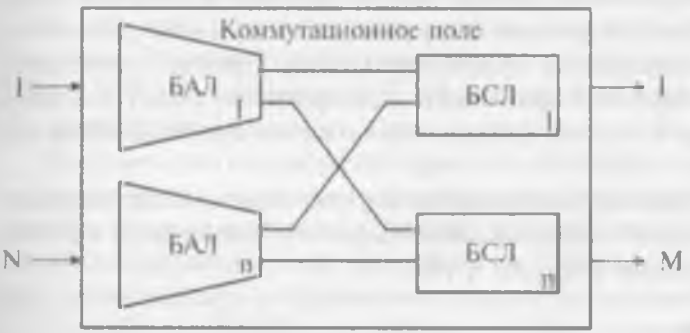


Рис. 1.17. **Структура КП АТСКЭ**

Количество БАЛ и БСЛ зависит от емкости АТС. В КП АТСКЭ «Квант» используются двухзвенные блоки, а в КП АТСКЭ «Кварц» – четырехзвенные блоки.

1.5.7. Принципы построения управляющих устройств АТС

Управляющие устройства являются одним из основных видов оборудования АТС. Общим назначением УУ АТС является управление установлением соединения между входом и выходом КП. Это управление выполняется с учетом цифр номера, поступающих в УУ АТС. Цифры номера преобразуются в электрические сигналы и используются для выбора требуемого направления к вызываемому абоненту.

Основные функции УУ всех АТС следующие:

– прием цифр номера, поступающих по АЛ и СЛ;

– распределение этих цифр по коммутационным блокам;

– определение состояния приборов и линий;

PDF Compressor Free Version

– включение коммутационных приборов;

– выдача команд на разъединение соединения в случае отбоя абонентов.

Управляющие устройства могут быть:

– индивидуальными (АТСДШ);

– групповыми (АТСК, АТСКУ);

– общестанционными (АТСКЭ, АТСЭ).

В каждом типе АТС используется свой способ установления соединения.

В АТСДШ – непосредственное управление, в АТСК, АТСКУ – косвенное (регистровое) управление, в АТСКЭ – централизованное управление. В АТСЭ используется иерархически децентрализованное и распределенное управление.

УУ АТСДШ строятся на основе реле типа РПН. В АТСДШ работой каждого искателя управляет свое реле, поэтому такие управляющие устройства называются индивидуальными. Процесс установления соединения через КП происходит одновременно с поступлением цифр номера. Такой способ установления соединения называется непосредственным.

Рассмотрим процесс установления внутристанционного соединения на АТСДШ при использовании пятизначной нумерации на сети. КП имеет три ступени ГИ (рис. 1.18).

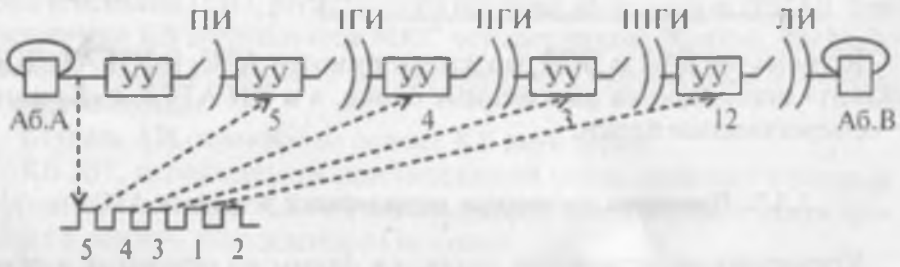


Рис. 1.18. **Принцип индивидуального управления**

Первая цифра номера поступает в УУ I ГИ. Эта цифра в виде импульсов транслируется в подъемный электромагнит ДШИ и щетки совершают вынужденное подъемное движение; вращательное движение – свободное. Тоже самое происходит при поступлении второй (II ГИ) и третьей (III ГИ) цифр.

Так как абонентская линия – двухпроводная, то УУ ЛИ при поступлении четвертой и пятой цифр транслирует эти цифры в подъемный и вращательный электромагниты ДШИ ступени ЛИ. Щетки ДШИ совершают вынужденное подъемное и вращательное движения. При этом искатель производит пробу линии вызываемого абонента (свободна или нет), и, в случае свободности линии, из УУ ЛИ посылается сигнал *«Посылка вызова»* вызываемому абоненту и *«Контроль посылки вызова»* вызывающему абоненту. При ответе вызываемого абонента устанавливается соединение между двумя абонентами.

Недостатком систем с индивидуальным УУ является то, что УУ оказывается занятым во время разговора до поступления сигнала *«отбой»*, хотя никаких действий не выполняет. Такой способ управления является не рациональным, потому не нашел применения в АТС других типов.

В координатных АТС групповые управляющие устройства – это регистры и маркеры. Они предназначены для обслуживания группы коммутационных приборов, в частности, маркеры обслуживают коммутационные блоки, а регистры – группу абонентов.

В процессе обслуживания вызовов они выполняют различные функции. Элементную базу регистров и маркеров составляют реле РПН и РЭС. В некоторых АТСКУ используются электронные регистры и маркеры.

Информация о номере вызываемого абонента поступает в регистры, поэтому такую систему управления называют **регистровой**. В этой системе управления процесс приема номерной информации и процесс установления соединения разделены во времени, что дает определенные преимущества по сравнению с непосредственным управлением.

При непосредственном управлении время занятия линий и коммутационных приборов зависит от абонента, так как при задержании в наборе цифр номера каналы и приборы будут непроизводительно заняты. При регистровом управлении время занятия линий и коммутационных приборов не зависит от абонента, так как занятие каналов и установление соединения начинается после приема от абонента всех цифр номера.

В координатных АТС используется несколько типов регистров: исходящие, входящие, промежуточные, абонентские.

Рассмотрим схему и принцип действия релейного абонентского регистра АР, используемого при пятизначной нумерации на сети (рис. 1.19. Регистр АР подключается к вызывающему абоненту через КБ РИА и используется только при исходящей связи. Выполняет функции:

1. При снятии вызывающим абонентом трубки выдает сигнал *«Ответ станции»* на частоте $f = 425$ *Гц*.

2. Принимает цифры номера по абонентской линии в виде импульсов, запоминает их и после преобразования передает многочастотным способом.

PDF Compressor Free Version

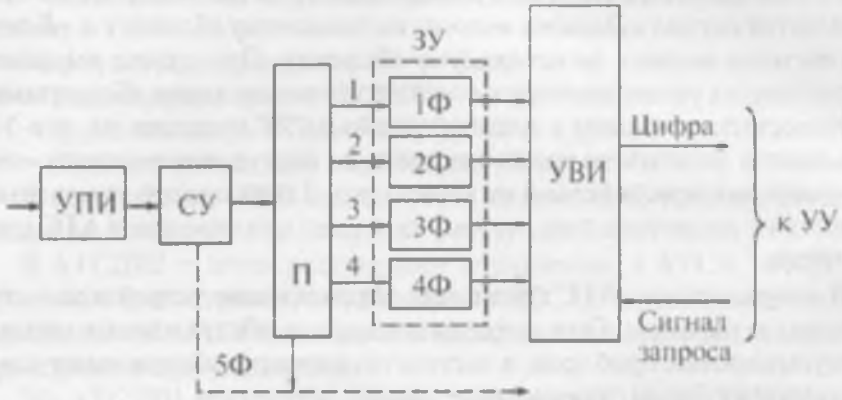


Рис. 1.19. **Схема АР**

В схему АР входят блоки:

1. УПИ – устройство приема информации (цифр номера). Из УПИ абоненту А выдается «Ответ станции»,

2. СУ – счетное устройство,

3. П – переключатель фиксирующих схем

4. ЗУ – запоминающее устройство, содержит четыре фиксирующие схемы **Ф**. Количество **Ф** зависит от количества цифр номера. Первая цифра поступает на Ф1, вторая цифра на Ф2 и т.д. Последняя цифра запоминается в счетном устройстве СУ.

5. УВИ – устройство выдачи информации. Передает цифры номера в маркеры МГИ, МСД только после получения сигнала *«Запрос цифры»*.

Регистры при обслуживании вызовов участвуют лишь в процессе установления соединения и не занимаются во время разговора. Поэтому количество регистров всегда намного меньше количества соединительных трактов.

Время занятия регистра определяется в основном количеством набираемых знаков и зависит от быстроты действия абонента. Если абонент после получения из АР сигнала *«Ответ станции»* не приступает к набору номера в течение 20 секунд, то АР принудительно освобождается, и абонент слышит сигнал *«Занято»*. Это сделано для

того, чтобы АР, как общее устройство, не занимался одним абонентом слишком долго.

Маркеры закрепляются за каждым КБ, следовательно, их количество равно количеству КБ. Время действия маркера не зависит от абонента и определяется в основном скоростью действия его блоков. Среднее время занятия маркера на обслуживание одного вызова составляет от 0,5 до 1,5 с. Основные блоки всех маркеров: определители входов, пробные устройства, распределители преимуществ, ограничители времени занятия.

Функции всех маркеров одинаковые. Это:

1. Определение номера входа блока.
2. Выбор свободной промежуточной и исходящей линий.
3. Включение электромагнитов МКС.

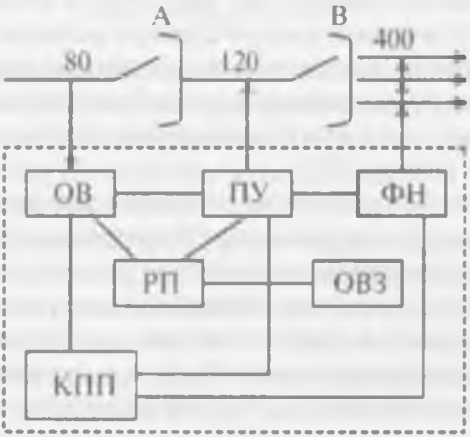


Рис. 1.20. **Структура МГИ КБ 80×120×400**

Рассмотрим схему МГИ (маркер блока ступени ГИ), обслуживающего КБ с параметрами 80×120×400 (рис. 1.20). МГИ с помощью определителя входов (ОВ) определяет номер входа, требующего обслуживания. КПП посылает запрос о цифре номера, получает ее и с помощью пробного устройства (ПУ) и фиксатора направления (ФН) выбирает свободную промежуточную и исходящую линии. Ограничитель времени занятия (ОВЗ) следит за длительностью занятия маркера и его освобождением, если он занимается свыше времени, технически необходимого для установления соединения (0,6 с...2,5 с).

Распределитель преимуществ РП обеспечивает очередность обслуживания вызовов при их одновременном поступлении на вход КБ.

Принципы построения управляющих устройств квазиэлектронных систем коммутации. В АТСКЭ станционное коммутационное оборудование не подразделяется на ступени искания, а представляет собой

единую коммутационную систему. В соответствии с этим все процессы установления соединений осуществляются одним центральным управляющим устройством (ЦУУ) (рис. 1.21).

PDF Compressor Free Version

Рис. 1.21. **Принцип построения централизованного управления**

По сравнению с управлением по ступеням искания централизованная система управления имеет ряд преимуществ. При управлении по ступеням искания проверяется лишь часть станционного пути, ограниченная доступностью данной ступени искания. Если на какой-либо ступени искания отсутствует возможность дальнейшего установления соединения, то повторная попытка установления соединения затруднительна, так как в установлении одного соединения участвуют несколько разных УУ.

Централизованное управление устраняет эти недостатки, так как при этой системе используется одна объединенная коммутационная система и одно управляющее устройство, которое, выбирая свободный соединительный путь, испытывает все доступные пути подключения вызвавшего входа к требуемому выходу. Поэтому на станциях с централизованным управлением объем коммутационного и управляющего оборудования меньше, чем на станциях с управлением по ступеням искания.

Централизованные управляющие устройства представляют собой управляющий комплекс с дублированными для надежности электронно-управляющими машинами ЭУМ. В АТСКЭ используется два вида оборудования – электронное в ЭУМ и механическое в КП, поэтому между ними устанавливается промежуточное оборудование, позволяющее согласовывать по быстродействию и энергетическим уровням сигналы, которые передаются между оборудованием различного вида. Это промежуточное оборудование называется *периферийным управляющим устройством* ПУУ (рис. 1.22).

Обмен информацией между ПУУ и ЦУУ происходит по периферийному интерфейсу. На основе полученной информации ЦУУ вырабатывает определенные команды, используемые в процессе обслуживания вызовов.

Рис. 1.22. **Схема управляющего комплекса АТСКЭ**

В состав ПУУ входят: определители состояния абонентских комплектов (ОАК), блоки включения коммутационных элементов (БВКЭ), определители состояний комплектов (ОК), которые контролируют состояние служебных и линейных комплектов.

В состав ЭУМ входят блоки:

– центральный процессор (ЦПр), который является устройством, осуществляющим сбор исходной информации, необходимой для обслуживания поступающих вызовов, а также устройством, координирующим работу всех блоков ЭУМ. Последовательность работы процессора и выдача команд определяется программой, записанной в ПЗУ.

– оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) служит для кратковременного хранения и выдачи информации, постоянно меняющейся в процессе обслуживания вызовов. В ОЗУ записывается, хранится и считывается информация о состоянии абонентов и соединительной линии, информация о номере вызываемого абонента.

– постоянное запоминающее устройство ПЗУ служит для хранения и считывания информации, не изменяющейся в процессе обслуживания вызовов.

– внешние устройства (ВУ), к ним относятся накопители на магнитных барабанах, магнитных дисках и лентах. В этих ВУ хранится информация, которая используется редко.

– каналы ввода-вывода (КВВ) предназначены для управления передачей информации между ЗУ и ВУ.

Наличие одного, общего для всей станции ЦУУ обусловливает повышенные требования к его надежности, поэтому в АТСКЭ используется дублированная ЭУМ.

1.6. Преимущества цифровых сетей передачи речи

Техническими преимуществами цифровых сетей связи являются следующие:

PDF Compressor Free Version

1. Простота группообразования.
2. Простота сигнализации.
3. Использование современной технологии.
4. Интеграция систем передачи и коммутации.
5. Возможность работы при малых значениях отношения сигнал-шум (помеха).
6. Регенерация сигнала.
7. Приспосабливаемость к другим видам обслуживания.
8. Возможность контроля рабочих характеристик.
9. Легкость засекречивания информации.

Ниже рассмотрены эти свойства цифровой сети. Цифровые методы передачи были впервые применены при передаче телефонных разговоров по междугородным соединительным линиям с использованием системы группообразования с временным разделением каналов.

По существу, экономическая эффективность этих систем обусловлена обменом стоимости применения электроники в оконечном оборудования тракта передачи на стоимость многих пар проводов в тракте. Этот обмен становится с каждым годом экономически все более выгодным. Хотя группообразование с частотным разделением каналов также приводит к снижению расходов на линейно-кабельные сооружения, оборудование ЧРК обычно дороже, чем оборудование ВРК.

Формирование групповых аналоговых сигналов при ВРК не требует представления дискретов сигнала в цифровой форме. Недостаток аналоговых систем с ВРК состоит в их низкой помехозашищенности. Эти отрицательные факторы нельзя исключить с помощью регенерации как в цифровой системе, следовательно применение аналоговой системы с ВРК нецелесообразно, за исключением тех случаев, когда обеспечиваются условия передачи без помех и искажений.

Простота сигнализации заключается в том, что управляющая информация (вызов-отбой, цифры адреса, состояние, связанное с опусканием монет в телефон-автомат и др.) является по своей природе цифровой и, следовательно, может быть легко введена в цифровую систему передачи. Одним из способов введения управляющей информации в цифровой тракт передачи является использование группообразования с ВРК, при котором для этих целей выделяется специальный канал управления.

Формат, принимаемый для передачи управляющих сигналов, зависит как от вида системы передачи, так и от типа терминального оборудования. Преобразование одного формата, используемого при передаче управляющей информации в другой, производится в устройствах сопряжения отдельных подсистем сети связи. Сигнализация традиционно является весьма ощутимым бременем как в административном, так и в финансовом отношении для тех телефонных компаний, которые занимаются эксплуатацией сети.

Фирмой Bell System был разработан детальный проект системы, названной системой межстанционной сигнализации ОКС, который позволяет разрешить многие проблемы сигнализации на сети связи. Хотя система сигнализации по ОКС может быть реализована и на аналоговой сети с использованием модемов, тем не менее значительный эффект от введения этой системы можно получить лишь при наличии достаточно высокоскоростных цифровых каналов связи.

Мультиплексор или коммутационная схема в случае передачи цифровых сигналов с временным разделением строится на тех же самых базовых схемах, которые используются при построении цифровых вычислительных машин, а именно: на логических элементах и элементах памяти. Основной элемент коммутационной схемы – точка коммутации – представляет собой логический элемент «И», один вход которого предназначен для передачи информационных сигналов, а другие – для передачи сигналов управления. Таким образом, развитие технологии изготовления цифровых интегральных схем, используемых в качестве логических элементов и элементов памяти в ЭВМ, непосредственно сказывается и на цифровых системах передачи, и системах коммутации. Основные преимущества современной технологии становятся еще более очевидными по мере создания больших интегральных схем (БИС), специально разработанных для реализации функций электросвязи.

Кроме того, цифровые компоненты изготовить легче, чем аналоговые эквиваленты; цифровая реализация имеет и функциональное преимущество перед аналоговой: минимизация внутренних соединений в пределах одного модуля, возможность работы с спутниковыми и оптическими кабелями связи на базе ВРК.

Другая многообещающая область применения цифровых схем – это область обработки сигналов (усиление, коррекция, обнаружение определенных частот, подавление эха, модуляция и фильтрация).

Цифровая обработка сигналов предполагает использование арифметических и логических цифровых схем для обработки сигналов, представленных в цифровом виде.

Операции группообразования, применяемые в системах передачи, можно легко интегрировать с операциями коммутации, выполняемыми в системах коммутации.

PDF Compressor Free Version

В полностью интегрированной сети речевые сигналы преобразуются в цифровую форму вблизи источников сигналов и сохраняют ее до тех пор, пока они не будут доставлены в пункт своего назначения. Кроме того, по всем межстанционным соединительным линиям, а также по всем внутристанционным соединительным линиям системы коммутации передача сигналов идет только в цифровой форме с временным разделением. Интеграция функций передачи и коммутации позволяет не только уменьшить объем оборудования, но и значительно повысить качество передачи речи от одного оконечного устройства до другого. Исключая многократные аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразования, а также используя линии передачи с малым значением коэффициента ошибок, можно получить высокое качество передачи речи, которое будет определяться только процессом кодирования. В заключении покажем, какую выгоду можно получить от перехода к полностью интегрированной цифровой сети связи.

1. Качество передачи речи при междугородной связи идентично качеству передачи речи при местной связи с точки зрения помех, уровня сигнала и искажений.

2. Четырехпроводность всех цифровых каналов обеспечивает дуплексное четырехпроводное соединение цифровых каналов, кроме того исключается явление эхо.

Возможность работы при малых значениях отношения сигнал-шум (помеха). В цифровых системах во время пауз в разговоре идет передача определенных кодовых комбинаций, причем уровень мощности передаваемых во время пауз сигналов такой же, как и в случае передачи речевой информации. Поскольку регенерация сигнала исключает практически все шумы, возникающие в среде передачи, то шум свободного канала определяется лишь процессом кодирования, а не линией передачи. Таким образом, паузы речи не определяют максимальные уровни шума так, как это имеет место в аналоговых системах.

Регенерация сигнала. Главным достоинством цифровой системы является то, что вероятность возникновения ошибки в линейном тракте можно сделать весьма небольшой, вводя регенераторы в промежуточных точках линий передачи для выявления искажения и регенерирование цифровых сигналов. С помощью регенерации можно локализовать результаты воздействия помехи на сигнал.

Приспосабливаемость к другим видам обслуживания. В цифровых системах качество передачи характеризует коэффициент ошибок. Каналы с малым коэффициентом ошибок в тракте реализуются достаточно просто. Влияние ошибок, возникающих в канале, можно практически полностью исключить, если пользователь применяет методы защиты от ошибок. Кроме того применяется общий формат сообщения при передачи информации. Поэтому без никаких дополнительных требований можно передавать все виды сигналов (телевизионные, передачи данных и т.д.).

Возможность контроля рабочих характеристик. Дополнительная выгода, которая может быть извлечена из независимости структуры сигнала и от типа источника в цифровых системах, состоит в том, что качество принимаемого сигнала может быть оценено без знания природы передаваемой информации. Цифровая система передает определенные импульсы с дискретными уровнями. Поэтому контролируются параметры сигнала. Существует достаточно общий метод определения качества передачи по цифровым линиям – это введение в информационный поток дополнительных битов проверки на четность или контроль некоторой доли избыточности, вводимой в форму сигнала.

Простота засекречивания. Речевая информация, представленная в цифровой форме, легко засекречивается и привлекает внимание военных.

Контрольные вопросы

1. *Что обозначает термин коммутация? Назовите виды и принципы передачи электрических сигналов.*
2. *Что обозначает термин телекоммуникация? Какие сети включаются в телекоммуникационную сеть?*
3. *В чем заключается эволюция техники коммутации?*
4. *Что обозначает термин «цифровая коммутация»?*
5. *Какие особенности и преимущества техники цифровой коммутации?*
6. *Какими преимуществами и недостатками характеризуются декадно-шаговые АТС?*
7. *Какими преимуществами и недостатками характеризуются координатные АТС?*
8. *Какие существуют этапы перехода с аналоговой коммутации на цифровую коммутацию?*
9. *Какими преимуществами и недостатками характеризуются цифровые АТС?*
10. *Какие имеются поколения систем коммутации?*
11. *В чем заключаются преимущества цифровой передачи?*

PDF Compressor Free Version

2. 1. Методы модуляции сигналов, применяемые в телекоммуникационной сети

Перенос сигналов из одной точки пространства в другую осуществляет система электросвязи. Электрический сигнал является формой представления сообщения для передачи его системой электросвязи.

Источник сообщения (рис. 2.1) формирует сообщение a(t), которое с помощью специальных устройств преобразуется в электрический сигнал S(t).

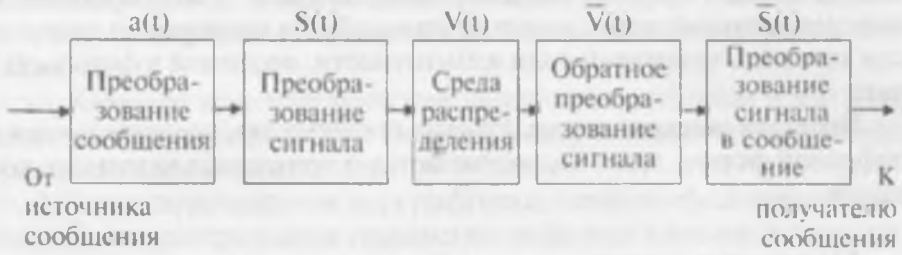


Рис. 2.1. **Система электросвязи**

При передаче речи такое преобразование выполняет микрофон, изображения – электронно-лучевая трубка, телеграммы – передающая часть телеграфного аппарата.

Чтобы передать сигнал, нужно воспользоваться каким-либо переносчиком – электромагнитным полем в проводах (проводная связь), открытым пространством (радиосвязь), световым лучом (оптическая связь). Таким образом, в пункте передачи первичный сигнал S(t) необходимо преобразовать в сигнал V(t), удобный для его передачи по соответствующей среде распространения. В пункте приема – выполнить обратное преобразование. В отдельных случаях (например, когда используется пара физических проводов в качестве среды распространения) указанное преобразование сигналов может отсутствовать.

Доставленный в пункт приема сигнал должен быть снова преобразован в сообщение и затем передан получателю.

Передача информации всегда сопровождается неизбежным воздействием помех и искажений. Это приводит к тому, что сигнал на выходе системы электросвязи ($\overline{S}$ t) и принятое сообщение (a t) могут в какой-то мере отличаться от сигнала на входе S(t) и переданного сообщения a(t). Степень соответствия принятого сообщения переданному называют *верностью передачи информации*.

Качество передачи телефонных сообщений оценивается разборчивостью речи и узнаваемостью абонента.

Часто в качестве переносчика сигнала используют периодическую последовательность сравнительно узких импульсов. Последовательность прямоугольных импульсов одного знака υ_0 (t) характеризуется следующими параметрами (рис 2.2):

- амплитудой импульсов, υ ;
- длительностью (шириной) импульсов, $\tau_и$;
- частотой следования (или тактовой частотой) $f_T = \frac{1}{T}$, где T– период следования импульсов;
- положением (фазой) импульсов относительно тактовых (отсчетных) точек. Отношение $\frac{T}{\tau_и}$ называют *скважностью импульса*.

Рис. 2.2 **Параметры импульсов**

По закону передаваемого первичного сигнала можно изменить (модулировать) любой из перечисленных выше параметров импульсной последовательности. При этом модуляция называется импульсной.

Различают несколько видов импульсной модуляции (см. рис. 2.3):

- АИМ (амплитудно-импульсная модуляция) – когда по закону передаваемого сигнала изменяется амплитуда импульсов;
- ШИМ (широтно-импульсная модуляция) – изменяется ширина импульсов;
- ЧИМ (частотно-импульсная модуляция) – изменяется частота следования импульсов;

– ФИМ (фазо-импульсная модуляция) – изменяется фаза импульсов, т.е. временное положение относительно тактовых точек.
– ЧИМ и ФИМ объединяют в ВИМ (временно-импульсная модуляция).

PDF Compressor Free Version

Первые сто лет эволюция телефонной сети происходила довольно медленно. Темпы эволюции заметно возросли с изобретением и после исследований методов передачи по линиям связи и коммутации на узлах аналоговых сигналов в цифровой форме, когда стало реальным создание электронных (цифровых) систем коммутации. Линии связи могут быть физические и линии с многоканальной передачей. Существуют два основных метода многоканальной передачи в трактах электросвязи, т.е. организация в одном тракте большого числа каналов: *частотный метод* (ЧРК) и *временной метод* (ВРК).

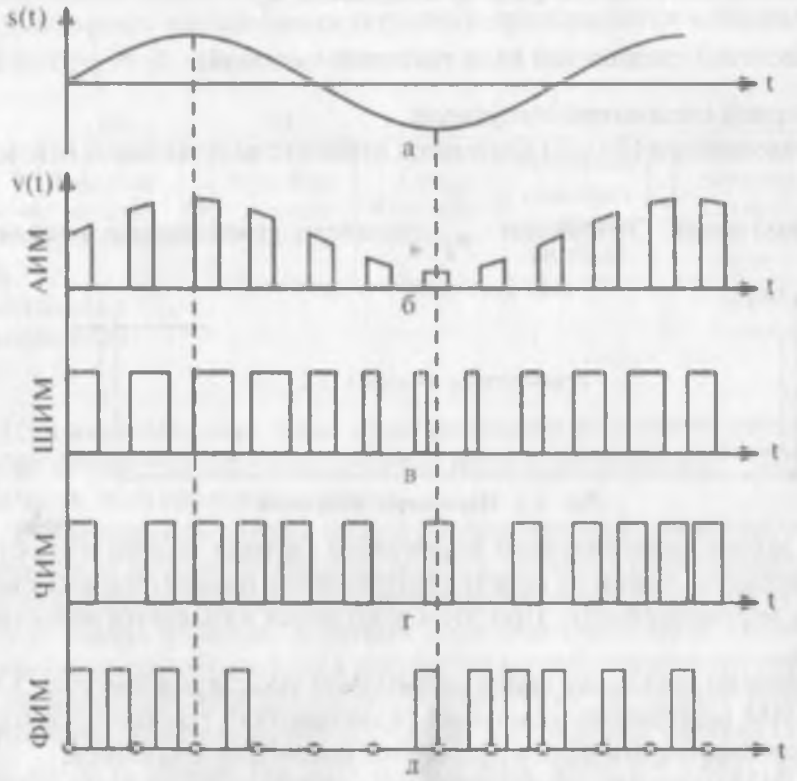


Рис. 2.3. **Виды импульсной модуляции исходного сигнала**

Частотный метод основан на использовании в спектре частот отдельных полос для разных каналов.

Временной метод основан на предоставлении каждому каналу короткого отрезка времени, в течение которого производится отсчет значения передаваемого в канале сигнала. Процесс повторяется через постоянные интервалы времени.

Временной метод многоканальной передачи можно использовать и для коммутации внутри цифровых системах коммутации. Поэтому рассмотрен только этот метод.

Для изучения принципов построения и функционирования электронно-цифровых систем коммутации необходимо прежде всего уяснить процессы преобразования аналоговых сигналов в цифровую форму и процессы обратного преобразования.

Существуют несколько методов преобразования. К ним относятся аналоговые и цифровые. К аналоговым методам относятся: амплитудно-импульсная модуляция (АИМ), широтно-импульсная модуляция (ШИМ) и фазо-импульсная модуляция (ФИМ). К цифровой относятся: импульсно-кодовая модуляция (ИКМ) и дельта-модуляция.

В АИМ сигнал модулируется по амплитуде. В ШИМ лежит метод использования для передачи дискретных значений аналогового сигнала импульсов постоянной амплитуды, но разной ширины.

Если широтно-модулированные импульсы заменить импульсами постоянных амплитуд и длительности, но располагать их соответственно положениям меняющихся срезов широтно-модулированных импульсов, то будет иметь место ФИМ.

Общим недостатком аналоговых методов импульсной модуляции являются жесткие требования к электрическим параметрам линий связи, используемых для передачи модулированных сигналов. Это обусловлено влиянием помех, которые накладываясь на модулированные импульсы, изменяют их форму, что на приемной стороне проявляется в виде шума. Чем длиннее тракт передачи, тем больше величина шума, т.к. искажения, которым подвергаются импульсы на отдельных участках тракта, суммируются.

Ограничения, вызываемые невозможностью практически передавать АИМ сигналы по линиям связи, потребовали создать цифровые методы преобразования.

ИКМ и дельта-модуляции. В ИКМ и АИМ сигнал квантуется и кодируется. Идея дельта-модуляции заключается в передаче по линии знака изменения значения аналогового сигнала на тактовом интервале. Но частота дискретизации должна быть в 3—4 раза больше чем ИКМ.

Выбор конкретного метода преобразования в первую очередь зависит от области применения и качества передачи речи, которое же-

лательно получить. Области применения можно классифицировать следующим образом: передача, коммутация, хранение и их комбинации. Преобразователи могут быть с высокоскоростной и низкоскоростной передачами (при телефонной передаче 32 – 64 кбит/с, передача сигналов звукового вещания 384 кбит/с и т.д.).

PDF Compressor Free Version

2.2. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое представление сигнала

В цифровых системах передачи (ЦСП) и цифровых системах коммутации (ЦСК) аналоговый первичный сигнал, подаваемый на вход канала, подвергается преобразованию в цифровую форму с помощью трех операций: дискретизации во времени, квантования по амплитуде (или по уровню) и кодирования (рис. 2.4).

Эти операции осуществляются в устройстве, называемом АЦП (аналого-цифровой преобразователь) на передающем конце и на приемном ЦАП (цифро-аналоговой преобразователь).

В ЦСК функции АЦП, ЦАП выполняются в абонентском интерфейсе, в который подключается аналоговая абонентская линия, или в модуле соединительных линий при подключении аналоговой соединительной линии.

Устройство АЦП должно содержать дискретизатор Д, квантователь $K_в$ и кодирующее устройство $K_{ко}$. Обычно $K_{ко}$ и $K_в$ совмещены и при выполнении функций АЦП-ЦАП осуществляется в кодеке (кодер – декодер).

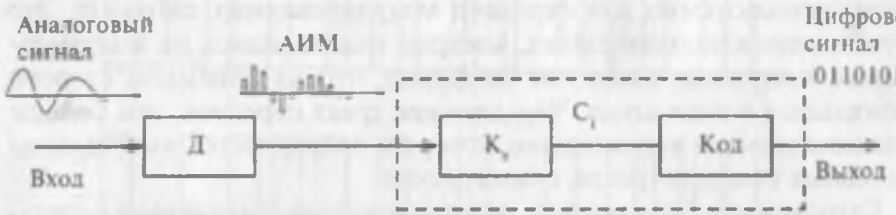


Рис. 2.4. **Аналого-цифровой преобразователь**

2.2. 1. Дискретизация во времени

Дискретизацией называют процесс представления непрерывной формы исходного сигнала в виде дискретных отсчетов этого сигнала.

Дискретизация может быть показана с помощью электронного ключа, который управляется последовательностью тактовых импульсов (P_i) с периодом $T_д$ (период дискретизации) (рис. 2.5).

Рис. 2.5. **Процесс дискретизации на примере электронного ключа**

Тем самым, ключ замыкается и размыкается под управлением импульсов P_i с частотой дискретизации $F_д = \frac{1}{T_д}$.

На выходе соответствующей системы создается АИМ-сигнал, который представляет собой совокупность отсчетов непрерывного сигнала (*рис.2.6*). В соответствии с теоремой Котельникова $F_д$ должна быть: $F_д \geq 2f_{max}$, где f_{max} – максимальная частота спектра непрерывного сигнала. Для телефонии спектр равен 0,3 – 3,4 кГц, поэтому $F_д = 8$ кГц (по рекомендации МСЭ).

2.2.2. Квантование по уровню и кодирование

Квантование – это процесс установления уровней, разрешенных для передачи. Между двумя ближайшими разрешенными уровнями имеется промежуток, называемый шагом квантования Δ_i. Число уровней квантования определяется в зависимости от способа квантования и кодирования (линейные и нелинейные). При линейных способах шаг $\Delta_i = const$, при нелинейных – изменяется от одного уровня к другому по закону квантования.

Если на вход квантующего устройства попадает отсчет сигнала А (АИМ сигнала), то значение его будет определяться уровнями, разрешенными для передачи C_i или C_{i+1} (рис. 2.7).

Т.е. сигнал А передается квантованным импульсом C_i или C_{i-1}. Какой именно будет этот уровень, зависит от значения амплитуды сигнала А в момент дискретизации, или от соотношения $|C_i - A|$ и $|C_{i+1} - A|$. Если $|C_i - A| < |C_{i+1} - A|$, то передается квантованный

PDF Compressor Free Version

Рис. 2.6. **Дискретизация во времени**

импульс C_i. В противном случае, если $|C_i - A| > |C_{i+1} - A|$, то передается C_{i+1} .

Шаг квантования $\Delta_i = C_{i+1} - C_i$. Если шаги квантования одинаковы и не зависят от уровня квантования, то квантование называется равномерным или линейным. При нелинейном – шаги квантования изменяются.

В процессе квантования возникает ошибка вследствие того, что передаваемый квантованный сигнал отличается от истинного на величину $|A - C_i|$. Эту ошибку можно рассматривать как специфическую помеху квантования, представляющую собой случайную последовательность импульсов, максимальное значение амплитуды которых не превышает половины шага квантования $\frac{\Delta_i}{2}$. Чем меньше шаг квантования, тем меньше шум квантования, но больше число передаваемых разрешенных уровней. Это число влияет на разрядность ко-

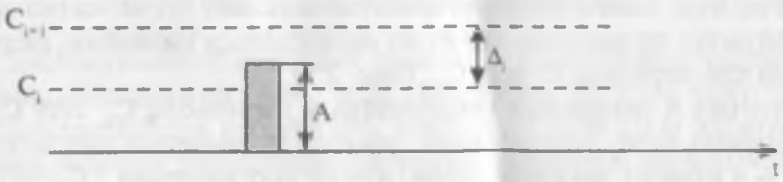


Рис. 2.7. **Определение значения уровня квантующего устройства**

довой группы, полученной после процедуры кодирования соответствующих уровней квантования сигнала.

Рассмотрим подробнее процесс линейного квантования и кодирования. При линейном квантовании весь диапазон значений сигнала разбивается на ряд одинаковых поддиапазонов (уровней). Каждому уровню соответствует своя кодовая комбинация. В процессе кодирования любому значению сигнала между нижней и верхней границами уровня соответствует одна кодовая комбинация (рис. 2.8).

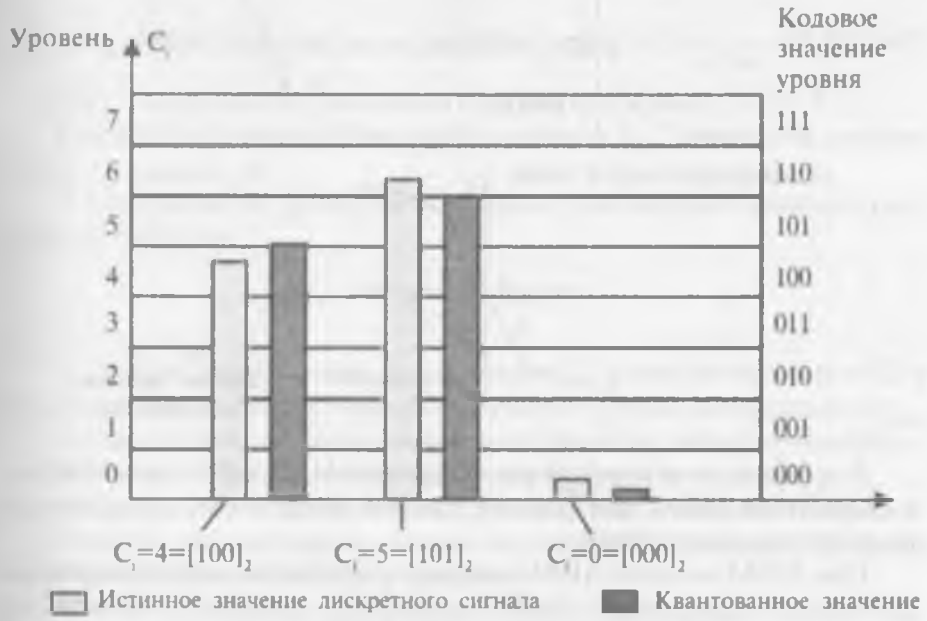


Рис. 2.8. **Квантование сигнала (линейное) и кодирование с числом уровней квантования, равным 8**

В рассмотренном примере на рис. 2.8 число уровней квантования равно восьми, следовательно, при кодировании каждое квантованное значение сигнала будет представлено в виде цифровой кодовой группы с разрядностью двоичного числа в группе, равной трем.

При линейных способах квантования и кодирования увеличение числа уровней ведет к увеличению разрядности кодовой группы. Например, для 4096 уровней квантования разрядность группы будет $2^{12} = 4096$, она равна 12.

При нелинейном квантовании шаг квантования изменяется от одного уровня квантования к другому. Это изменение должно поддерживаться, например, логарифмическим законом.

Различают два основных способа нелинейного квантования:

– по закону А, стандартизирован СЕРТ и МСЭ, используется в Европе.

– по закону μ, стандартизирован Североамериканской компанией Bell и МСЭ, используется в США, Японии (рис. 2.9).

ICP Compressor Free Version

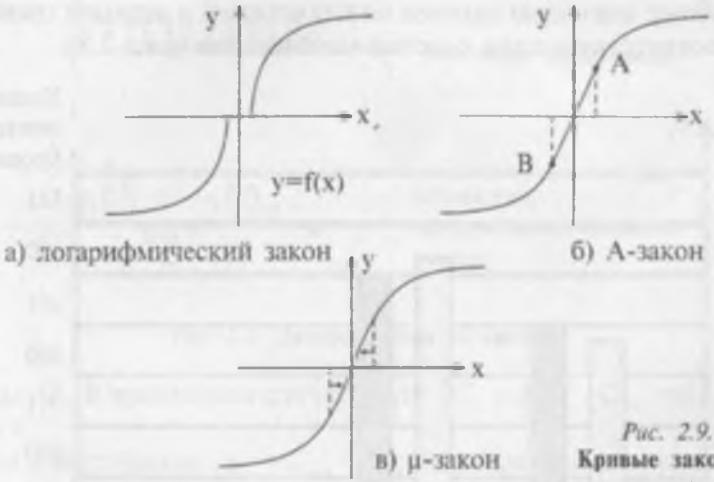


Рис. 2.9.
Кривые законов квантования

В процессе кодирования квантованных АИМ-сигналов может использоваться ИКМ (импульсно-кодовая модуляция), получившая широкое распространение.

При ИКМ каждый АИМ-импульс кодируется соответствующим значением цифрового сигнала. Разрядность цифрового сигнала или кодовой группы влияет на процесс группообразования цифровых сигналов от различных источников в виде единого цифрового группового сигнала.

Приведем структуру кодовой группы тракта ИКМ – 30/32, в котором в каждом канальном интервале используется 8-разрядное кодовое слово.

$P_0P_1P_2P_3P_4P_5P_6P_7$ – разряды кодовой группы одного канала.

P_0 – знаковый разряд, учитывающий положительное и отрицательное значения исходного сигнала.

« + » – $P_0 = 1$,

« – » – $P_0 = 0$.

$P_1P_2P_3$ – сегмент квантования: содержит определенное число уровней квантования с одинаковым шагом квантования внутри одного сегмента.

$P_4P_3P_2P_1$ – шаг квантования, определяется числом уровней квантования в сегменте.

Рассмотрим подробнее ИКМ-преобразование на примере системы СЕРТ. Для обеспечения требуемого качества передачи речевого сигнала в телефонных системах принято максимальное число уровней квантования 4096 уровней для положительных и отрицательных полуволн сигнала.

Примем количество сегментов, равным 8, шаг квантования в сегменте $\Delta_i = const$, и его числовое значение равно: $\Delta_i = \frac{1}{4096} = 0{,}00024\text{В}$.

Шаг квантования в различных сегментах разный (табл. 2.1).

Процесс кодирования исходного сигнала $U_{исх}$ сводится к следующему:

1. Определяется уровень квантования для данного значения сигнала по формуле:

$$N_{уров} = \frac{U_{исх}}{\Delta_i}.$$

2. Определяется сегмент квантования (С) и шаг квантования (К) в данном сегменте по полученному значению уровня квантования $N_{уров}$.

3. Определяется кодовое значение сегмента и шага квантования.

4. Определяется значение знакового разряда по знаку $U_{исх}$.

5. Составляется кодовое слово, которое будет передано в линию.

Процесс декодирования можно выполнить с помощью обратного преобразования, используя формулы:

$$U_{исх} = \Delta i \times 2^C (K + 16.5), \text{ если } C>0;$$
$$U_{исх} = \Delta i \times 2K, \text{ если } C=0.$$

2.3. Принципы организации передачи сигналов с ИКМ, структура сигналов первичного цифрового канала (потока Е1)

Формирование ГЦС (группового цифрового сигнала) позволяет организовывать большое число независимых каналов, используемых для передачи кодовых групп от определенного числа абонентов. Это является решением наиболее эффективного использования линейных сооружений, так как затраты на линейные сооружения составляют значительную часть капитальных затрат при организации связи.

В настоящее время существуют системы передачи, позволяющие организовывать по одной цепи от десятков до тысяч каналов передачи.

Таблица 2.1

Сегмент квантования (кодовое значение), С								Шаг квантования (кодовое значение), К	
0	1	2	3	4	5	6			
000	001	010	011	100	101	110	111		
0	32	64	128	256	512	1024	2048		
								0	0000
2	34	68	136	272	544	1088	2176		
								1	0001
4	36	72	144	288	576	1152	2304		
								2	0010
6	38	76	152	304	608	1216	2432		
								3	0011
8	40	80	160	320	640	1280	2560		
								4	0100
10	42	84	168	336	672	1344	2688		
								5	0101
12	44	88	176	352	704	1408	2816		
								6	0110
14	46	92	184	368	736	1472	2944		
								7	0111
16	48	96	192	384	768	1536	3072		
								8	1000
18	50	100	200	400	800	1600	3200		
								9	1001
20	52	104	208	416	832	1664	3328		
								10	1010
22	54	108	216	432	864	1728	3456		
								11	1011
24	56	112	224	448	896	1792	3584		
								12	1100
26	58	116	232	464	928	1856	3712		
								13	1101
28	60	120	240	480	960	1320	3840		
								14	1110
30	62	124	248	496	992	1984	3968		
								15	1111
32	64	128	256	512	1024	2048	4096		

PDF Compressor Free Version

Для того чтобы первичные сигналы от N источников сообщений могли существовать одновременно и занимать одинаковые полосы частот (0,3 ÷ 3,4 кГц), необходимо, чтобы после преобразования на передаче (АЦП), сигналы отличались друг от друга , т.е. находились в разных канальных интервалах, например, если использовать системы передачи (СП) с ВРК (временное разделение каналов).

В этом случае удается выделить из группового сигнала канальные сигналы. После функции АЦП сигналы от группы источников объединяются и с помощью ВРК передаются по линии связи. Для этого используется аппаратура уплотнения и системы передачи, например с ИКМ (рис. 2.10). На схеме условно обозначены M_x и $Д_x$ – устройства мультиплексирования (объединения) и демультиплексирования (разделения) каналов.

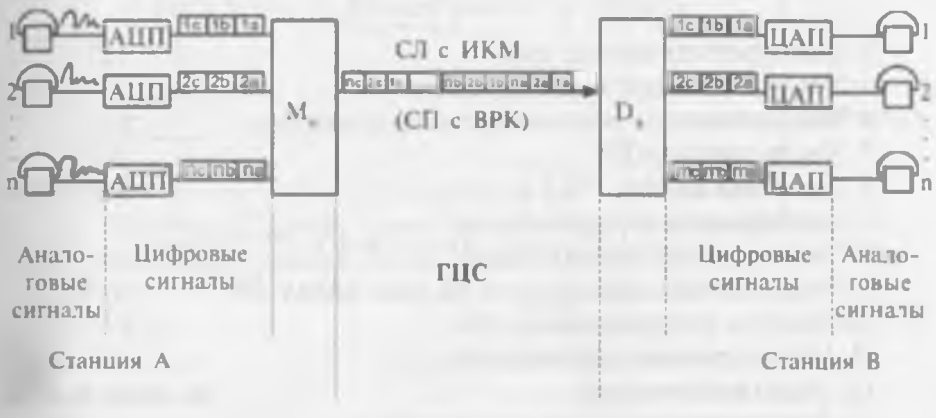


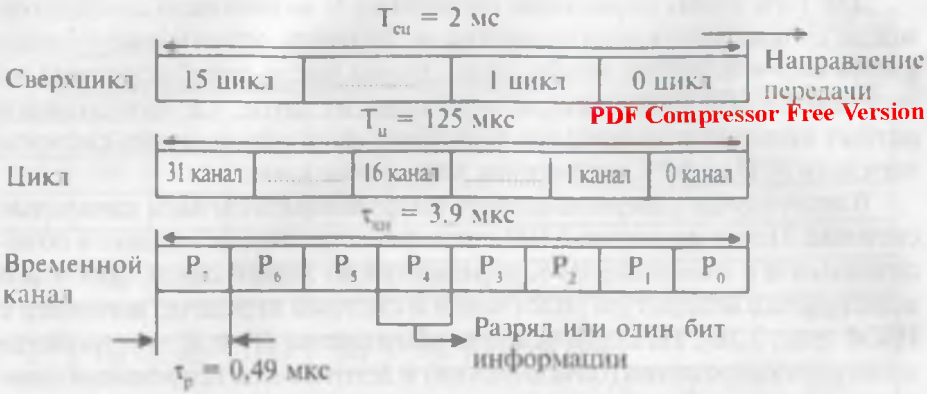
Рис. 2.10. **Схема группообразования цифрового сигнала**

Рассмотрим структуру и параметры СП ИКМ 30/32 (рис. 2.11).

ИКМ 30/32 использует логическое деление ГЦС на сверхциклы. В одном сверхцикле передаются кодовые группы 16-ти циклов передачи. В каждом цикле – 32 канальных интервала с 8-разрядными кодовыми словами в каждом канале. Из 32 каналов – 30 речевых и 2 служебных (0-й и 16-й). Таким образом ИКМ 30/32 служат для группообразования 30-ти речевых канальных интервалов (с 1 по 15, с 17 по 31) в одном цикле передачи совместно с каналом синхронизации (0-й) и каналом сигнализации (16-й) (*рис. 2.11*). При этом частота дискретизации $f_д$ = 8 кГц, тактовая частота $f_{такт}$ = 2048 кГц.

Параметры системы E1:

1. Скорость потока, Кбит/с 2048



PDF Compressor Free Version

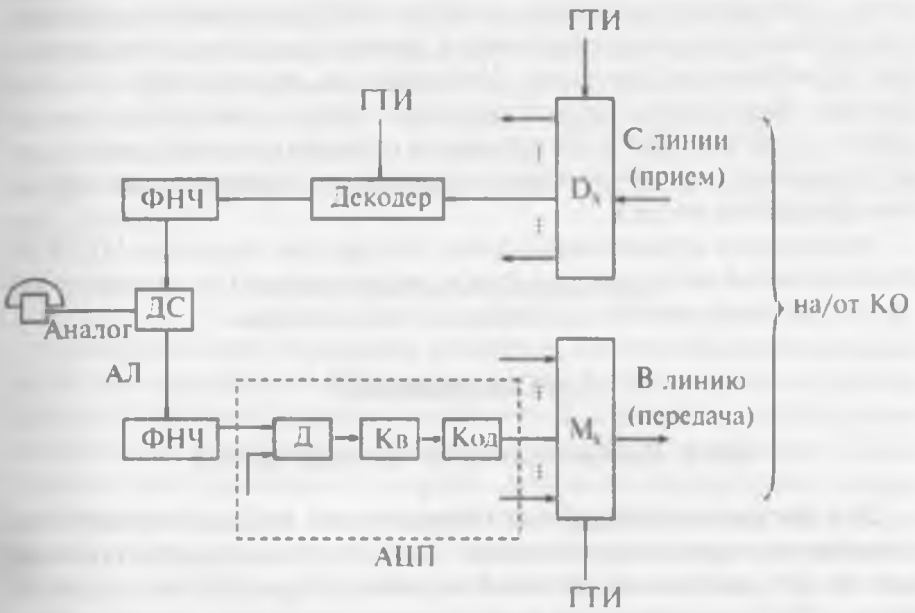
Рис. 2.11. **Структура тракта ИКМ 30/32**

2. Длительность цикла, мкс	125
3. Число каналов в цикле передачи	32
4. Число символов в одном временном канале	8
5. Число каналов ТЧ	30
6. Диапазон канала ТЧ, Гц	300–3400
7. Длительность сверхцикла, мс	2
8. Число циклов в сверхцикле	16
9. Число сигнальных каналов на один канал ТЧ	2–4
10. Частота дискретизации, кГц	8
11. Число уровней квантования	256
12. Закон квантования	А-закон А-87,6
13. Размещение сигналов управления и взаимодействия	16 канал
14. Цикловая синхронизация	0 канал
15. СУВ	16 канал

Формирование цифрового сигнала на передающей стороне и его распознавание на приемной происходит под управлением генератора тактовых импульсов (ГТИ), формирующего тактовые импульсы (использующиеся при дискретизации, например), необходимые для осуществления функций АЦП и ЦАП. Для того чтобы при передаче и приеме сигнала не возникали ошибки, необходимо, чтобы генераторное оборудование приемо-передающих станций работало синхронно, т.е. в такт. Кроме того, при передаче сигнала на большие расстояния также необходимо выполнять синхронизацию приемо-передающих потоков с генераторным оборудованием приемной станции. Для этих целей используются схемы синхронизации.

Успехи в развитии интегральной микросхемной техники позволили объединить в корпусе одной небольшой микросхемы электронный ключ и кодер. Такая микросхема преобразует непрерывную аналоговую электрическую величину в двоичный цифровой код и называется аналого-цифровым преобразователем (АЦП). Микросхемы АЦП выпускаются с 8-, 10- и 12-разрядными двоичными кодами.

На рис. 2.12. представлен пример реализации ИКМ в абонентском интерфейсе.



ГТИ – генератор тактовых импульсов
ДС – дифференциальная система
ФНЧ – фильтр нижних частот
Д – дискретизатор
Кв – квантователь по уровню
Код – кодирующее устройство
КО – коммутационное оборудование

Рис. 2.12. **Пример реализации ИКМ в абонентском интерфейсе**

В настоящее время на цифровых сетях широко применяются СП ИКМ различных порядков. На основе СП ИКМ-30 можно, например, из четырех потоков 2048 кбит/с (2 Мбит/с) получить второй уровень ЦСП со скоростью 8 Мбит/с.

Система и аппаратура передачи ИКМ-30 были разработаны для использования на соединительных линиях между АТС местных телефонных сетей с целью образования 30 импульсных каналов (30 каналов ТЧ на парах низкочастотных кабелей с бумажной или полиэтиле-

новой изоляцией, с диаметром жилы 0,5; 0,6; 0,7 мм) для независимой передачи речевой информации от 30 источников.

Кроме 30 речевых каналов в системе предусмотрены один временной канал для передачи линейных и управляющих сигналов, необходимых для установления между источниками соединения по каждому речевому каналу и их разъединения после окончания разговора, и еще один временной канал, используемый для синхронизации генераторного оборудования полукомплектов (оконечных станций) системы. Для эксплуатационных целей по СЛСП (соединительные линии системы передачи) необходимо также передавать дополнительную служебную информацию. Информация, передаваемая по 32-м каналам, формируется на передающей станции в единый групповой цифровой сигнал (ГЦС). На приемной станции системы происходит распознавание, выделение и распределение по назначению принимаемого цифрового потока.

PDF Compressor Free Version

Нормальное функционирование аппаратуры передачи ИКМ-30 обеспечивается наличием трех видов синхронизации ее приемной части: по тактовой частоте, по циклам и сверхциклам.

2.4. Синхронизация

2.4.1. Синхронизация по тактовой частоте

Для синхронизации работы оборудования приема-передачи используют тактовую синхронизацию или синхронизацию по тактовой частоте. Для выделения тактовой частоты из приемного цифрового потока (ГЦС) можно использовать следующую цепочку преобразования сигнала (рис. 2.13).

Входящий цифровой сигнал поступает в приемник и одновременно на схему анализатора тактовой частоты. Для выделения тактовой частоты из входящего цифрового сигнала применяют фильтр (Ф), настроенный на заданную тактовую частоту, и с помощью схемы усиления (У) и ограничения (О) добиваются формирования тактовых импульсов, на которых и основывается работа ГТИ приемной станции. Таким образом, происходит подстройка работы генераторного оборудования приемной стороны под частоту работы передающей станции. Тем самым выравнивается (синхронизируется) работа приемо-передающего оборудования.

Возможны ситуации, когда между приемо-передающими станциями отсутствует исходная (речевая) информация (например, глубокой ночью) либо в самом ГЦС присутствует достаточно большое количе-

Рис. 2.13. **Выделение тактовых импульсов из приемного ГЦС**

ство нулей. Это приводит к тому, что информационный поток «не насыщен» единичными импульсами, а именно они несут тактовую частоту. Для исключения таких случаев обращаются к методам вынужденного насыщения ГЦС единичными импульсами, если они на протяжении определенного времени отсутствуют в самом сигнале. Для этого применяются специальные линейные коды, например код HDB-3.

2.4.2. Цикловая синхронизация

Синхронизация по циклам требуется для правильного распределения декодированных АИМ сигналов по соответствующим индивидуальным каналам приемной станции и обеспечивается путем совмещения времени канальных интервалов циклов принимаемого ГЦС и управляющих последовательностей импульсов генераторного оборудования приема. Для этого используется синхросигнал, сформированный на передающей станции, который передается по линейному тракту совместно с информационными сигналами. Для выделения синхросигнала на приемной станции он наделяется отличительными признаками. В системах передачи с ИКМ ими являются постоянная структура и частота следования. В качестве синхросигнала можно использовать один двоичный символ или группу символов определенной структуры. В настоящее время используется многосимвольная синхрогруппа, обеспечивающая быстрое ее нахождение при потере синхронизма. При включении аппаратуры цикловой синхронизм устанавливается через определенный промежуток времени, который называется *временем вхождения в синхронизм*. При нарушении синхронизма система переходит в режим поиска синхронизма. Ввиду того, что при отсутствии циклового синхронизма работа системы с ИКМ невозможна, необходимо, чтобы время как вхождения, так и поиска было как можно меньшим. В современных системах с ИКМ это время не превышает нескольких миллисекунд, так как его увеличение может вызвать разъединение приборами АТС.

Применительно к структуре цифрового сигнала в групповом тракте системы передачи с ИКМ, цикловую синхронизацию можно описать следующим способом. Для цикловой синхронизации в каждом цикле ГЦС используются нулевые каналы в четных циклах. В [illegible] циклового синхросигнала (ЦС) используется сигнал вида 0011011, который размещается в разрядах Р1-Р7 (см. рис. 2.14). Формирование ЦС и ввод его в ГЦС осуществляется аппаратурой передающей станции. Разряды Р0 в нулевых каналах всех циклов могут быть использованы для передачи дискретной информации. Нулевые каналы нечетных циклов в сверхциклах кроме передачи дискретной информации задействуются следующим образом. Символ разряда Р2 предназначен для передачи на противоположную станцию аварийного сигнала о потере цикловой сигнализации, а разряд Р5 – для передачи служебного сигнала *«Контроль остаточного затухания»*. На месте разряда Р1 всегда передается логическая единица. Остальные разряды не используются.

PDF Compressor Free Version

Рис. 2.14. **Назначение разрядов нулевых каналов**

2.4.3. Сверхцикловая синхронизация

Кроме цикловой синхронизации в системах передачи с ИКМ должна также осуществляться сверхцикловая синхронизация, которая необходима для правильного распределения сигналов управления и линейных сигналов: она обеспечивается путем совмещения времени начала сверхциклов принимаемого ГЦС и генераторного оборудования приема.

Устройства цикловой и сверхцикловой синхронизации содержат формирователи синхросигнала на передающей станции и приемники синхросигнала на приемной станции. Приемник синхросигнала осуществляет контроль состояния циклового и сверхциклового синхронизма при работе системы передачи, обеспечивает вхождение системы в синхронизм при включении аппаратуры и при нарушениях синхро-

низма в процессе работы. Принцип действия приемника синхросигнала рассмотрим на примере приемника со скользящим поиском и одноразрядным сдвигом, применяемого в ИКМ-30. Контроль состояния циклового синхронизма в данном случае осуществляется проверкой совпадения во времени символов синхросигналов, поступающих с линии и вырабатываемых генераторным оборудованием приема (ГОпр).

Приемник цикловой синхронизации (рис. 2.15) содержит опознаватель, анализатор и решающее устройство. Опознаватель синхросигнала служит для выделения синхрогруппы из принятого ИКМ сигнала и состоит из регистра сдвига (РС) и дешифратора (ДШ), представляющего собой многовходную схему совпадения «И». Анализатор синхросигнала содержит логические ячейки НЕТ и И2, к которым подключены выход ДШ и через схему И1 генераторное оборудование приема. Решающее устройство состоит из накопителя по выходу из синхронизма, накопителя по входу в синхронизм и логической ячейки И3. При поступлении в регистр опознавателя синхросигнала заданной структуры он срабатывает, и на входе схемы ДШ формируется единичный сигнал. В анализаторе осуществляется сравнение момента появления этого сигнала и сигнала, подаваемого через схему И1 от генераторного оборудования приема. Если моменты появления этих сигналов совпадают, то анализатор принимает решение о нали-

Рис. 2.15. **Структура приемника цикловой синхронизации**

чии синхронизма. При этом на выходе схемы НЕТ сигнал отсутствует, а на выходе схемы И2 формируется сигнал, соответствующий моменту опознавания синхросигнала.

PDF Compressor Free Version

Наличие этого сигнала вызывает заполнение накопителя по входу в синхронизм и сброс накопителя по выходу из синхронизма в нулевое состояние, т.е. последний оказывается полностью разряженным. Ложные синхрогруппы не совпадают по времени с сигналом на выходе схемы И1 и поэтому не участвуют в процессе накопления. Если синхронизм отсутствует в нескольких следующих подряд циклах (в ИКМ-30-в четырех), накопитель по выходу из синхронизма наполняется, и через схему И3 подает сигнал запрета на генераторное оборудование приема. При получении этого сигнала работа делителя генераторного оборудования приема и декодирования сигнала прекращается. В результате следующее опознавание будет проводиться на тех же позициях, но в следующем цикле. Если при вторичном опознавании на этих позициях ложная синхрогруппа не сформируется, то сигнал с выхода схемы И1 вновь заполнит накопитель по выходу из синхронизма, схема И3 пошлет сигнал запрета на генераторное оборудование приема, и система перейдет в режим поиска синхронизма. Если на одних и тех же позициях ложная синхрогруппа появится 2 раза подряд, то сигнал на выходе ДШ вызовет появление сигнала на выходе схемы И2, схема накопителя по входу в синхронизм заполнится и сбросит накопитель по выходу из синхронизма в нулевое состояние. Процесс опознавания сигнала не прекращается до тех пор, пока вновь не заполнится накопитель по выходу из синхронизма. То обстоятельство, что РУ принимает решение об отсутствии синхронизма только при поступлении подряд нескольких сигналов ошибки, предохраняет систему от сбоя синхронизации при кратковременных искажениях синхросигнала.

Принцип действия приемника сверхцикловой синхронизации аналогичен приведенному выше. Однако необходимо иметь в виду, что поиск сверхциклового синхронизма осуществляется после установления цикловой синхронизации. Организация сверхциклов связана с тем, что передача СУВ для каждого телефонного канала осуществляется не в каждом цикле передачи, а один раз в сверхцикле. Применительно к структуре цифрового сигнала в групповом тракте системы передачи с ИКМ, сверхцикловую синхронизацию можно представить следующим образом. Для определения начала сверхцикла на передающей станции в разряды Р0—Р3 16-го канала нулевого цикла вводится сверхцикловой сигнал (СЦС) вида 0000. Три разряда этого канала (Р4, Р6, Р7) используются для передачи балластного сигнала

101, а разряд Р5 – для передачи на противоположную станцию аварийного сигнала о потере сверхцикловой синхронизации. При вхождении в синхронизм приемной станции вначале осуществляется поиск циклового синхросигнала, а затем – сверхциклового.

2.4.4. Сетевая синхронизация

Проблема синхронизации цифровых сетей является частью общей проблемы синхронизации цифровых последовательностей, известной с момента использования ИКМ, плезиохронной цифровой иерархии PDH, а так же синхронной цифровой иерархии SDH. Целый ряд возможностей аппаратуры SDH позволяет более эффективно строить систему тактовой сетевой синхронизации, восстанавливать тактовую частоту исходящего потока Е1 (поток 2048 кбит/сек). Вследствие использования в системах SDH механизма смешения указателей в компонентных сигналах возникает фазовое дрожание (джиттер) значительно большей величины, чем в системах PDH, которое к тому же содержит интенсивные низкочастотные составляющие, трудно поддающиеся фильтрации. По этой причине поток Е1, прошедший через системы SDH, не следует использовать для синхронизации другого оборудования. По-видимому, из-за этого обстоятельства и появилось ошибочное мнение, что компонентные потоки Е1 должны быть исключены из схемы синхронизации сети SDH. Это справедливо только для сигналов, прошедших через сеть SDH. В тех же случаях, когда такие сигналы поступают непосредственно от цифровых коммутационных станций или систем PDH, их можно использовать для синхронизации, более того, это является основным способом сопряжения систем синхронизации PDH и SDH.

В ряде образцов новой аппаратуры SDH предусмотрено восстановление тактовой частоты исходящего сигнала 2048 кбит/сек, и такой сигнал может использоваться для синхронизации другого оборудования. Такая возможность заложена, например, во второй версии аппаратуры SDH Siemens, SMA Series, 3 Marconi Communicationsm, платах компонентных потоков TR2-8T и TR2-26T ECI Telecom.

Проблема синхронизации цифровых сетей является одной из основных. Нарушение синхронизации на сети приводит к возникновению ошибок при приеме информации. Возможны следующие ситуации несовпадения частоты следования тактовых сигналов между приемным и передающим оборудованием: если одна частота выше другой, то возникает, так называемый, «сдвиг частот», случай изменения частот одна относительно другой со сравнительно медленным ритмом

– « блуждание», если частоты изменяются относительно друг друга быстро – «джиттер» (рис. 2.16).

PDF Compressor Free Version

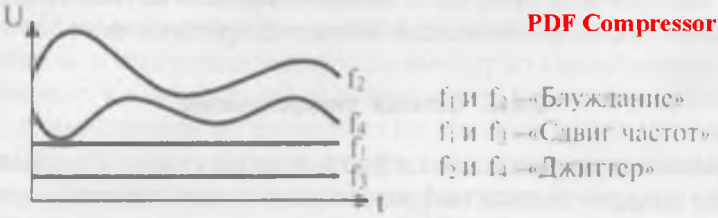


Рис. 2. 16. **Несовпадение частот между приемным и передающим оборудованием**

Учитывая, что в общем случае сеть может состоять из нескольких участков, синхронизируемых от таймеров различной точности, важно иметь с одной стороны, предельные значения частоты появления проскальзывания (нормы), регламентируемые стандартами в целях обеспечения определенного качества синхронизации (или качества обслуживания), с другой стороны – статистику проскальзываний, возникающих при взаимодействии между участками сети с установленными на них таймерами различной точности. Для такой статистики, в свою очередь, нужна привязка к какой-то системе классификации таймеров по точности (классам), чтобы сделать объем этой статистики представительным и ограниченным, привязанным к этим самым классам.

Существуют следующие варианты организации сетевой синхронизации:

1. *Асинхронная сеть* – тактовые генераторы станции не зависят друг от друга и, фактически, скорость входящего цифрового потока может быть выше или ниже местного тактового генератора. Это означает, что в процессе привязки поступающего потока битов к тактовым сигналам станции будут время от времени либо пропуски, либо повторы импульсов. Чем прочнее и стабильнее работа тактового генератора станции, тем ниже интенсивность ошибок. В такой сети используют для четкой работы системы высокостабильные тактовые генераторы, представляющие собой автономные источники тактовых импульсов (цезиевые или рубидиевые генераторы) с точностью не хуже 10^{-11}. Тактовый генератор калибруется вручную или автоматически по сигналам с датчиков мирового координированного времени UTC. Сигналы генератора (ПЭГ) затем распространяются по наземным линиям связи для реализации того или иного метода узловой синхронизации.

2. *Синхронные сети с ведущими и ведомыми генераторами.* В синхронных сетях с ведущими и ведомыми генераторами один из генераторов является ведущим, остальные синхронизируются с ним, используя цифровой поток ведущей станции. Скорость всех потоков одинаковая, но фазы могут быть различными вследствие задержки. В процессе подстройки сигналов по фазе к местному генератору искажение сигнала не происходит.

3. *Синхронные сети с усреднением тактовой частоты генераторов станций.* Задача на такой сети – произвести взаимную синхронизацию. Поступающие на вход цифровой линии биты передаются и должны быть приняты со скоростью передающей станции. На каждой станции имеется свой тактовый генератор со своей скоростью цифрового потока.

Входящие потоки такой сети подаются на анализатор (рис. 2.17), который выбирает самый устойчивый поток, он делит его в 512 раз, получает частоту 4 кГц и подает на ФД – фазовый детектор.

Далее сигнал попадает на цифро-аналоговый преобразователь и на генератор с усилителем, который доводит сигнал до опорной тактовой частоты системы (на примере DTS – $f_{опор}$ = 32 МГц) и далее с помощью делителя частоты на два, получает все необходимые частоты, в том числе и f_t = 2048 кГц, на основе которой будет сформирован исходный поток на другие АТС. Такая же процедура выполняется на всех АТС, в результате, скорость обработки будет единая для всех АТС.

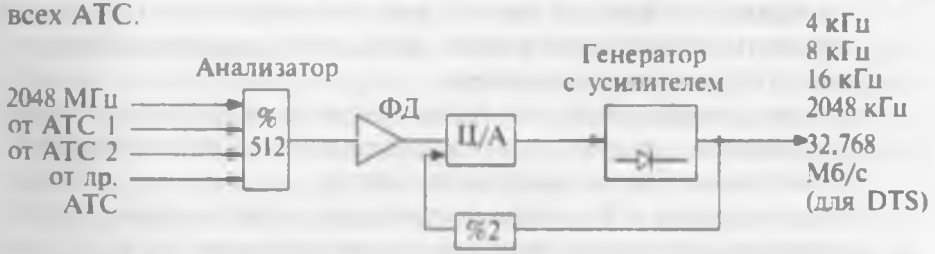


Рис. 2.17. **Схема выделения синхросигнала на синхронных синхронизирующихся сетях с усреднением тактовой частоты**

2.5. Линейное кодирование

Код, используемый для передачи по линейному тракту ЦСП, должен удовлетворять следующим основным требованиям:

– спектр линейного сигнала не должен содержать постоянной составляющей, что позволяет использовать симметрирующие трансформаторы и обеспечить дистанционное питание регенераторов постоянным током;

– энергетический спектр сигнала должен занимать как можно более узкую полосу частот, причем желательно, чтобы максимум этого спектра лежал в области относительно низких частот, что позволяет получить большие длины участков регенерации, т.к. в области более низких частот уменьшается затухание кабеля и переходное влияние;
– должна обеспечиваться возможность выделения сигнала тактовой частоты, необходимого для нормальной работы регенераторов;
– структура кода должна быть такой, чтобы в случае ее нарушения за счет возникновения ошибок в процессе регенерации можно было бы осуществлять контроль за коэффициентом ошибок в процессе эксплуатации.

PDF Compressor Free Version

Учитывая, что канал, как среда передачи, может быть электрическим, оптическим, или радиоканалом, полученную последовательность приходится еще, по крайнем мере, дважды перекодировать для оптимизации ее прохождения через интерфейс (интерфейсное кодирование) и линию связи (линейное кодирование). Поток битов, полученный в результате квантования и двоичного кодирования (кодификации), оптимален только с точки зрения уменьшения ошибок квантования, но непригоден для передачи по каналу связи по ряду причин, основные из которых следующие:
– выходной цифровой поток имеет широкий спектр, что затрудняет его передачу по каналу связи с ограниченной полосой пропускания и осложняет процесс регенерации сигнала синхронизации, передаваемого в канале, особенно в случае восстановления потерянного синхронизма;
– спектр сигнала имеет значительную долю низкочастотных составляющих, которые могут интерферировать с составляющими передаваемого низкочастотного сигнала;
– спектр содержит большую постоянную составляющую, усложняющую фильтрацию напряжения сети питания.

Для оптимизации спектра сигнала, подаваемого в линию связи, используется так называемое линейное кодирование. Оно должно обеспечить:
– минимальную спектральную плотность на нулевой частоте и ее ограничение на нижних частотах;
– информацию о тактовой частоте передаваемого сигнала в виде дискретной составляющей, легко выделяемой на фоне непрерывной части спектра;
– достаточно узкополосный непрерывный спектр для передачи сигнала через канал связи без искажений;

– малую избыточность, для снижения относительной скорости передачи в канале связи;
– минимально возможные длины блоков повторяющихся символов («1» или «0») и диспаритетность, (неравенство числа «1» и «0» в кодовых комбинациях).

При реализации кодов необходимо представлять их символы в виде элементов дискретного сигнала той или иной формы, удобной для выполнения последующих операций и передачи по линиям связи. Формы сигналов не обязательно жестко закрепляются за символами кода. Широко распространены правила относительного кодирования, когда один символ кода отображается чередованием форм, а второй – формой предыдущего элемента. Выбор формы сигнала самым непосредственным образом определяет: энергетический спектр (занимаемую полосу частот), возможности выделения сигналов синхронизации, скорость передачи в расчете на единицу полосы частот (удельную скорость передачи). Формы цифровых сигналов, предназначенных для передачи по линии связи, получили наименование *линейных кодов* (ЛК). ЛК применяются для передачи данных без модуляции в первичной полосе частот, начинающейся с нуля. Иначе говоря, кадры цифровых систем передачи, сформированные и представляющие собой обычные двоичные последовательности, перед подачей в линию связи подвергаются соответствующему преобразованию в линейном кодере. Рассмотрим основные типы линейных кодов.

Код без возвращения к нулю – **Non Return to Zero (NRZ)** представляет собой обычную двоичную последовательность. Код является простейшим линейным кодом, широко применяемым на практике.

Важной особенностью спектра NRZ-сигнала является конечное значение спектральной плотности на нулевой частоте.

Существуют две разновидности этого кода – униполярный и биполярный NRZ-коды. В биполярном NRZ-коде логической единице соответствует прямоугольный импульс положительной полярности, а логическому нулю – прямоугольный импульс отрицательной полярности. Длительность импульсов равна длительности одного бита. Положительное или отрицательное напряжение на выходе кодера сохраняется неизменным в течении длительности символа, что и определяет термин «невозвращающийся в нуль» код. Униполярный NRZ-код отличается от биполярного, тем что логическому нулю соответствует не отрицательный импульс, а нулевое напряжение. Форма сигнала на выходе биполярного и униполярного NRZ-кодера имеет вид, приведенный на рис. 2.18.

– энергетический спектр сигнала должен занимать как можно более узкую полосу частот, причем желательно, чтобы максимум этого спектра лежал в области относительно низких частот, что позволяет получить большие длины участков регенерации, т.к. в области более низких частот уменьшается затухание кабеля и переходное влияние;

PDF Compressor Free Version

– должна обеспечиваться возможность выделения сигнала тактовой частоты, необходимого для нормальной работы регенераторов;
– структура кода должна быть такой, чтобы в случае ее нарушения за счет возникновения ошибок в процессе регенерации можно было бы осуществлять контроль за коэффициентом ошибок в процессе эксплуатации.

Учитывая, что канал, как среда передачи, может быть электрическим, оптическим, или радиоканалом, полученную последовательность приходится еще, по крайнем мере, дважды перекодировать для оптимизации ее прохождения через интерфейс (интерфейсное кодирование) и линию связи (линейное кодирование). Поток битов, полученный в результате квантования и двоичного кодирования (кодификации), оптимален только с точки зрения уменьшения ошибок квантования, но непригоден для передачи по каналу связи по ряду причин, основные из которых следующие:

– выходной цифровой поток имеет широкий спектр, что затрудняет его передачу по каналу связи с ограниченной полосой пропускания и осложняет процесс регенерации сигнала синхронизации, передаваемого в канале, особенно в случае восстановления потерянного синхронизма;
– спектр сигнала имеет значительную долю низкочастотных составляющих, которые могут интерферировать с составляющими передаваемого низкочастотного сигнала;
– спектр содержит большую постоянную составляющую, усложняющую фильтрацию напряжения сети питания.

Для оптимизации спектра сигнала, подаваемого в линию связи, используется так называемое линейное кодирование. Оно должно обеспечить:

– минимальную спектральную плотность на нулевой частоте и ее ограничение на нижних частотах;
– информацию о тактовой частоте передаваемого сигнала в виде дискретной составляющей, легко выделяемой на фоне непрерывной части спектра;
– достаточно узкополосный непрерывный спектр для передачи сигнала через канал связи без искажений;

– малую избыточность, для снижения относительной скорости передачи в канале связи;
– минимально возможные длины блоков повторяющихся символов («1» или «О») и диспаритетность, (неравенство числа «1» и «0» в кодовых комбинациях).

При реализации кодов необходимо представлять их символы в виде элементов дискретного сигнала той или иной формы, удобной для выполнения последующих операций и передачи по линиям связи. Формы сигналов не обязательно жестко закрепляются за символами кода. Широко распространены правила относительного кодирования, когда один символ кода отображается чередованием форм, а второй – формой предыдущего элемента. Выбор формы сигнала самым непосредственным образом определяет: энергетический спектр (занимаемую полосу частот), возможности выделения сигналов синхронизации, скорость передачи в расчете на единицу полосы частот (удельную скорость передачи). Формы цифровых сигналов, предназначенных для передачи по линии связи, получили наименование *линейных кодов* (ЛК). ЛК применяются для передачи данных без модуляции в первичной полосе частот, начинающейся с нуля. Иначе говоря, кадры цифровых систем передачи, сформированные и представляющие собой обычные двоичные последовательности, перед подачей в линию связи подвергаются соответствующему преобразованию в линейном кодере. Рассмотрим основные типы линейных кодов.

Код без возвращения к нулю – **Non Return to Zero (NRZ)** представляет собой обычную двоичную последовательность. Код является простейшим линейным кодом, широко применяемым на практике.

Важной особенностью спектра NRZ-сигнала является конечное значение спектральной плотности на нулевой частоте.

Существуют две разновидности этого кода – униполярный и биполярный NRZ-коды. В биполярном NRZ-коде логической единице соответствует прямоугольный импульс положительной полярности, а логическому нулю – прямоугольный импульс отрицательной полярности. Длительность импульсов равна длительности одного бита. Положительное или отрицательное напряжение на выходе кодера сохраняется неизменным в течении длительности символа, что и определяет термин «невозвращающийся в нуль» код. Униполярный NRZ-код отличается от биполярного, тем что логическому нулю соответствует не отрицательный импульс, а нулевое напряжение. Форма сигнала на выходе биполярного и униполярного NRZ-кодера имеет вид, приведенный на рис. 2.18.

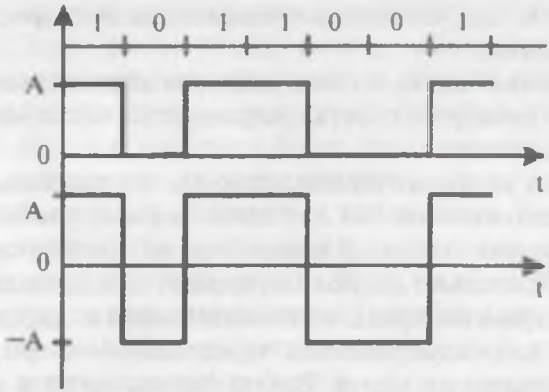


Рис. 2.18. **Код без возвращения к нулю NRZ**

PDF Compressor Free Version

Спектр униполярного NRZ-кода отличается от спектра биполярного NRZ-кода наличием дискретной спектральной линии на нулевой частоте.

В коде с возвращением к нулю – **Return to Zero (RZ)** единица передается импульсом вдвое меньшей длительности. Спектры простейших типов кодов обладают следующими недостатками: наличие постоянной составляющей; малая мощность тактовой частоты (частоты синхронизации); возможное наличие длинных последовательностей нулей. Код RZ требует более широкую полосу пропускания, чем NRZ, но имеет меньшее значение постоянной составляющей. Широкое применение в системах передачи, предназначенных для работы по металлическим кабелям, нашли троичные коды. Их применение основано на возможности разнополярного подключения генератора ЭДС к нагрузке (металлическому кабелю). Код имеет две разновидности: биполярный RZ-код и униполярный RZ-код. Униполярный RZ- код отличается от биполярного тем, что логическому нулю соответствует не отрицательный импульс, а нулевое напряжение. Спектр биполярного RZ-сигнала подобен спектру биполярного NRZ и также имеет постоянную составляющую. Форма сигнала на выходе биполярного и униполярного RZ-кодера приведена на рис. 2.19.

Код с чередующейся полярностью импульсов **(ЧПИ) – Alternate Mark Inversion (AMI)** – биполярный код, представляющий одну из разновидностей троичного кода: нулям соответствует отсутствие импульса, а единицам – попеременно чередующиеся прямоугольные импульсы отрицательной и положительной полярности (рис. 2.20). Так как постоянная составляющая импульсной последовательности равна нулю, то возможна передача по линиям, содержащим разделя-

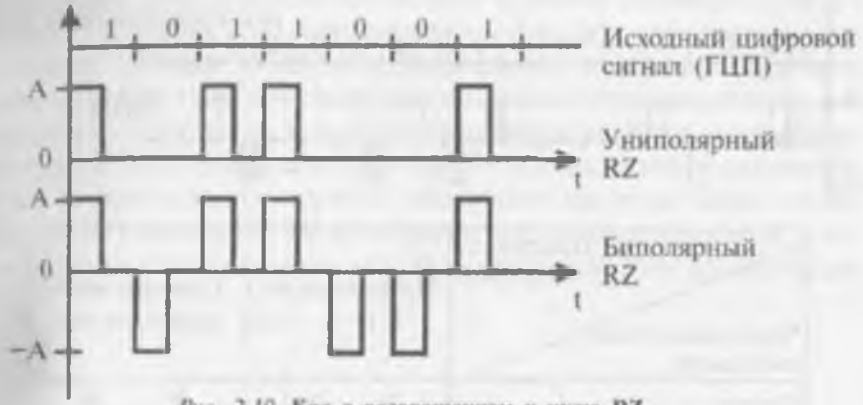


Рис. 2.19. **Код с возвращением к нулю RZ**

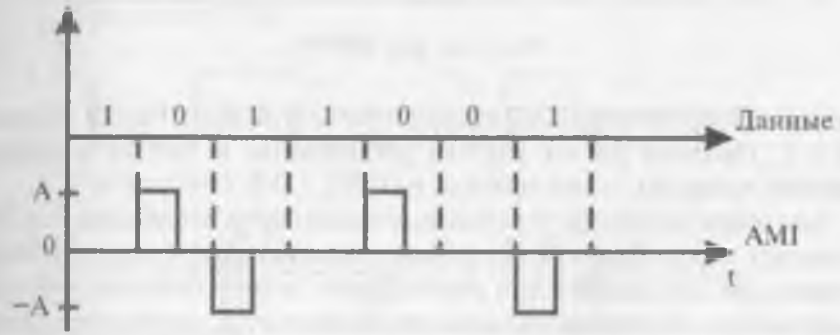
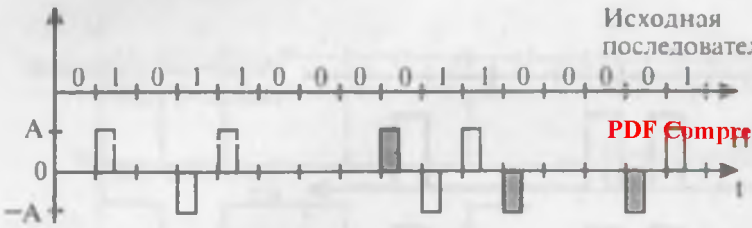


Рис. 2.20. **Код AMI**

тельные трансформаторы. Преимуществом данного кода является простота преобразования в двоичный код.

Широкое распространение получил код высокой плотности следования единиц **КВП-3 – High-Density Bipolar (HDB-3)**, у которого n = 3 (рис. 2.21). Основным требованием к линейным кодам волоконно-оптических систем передачи (ВОСП) является использование только двух значащих уровней сигнала в связи с тем, что источник излучения (лазер или светодиод) работает в двух мощностных режимах (наличие или отсутствие излучения). В коде AMI осуществляется чередование импульсов положительной и отрицательной полярности при преобразовании единичных символов исходной двоичной последовательности, вне зависимости от числа нулевых символов между ними. Благодаря указанному принципу преобразования в энергетическом спектре кода в линии исключается постоянная составляющая.



PDF Compressor Free Version

Число единичных импульсов \ Полярность импульса		Положительная P («+»)	Отрицательная N («−»)
Четное		N _ _ N	P _ _ P
Нечетное	_ _ _P	_ _ _ N	

Рис. 2.21. **Код HDB-3**

Основная энергия кода AMI сосредоточена в области частот, близких к 0,5 $f_т$. Поэтому расчет участка регенерации и оценка взаимных влияний должны осуществляться на 0,5 $f_т$.

Благодаря принципу чередования полярности импульсов код AMI позволяет легко обнаружить ошибки, возникающие при регенерации сигнала, так как ошибка при регенерации любого символа приводит к нарушению принципа чередования полярностей символов в линейном тракте. По числу таких нарушений за определенное время можно оценить коэффициент ошибок в линейном тракте. При этом следует иметь в виду, что в некоторых случаях ошибки могут оставаться необнаруженными (если, например, ошибки имели место при регенерации нескольких подряд следующих символов и не нарушили при этом указанный принцип построения кода).

Наиболее существенным недостатком кода с AMI является необходимость передачи по линейному тракту сигнала с длинными сериями нулей, что может нарушить нормальную работу регенераторов, так как затрудняется процесс выделения тактовой частоты. С целью устранения этого недостатка было разработано несколько модификаций кода с AMI, наибольшее распространение среди которых получил код HDB-3.

Принцип построения кода HDB-3 такой же, как и кода с AMI, до тех пор, пока между двумя единичными символами не появятся более трех следующих подряд нулевых символов (см. рис. 2.21). При этом

каждая последовательность из четырех нулевых символов (0000) в исходном двоичном коде заменяется одной из двух последовательностей вида BOOV или OOOV, где B обозначает импульс, полярность которого противоположна полярности предшествующего импульса, а V – импульс, полярность которого повторяет полярность предыдущего импульса B. Комбинация вида OOOV используется в том случае, если после предыдущего символа V появилось нечетное число символов B, а комбинация BOOV, если после предыдущего символа V появилось четное число символов B. Использование двух замещающих

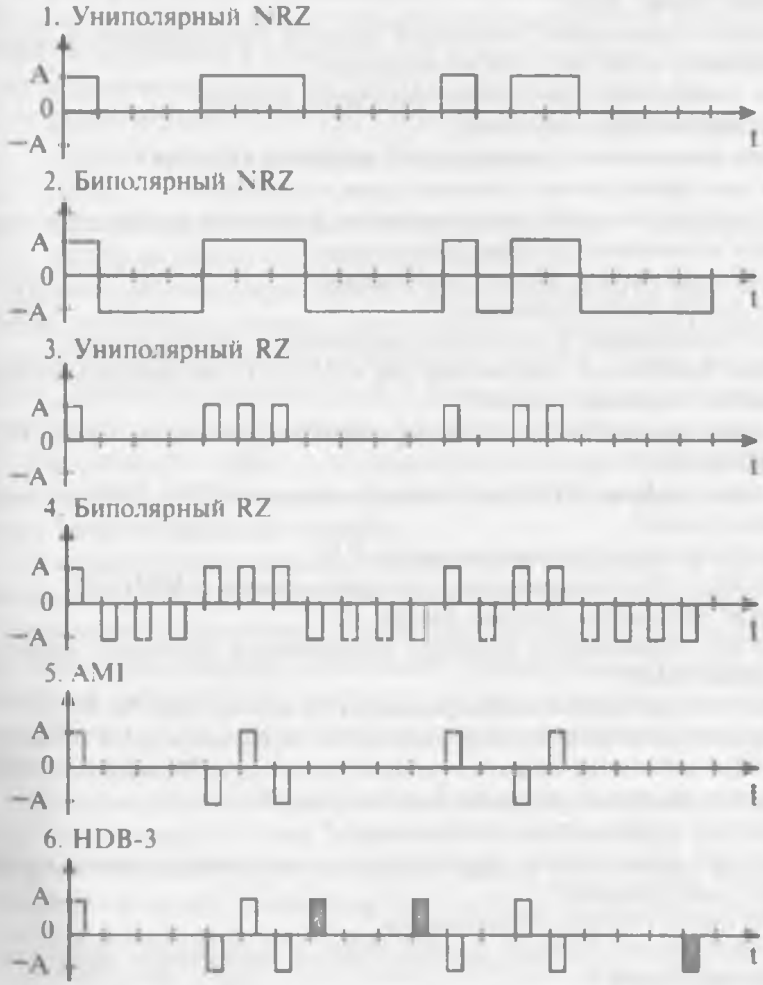


Рис.2.22 **Кодирование последовательности +1000111000010110000 кодами NRZ, RZ, AMI и HDB-3**

последовательностей обеспечивает чередование полярности символов V, появляющихся в различных местах линейного сигнала, что, в свою очередь, позволяет устранить влияние этих символов на среднее значение, которое так же, как и у кода AMI, оказывается равным нулю.

PDF Compressor Free Version

На рис. 2.22 приведен пример кодирования исходной кодовой последовательности вида +1000111000010110000 кодами NRZ, RZ, AMI и HDB-3.

Контрольные вопросы

1. *Какими параметрами импульсных сигналов характеризуется АИМ, ШИМ, ЧИМ, ВИМ?*
2. *Какими параметрами импульсных сигналов характеризуется Дельта-модуляция, АДИКМ и ИКМ-модуляция?*
3. *Что такое импульсно-кодовая модуляция сигнала?*
4. *Что такое цифровой сигнал?*
5. *В чем заключаются преимущества цифровой передачи?*
6. *Для чего предназначена дискретизация во времени?*
7. *Для чего предназначено квантование по уровню? В чем отличие линейных и нелинейных способов квантования?*
8. *Какие существуют законы квантования?*
9. *Что такое шум квантования?*
10. *Как выполняется кодирование квантованных АИМ-сигналов?*
11. *Какие требования существуют при АЦП-ЦАП для хорошего качества приема– передачи сигнала?*
12. *Каковы правила кодирования-декодирования сигнала по закону СЕРТ (ИКМ 30/32)?*
13. *В каких модулях ЭАТС выполняются функции АЦП и ЦАП для аналоговых линий?*
14. *По какой схеме организован поток Е1?*
15. *Каково назначение канальных интервалов потока ИКМ-30?*
16. *Какие параметры присущи потоку Е1?*
17. *На чем основывается процедура формирования группового цифрового сигнала ИКМ?*
18. *Для чего предназначена синхронизация по циклам в ИКМ-30/32?*
19. *Для чего выполняется синхронизация по сверхциклам в ИКМ-30/32?*
20. *Каково назначение разрядов кодовой группы речевых каналов ИКМ?*
21. *Каково назначение разрядов 0 и 16 каналов?*
22. *Для чего предназначена синхронизация?*
23. *Для чего применяются синхронизации по тактовой частоте, по циклам и сверхциклам?*
24. *Что такое сетевая синхронизация?*
25. *В чем отличие сетевой синхронизации в синхронных и асинхронных цифровых сетях?*
26. *Для чего применяется линейное кодирование?*
27. *Какими свойствами обладают линейны коды NRZ, RZ, AMI и HDB-3?*

3. 1. Понятие сигнализации в телефонии

В телефонии под сигнализацией понимается передача информации и команд между двумя узлами телефонной сети в целях установления, поддержания и разъединения коммутируемого соединения. При этом традиционно различаются два типа сигнализации:

- абонентская (Subscriber Loop Signaling) – сигнализация на участке между абонентским терминалом и коммутационной станцией;
- межстанционная (Inter-Exchange Signaling) – сигнализация между двумя коммутационными станциями.

Пример абонентской сигнализации приведен на рис. 3. 1, где показаны основные сигналы, передаваемые между двумя абонентами, подключенными к одной телефонной станции. Чтобы инициировать вызов, абонент поднимает трубку. Коммутационная станция посылает абоненту тональный сигнал, после чего абонент производит набор номера. Затем по одному из посылаемых станцией сигналов – *«занято»*, *«занято при перегрузке»* и т.п.– абонент определяет текущий статус коммутационной станции.

Взаимодействие между абонентом и станцией, а также между станциями (АТС) для передачи сигналов, обеспечивающих процесс установления соединения, называется линейной сигнализацией, осуществляющейся между линейными комплектами. Основной задачей линейной сигнализации является информирование станций о том, что другая станция собирается установить соединение или произвести разъединение.

Во время установления соединения между станциями занимается СЛ. После занятия линии, информация необходимая для установления соединения будет передаваться между регистрами исходящей и входящей станций. Совокупность сигналов, которыми обмениваются регистры исходящих и входящих АТС, называется регистровой сигнализацией. Регистровая сигнализация будет передаваться по той же СЛ и по тому же КИ, по которым впоследствии будут передаваться сигналы телефонного разговора.

Процесс передачи сигнальной информации (так называемых линейных и регистровых сигналов) между двумя коммутационными станциями показан на рис. 3.2.

PDF Compressor Free Version

Регистровые сигналы используются только на фазе установления соединения и самого вызова для передачи адресной информации и данных о категории абонента.

Линейные сигналы передаются в течение всего времени существования соединения для контроля состояния линий. Состав межстанционных сигналов аналогичен составу сигналов при абонентской сигнализации.

Рис. 3.1. **Пример абонентской сигнализации**

Взаимодействие между абонентом и станцией, а также между станциями (АТС) для передачи сигналов, обеспечивающих процесс установления соединения, называется *линейной сигнализацией*, осуществляющейся между ЛК.

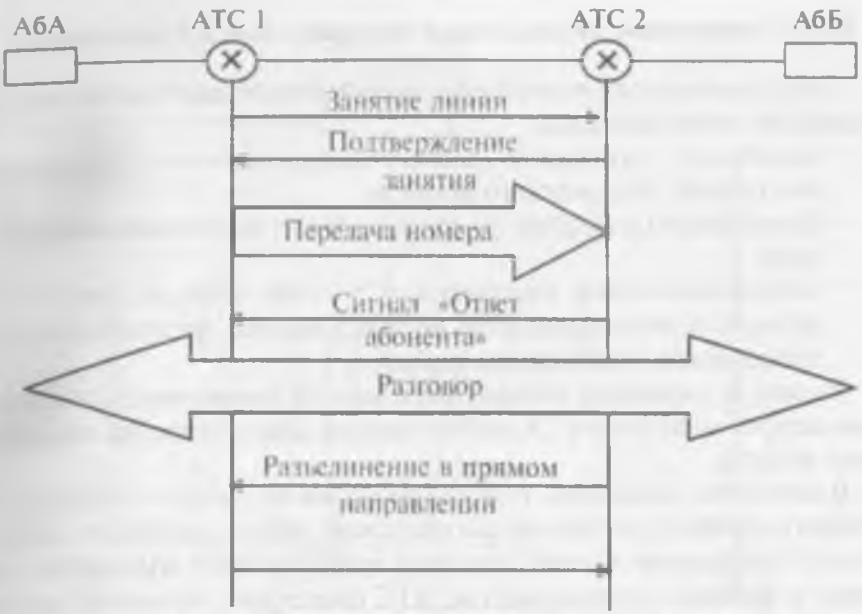


Рис. 3.2. **Пример межстанционной сигнализации**

Основной задачей линейной сигнализации – информирование станций о том, что другая станция собирается установить соединение или произвести разъединение.

Во время установления соединения между станциями занимается СЛ. После занятия линии, информация необходимая для установления соединения будет передаваться между регистрами исходящей и входящей станций. Совокупность сигналов, которыми обмениваются регистры исходящих и входящих АТС, называется *регистровой сигнализацией.*

Регистровая сигнализация будет передаваться по той же СЛ и по тому же КИ, по которому впоследствии будут передаваться сигналы телефонного разговора.

3.2. Абонентская сигнализация

В АТС могут использоваться следующие виды абонентской сигнализации:

- Сигнализация по двухпроводным аналоговым АЛ – шлейфовая
- Система абонентской сигнализации по цифровым линиям (E-DSS1) ISDN
- Интерфейс V.5. 1 V.5.2

3.2.1. Сигнализация по аналоговым двухпроводным АЛ (шлейфовая)

Для случая двухпроводной аналоговой абонентской линии имеется простой набор сигналов:

PDF Compressor Free Version

- линейные – замыкание (вызов станции или ответ) и размыкание (отбой) абонентского шлейфа,
- управления (адресные) – декадный или частотный набор номера,
- информационные акустические – ответ станции, занятость, вызывной сигнал, контроль посылки вызова, предупреждение о неправильно положенной трубке.

На рис. 3.3 показано аппаратное взаимодействие между телефонным аппаратом абонента ТА и абонентским комплектом АК абонентского модуля.

В исходном состоянии трубка находится на рычаге телефонного аппарата абонента, и шлейф абонентской линии разомкнут. Когда абонент инициирует вызов, поднимая трубку, шлейф замыкается, и в линии возникает постоянный ток. АТС фиксирует замыкание шлейфа линии и подключает к ней соответствующее оборудование для приема сигналов набора номера. Вызывающему абоненту посылается акустический сигнал ответа станции, предлагающий ему начать набор номера. При декадном наборе цифры номера передаются к АТС в виде серий шлейфных импульсов. Каждая цифра представлена соответствующим количеством импульсов в серии. Например, цифра 1 представлена одним импульсом, цифра 2 – двумя импульсами и т.д. Нормальная скорость передачи импульсов составляет 10 импульсов в секунду.

Формат импульса различен в разных национальных сетях, часто встречается соотношение 60 % пауза (т.е. замкнутый шлейф) и 40 посылка (т.е. разомкнутый шлейф), а также соотношения 66,7 и 33,3, 50 и 50 %.

Когда абонент отвечает на входящий вызов, поднимая трубку аппарата, замыкается шлейф его линии, что обнаруживается входящей АТС. Сигнал ответа передается по сети в обратном направлении на исходящую АТС средствами межстанционной сигнализации.

Отбой абонента (как вызывающего, так и вызываемого) сигнализируется размыканием шлейфа линии.

Значения сигналов в типовой системе абонентской сигнализации даны в табл. 3. 1.

Принцип шлейфной сигнализации легко реализуем и дешев, но набор сигналов, которые он позволяет передать, крайне ограничен.

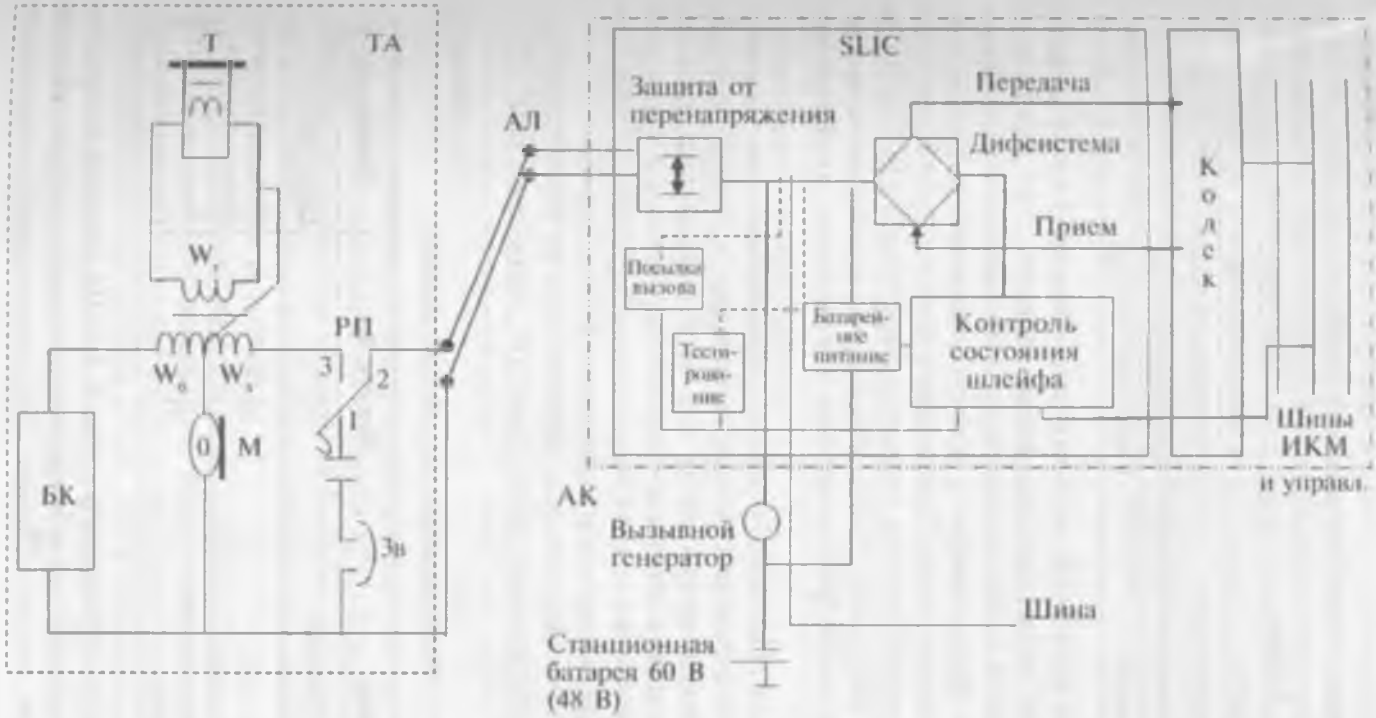


Рис.3.3. **Взаимодействие между телефонным аппаратом абонента ТА и абонентским комплектом АК абонентского модуля**

Таблица 3.1

Примеры сигналов при шлейфном способе сигнализации

Сигнал	Состояние линии
Вызов станции	Замыкание шлейфа
Набираемые цифры	Шлейфные импульсы
Ответ вызываемого абонента	Замыкание шлейфа
Отбой абонента	Размыкание шлейфа

PDF Compressor Free Version

Применение шлейфной сигнализации ограничено также характеристиками цепи, по которой происходит передача, что обусловлено влиянием емкости линии на передачу импульсов и пауз. Емкость линии искажает форму импульса, причем искажение увеличивается с возрастанием длины линии. Приемники импульсов могут допустить только ограниченную степень искажения без ущерба для надежного распознавания импульсов. Таким образом, емкость линии ограничивает расстояние, на котором может быть использована шлейфная сигнализация.

Акустические (тональные) сигналы применялись уже на самых ранних этапах телефонии. Сигналы выбирались в диапазоне частот 400–600 Гц и представляли собой или непрерывные посылки, или повторяющиеся циклы «посылка – пауза» с определенной каденцией. Эти частоты и каденции устанавливались администрациями связи разных стран еще до определения международных стандартов.

Набор акустических сигналов, передаваемых по абонентским линиям местных телефонных сетей стран СНГ, приведен в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Информационные акустические сигналы

Сигнал	Частота, Гц	Период, с
Ответ станции (dial tone)	425±3	Непрерывно
Занятость (busy tone)	425±3	Посылка 0.3–0.4 Пауза – 0.3–0.4
Контроль посылки вызова ПВ (ringback tone)	425±3	Посылка 1 0.1 Пауза – 4 ±0.4

В большинстве европейских стран и в США каждый из тональных сигналов содержит две и более фиксированные частоты. Сигнал «Ответ станции», как и в странах СНГ, непрерывен (в отличие от

большинства других информационных акустических сигналов), но состоит из двух тональных частот – 350 и 440 Гц. Имеется также специальный акустический сигнал, содержащий четыре негармонические частоты – 1400, 2060, 2450, 2600 Гц и подаваемый для большей отчетливости импульсами по 0,1 с и такими же паузами, который предназначен для уведомления абонента о плохо положенной трубке.

Характеристики стандартных информационных акустических сигналов, используемых в местных телефонных сетях США, приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Тональные сигналы в сети США

Сигнал	Частота, Гц	Период, с
Ответ станции (dial tone)	350 и 440	Непрерывно
«Занято» (busy station) по причине абонента	480 и 620	Посылка 0,5, Пауза 0,5
«Перегрузка» (network congestion) – занятость из-за перегрузки сети	480 и 620	Посылка 0,25, Пауза 0,25
Контроль посылки вызова ПВ (ring return tone)	440 и 480	Посылка 2, Пауза 4
Сигнал предупреждения о записи (recording warning)	1400	Посылка 0,5, Пауза 15
Сигнал уведомления о новом вызове (call waiting)	440	Посылка 0,3, Пауза 9,7
Сигнал о плохо положенной трубке (off-hook alert)	1400, 2060, 2450 и 2600	Посылка 0,1, Пауза 0,1

Информационный акустический сигнал «Занято» передается обслуживающей вызываемого абонента АТС. Как видно из табл. 3.3, каденция этого сигнала в Северной Америке предусматривает посылки и паузы по 0,5 с, а в Южной Америке эти же посылки и паузы имеют длительность по 0,25 с.

Информационный акустический сигнал «Перегрузка» передается АТС, когда вызов не может быть обслужен из-за отсутствия доступной исходящей соединительной линии в сети. Каденция этого сигнала в США и Канаде указана в табл. 3, а в телефонных сетях Бельгии и Норвегии используются посылки и паузы длительностью по 0,5 с. В ряде стран (Австралия, Бразилия, Италия, Россия и т.д.) перегрузка указывается обычным сигналом *«Занято»*.

Еще один вариант информационного акустического сигнала занятости – *«Недоступность номера»*. Первоначально этот сигнал использовался в Великобритании и странах, следующих британским телекоммуникационным стандартам. В Великобритании этот сигнал является непрерывным, а в Австралии и Южной Африке используются посылка 2,5 с и пауза 0,5 с.

PDF Compressor Free Version

Во многих европейских странах для указания того, что набранный номер не является действующим, используется специальный информационный акустический сигнал SIT (special information tone) – последовательность трех частот 900 Гц, 1400 Гц, 1800 Гц, передаваемых поочередно по 0,33 с и с паузой 1 с.

Электрические параметры абонентских линий для вновь устанавливаемых городских АТС ограничиваются в Республике Узбекистан, также как в России и в странах СНГ, следующими величинами (см. рис. 3.4):

– остаточное затухание на частоте 1020 Гц не более 4,5 дБ для кабеля с диаметром жил 0,5 мм и не более 3,5 дБ для кабеля с диаметром жил 0,32 мм;

– сопротивление шлейфа до 1600 Ом;

– рабочая емкость линии не более 0,5 мкФ;

– сопротивление изоляции между проводами или между каждым проводом и землей не менее 20 кОм.

В системе сигнализации по аналоговым абонентским линиям информация о статусе телефонного аппарата передается при помощи замыкания (трубка снята) и размыкания (трубка положена) шлейфа абонентской линии. Номер вызываемого абонента передается декадными импульсами или частотным способом.

Рекомендуемые значения выдержек времени для распознавания сигналов абонентской сигнализации в цифровых АТС приведены в табл. 3.4. Данные табл. 3.4 являются обобщением реальных проектных решений. Если строго следовать численным данным, где указан допуск на период Т, равный 100±5 мс, и импульсный коэффициент 1,3–1,9, то импульс должен распознаваться в диапазоне от 53,7 мс до 68,8 мс, а пауза – от 32,8 до 45,6 мс.

Разрыв абонентского шлейфа во время разговора или набора номера более чем на 150 мс может восприниматься станцией как отбой абонента. Кратковременный же разрыв шлейфа в пределах (80±40)мс в процессе разговора или после набора номера на фоне сигнала занятости воспринимается как сигнал повторного вызова регистра (нажатие кнопки «R» или набор цифры «1» на дисковом номеронабирателе). Характеристики приема на АТС при ручном дисковом декадном

наборе определяются необходимостью обеспечить уверенный прием информации при колебании скорости возвратного движения номеронабирателя от 7 до 13 имп/с и импульсном коэффициенте (отношение времени размыкания ко времени замыкания) в пределах 1,3–1,9. Контрольное время ожидания набора первой и каждой следующей цифры номера обычно выбирается в пределах 20–40 с.

На всех стадиях разговора обеспечивается следующая полярность проводов абонентской линии: минус на проводе «а» и плюс на проводе «б». Алгоритм шлейфовой сигнализации при декадном наборе номера приведен на рис. 3.4.

При способе DTMF (Dual-Tone Multiple-Frequency) передачи сигналов управления каждый многочастотный сигнал цифры номера состоит из двух тональных сигналов в соответствии с рекомендацией Q.23 ITU-T «Технические особенности телефонных аппаратов с тастатурным набором номера». Согласно этой рекомендации частоты в так называемой нижней частотной группе равны 697, 770, 852, и 941 Гц, а частоты в так называемой верхней частотной группе равны 1209, 1336, 1477, 1633 Гц.

Таблица 3.4

Рекомендуемые значения выдержек времени при сканировании сигналов по абонентским линиям

Абонент А (вызывающий абонент) снимает трубку (замыкает шлейф)		
Не должен распознаваться	<50 мс	
Может распознаваться	50–200 мс	
Должен распознаваться	>200 мс	
Абонент Б (вызываемый абонент) снимает трубку (замыкает шлейф)		
Не должен распознаваться	<10 мс	
Может распознаваться	10–50 мс	
Должен распознаваться	>50 мс	
Импульс набора номера		
Не должен распознаваться	<10 мс	Примечание: номинальный диапазон 10–96 мс
Может распознаваться	10–20 мс	
Должен распознаваться	20–100 мс	
Может распознаваться	100–150 мс	
Не должен распознаваться	>150 мс	

Пауза набора номера		
Не должна распознаваться	<10 мс	PDF Compressor Free Version
Может распознаваться	10–20 мс	Примечание: номинальный диапазон 24–112 мс
Должна распознаваться	20–120 мс	
Может распознаваться	120–150 мс	
Не должна распознаваться	>150 мс	
Межцифровой интервал набора номера		
Не должен распознаваться	<150 мс	Примечание: номинальное значение 650 мс
Может распознаваться	150–250 мс	
Должен распознаваться	250–20000 мс	
Не должен распознаваться	>20000 мс	

Частоты DTMF подобраны негармонически. Это означает, что частоты не имеют отличного от 1 целого общего делителя. Например, частоты 1200 и 1600 Гц – гармоники частоты 400 Гц (3*400 = 1200 и 4*400 = 1600), а частоты 697 и 770 Гц – негармонические. Каждый сигнал содержит две частоты: одна выбирается из нижней, а вторая – из верхней группы частот.

Соответствие между передаваемой информацией и частотами приведено на рис. 3.5.

Уровень передачи в двухчастотной посылке, измеренный на нагрузке 600 Ом, составляет: для нижней группы частот – минус 6 дБмО+2 дБ, для верхней группы частот – минус 3 дБмО+2 дБ. Уровень частоты верхней группы частот в суммарном сигнале на 2 ± 1 дБ превышает уровень частоты нижней группы. Суммарный уровень всех частотных составляющих высшего порядка, по крайней мере, на 20 дБ ниже уровня частоты нижней группы.

Условия нормального приема сигналов следующие:

- наличие в сигнале двух частот, одна из которых выбрана из нижней группы, а другая – из верхней; частоты не отличаются от своих номинальных значений более чем на 1,8 %; уровень каждой из двух частот лежит в пределах от минус 7 до минус 30 дБмО; разность уровней двух частот не превышает 3 дБ;
- длительность частотного сигнала не менее 40 мс. Сигнал же длительностью менее 20 мс не должен фиксироваться, даже если он отвечает всем остальным требованиям, а два сигнала

Рис. 3.4. **Сигнализация по абонентским линиям при декадном наборе номера**

принимаются как отдельные, если длительность паузы между ними равна 40 мс или более.

Абонентская сигнализация при частотном способе набора приведена на рис. 3.6.

3.2.2. Система абонентской сигнализации по цифровым линиям ISDN (DSS1)

Разработанный ITU-T протокол цифровой абонентской сигнализации №1 (DSS-1 – Digital Subscriber Signaling 1) между пользователем ISDN и сетью ориентирован на передачу сигнальных сообщений через интерфейс «пользователь-сеть» по D-каналу этого интерфейса. Международный союз электросвязи (ITU-T) определяет канал D в двух вариантах:

– канал 16 Кбит/с, используемый для управления соединениями по двум B-каналам;

– канал 64 Кбит/с, используемый для управления соединениями по нескольким (до 30) B-каналам.

– подключение пользовательских терминалов TE к шине S-интерфейса с доступом к каналам B и D;
– подача электропитания от АТС для обеспечения телефонной связи в случае отказа местного питания;
– обеспечение работы в режиме «точка-точка» и в многоточечном вещательном режиме.

PDF Compressor Free Version

На физическом уровне протокола DSS-1 используется два вида доступа: базовый доступ с двумя B-каналами (64 Кбит/с каждый) и сигнальным D-каналом (16 Кбит/с) и первичный доступ – тридцать B-каналов и один D-канал 64 Кбит/с.

Уровень 2 звена (LAPD-уровень, LAPD link access protocol for D-channels), обеспечивает использование D-канала для двустороннего обмена данными при взаимодействии процессов в терминальном оборудовании TE с процессами в сетевом окончании NT. Протоколы уровня 2 предусматривают:

– мультиплексирование и цикловую синхронизацию для каждого логического звена связи, поскольку уровень 2 обеспечивает управление сразу несколькими соединениями звена данных в канале D;
– управление последовательностью передачи для сохранения очередности следования сообщений через соединение;
– обнаружение и исправление ошибок в этих сообщениях.

Формат сигналов уровня 2 – это кадр. Кадр начинается и заканчивается стандартным флагом и содержит в адресном поле два важнейших идентификатора – идентификатор точки доступа к услугам (SAPI) и идентификатор терминала (TEI).

SAPI используется для идентификации типов услуг, предоставляемых уровню 3, и может иметь значения от 0 до 63.

TEI используется для идентификации процесса, обеспечивающего предоставление услуги связи определенному терминалу. TEI может иметь любое значение от 0 до 126, позволяя идентифицировать до 127 различных процессов в терминалах TE. В базовом доступе эти процессы могут распределяться между 8 терминалами, подключенными к общей пассивной шине. Значение TEI=127 используется для идентификации вещательного режима (информация для всех терминалов).

Для уровня звена данных определены две формы передачи информации: с подтверждением и без подтверждения. При неподтверждаемой передаче информация уровня 3 переносится в ненумерованных кадрах, причем уровень 2 не обеспечивает подтверждение получения этих кадров и сохранение очередности их следования.

При подтверждаемой передаче информации передаваемые уровнем 2 кадры нумеруются. Это позволяет подтверждать (квитировать) получение каждого кадра. Если обнаруживается ошибка или отсутствие кадра, осуществляется его повторная передача. Кроме того, при работе с подтверждением вводятся специальные процедуры управления потоками, предохраняющие от перегрузки оборудование сети или пользователя. Передача с подтверждением применима только к режиму *«точка – точка»*.

Уровень 3 (сетевой уровень) предполагает использование следующих протоколов:

- протокол сигнализации, определенный в рекомендации I.451 или Q.931 (эти две рекомендации идентичны). В этом случае SAPI = 0, а протокол сигнализации используется для установления и разрушения базовых соединений, а также для предоставления дополнительных услуг;
- протокол передачи данных в пакетном режиме, определенный в рекомендации X.25. В этом случае SAPI = 16;
- другие протоколы, которые могут быть определены в будущем. В этих случаях для SAPI всякий раз будет устанавливаться соответствующее данному протоколу значение.

Протокол сигнализации Q.931 (уровень 3) определяет смысл и содержание сигнальных сообщений и логическую последовательность событий, происходящих при создании, в процессе существования и при разрушении соединений. Функции уровня 3 обеспечивают управление базовым соединением и дополнительными услугами, а также некоторые дополнительные к уровню 2 транспортные возможности (например, опция перенаправления сигнальных сообщений на альтернативный D-канал в случае отказа основного D-канала).

Интерфейс первичного доступа определяется в рекомендации I.431. В отличие от интерфейса базового доступа, в точках S или T к интерфейсу может подключаться только один терминал или NT2. Что касается ограничения длины кабеля, то оно определяется величиной затухания, а не соображениями тактовой синхронизации, как это имеет место при базовом доступе. Еще одной отличительной особенностью первичного доступа является то, что процедуры активизации/деактивизации интерфейса не применяются. Интерфейс считается постоянно активным, и когда по сигнальному каналу не ведется передача кадров уровня 2, по нему должны непрерывно передаваться флаги.

Сообщения сетевого уровня приведены в табл. 3.5.

Рассмотрим процедуру обработки базового вызова по сигнализации DSS1. Процедуры управления базовыми соединениями с комму-

Таблица 3.5

Сообщения сетевого уровня

PDF Compressor Free Version

Сообщения установления соединения	ALERTING	Передается вызывной сигнал
	CALL PROCEEDING	Соединение устанавливается
	CONNECT	Соединить (ответ)
	CONNECT ACKNOWLEDGE	Подтверждение ответа
	PROGRESS	Особенности маршрута
	SETUP	Запрос соединения
	SETUP ACKNOWLEDGE	Запрос принят
Сообщения разрушения соединения	DISCONNECT	Разъединит
	RELEASE	Освободить ресурсы
	RELEASE COMPLETE	Ресурсы освобождены
	RESTART	Рестарт
	RESTART ACKNOWLEDGE	Подтверждение рестарта
Сообщения сопровождения соединения	RESUME	Возобновление соединения
	RESUME ACKNOWLEDGE	Подтверждение возобновления соединения
	RESUME REJECT	Отказ возобновления соединения
	SUSPEND	Прерывание соединения
	SUSPEND ACKNOWLEDGE	Подтверждение прерывания соединения
	SUSPEND REJECT	Отказ прерывания соединения
	USER INFORMATON	Информация пользователя
Прочие сообщения	CONGESTION CONTROL	Управление при перегрузке
	FACILITY	Дополнительная услуга
	INFORMATION	Информация
	STATUS	Статус
	STATUS ENQUIRY	Запрос статуса
	NOTIFY	Уведомление

тацией каналов предполагают, что между вызывающим пользователем и исходящей АТС (или между входящей АТС и вызываемым пользователем) уже имеется соединение уровня 2.

Процедуры различаются в зависимости от того, имеет ли вызываемый пользователь несколько однотипных терминалов или единственный терминал. Если терминалов несколько и неважно, какой из них ответит на вызов, используется вещательный режим работы уровня звена данных. Если входящая АТС определяет, что существует всего один терминал или из нескольких однотипных нужен один определенный терминал и известен его идентификатор, используется режим «точка-точка».

На рис. 3.8 показан пример управления базовым соединением по протоколу Q.931. В этом соединении участвуют два пользователя – вызывающий (с терминалом ТЕ-А) и вызываемый (с терминалом ТЕ-Б).

Пользователь, инициирующий вызов, снимает трубку, что побуждает ТЕ-А послать сообщение SETUP с назначенной этим ТЕ меткой соединения. Сообщение SETUP включает в себя также информационные элементы, которые информируют сеть о требуемых характеристиках средств доставки информации. Для рассматриваемого примера параметр «вид информации» имеет значение 00000 (речь), параметр «режим переноса» кодируется как 00 (канальный режим), а параметр «скорость передачи» имеет значение 10000 (канальный режим 64 Кбит/с). В некоторых случаях ТЕ-А может указывать в сообщении SETUP, какой В-канал он предпочитает использовать. Определив, что сеть может поддержать запрашиваемое соединение, исходящая АТС возвращает ТЕ-А сообщение SETUP_ACK-NOWLEDGE, содержащее идентификацию В-канала, который будет использоваться в соединении. Сообщение SETUP_ACK-NOWLEDGE указывает также на необходимость дальнейшей информации для установления соединения в сети, в первую очередь – информации о номере вызываемого пользователя ТЕ-Б. Прием SETUP_ACKNOWLEDGE инициирует посылку вызывающему пользователю акустического сигнала «*Ответ станции*», который может генерироваться либо в терминале, либо в исходящей АТС, передающей этот сигнал пользователю по выбранному В-каналу.

Серия сообщений INFORMATION, несущих набираемые вызывающим пользователем цифры, составляет телефонный номер вызываемого пользователя. После приема последней цифры исходящая АТС отвечает вызывающему пользователю сообщением CALL_PROCEEDING и начинает устанавливать соединение через сеть к

Входящая АТС передает соответствующую информацию к исходящей АТС, а та отправляет сообщение ALERTING вызывающему пользователю. Когда вызываемый пользователь отвечает на вызов, например, снимает телефонную трубку, от его терминала на входящую АТС посылается сообщение CONNECT. После приема сообщения CONNECT исходящей АТС прекращается передача сигнала контроля посылки вызова (КПВ) вызывающему пользователю и устанавливается его связь с вызываемым пользователем. Для завершения процедуры установления соединения сообщения CONNECT подтверждаются сообщениями CONNECT_ACKNOWLEDG E.

PDF Compressor Free Version

У терминала с автоматическим ответом скорость реакции на входящий вызов обычно намного больше, чем у терминала с неавтоматическим ответом. В связи с этим при вызове терминала с автоматическим ответом сообщение ALERTING может не передаваться. Реакцией терминала с автоматическим ответом на сообщение SETUP является сообщение CONNECT или необязательное сообщение CALL_ PROCEEDING.

Когда разговор закончился, положить трубку первым может любой из пользователей. В данном примере первым кладет трубку вызывавший пользователь. Разъединение инициируется сообщением DISCON NECT от TE-A, которое при приеме на исходящей АТС указывает на необходимость отключения В-канала от сетевого канала и освобождения сетевого канала. Исходящая АТС посылает сообщение RELEASE терминалу, в результате чего В-канал и метка соединения освобождаются и этим самым становятся доступными для будущих соединений. Завершение данного этапа на исходящей стороне подтверждается передачей от терминала вызывавшего пользователя к исходящей АТС сообщения RELEASE_COMPLETE.

Сообщение о разъединении одновременно передается через сеть к входящей АТС и к терминальному оборудованию вызванного пользователя. Терминал отвечает сообщением RELEASE, которое затем подтверждается сообщением RELEASE_COMPLETE от входящей АТС. В результате ресурсы, которые были задействованы в соединении, освобождаются и становятся доступными для использования в других соединениях.

3.2.3. Интерфейс V.5. 1, V.5.2

Первыми шагами на пути формирования сети доступа были удаленные абонентские мультиплексоры и системы уплотнения АЛ. Сеть абонентского доступа вначале требовала полосу 3,1 кГц (0,3 – 3,4

кГц), базировалась на симметричном многофазном кабеле и предоставляла услугу телефонии. Сейчас от сети доступа требуются три вида услуг:

– передача речи (телефонная связь, аудиоинформация, справочные услуги, речевая почта и др.);
– передача данных (e-mail, Интернет, факс, электронные платежи);
– передача видеоинформации (видео по запросу, телеконференции).

В сети имеются три среды передачи:

– металлический кабель (витая пара, коаксиальный кабель);
– волоконно-оптический кабель;
– беспроводной абонентский доступ (WLL – Wireless Local Loop).

В недавнем прошлом внутренние интерфейсы между выносными абонентскими концентраторами и модулями подключения цифровых линий АТС не подлежали международной стандартизации. Во всех установленных цифровых АТС для согласования использовались 2Мбит/с потоки E1 (2,048 кбит/с) и собственные протоколы. Недостатком этого метода являлось ограничение у операторов свободы выбора при увеличении емкости АТС и установке дополнительного абонентского оборудования. Для решения проблемы создан интерфейс V5.

Интерфейс V5 не ограничивается какой-либо определенной технологией доступа или средой, хотя он разрабатывался для оптических и беспроводных сетей доступа. Стандарты V5 должны обеспечить интерфейсы взаимодействия между сетью доступа и АТС, т.е. стандарты V5 определяют требования (электрические, физические, процедурные и протокол) для соединения сети доступа и АТС.

Сеть доступа – это система между АТС и оконечным оборудованием пользователя. Она обеспечивает общее взаимодействие с различными видами абонентского оборудования, например:

– аналоговые телефонные аппараты ТфОП;
– аналоговые или цифровые УАТС;
– терминальное оборудование ISDN базового 2B+D и первичного 30B+D доступов;
– оконечное оборудование локальной сети LAN;
– арендуемая линейная аппаратура.

Сеть доступа обеспечивает мультиплексирование, ввод, вывод и передачу данных. Она отвечает за распознавание тональных посылок доступа аналоговой сигнализации, их продолжительность, напряжение и частоту импульсов, за вызывной тон, за конкретные характери-

стики последовательности передачи сигналов. АТС отвечает за управление вызовами (коммутация), формирование тональных посылок набора номера, декодирование номера с ограничением по распределению сигналов по временным интервалам. PDF Compressor Free Version

Имеются два типа протоколов V5 – это интерфейс V5. 1 и интерфейс V5.2. Интерфейс V5. 1 позволяет подключить к АТС по цифровому тракту Е1 до 30 аналоговых АЛ или 15 каналов базового доступа ISDN. Канал 0 используется для синхронизации, канал 16 – для сигнализации. Каналы данных задаются заранее. Интерфейс V5.2 может функционировать на группе до 16 потоков Е1, поддерживает концентрацию с коэффициентом 8. Он может поддерживать до 2 тыс. каналов данных, т.е. каналы распределяются динамически. Сравнительные характеристики интерфейсов V5 приведены в табл. 3.6.

В структуре V.5 действуют несколько протоколов:

1) протокол управления соединениями – протокол ТфОП (PSTN);
2) протокол управления Control Protocol;
3) протокол управления трактами;
4) протокол назначения несущих каналов BCC;
5) протокол защиты.

Таблица 3.6

Характеристики интерфейсов V5

V5.1	V5.2
Позволяет подключать 1 тракт Е1 – 30 каналов (или 15 каналов базового доступа ISDN 2B+D)	До 16 трактов Е1 (2,048 Мбит/с)
Нет функции концентрации нагрузки. Прямое соответствие между канальным интервалом в потоке Е1 и терминалами пользователей	Поддержка функции концентрации нагрузки АЛ. Динамическое назначение канальных интервалов
Не поддерживает PRI-доступ	Поддерживает первичный доступ ISDN 30B+D
Не обеспечивает резервирование при отказе тракта	Обеспечивает резервирование при отказе тракта путем переключения на другой тракт (Protection Protocol)
Нет управления трактами интерфейса	Управление трактами интерфейса Link Control Protocol
Сигнализация по общему каналу в потоке Е1 (16 канал)	Для каждого потока Е1 предусмотрено несколько каналов сигнализации

Протокол ТфОП и протокол управления действуют в интерфейсах V5. 1 и V5.2. Протокол управления трактами, протокол назначения несущих каналов, протокол защиты – это служебные протоколы интерфейса V.5.2.

Протокол защиты позволяет интерфейсу V5.2 при отказе одного из трактов E1 автоматически переключаться на другой (резервный) тракт. *Протокол управления трактами* позволяет идентифицировать тракты, блокировать и разблокировать их. Протокол управления позволяет идентифицировать порты, блокировать и разблокировать, выполняет функции контроля и техобслуживания портов. *Протокол назначения несущих каналов* BCC (Bearer Channel Connection) – работает с несущими канальными интервалами и используется для передачи со скоростью 64 кбит/с информации пользователей между портами и АТС. Канальные интервалы назначаются для портов так, чтобы и сеть доступа и АТС знали, какие именно канальные интервалы используются для конкретного пользовательского порта. Отображение несущих канальных портов на канальные интервалы – главная задача BCC.

Структура интерфейса состоит из 3 уровней (см. рис. 3.9):

– уровень 1 – физический;

– уровень 2 – уровень канала передачи данных;

– уровень 3 – сетевой.

Физический уровень определяет физические параметры линии (среда передачи – оптика, медь и т.п.), линейное кодирование, линейная скорость.

Уровень канала передачи данных определяет передачу цифровых данных по физической линии и направляет информацию между объектами уровня 3 через протокол V5. Протокол LAP V5 управляет уровнем 2 для обеспечения гибкого мультиплексирования разных потоков информации.

Функция преобразования данных (mapping) используется, когда кадры принимаются подуровнем LAP V5-EF от локальной АТС. Сетевой уровень обеспечивает создание, завершение и поддержание соединения в сети между объектами связи.

На рис. 3.10 приведена структура кадра V5. На рис. 3.11 приводится пример сообщений протокола ТфОП.

В протоколе ТфОП предусмотрены девять типов сообщений. Остальные коды типов сообщений протокола ТфОП зарезервированы для будущих применений. Первыми двумя сообщениями ESTABLISH и ESTABLISH_ACK сторона сети доступа и сторона АТС обмениваются при создании сигнального пути в интерфейсе V5. Аналогичным

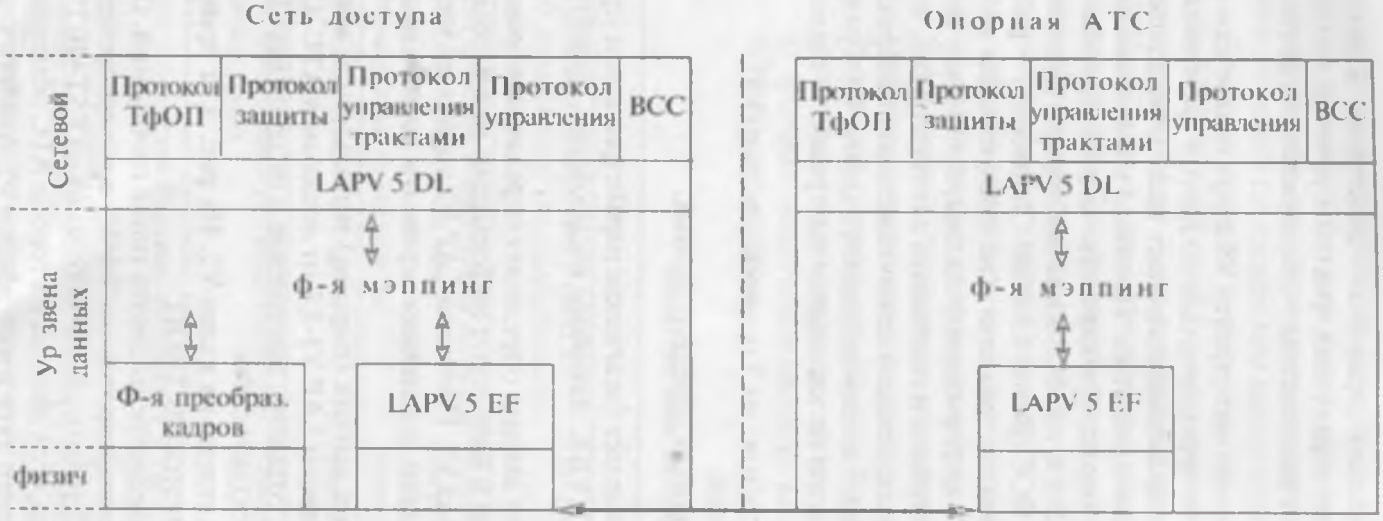


Рис. 3.9. **Структура интерфейса V.5**

PDF Compressor Free Version

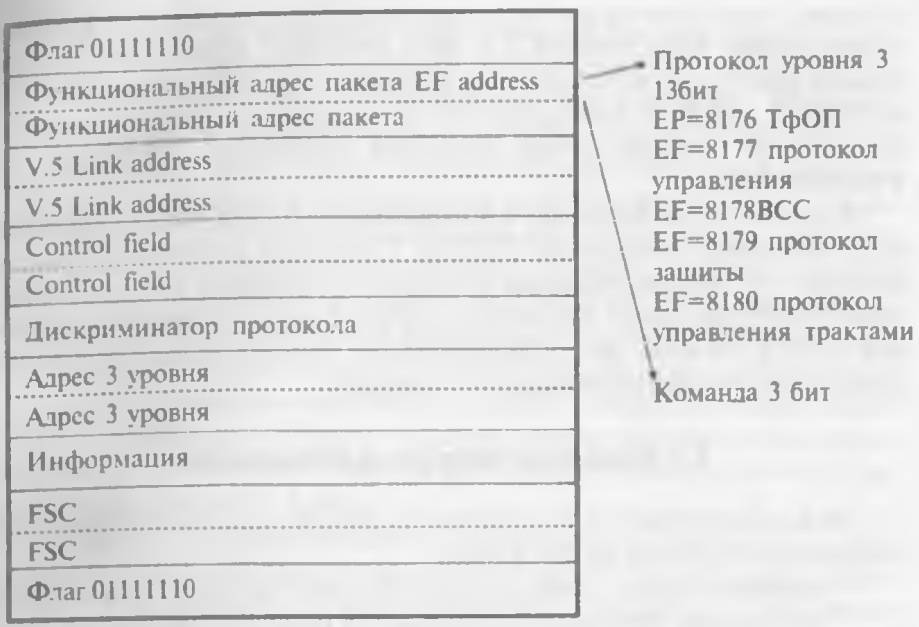


Рис. 3.10. **Структура кадра V5**

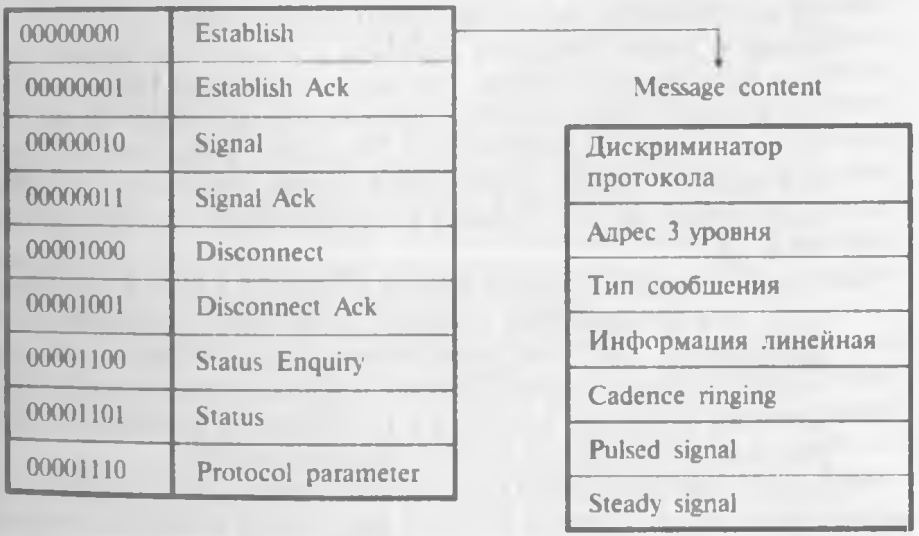


Рис. 3.11 **Пример сообщений протокола ТфОП**

образом, при освобождении сигнального пути производится обмен сообщениями DISCONNECT и DISCONNECT_COMPLETE. В активной фазе по сигнальному пути идет обмен сообщениями SIGNAL и SIGNAL_ACK. В этой фазе АТС может также регулировать поведение сети доступа путем передачи сообщения PROTOCOL_PARAMETER.

PDF Compressor Free Version

В любой фазе процесса в интерфейсе V5 АТС может передать через интерфейс сообщение STATUS_ENQUIRY, например, если она получает не соответствующее контексту сообщение или по какой-либо другой причине. Сеть доступа передает через интерфейс сообщение STATUS в ответ на сообщение status_enquiryhah при получении сообщения, не соответствующего контексту.

3.3. Виды межстанционной сигнализации

Межстанционная сигнализация по способу передачи сигнальной информации делится на три класса:

- внутриполосная сигнализация (In-band Signaling), при которой сигнальная информация передается непосредственно по телефонному каналу (разговорному тракту) при помощи постоянного тока, токов тональной частоты (ТЧ), индуктивных импульсов и др.
- сигнализация по индивидуальному выделенному сигнальному каналу (Channel Associated Signaling, CAS), которая предоставляет выделенные средства передачи сигнальной информации (выделенную емкость канала) для каждого разговорного канала в тракте передачи информации. Это может быть один временной канал в тракте импульсно-кодовой модуляции (ИКМ), выделенный частотный канал вне разговорного спектра канала ТЧ и др.
- сигнализация по общему каналу (Common Channel Signaling, CCS), при которой тракт передачи сигнальных сообщений предоставляется для пучка телефонных каналов по принципу адресно-группового использования: сигналы передаются в соответствии со своими адресами и размещаются в общем буфере для использования каждым телефонным каналом.

Системы межстанционной сигнализации первых двух классов были разработаны для применения в сетях с аналоговым коммутационным оборудованием. Протоколы общеканальной сигнализации оптимизированы для использования в сетях, основанных на цифровой коммутации и программном управлении.

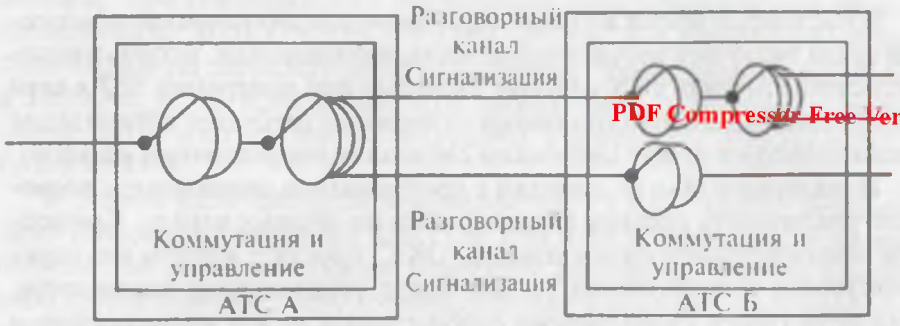
В настоящее время во всем мире большинство национальных сетей связи включает значительную часть оборудования, использующего системы первых двух классов. Поэтому при внедрении SS7 в сети с цифровыми коммутационными станциями требуется организация взаимодействия между системами сигнализации различных классов.

Появление в 60-х гг. станций с программным управлением позволило реализовать систему сигнализации по общему каналу. Концепция общеканальной сигнализации (ОКС) проста – каналы для передачи голоса используются только после установления соединения. При этом обмен сигнальными сообщениями между управляющими устройствами коммутационных станций происходит по соединяющим их звеньям, а передачу речи осуществляют каналы передачи несигнальной информации. Таким образом, основным принципом общеканальной сигнализации является полное отделение тракта сигнализации от разговорного тракта.

Одним из основных факторов, оказывающих влияние на существование описанных выше трех классов систем сигнализации, является обусловленность взаимосвязью систем сигнализации, поддерживаемых той или иной АТС, с используемым в этой АТС принципом управления обслуживания вызовов.

Так исторически сложившиеся системы сигнализации первого класса очевидным образом ассоциируются с аналоговыми декадно-шаговыми станциями, реализующими принципы непосредственного управления. Эти станции состоят из отдельных ступеней искания, каждая из которых имеет свой собственный механизм управления и совмещает тем самым функции управления и коммутации. Упрощенное представление межстанционной сигнализации первого класса показано на рис. 3.12. Для этих станций в процессе обслуживания вызова линейные и разговорные сигналы проходят один и тот же путь внутри станции, и они также проходят одинаковый путь вне станции по межстанционным соединительным линиям.

Следующий этап развития коммутационных станций показан на рис. 3.13. Здесь уже отдельные ступени искания шаговых станций заменяются коммутационными блоками, а для установления соединений и разъединений вводятся специальные управляющие устройства (регистры и маркеры), отделенные от коммутационных приборов. Такая технология позволяет добиться большей гибкости в управлении вызовами и является более экономичной. Сигнальная информация проходит по тому же пути, что и соответствующий разговор, но они разделены внутри станции. На рис. 3.15 представлено, что разговорные телефонные цепи (обозначенные сплошными линиями) органи-



PDF Compressor Free Version

Рис. 3.12. **Упрощенное представление способов сигнализации непосредственно по телефонному каналу**

Рис. 3.13. **Упрощенное представление сигнализации по выделенному каналу (ВСК) с раздельными блоками коммутации и управления**

зуются коммутационным блоком, а сигнальная информация (обозначенная пунктирными линиями) передается и принимается управляющими устройствами станции.

Появление этого поколения АТСК вызвало также более активное использование различных способов сигнализации переменным током. Все они базируются на сигналах различной частоты: либо в той же полосе частот, что и разговорные сигналы (от 300 до 3400 Гц), либо в более низкой (менее 300 Гц), либо в более высокой (более 3400 Гц) полосе частот.

Внутриполосная сигнализация предусматривает передачу сигнальной информации по тому разговорному каналу, к которому эта информация относится. Передача сигнальной информации достигается генерацией одного или нескольких тональных сигналов и передачей их по соответствующему разговорному каналу. На другом конце содержание информации анализируется с помощью тонального приемника.

В межстанционных трактах передачи эти сигналы обрабатываются точно так же, как обычная речь – для обработки сигнала используются усилители разговорного тракта, что приводит к гораздо большей дальности использования сигнализации, чем это возможно в системах сигнализации с постоянным током.

Системы внутриполосной частотной сигнализации могут использоваться как для линейной, так и для регистровой сигнализации, причем для регистровой сигнализации более эффективно применение специальной разновидности сигнализации токами тональной частоты – так называемых многочастотных систем сигнализации.

Линейная сигнализация токами тональных частот может осуществляться передачей одночастотных или двухчастотных сигнальных посылок. Значение сигнала определяется направлением сигнала, частотой сигнала и соответствующим этапом в процессе установления соединения, в котором этот сигнал послан. Для линейной сигнализации чаще применяются непрерывные неконтролируемые протоколы сигнализации, для которых факт передачи сигнала обозначается включением/выключением тональной частоты.

В импульсных внутриполосных системах сигнализации информация передается тактированными импульсами тонального сигнала. Значение сигнала определяется направлением, длиной импульса и этапом последовательности соединения, в котором передается сигнал. Достоинство импульсного вида внутриполосной сигнализации состоит в том, что возможен больший набор сигналов (позволяющий передать больше параметров), возможны более высокие уровни сигналов (благодаря ограниченной длительности сигналов) и их меньшее влияние друг на друга (вследствие их ограниченной длительности). Однако необходимость эффективного распознавания сигналов приводит к тому, что оконечные комплекты сигнализации относительно сложны и дорогостоящи.

Внутриполосные системы сигнализации могут применяться двумя методами: от звена к звену и из конца в конец. При методе сигнализации от звена к звену вся адресная информация обрабатывается на каждой станции. Согласно примеру на рис. 3.14, сначала сигналы поступают от АТС А к АТС Б, после чего передатчик АТС А освобождается. Затем АТС Б посылает всю информацию на АТС В, причем каждая станция обрабатывает адресную информацию перед тем, как послать ее к следующей станции.

Для метода сигнализации из конца в конец сигналы между исходящей и входящей АТС передаются прямо по разговорному тракту, без преобразования и/или анализа их в промежуточных коммутаци-

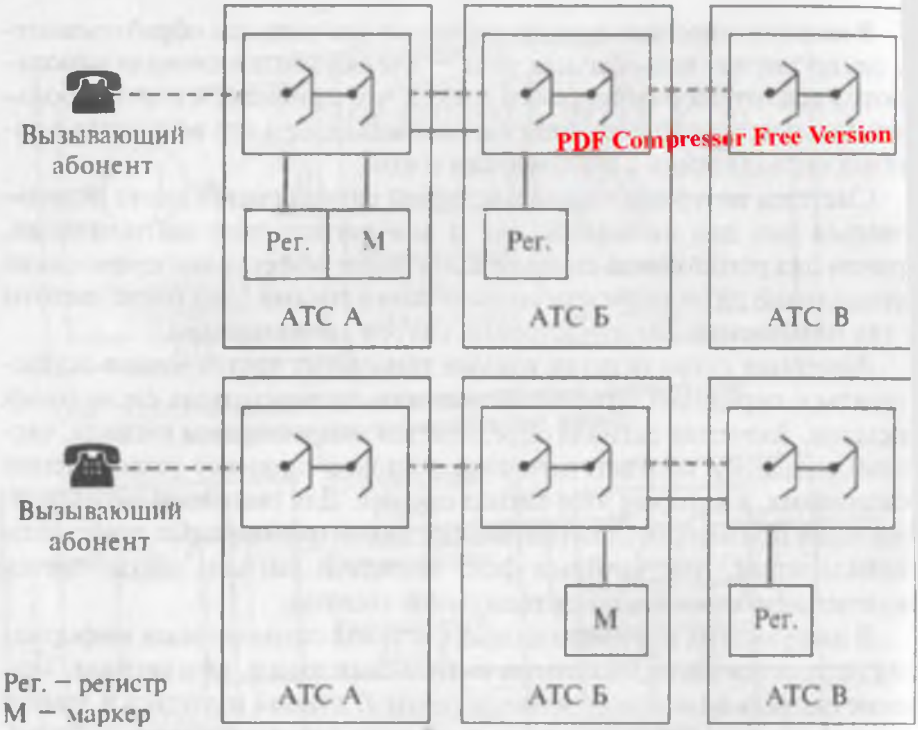


Рис. 3.14. **Сигнализация по методу от звена к звену от станции А к станции Б и от станции Б к станции В**

онных узлах. Поэтому при сигнализации из конца в конец сигналы (например, сигнал ответа) могут передаваться достаточно быстро. Как показано на рис. 3.15, регистр АТС вызывающего абонента (Рег. АТСА) задействуется на все время установления соединения, а маркер станции вызывающего абонента (М) посылает на следующую станцию только информацию, необходимую для маршрутизации вызова. Затем АТС А посылает информацию на АТС В, а регистр на АТС Б освобождается сразу же после завершения маршрутизации от АТС Б к АТС В.

Системы сигнализации первых двух классов, представленные на рис. 3.12 и 3.13, обладают ограниченными возможностями передачи сигнализации, такими как:

– ограниченный объем сигнальной информации (например, ограниченное число состояний шлейфа постоянного тока или ограниченное число комбинаций частот);

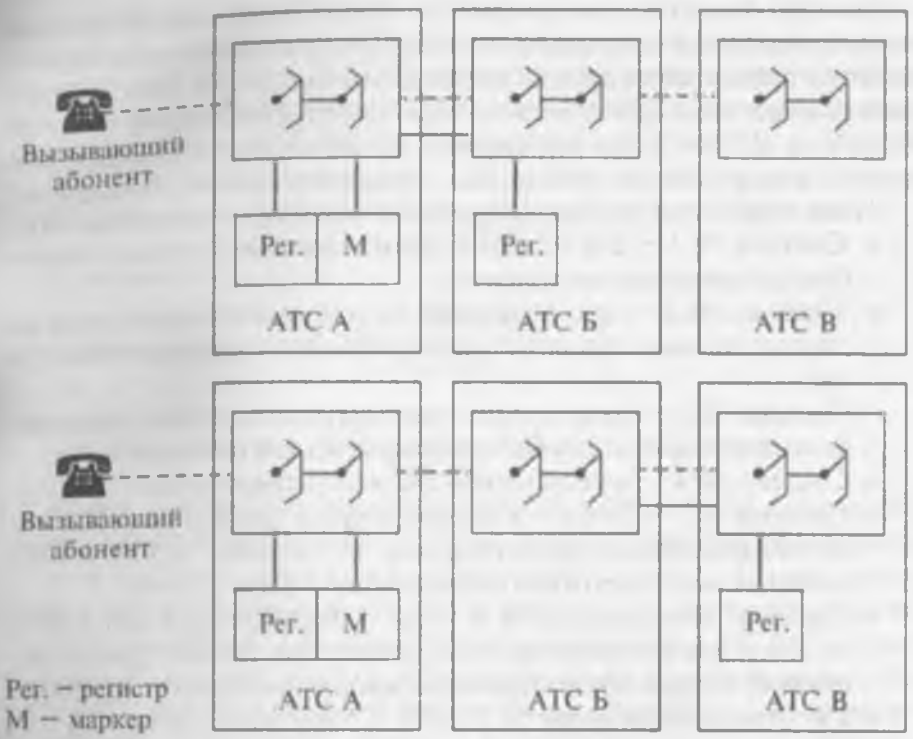


Рис. 3.15. **Сигнализация по методу из конца в конец от станции А к станции Б и от станции Б к станции В**

– ограниченные возможности передачи (например, невозможно передать сигналы на частоте разговорного спектра на стадии разговора, не вызывая неудобств у абонентов или без принятия специальных мер).

3.4. Стандартизация сигнализации

В начале своей работы МККТТ (ITU) сосредоточивался на спецификациях международных систем сигнализации, допуская развитие национальных систем сигнализации независимо друг от друга.

В качестве основного физического интерфейса ГТС используется цифровой стык со скоростью передачи 2.048 Мбит/с (рекомендации G.703, G.711), называемый E1. Основная система сигнализации – 2 выделенных сигнальных канала в КИ16 с разделенными пучками исходящих и входящих междугородных СЛ.

На СТС более предпочтителен стык ИКМ 2.048 Мбит/с, но этот стык используется для универсальных СЛ двустороннего действия, а потому применяется другой протокол сигнализации. На СТС широко используются другие виды аппаратуры передачи ИКМ-15 (1,024 Мбит/с) и ИКМ-12. Все эти системы являются сугубо специфическими и практически не совместимы с международными стандартами.

PDF Compressor Free Version

Ниже приводятся системы сигнализации, стандартизированные ITU:

- Система № 1 – для международных каналов с ручным способом установления соединений.
- Система № 2 – для поддержки полуавтоматической связи по двухпроводным линиям с использованием сигналов 600 и 750 Гц.
- Система № 3 – одночастотная система сигнализации, для полуавтоматического и автоматического режимов работы.
- Система № 4 – двухчастотная система сигнализации.
- Система № 5 – 1964 г.– в первую очередь создана для обработки межконтинентальной нагрузки. Ее аналогом в РУз и СНГ является многочастотная сигнализация в коде «2 из 6».
- Система сигнализации № 6 (SS6) – разработана в конце 60-х гг. XX в. для использования на аналоговых линиях преимущественно в целях обслуживания межконтинентального трафика.
- Система сигнализации № 7 (SS7) – появилась в конце 70-х гг. XX в. и предназначена для использования как в цифровых (каналы со скоростью передачи 64 кбит/с), так и в аналоговых национальных и международных сетях.

3.5. Многочастотная (регистровая) сигнализация

Регистровая сигнализация используется для передачи адресной информации, а также дополнительной информации о вызываемом и вызывающем абонентах. Многочастотная регистровая сигнализация состоит из адресных сигналов, передаваемых кодом «2 из 6». Последовательность сигналов, передаваемых в прямом направлении, может содержать информацию о номере вызываемого абонента, категорию и идентификацию вызывающего абонента, а также другую информацию, необходимую для установления соединения. Сигналы, передаваемые в обратном направлении, могут служить для подтверждения и разделения информационных сигналов и статуса вызова.

Каждая комбинация многочастотного кода состоит из двух или более элементарных сигналов, имеющих разные частоты. Чаще всего используются многочастотные коды вида «N из M», в которых для

формирования элементарных сигналов используются М определенных частот, а для формирования каждой кодовой комбинации используются N из них. В АТСК применяются коды «2 из 5» и «2 из 6». Возможное количество кодовых комбинаций в многочастотных кодах такого типа определяется количеством сочетаний

$$C_m^n = \frac{m!}{n!(m-n)!}.$$

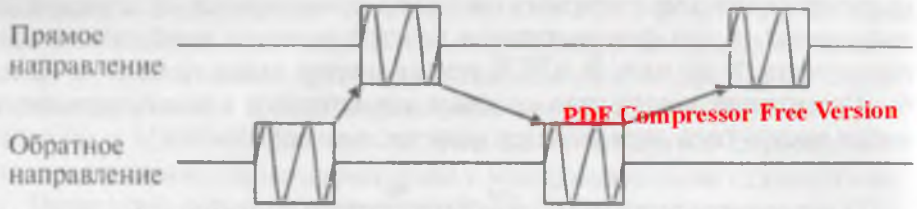
В частности:

для кода «2 из 5» $C_5^2 = \frac{5!}{2!(5-2)!} = 10$

для кода «2 из 6» $C_6^2 = \frac{6!}{2!(6-2)!} = 15$

Любая кодовая комбинация содержит одно и то же количество частот, что улучшает помехоустойчивость кода. Многочастотные коды «2 из 5» и «2 из 6» относятся к самопроверяющимся, т.к. они позволяют с помощью несложной схемы выявить на приемной стороне ошибки, возникшие при передаче (отсутствие одной из частот, присутствие более двух частот). При необходимости можно запросить повторную передачу комбинации, принятой с ошибкой. Это позволяет повысить достоверность передачи. В многочастотном коде используются частоты разговорного спектра, и потому этот код пригоден для передачи сигналов по уплотненным линиям. В качестве сигнальных используются частоты $f_0 = 700$, $f_1 = 900$, $f_2 = 1100$, $f_4 = 1300$, $f_7 = 1500$, $f_{11} = 1700$ Гц (индексы О, 1, 2, 4, 7 и 11 подобраны так, чтобы их сумма в каждой комбинации давала ту цифру, которую эта комбинация обозначает; исключение составляет только цифра 0).

Показанная на рис. 3.16 передача кодовых комбинаций методом «импульсный челнок» напоминает прямые и обратные движения ткацкого челнока и происходит следующим образом. Вызывающее устройство (например, регистр) подключается к вызываемому устройству (например, к маркеру) и сигнализирует о своей готовности передать информацию. Маркер посылает сигнал запроса, и в ответ на него регистр передает некоторую часть информации. Затем от маркера вновь поступает сигнал запроса (или сигнал подтверждения приема), регистр передает следующую порцию информации и т. д. Передав всю информацию, регистр освобождается. При таком способе повышается достоверность передачи информации, но возрастает и время ее передачи. Метод «импульсный челнок» применяется в сетях сложной струк-



PDF Compressor Free Version

Рис. 3.16. **Регистровая сигнализация «импульсный челнок»**

туры. Он позволяет по-разному передавать информацию, накопленную в регистре. В зависимости от вида запроса, регистр может передать первую или следующую цифру номера, повторно передать цифру, а также перейти от одного способа передачи сигналов к другому.

Как видно на рис. 3.16, обмен сигналами начинается с сигнала обратного направления. Почти на каждый сигнал обратного направления следует ответный сигнал прямого направления. Длительность сигнала составляет 45 ± 5 мс. Интервал между приемом и передачей – не менее 60 мс. Время ожидания очередного сигнала на входящей АТС составляет 200– 250 мс, на исходящей – 3,5–4 с.

Кроме метода «импульсный челнок» для передачи регистровых сигналов используются также методы «импульсный пакет» и «безинтервальный импульсный пакет». Они применяются тогда, когда необходимо передавать накопленную информацию с более высокой скоростью, что обычно требуется при взаимодействии местной АТС с АМТС.

При передаче сигналов методом «импульсный пакет» накопленные кодовые комбинации передаются по одной команде подряд одна за другой с интервалами, необходимыми для того, чтобы приемное устройство успевало перестроиться на прием очередной комбинации. В процессе обмена сигналами используются следующие выдержки времени: 71 = 50 ± 5 мс – длительность передаваемых в пакете импульсов и пауз между ними; Т2 = 10 с – время ожидания.

В табл. 3.7 приведены сигналы, передаваемые от АМТС при методе «импульсный пакет». В табл. 3.8 приведены типы вызовов и состав импульсных пакетов.

Надо отметить, что сигнализация «импульсный пакет» в настоящее время не используется на сети Республики Узбекистан, в отличие от стран СНГ.

Для примера рассмотрим использование метода «безинтервальный импульсный пакет» в процедуре автоматического определения номера вызывающего абонента (АОН). Этот метод предусматривает передачу кодовых комбинаций без интервалов между ними, что значительно

Таблица 3.7

Сигналы, передаваемые от АМТС при методе «импульсный пакет»

	Частотный сигнал, Гц	Значение	Примечание
1	700÷1100	Запрос передачи информации	Длительность 70—100 мс. Время распознавания 30 мс
2	700÷1700	Номер принят правильно	
3	1100÷1300 номер	Принят неправильно	

Таблица 3.8

Типы вызовов и состав импульсных пакетов

	Типы вызовов	Состав импульсных пакетов
1	Междугородний вызов	ABC abc xxxx Ka def xxxx «11» (19 цифр)
2	Внутризоновый вызов	«2» abc xxxx Ka def xxxx «11» (17 цифр)
3	Международный вызов	«1» «0» n1...ni Ka def xxxx «11» (19-26 цифр)
4	Вызов международного коммутатора	«1» «9» L Ka def xxxx «11» (12 цифр)
5	Вызов международного коммутатора с идентификацией номера вызывающего абонента	«1» S Ka def xxxx «11» (11 цифр)
6	Вызов международного коммутатора без идентификации номера вызывающего абонента	«1» S «11» (3 цифры)

уменьшает время передачи. Разделение кодовых комбинаций на приемной стороне основано на обнаружении изменения составляющих их частот. Если в передаваемой последовательности цифр две или несколько цифр подряд одинаковы, то все четные из одинаковых цифр заменяются сигналом *«Повторение»*. Например, если требуется передать номер 55433336, то вместо второй из двух идущих подряд «пятерок», как и вместо второй и четвертой из четырех идущих подряд «троек», будет передан сигнал *«Повторение»*. Если обозначить этот сигнал символом x, то номер 55433336 будет передан как 5x43x3x6.

Любая АТС телефонной сети общего пользования, во-первых, должна «уметь» определять категорию и номер включенного в нее

телефона вызывающего абонента, чтобы иметь возможность передать эту информацию по запросу вызванной стороны, и, во-вторых, должна «уметь» запрашивать и принимать такую информацию от встречной станции. АМТС или другая станция (узел), например, где установ-
PDF Compressor Free Version
служб (УСС) или ступень распределения вызовов (СРВ), запрашивает данные о категории и номере абонента с целью начисления платы за услугу, а также для определения права абонента пользоваться этой услугой. АТС может запрашивать информацию АОН и в случае, если абонентом, к которому поступил злонамеренный вызов, заказана услуга определения источника такого вызова.

На АТС предусматривается возможность приема запроса и передачи информации АОН на разных этапах установления соединения, а именно:

- после занятия соединительной линии (в случае вызовов к АМТС);
- при ожидании ответа;
- при ответе вызываемого абонента;
- во время разговора.

Передача информации АОН должна производиться при приеме запроса – сигнала «Ответ», сопровождаемого частотным сигналом 500 Гц. Запрос может поступать многократно в любой фазе соединения. Каждый запрос, начиная со второго, предваряется сигналом «Снятие ответа», по которому соединение переводится в предответное состояние.

Сигнал 500 Гц может поступить на АТС через 10–400 мс после сигнала «Ответ». Минимальное время между двумя запросами составляет 0,3 + 0,05 с; максимальное время фактически не ограничено, однако, при связи с АМТС оно не превышает 1,2 + 0,1 с. Максимальное количество запросов при вызове АМТС – не более трех (АМТС повторяет запрос после неудачной попытки определения номера), при вызове местной АТС – не более двух, при вызовах справочно-информационных, заказных и экстренных служб – не ограничено.

Цикл передаваемой информации должен содержать одну цифру категории и семь цифр номера вызывающего абонента, а также один знак, отмечающий начало (конец) информации. В одном «безинтервальном пакете» (т.н. «кодограмме АОН»), должно содержаться не менее 13 знаков.

Порядок следования цифр в «безинтервальном пакете» должен быть следующим:

- начало передачи (комбинация 13);
- цифра категории абонента;
- цифра единиц номера;

- цифра десятков номера;
- цифра сотен номера;
- цифра тысяч номера;
- цифра десятков тысяч (третья цифра индекса станции);
- цифра сотен тысяч (вторая цифра индекса станции);
- цифра миллионов (первая цифра индекса станции);
- начало передачи (комбинация 13).

Независимо от нумерации в местной телефонной сети (5-ти, 6-значная) АТС должна всегда передавать информацию АОН в виде семизначного за нового номера. Цифрами, дополняющими номер станции до семизначного, могут быть 2 или 0 или индекс системной сети «ab». Таким образом, информация АОН, передаваемая способом «безинтервальный пакет», представляет собой последовательность двухчастотных комбинаций кода «2 из 6», без пауз между ними. Длительность передачи каждой комбинации равна 40 + 1 мс. Соответствие передаваемых частот и информации АОН представлено в табл. 3.9.

Таблица 3.10

Сигнализация «безинтервальный пакет»

№ сигнала	Комбинация частот (Гц)	Информация
1	700 и 900	цифра «1»
2	700 и 1100	цифра «2»
3	900 и 1100	цифра «3»
4	700 и 1300	цифра «4»
5	900 и 1300	цифра «5»
6	1100 и 1300	цифра «6»
7	700 и 1500	цифра «7»
8	900 и 1500	цифра «8»
9	1100 и 1500	цифра «9»
10	1300 и 1500	цифра «0»
13	1100 и 1700	Начало
14	1300 и 1700	Повторение

В начале раздела отмечались недостатки декадного набора и преимущества многочастотной сигнализации, однако и она не лишена целого ряда недостатков. Помимо присущих любой внутриполосной

сигнализации ограничений информационного содержания сигналов, быстродействия и помехоустойчивости, она не исключает возможность имитации пользователем частотных сигналов, что может обмануть оператора или нарушить работу сети. Это же справедливо и в отношении АОН.

PDF Compressor Free Version

3.6. Межстанционная сигнализация по выделенным сигнальным каналам (1ВСК, 2ВСК,CAS)

Межстанционная сигнализация по выделенному каналу (CAS) использует три группы сигналов: акустические (информационные), линейные и управляющие.

Акустические сигналы предназначены для информирования абонентов о состоянии соединения. Это сигнал посылки вызова ПВ (25 Гц), разные тональные сигналы и стандартные фразы автоинформатора (*«неправильно набран номер»*, *«аппарат отключен»* и т.д.). Из тональных сигналов в большинстве случаев используются только сигналы частоты 425 Гц с разными временными параметрами: *«готовность (ответ) станции»*, *«занято»* и сигнал *«контроль посылки вызова»*.

Линейные сигналы передаются по соединительным линиям ЗСЛ, СЛМ, междугородным каналам и предназначены для фиксации и активации основных этапов соединения.

В прямом направлении передаются сигналы: занятие, разъединение, отбой абонента А (только по СЛ и ЗСЛ), автоматический вызов (только по СЛМ), повторный вызов (только по СЛМ и междугородным каналам).

К сигналам обратного направления относятся: контроль исходного состояния (СЛ, СЛМ, ЗСЛ), блокировка, освобождение, занято, абонент свободен (только по СЛМ), ответ абонента В, отбой абонента В, запрос АОН (только по СЛ и ЗСЛ), снятие запроса АОН (только по СЛ и ЗСЛ).

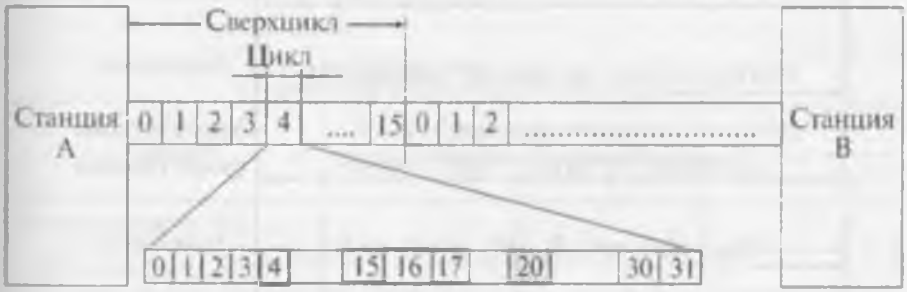
Передача линейных сигналов по аналоговым абонентским линиям осуществляется путем замыкания или размыкания шлейфа – от вызывающего абонента А (сигналы *«занятие»* и *«отбой»*), а от вызванного – (*«ответ»* и *«отбой»*).

Управляющие сигналы переносят адресную и сопутствующую информацию в процессе управления установлением соединения. Они передаются от абонентских терминалов в управляющие устройства станции и между управляющими устройствами резных станций. По абонентской линии передаются только набранные цифры номера або-

нента В, а при использовании двухтоновой многочастотной сигнализации DTMF дополнительные сигналы, соответствующие кнопкам «решетка» и «звездочка». Состав сигналов, передаваемых по СЛ, ЗСЛ, СЛМ и междугородным каналам зависит от способа сигнализации, соответствующего типу оборудования взаимодействующих станций.

В случае CAS линейные сигналы передаются по каналу сигнализации, который жестко назначен речевому каналу (рис. 3.17). В тракте ИКМ таким каналом является 16 канал системы. Емкость этого сигнального канала выделена для целей сигнализации речевых каналов системы передачи.

Выделение канала сигнализации в методе CAS осуществляется по принципу, приведенному на рис. 3.17. Для каждого цикла в 8-ми битах 16 канала осуществляется передача сигнализации для двух речевых каналов одновременно (первые 4-е бита 0 – 3 считаются сигнальным каналом для первых 16-ти речевых каналов, а другие 4 бита 4 – 7 считаются сигнальным каналом для речевых каналов 17 – 31). Через 16 циклов распределение сигнализации повторяется. Биты 2, 3, 6, 7 всегда заполняются балластом вида 01 и никакой информа-



№№ бит 16 канала		0 1 2 3	4 5 6 7
Номер цикла в сверхцикле	1	Телефонный канал 1	Телефонный канал 17
	2	Телефонный канал 2	Телефонный канал 18
	3	Телефонный канал 3	Телефонный канал 19
	4	Телефонный канал 4	Телефонный канал 20
	⋮	⋮	⋮
	15	Телефонный канал 15	Телефонный канал 31

Рис. 3.17. **Выделение канала сигнализации в методе CAS для тракта ИКМ30**

ции не несут. Информационными считаются биты 0, 1, 4, 5. В зависимости от вида линейного сигнала и направления передачи информационные биты заполняются следующим образом:

Для прямого направления – свободный канал – 00 (биты 0, 1 или биты 4, 5);

PDF Compressor Free Version

– отбой абонента А – биты 00;

– разъединение – биты 10.

Для обратного направления – подтверждение занятия – 11;

– ответ абонента «В» – 01;

– отбой абонента «В» – 11;

– разъединение – 11.

На рис. 3.18 представлен пример передачи линейных сигналов между двумя АТСЭ в системе CAS. Примером сигнализации CAS, стандартизированной ITU являются сигнализации R1, R2.

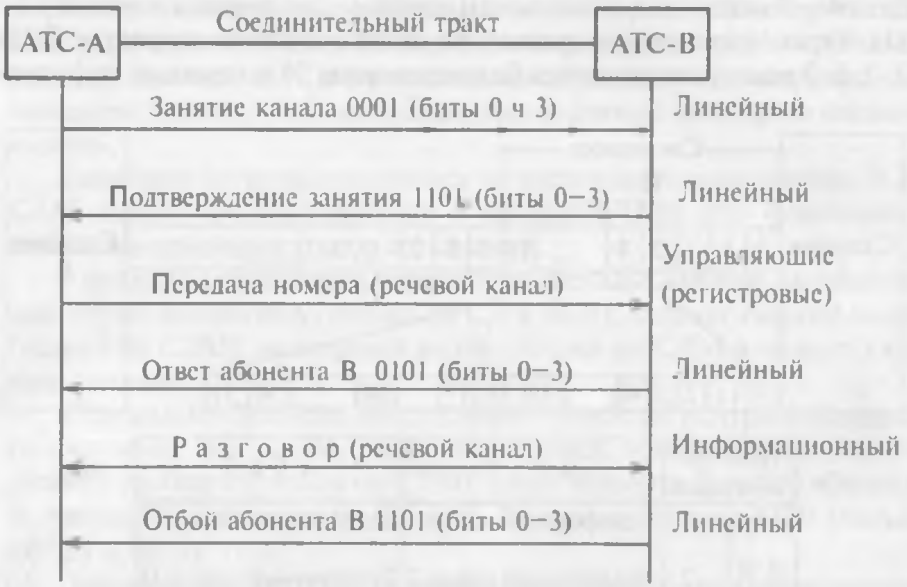


Рис. 3.18. **Пример передачи линейных сигналов в CAS ИКМ30**

3.6. 1. Система сигнализации R1

Протокол сигнализации R1, являющийся первым региональным стандартом ITU-T и первоначально ориентированный на Северную Америку, использует многочастотную регистровую сигнализацию с кодом «2 из 6» и внутриполосную линейную сигнализацию. R1 явля-

ется системой сигнализации «от звена к звену» и обладает более высокой скоростью передачи сигнальной информации, чем у системы R2, однако информационные возможности у R1 несколько ниже, так как каждая комбинация частот имеет только одно значение.

Линейная сигнализация в системе R1 по аналоговым и цифровым каналам осуществляется по-разному. Цифровой вариант системы R1 предназначен для использования в цифровом тракте 1544 кбит/с (система ИКМ-24, рекомендация G.733). Линейная сигнализация осуществляется по двум выделенным сигнальным каналам, для чего используется восьмой бит каждого канала 1 раз в шесть циклов.

Для регистровой сигнализации R1 использует шесть частот (700, 900, 1100, 1300, 1500 и 1700 Гц) для передачи в прямом направлении адресной информации кодом «2 из 6». Регистровые сигналы передаются в виде импульсов, состоящих из комбинации двух частот, и пауз между импульсами. Сигнальный код регистровой сигнализации подобен коду для системы № 5 и приведен в табл. 3.10. Длительность сигнала начала набора КР равна 100 ± 10 мс. Все другие сигналы имеют длительность 68 ± 7 мс. Интервал между сигналами должен составлять 68 ± 7 мс.

Таблица 3.10

Регистровые сигналы R1

Сигнал	Сигнальные частоты (Гц) 1,5 %					
	700	900	1100	1300	1500	1700
Начало набора P1		–	–			–
Начало набора P2				–		–
Цифра 1	–	–				
Цифра 2	–		–			
Цифра 3		–	–			
Цифра 4	–			–		
Цифра 5		–		–		
Цифра 6			–	–		
Цифра 7	–				–	
Цифра 8		–			–	
Цифра 9			–		–	
Цифра 10				–	–	

Окончание таблицы 3.10

Код 11	–					–
Код 12		–				–
Конец набора ST					–	–
Прием монеты	–		–			
Возврат монеты			–			–
Контроль посылки вызова (таксофон)	–					–

PDF Compressor Free Version

3.6.2. Система сигнализации R2

Протокол сигнализации R2 в настоящее время используется во многих европейских, латиноамериканских и развивающихся странах для национальных и международных соединительных линий.

Линейная сигнализация R2 существует в двух совершенно различных модификациях: аналоговая версия линейной сигнализации R2 и цифровая R2D. В аналоговом варианте передача линейных сигналов осуществляется с применением тональных сигналов вне полосы разговорных частот в системах уплотнения с частотным разделением каналов (ЧРК) на частоте 3825 Гц. В цифровом варианте для линейной сигнализации предусмотрены выделенные сигнальные каналы цифрового тракта со скоростью 2048 кбит/с (ИКМ-30, рекомендация G.732).

В аналоговой версии R2 сигналы передаются методом «от звена к звену».

Рассмотрим цифровой вариант сигнализации R2. Разработан специальный цифровой вариант линейной сигнализации системы R2, предназначенный для использования в цифровых соединительных линиях с ИКМ. Версия R2D использует шестнадцатый временной интервал тракта 2,048 Мбит/с: восемь битов временного интервала обслуживают два телефонных канала; из битов a, b, c, d, обслуживающих канал, используются только первые два. В табл. 3.11 показан сигнальный код R2D.

В цифровом варианте линейной сигнализации системы R2D в нормальных условиях работы выделенный сигнальный канал a_f отражает состояние вызывающего абонента А и отмечает рабочее состояние коммутационного оборудования исходящей АТС. Канал b_f обеспечивает обнаружение повреждения в прямом направлении. Канал ab отмечает состояние вызываемого абонента Б. Канал b_b характеризует

Таблица 3. 11

Коды линейных сигналов системы R2D (цифровой)

Состояние линии	Сигнальный код в 16-м временном канале			
	Прямое направление		Обратное направление	
	a_f	b_f	a_b	b_b
Контроль исходного состояния	1	0	1	0
Занятие	0	0	1	0
Подтверждение занятия	0	0	1	1
Ответ	0	0	0	1
Отбой	0	0	1	1
Разъединение	1	0	0 или 1	1
Подтверждение разъединения	1	0	1	0
Блокировка	1	0	1	1

состояние коммутационного оборудования входящей АТС, т.е. находится ли оно в рабочем состоянии или в состоянии занятия.

В исходном состоянии в прямом и обратном направлениях посылаются сигналы 10, т.е.: $a_f = a_b = 1$; $b_f = b_b = 0$. При появлении исходящего вызова, т.е. при занятии, состояние af меняется с 1 на 0. После распознавания сигнала занятия на стороне входящей АТС посылается в обратном направлении сигнал $a_f = 1$; $a_b = 1$ в качестве подтверждения занятия. При ответе вызываемого абонента направляется сигнал $a_b = 0$.

Когда вызываемый абонент кладет трубку, со стороны входящей АТС передается сигнал $a_b = 1$ и $b_b = 1$. Распознавание сигнала отбоя на стороне исходящей АТС или необходимость разъединения абонента приводит к передаче в канал сигнала $a_f = 1$; $b_f = 0$. Когда разъединение полностью выполнено, и произошло полное освобождение коммутационного оборудования на входящей АТС, устанавливается состояния $a_b = 1$; $b_b = 0$. Это свидетельствует о переводе соединительной линии в исходное состояние и о готовности к обработке следующего вызова.

В качестве межрегистровой сигнализации R2 использует сквозную «из конца в конец» самопроверяющую сигнализацию двухчастотными посылками в коде «2 из 6»: 1140, 1020, 900, 780, 660 и 540 Гц для сигналов в обратном направлении и 1380, 1500, 1620, 1740, 1860 и 1980 Гц для сигналов в прямом направлении. Нужно заметить,

что частоты регистровых сигналов, используемых в R2, отличаются от рассмотренных систем № 5 и R1.

Сигналы в прямом направлении разделяются на две группы, называемые I и II. Сигнал будет иметь категорию I или II в соответствии с посылаемыми в обратном направлении сигналами от входящей АТС или транзитного узла. Переход значений из группы I в группу II осуществляется по сигналу А3 или А5 в обратном направлении. Возвращение значений сигналов в группу I возможно, только если переход в группу II осуществлялся по обратному сигналу А5. Если переход в группу II осуществлялся по обратному сигналу А3, то возвращение значений сигналов в группу I невозможно.

PDF Compressor Free Version

Сигналы прямого направления группы I приведены в табл. 3.12, а сигналы прямого направления группы II – в табл. 3.13.

Первые десять комбинаций в табл. 12, т.е. комбинации от 1–1 до 1–10, представляют собой цифры номера вызываемого абонента. В случае международной связи с помощью этих же сигналов может кодироваться код языка междугородной группы (1–1 означает французский язык; 1–2 – английский язык; 1–3 – немецкий язык; 1–4 – русский язык).

Значение сигнала 1–11 зависит от его расположения внутри последовательности. Если этот сигнал передается в качестве первого сигнала прямого направления, то он означает, что далее последует код страны, что соединение требует эхозаградителей и что должен быть включен исходящий полукомплект эхозаградителей. Если же сигналу 1–11 предшествует код языка, о котором было сказано выше, то он означает адрес рабочего места телефонистки входящей станции, и за ним всегда следует только сигнал 1–15 – окончание набора.

Аналогично использование сигнала 1–12, который в случае, если он является первым сигналом в последовательности адресных сигналов прямого направления, означает, что далее последует код страны, однако эхозаградители не требуются. В случае, если сигналу 1–12 предшествует код языка, то он означает доступ к телефонному оператору стола замедленного обслуживания на междугородной АТС.

Сигналы прямого направления группы II направляются в ответ на сигналы обратного направления А-3 или А-5 и дают информацию о том, используется ли международная связь или связь внутри страны.

Сигналы II-1 и II-9 означают, что вызов поступил по абонентской линии, имеющей определенный приоритет. Сигнал II-5 означает, что вызов поступил с рабочего места телефонного оператора, а II-6 и II-8 означают, что соединения будут использоваться для передачи данных. Редко используемый сигнал II-10 означает вызов от теле-

фонного оператора междугородной связи с возможностью вмешательства в разговор занятого абонента, и его использование подлежит двустороннему соглашению между администрациями связи.

Сигналы в обратном направлении также разделяются на две категории: сигналы А и сигналы В, приведенные в табл. 3.14 и 3.15, соответственно.

Таблица 3.12

Сигналы группы 1 прямого направления

Комбинация	Обозначение сигнала	Реальные значения частот (Гц)	Значение сигнала
1	1–1	1300+1500	Цифра 1
2	1–2	1300+1620	Цифра 2
3	1–3	1500+1620	Цифра 3
4	1–4	1300+1740	Цифра 4
5	1–5	1500+1740	Цифра 5
6	1–6	1620+1740	Цифра 6
7	1–7	1300+1860	Цифра 7
8	1–8	1500+1860	Цифра 8
9	1–9	1620+1860	Цифра 9
10	1–10	1740+1860	Цифра 0
11	1–11	1300+1980	Доступ к входящей телефонистке (код 11)
12	1–12	1500+1980	1. Доступ к телефонистке стола замедленного обслуживания (код 12) 2. Запрос не принимается
13	1–13	1620+1980	1. Доступ к испытательной аппаратуре (код 13) 2. Спутниковое звено не включено
14	1–14	1740+1980	1. Требуется исходящий полукомплект эхозаградителя 2.Спутниковое звено не включено
15	1–15	1860+1980	1. Сигнал окончания набора (код 15) 2.Конец процесса идентификации

Сигналы обратного направления группы А требуются для подтверждения сигналов прямого направления группы I и иногда – для подтверждения сигналов прямого направления группы II. Помимо этого, сигналы группы А передают следующую специальную информацию:

PDF Compressor Free Version

- сигнал передачи следующей цифры А-1 запрашивает передачу следующей цифры n + 1 после приема цифры n;
- сигнал А-2 запрашивает ранее переданную цифру n-1, т.е. предыдущую перед приемом цифры n;
- о сигнале А-3 уже было сказано ранее: он означает переход к приему сигналов в прямом направлении другой группы;
- сигнал А-4 означает либо перегрузку ступеней коммутации международной или междугородной станций, либо завершение таймаута в обмене сигналами, либо перегрузку внутри национальной сети.

Таким образом, каждая комбинация частот может иметь два, а иногда три различных значения. Для национальных применений имеется возможность добавить третьи группы для сигналов в прямом и обратном направлениях.

Таблица 3.13

Сигналы группы II прямого направления

Комбинация	Обозначение сигнала	Реальные значения частот (Гц)	Значение сигнала
1	II-1	1300+1500	Абонент без приоритета
2	II-2	1300+1620	Абонент с приоритетом
3	II-3	1500+1620	Оборудование с техническим обслуживанием
4	II-4	1300+1740	Резерв
5	II-5	1500+1740	Телефонистка
6	II-6	1620	Передача данных
7	II-7	1300+1860	Абонент (или телефонистка без возможности вмешательства)
8	II-8	1500+1860	Передача данных
9	II-9	1620+1860	Абонент с приоритетом

Окончание таблицы 3.13

10	II-10	1740+1860	Телефонистка с возможностью вмешательства
11	II-11	1300−1980	Резерв
12	II-12	1500+1980	
13	II-13	1620−1980	
14	II-14	1740+1980	
15	II-15	1860+1980	

Высокая достоверность, обеспечиваемая протоколом R2, связана с использованием кода «2 из 6», который сам по себе позволяет проверить, правильный ли сигнал был принят (как это имеет место и в R1). Кроме того, почти во всех ситуациях сигнал в прямом направлении поступает до тех пор, пока не будет получен соответствующий сигнал подтверждения в обратном направлении. Приемный регистр может запросить информацию у передающего регистра в любой момент во время передачи независимо от хронологического порядка. Так, например, любой передаваемый двухчастотный сигнальный код может быть многократно повторен по запросу от принимающей стороны.

Таблица 3. 14

Сигналы группы А обратного направления

Комбинация	Обозначение сигнала	Реальные значения частот (Гц)	Значение сигнала
1	A-1	1140+1020	Передайте следующую цифру (n+1)
2	A-2	1140+900	Передайте предпоследнюю цифру (n-1)
3	A-3	1020+900	Адрес полный; переход к приему сигналов группы В
4	A-4	1140+780	Адрес полный; переход к приему сигналов группы В
5	A-5	1020+780	Перегрузка на национальной сети
6	A-6	900+780	Передайте категорию вызывающего абонента
7	A-7	1140+660	Адрес полный; оплата; переход в состояние разговора

8	A-8	1020+660	Передайте вторую цифру от конца (n-2)
9	A-9	900+660	Передайте третью цифру от конца (n-3)
10	A-10	780+660	
11	A-11	1140+540	Резерв для национального использования
12	A-12	1020+540	Передайте индикатор кода страны
13	A-13	900+540	Передайте код языка
14	A-14	780+540	Передайте тип канала
15	A-15	660+540	Запрос информации по использованию эхозаградителя (требуется ли входящий полукомплект эхозаградителя)
			Перегрузка на международной станции или на ее выходе

PDF Compressor Free Version

Таблица 3.15

Сигналы группы B обратного направления

Комбинация	Обозначение сигнала	Реальные значения частот (Гц)	Значение сигнала
1	B-1	1140+1020	Резерв для национального использовани
2	B-2	1140+900	Передайте специальный информационный тональный сигнал
3	B-3	1020+900	Абонентская линия занята
4	B-4	1140+780	Перегрузка (встречающаяся после перехода от сигналов группы A к сигналам группы B)
5	B-5	1020+780	Несуществующий номер
6	B-6	900+780	Абонентская линия свободна (оплата)
7	B-7	1140+660	Абонентская линия свободна (без оплаты)
8	B-8	1020+660	Абонентская линия неисправна

9	B-9	900+660	Резерв для национального использования
10	B-10	780+660	
11	B-11	1140+540	
12	B-12	1020+540	
13	B-13	900+540	
14	B-14	780+540	
15	B-15	660+540	

Исходящая АТС посылает различные сигналы в прямом направлении, включая адресную информацию, код страны и индикацию эхокомпенсации, категорию вызывающего абонента и окончание посылки. Входящая или транзитная станция возвращает сигналы перегрузки, подтверждения принятия полного адреса, состояния вызываемой линии, а также сетевые сигналы.

Последующее действие системы определяется сигналами в обоих направлениях, создавая таким образом гибкую интерактивную сигнализацию.

Рассмотрим типовой обмен многочастотными сигналами. Передатчик на исходящей станции А посылает сигнал индикации первой передаваемой цифры. Регистр на дальнем конце декодирует сигнал и подтверждает его прием, давая команду передатчику послать в обратном направлении сигнал *«Передать следующую цифру»*. Этот обмен сигналами продолжается до тех пор, пока не будут переданы все цифры.

На этой стадии входящая станция Б, распознав, что приняты все цифры, сигнализирует станции А перейти к посылке второго набора сигналов (сигналы В). Получив этот сигнал, станция А передает категорию вызывающего абонента. Если это обычный пользователь, то специальной обработки не требуется, и станция Б определяет состояние вызываемой линии. Если линия свободна, в сторону станции А посылается соответствующий сигнал, по которому вызывающий абонент подключается к исходящей соединительной линии, а регистр освобождается. Если линия занята, на станцию А передается соответствующий сигнал, а от станции А возвращается тональный сигнал *«Занято»*.

То есть, система сигнализации взаимодействует с системой управления процедурами обслуживания вызовов, включая функции маршрутизации, автоматическое определение номера, управление тарификацией и разъединение соединения.

3.7. Система сигнализации ОКС7

3.7.1. Основные понятия ОКС7

PDF Compressor Free Version

Концепция общеканальной сигнализации проста – каналы для передачи голоса используются только после установления соединения. При этом обмен сигнальными сообщениями между управляющими устройствами коммутационных станций происходит по соединяющим их звеньям, а передачу речи осуществляют каналы передачи несигнальной информации.

Таким образом, основным принципом общеканальной сигнализации является полное отделение тракта сигнализации от разговорного тракта.

С помощью нескольких высокоскоростных каналов передачи сигнальных сообщений можно обслуживать большое число информационных каналов.

Система ОКС7 разработана для управления установлением соединения телефонных вызовов и услугами передачи неголосовой информации. По сравнению с предыдущими системами сигнализации, ОКС7 имеет следующие преимущества:

- скорость – время установления соединения в большинстве случаев не превышает 1 с;
- высокая производительность – каждое звено сигнализации способно одновременно обслужить несколько тысяч телефонных вызовов;
- экономичность – сокращается объем необходимого оборудования;
- надежность – использование альтернативной маршрутизации в сети сигнализации позволяет значительно повысить надежность базовой сети связи;
- гибкость – система передает любые данные и может использоваться для целей, отличных от телефонии.

Увеличение спроса на новые виды телекоммуникационных услуг в 80 гг. XX в. привело к разработке стандартов системы ОКС7, обеспечивающих требования практически всех типов сетей связи:

- телефонной сети общего пользования (Public Switched Telephone Network, PSTN);
- цифровой сети с интеграцией служб (ISDN);
- интеллектуальной сети (IN);
- сети наземной подвижной связи (Public Land Mobile Network, PLMN), например сети сотовой подвижной связи стандарта GSM (Global System for Mobile Communications).

3.7.2. Сеть сигнализации ОКС7

Сеть телекоммуникаций, обслуживаемая общим каналом сигнализации, состоит из множества узлов обработки информации и коммутации каналов, взаимосвязанных звеньями сигнализации . Чтобы организовать между ними связь с помощью ОКС7, каждый из этих узлов требует реализации необходимых «внутриузловых» характеристик ОКС7, делающих этот узел пунктом сигнализации в сети ОКС7. Кроме того, необходимо соединить эти пункты сигнализации так, чтобы между ними могли передаваться данные (информация) сигнализации. Это и осуществляют звенья сигнализации сети сигнализации № 7.

Комбинация пунктов сигнализации и звеньев сигнализации, соединяющих их, образуют сеть сигнализации № 7.

В противоположность сигнализации с коммутацией каналов, которая была стандартом практически до настоящего времени, в ОКС7 сигнальное сообщение посылается через отдельные звенья сигнализации. Одно сигнальное звено может передавать сигнальные сообщения для многих каналов.

Звенья сигнализации ОКС7 объединяют пункты сигнализации / Signaling Point (SP) в сеть связи сигнализации. Для идентификации каждого пункта сигнализации определяется уникальный код пункта сигнализации (Signaling Point Code, SPC). Пункты сигнализации и звенья сигнализации формируют независимую сеть сигнализации, которая как бы «накладывается» на сеть (речевых) каналов связи (см. рис. 3.19).

Пункт сигнализации, принимающий сообщения по одному звену сигнализации и затем передающий их по другому звену без обработки содержания, называется транзитным пунктом сигнализации (Signaling Transfer Point, STP).

Пункт сигнализации, генерирующий сигнальное сообщение, называется исходящим пунктом сигнализации (Originating Point). Пункт сигнализации, которому предназначено сообщение, называется пунктом назначения (Destination Point).

Всем пунктам сигнализации в сети сигнализации присваиваются коды, соответствующие определенной структуре соответствующего плана нумерации. Этими кодами пункты сигнализации могут быть непосредственно адресованы в сигнальном сообщении.

Звено сигнализации (Signaling Link, SL) служит для переноса сигнальных сообщений между двумя пунктами сигнализации и включает в себя оконечное оборудование и средства передачи (например,

PDF Compressor Free Version

Рис. 3.19. **Сеть связи с общим каналом сигнализации**

один временной интервал ИКМ). Несколько параллельных звеньев, соединяющих два пункта сигнализации, образуют пучок звеньев сигнализации (Signaling Link-Set, SLS). Между двумя пунктами сигнализации возможно использование более одного пучка звеньев сигнализации. Звенья сигнализации в пучке, имеющие одинаковые характеристики (например, одинаковый тип звена), образуют группу звеньев.

Два пункта SP, которые в структуре сети сигнализации непосредственно связаны друг с другом звеном сигнализации, считаются смежными пунктами сигнализации. Соответственно, два пункта сигнализации, не связанные друг с другом непосредственно звеном сигнализации, не являются смежными.

Режим сигнализации (Signaling Mode) определяется взаимосвязью между путем передачи сигнальных сообщений и путем передачи информации пользователя (речи или данных). В связанном режиме сигнализации (Associated Mode) пути передачи сигнальных сообщений и данных пользователя между двумя соседними пунктами сигнализации совпадают. При квази-связанном режиме (Quasi-Associated Mode) сигнальные сообщения, относящиеся к одной и той же сигнальной взаимосвязи (Signaling Association), передаются по двум или более пучкам звеньев сигнализации через один или несколько транзитных пунктов сигнализации. Пути передачи информации пользователя и сигнальных сообщений в этом случае не совпадают.

Сигнальным маршрутом (Signaling Route) называется заранее установленный путь прохождения сигнальных сообщений по сети сигнализации между исходящим пунктом и пунктом назначения. Маршрут состоит из исходящего пункта, нескольких STP (в некоторых

случаях они могут отсутствовать) и пункта назначения, соединенных звеньями сигнализации. Совокупность всех сигнальных маршрутов между исходящим пунктом и пунктом назначения, посредством которых сообщение передается в сети сигнализации, называется *пучком сигнальных маршрутов* (Signaling Route-Set) для данной сигнальной взаимосвязи.

3.7.3. Базовая функциональная модель ОКС7

Одна из проблем развития связи заключается в обеспечении совместимости средств связи от разных производителей. Для решения этой проблемы разработаны международные рекомендации и стандарты. Для описания функциональной архитектуры средств связи используется эталонная модель взаимодействия открытых систем ВОС, по-английски называемая моделью OSI (рис. 3.20).

Рис. 3.20. **Уровни модели OSI**

Эталонная модель имеет 7 уровней. Прикладной уровень – обеспечивает управление взаимодействием прикладных процессов. Уровень представлений – производит перекодировку сообщения, поступившего с седьмого уровня, в единое кодовое представление этого сообщения, принятого в сети связи. Сеансовый уровень – предназначен для открытия сеанса связи между удаленными процессами пользователя. Транспортный уровень – обеспечивает разделение сообщения на пакеты, которые имеют ограниченный размер. Сетевой уровень – производит выбор маршрута в сети с использованием специальных пакетов. Канальный уровень – формирует кадры из пакетов, поступающих с 3 уровня. Физический уровень – осуществляет побитовую передачу кадров по линии связи.

В данной модели более низкий уровень всегда предоставляет услуги более высокому уровню. Взаимодействие между разными уров-

нями осуществляется в рамках одной системы. Взаимодействие между одинаковыми уровнями означает взаимодействие между системами. Сообщения, используемые для взаимодействия, называются протоколами.

PDF Compressor Free Version

Протоколы уровней 4–7 – протоколы верхнего уровня. Протоколы уровней 1–3 – протоколы нижнего уровня.

Система ОКС7 разработана с учетом согласования с эталонной моделью OSI. Система ОКС7 также построена по многоуровнему принципу, но уровни модели ОКС не идентичны уровням эталонной модели OSI (рис. 3.21).

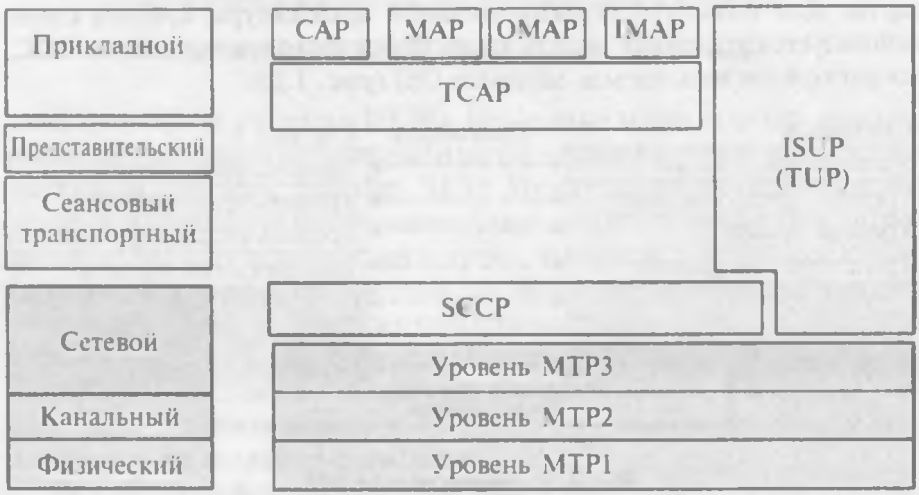


Рис. 3.21. **Архитектура стека протоколов ОКС7**

В целом функции сигнализации в ОКС7 распределены между следующими частями (рис. 3.22):

- подсистема передачи сообщений MTP (Message Transfer Part),
- специальные функциональные подсистемы пользователя User Part (UP).

Подсистема передачи сообщений предоставляет независимые от пользователя ресурсы для передачи сообщений между пользователями. Термин «пользователь» применяется здесь для всех функциональных устройств, которые используют передающие возможности подсистемы передачи сообщений.

Каждая подсистема пользователя окружена функциями, протоколами и кодами для сигнализации через ОКС7 для функционально-

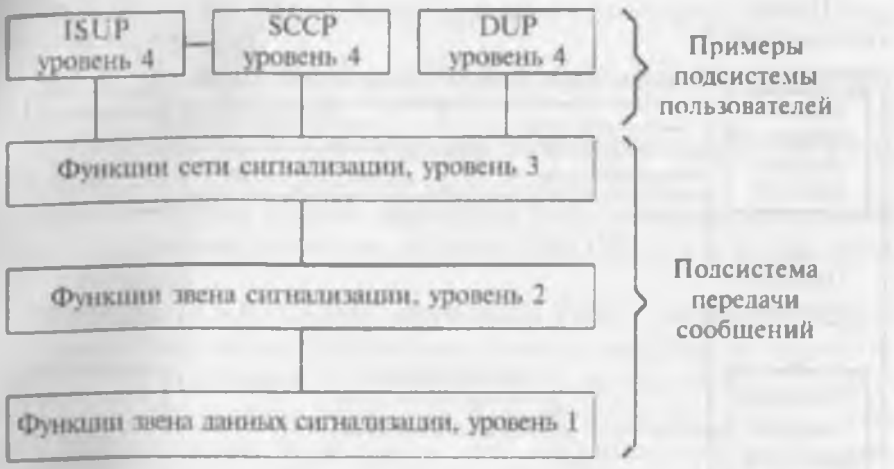


Рис. 3.22. **Функциональные уровни ОКС7**

го обеспечения специальных пользовательских типов (например, телефонии, передачи данных, ISDN UP).

Подсистемы пользователей управляют установкой соединений и использованием каналов, работой соответствующего оборудования, выполняют соответствующие административные и поддерживающие функции.

Функции подсистем пользователя ОКС7 и подсистемы передачи сообщений разделяются на 4 уровня. Уровни с 1 по 3 принадлежат подсистеме передачи сообщений, тогда как подсистемы пользователей формируют уровень 4.

Подсистема передачи сообщений обеспечивает надежную передачу сигнальной информации между различными подсистемами пользователя, являясь полностью независимой от содержания сообщений. Это означает, что сообщения передаются без ошибок (все искаженные сообщения должны быть исправлены до того, как они попадут в принимающую подсистему пользователя), в правильной последовательности без потерь и дублирования.

Подсистемы пользователя могут генерировать и анализировать сигнальные сообщения, используя MTP в качестве транспортной системы для передачи сигнальной информации к другим подсистемам пользователя (рис. 3.23).

Подсистема ISUP (Integrated Service User Part) пользователя ISDN – обеспечивает поддержку основного телефонного соединения и 22 видов ДВО в цифровой сети. Ранее для поддержки функций теле-

нями осуществляется в рамках одной системы. Взаимодействие между одинаковыми уровнями означает взаимодействие между системами. Сообщения, используемые для взаимодействия, называются протоколами.

PDF Compressor Free Version

Протоколы уровней 4–7 – протоколы верхнего уровня. Протоколы уровней 1–3 – протоколы нижнего уровня.

Система ОКС7 разработана с учетом согласования с эталонной моделью OSI. Система ОКС7 также построена по многоуровнему принципу, но уровни модели ОКС не идентичны уровням эталонной модели OSI (рис. 3.21).

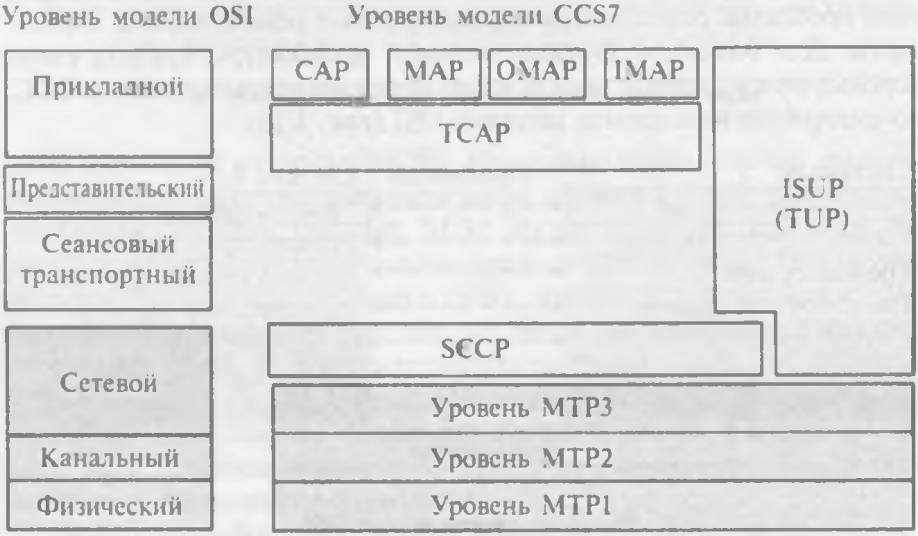


Рис. 3.21. **Архитектура стека протоколов ОКС7**

В целом функции сигнализации в ОКС7 распределены между следующими частями (рис. 3.22):

- подсистема передачи сообщений MTP (Message Transfer Part).
- специальные функциональные подсистемы пользователя User Part (UP).

Подсистема передачи сообщений предоставляет независимые от пользователя ресурсы для передачи сообщений между пользователями. Термин «пользователь» применяется здесь для всех функциональных устройств, которые используют передающие возможности подсистемы передачи сообщений.

Каждая подсистема пользователя окружена функциями, протоколами и кодами для сигнализации через ОКС7 для функционально-

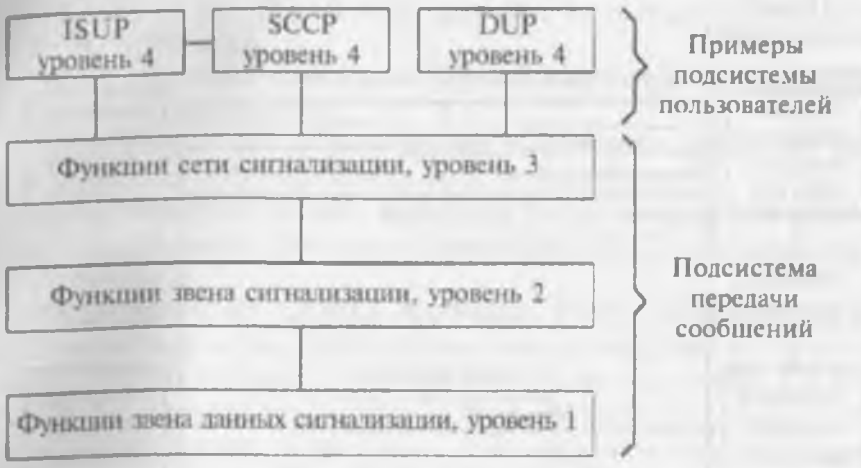


Рис. 3.22. **Функциональные уровни ОКС7**

го обеспечения специальных пользовательских типов (например, телефонии, передачи данных, ISDN UP).

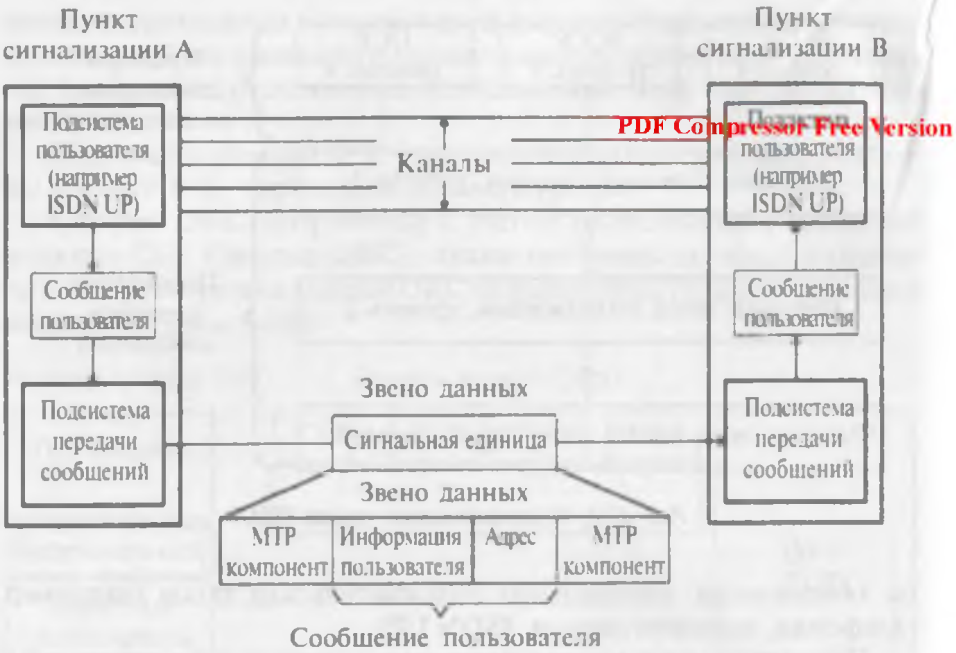
Подсистемы пользователей управляют установкой соединений и использованием каналов, работой соответствующего оборудования, выполняют соответствующие административные и поддерживающие функции.

Функции подсистем пользователя ОКС7 и подсистемы передачи сообщений разделяются на 4 уровня. Уровни с 1 по 3 принадлежат подсистеме передачи сообщений, тогда как подсистемы пользователей формируют уровень 4.

Подсистема передачи сообщений обеспечивает надежную передачу сигнальной информации между различными подсистемами пользователя, являясь полностью независимой от содержания сообщений. Это означает, что сообщения передаются без ошибок (все искаженные сообщения должны быть исправлены до того, как они попадут в принимающую подсистему пользователя), в правильной последовательности без потерь и дублирования.

Подсистемы пользователя могут генерировать и анализировать сигнальные сообщения, используя MTP в качестве транспортной системы для передачи сигнальной информации к другим подсистемам пользователя (рис. 3.23).

Подсистема ISUP (Integrated Service User Part) пользователя ISDN – обеспечивает поддержку основного телефонного соединения и 22 видов ДВО в цифровой сети. Ранее для поддержки функций теле-



PDF Compressor Free Version

Рис. 3.23. **Обмен сообщениями между двумя пунктами сигнализации с ОКС7**

фонного соединения использовался специальный протокол TUP (Telephone User Part).

Подсистема SCCP (Signaling Connection Control Part) – управления сигнальными сообщениями – дополняет функциональные возможности MTP3 и обеспечивает управление передачей сигнальных сообщений в сети ОКС7, имеющей пункты переприема (транзита), и при взаимодействии ОКС различных сетей (ТфОП-сеть сотовой подвижной связи). Возможности подсистемы MTP ограничены передачей сигнальных сообщений к сетевым узлам и использованием 4-битного поля индикатора услуги SI для распределения сообщений в пункте сигнализации. Подсистема SCCP позволяет осуществлять адресацию сообщений на основе поля кода пункта назначения DPC и номеров подсистем (Subsystem Numbers, SSN).

Подсистема TCAP (Transaction Capability Application Part) – возможностей транзакций – является прикладным протоколом, обеспечивающим интерфейс необходимого протокола пользователя и его взаимодействие с SCCP. Под транзакцией понимается полное выполнение операции, например обмен запросами и ответами между двумя

пользователями ТС. Подуровень транзакций отвечает за управление подобным процессом.

Подсистема INAP (Intellegent Network Application Part) пользователя интеллектуальной сети.

Подсистема OMAP (Operation and Maintenance Application Part) – пользователя сети управления и техэксплуатации.

Подсистема MAP (Mobile Application Part) пользователя сотовой сети – обеспечивает функции и процедуры ОКС7 в сотовых сетях стандарта GSM.

Подсистема CAP (CAMEL Application Part) – пользователя услуг IN в сотовых сетях. Обеспечивает взаимодействие интеллектуальных сетей и сотовых сетей GSM на основе протокола CAMEL (Customized Applications for Mobile Network Enhanced Logic – протокол расширенной логики услуг для пользователей мобильных сетей).

DUP (Data User Part) – подсистема пользователя данных.

3.7.4. Функции подсистемы передачи сообщений (MTP)

Уровень1 – уровень звена передачи данных сигнализации *(физический уровень)* определяет физические, электрические и функциональные характеристики звена данных сигнализации и средства доступа к нему. Уровень 1 представляет носитель для звена сигнализации. Соединяет контроллер ОКС7 1-й станции с контроллером ОКС7 2-й станции.

В цифровой среде со скоростью передачи 2048 кбит/с в качестве стандартного звена данных рекомендуется использовать цифровые каналы 64 Кбит/с. При этом в качестве стандартного временного интервала рекомендуется использовать 16-ый временной интервал. В цифровой среде со скоростью передачи 8448 кбит/с в качестве стандартных временных интервалов рекомендуется использовать 67 – 70 временные интервалы в порядке убывания приоритетов. При недоступности указанных временных интервалов могут использоваться любые другие. Могут быть также использованы другие типы звеньев данных (например – аналоговые). Аналоговые каналы (предпочтительно – с битовой скоростью 4,8 Кбит/с) могут использоваться как звенья данных сигнализации через модемы. Звенья данных сигнализации могут быть доступны с помощью функций переключения, обеспечивающих возможность автоматической реконфигурации звеньев сигнализации. Более детально звенья данных определены в Рекомендации Q.702.

Уровень 2: уровень звена сигнализации определяет функции и процедуры для правильного обмена пользовательскими сообщениями через звено сигнализации. Уровень 2 функционирует вместе со звеном данных сигнализации уровня 1, как доставщиком информации, и обеспечивает звено сигнализации поддержкой для надежной передачи сообщений сигнализации между двумя пунктами. Функции 2 уровня:

PDF Compressor Free Version

- выделение сигнальных единиц;
- выравнивание сигнальных единиц;
- обнаружение ошибок в сигнальных единицах;
- исправление ошибок;
- начальное выравнивание (фазирование);
- наблюдение за уровнем ошибок в канале;
- контроль потока (защита от перегрузок).

Рассмотрим прохождение данных внутри уровня 2 как показано на рис. 3.24.

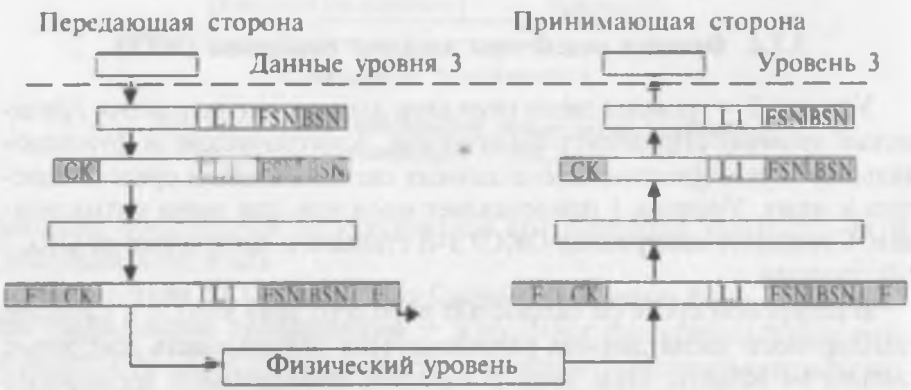


Рис. 3.24. **Прохождение сигнальных данных по уровню 2**

На передающей стороне к поступающим данным от уровня 3:

1) добавляются поля FSN, BSN, LI;

2) производится кодирование избыточным циклическим кодом. вычисляются проверочные разряды:

3) вставка битов «0» (метод стаффинга);

4) добавление флагов;

5. отправка данных к 1 уровню.

На приемной стороне от уровня 1:

1) обнаружение и удаление флагов;

2) удаление вставленных битов и подсчет байтов;

3) обнаружение ошибок с использованием циклического кода;
4) проверка FSN, BSN,LI;
5) отправка данных к 3 уровню.

Разделение и выравнивание сигнальных единиц

– флаг «01111110»
– метод стаффинга. Если в сигнальной единице встречаются пять последовательных «1», то после них в передающем терминале вставляется «0», а в принимающем «0» отбрасывается. Т.е. на передаче всегда после пяти «1» вставка «0», на приеме всегда после пяти «1» удаляют «0». Этот метод не дает появляться паразитным флагам

Передача данных	0111111010 →	0011111010
Вставка 0	01Q11111010	00Q11111010
Прием данных	01Q11111010	00Q11111010
Удаление 0	0111111010	0011111010

– выравнивание. Проверка длины сообщения – после удаления служебных «0» сигнальные единицы должны содержать целое число байтов. Длина сообщения должна быть не менее 6 байтов и не более 272 +7 байтов.

Уровень 3: уровень сети сигнализации определяет взаимодействие отдельных звеньев сигнализации. Выполняются функции маршрутизации сигнальных сообщений и управления сетью сигнализации.

Процессы 3-го уровня образуют две функциональные области:

– область функций управления сообщением сигнализации, т. е., доставку сообщений в определенное звено сигнализации или к соответствующей подсистеме пользователя;
– область функций управления сетью сигнализации. Это функции, которые на основе предопределенных данных и информации о состоянии сети сигнализации управляют маршрутизацией текущего сообщения и конфигурацией средств сети сигнализации, т. е. осуществляют управление, например, трафиком сообщений, методом резервирования звеньев сигнализации, если отказ обнаружен, и осуществляют возврат к нормальной работе после устранения отказа.

В случае изменений в состоянии элементов сети, они управляют реконфигурацией и другими действиями для сохранения или восстановления возможности нормальной передачи сообщения. Более детально функции сети сигнализации определены в Рекомендации Q.704.

Различные функции уровня 3 взаимодействуют с другими функциями, с функциями других уровней и с соответствующими функци-

ями других пунктов сигнализации. Функции сети сигнализации (MTP3):

1) маршрутизация сообщений;
2) распознавание и распределение сообщен
3) управление звеном сигнализации;
4) управление сигнальными маршрутами;
5) управление сигнальным трафиком;
6) функция тестирования и техобслуживания.

PDF Compressor Free Version

3.7.5. Signaling Unit SU – сигнальные единицы

Сигнальная информация передается между пунктами сигнализации в виде сообщений переменной длины, называемых сигнальными единицами.

Существуют 3 типа сигнальных единиц:

- значащая сигнальная единица MSU (Message Signal Unit), которая используется для передачи информации, формируемой подсистемами пользователей или SCCP;
- сигнальная единица состояния звена LSSU (Link Status Signal Unit), которая используется для контроля состояния звена сигнализации;
- заполняющая сигнальная единица FISU (Full-in Signal Unit), которая используется для обеспечения фазирования звена при отсутствии сигнального трафика.

Значащие сигнальные единицы повторяются в случае ошибки, сигнальные единицы состояния звена и заполняющие сигнальные единицы не повторяются.

Тип сигнальной единицы идентифицируется индикатором длины (LI), следующим образом:

LI = 0 заполняющая сигнальная единица FISU;

LI = 1 или 2 сигнальная единица состояния звена LSSU;

LI > 2 значащая сигнальная единица MSU.

Формат заполняющей сигнальной единицы FISU представлен на рис. 3.25.

FISU состоит из ряда полей, в которых размещается фиксированное число битов. Формат сигнальной единицы определяет каждое из полей внутри сообщения и присвоенные значения каждому биту внутри сообщения.

Флаг выполняет роль ограничителя сигнальных единиц, причем, начало и конец каждой сигнальной единицы отличаются уникальной последовательностью.

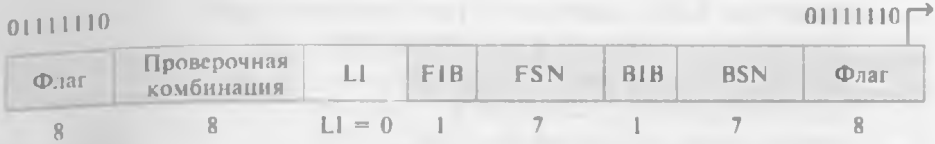


Рис. 3.25. **Формат заполняющей сигнальной единицы FISU**

Обычно закрывающий флаг одной сигнальной единицы является открывающим флагом другой сигнальной единицы. Последовательность битов флага: 01111110.

Чтобы избежать имитации флага другой частью сигнальной единицы, передающая FISU станция вставляет «0» после каждой последовательности из 5-ти следующих друг за другом единиц «11111», содержащихся в любой части сообщения кроме флага. Этот «0» изымается на приемном конце конечного устройства звена сигнализации уже после обнаружения и отделения флагов.

Обратный порядковый номер BSN, обратный бит индикации BIB, прямой порядковый номер FSN и прямой бит-индикатор FIB используются в методе исправления ошибок, который рассматривается в уровне MTP.

Обратный и прямой порядковые номера – это двоичные числа в циклически повторяющейся последовательности от 0 до 127.

Каждая сигнальная единица содержит 16-битовую проверочную комбинацию CK для обнаружения ошибок. Проверочные биты формируются АТС, которая передает сигнальную единицу.

Индикатор длины LI = 0 означает, что после него (LI) нет никакой сигнальной информации.

Эта сигнальная единица обозначает, что между станциями нет полезного трафика, они только обмениваются заполняющими единицами (например, для теста).

Сигнальная единица состояния звена LSSU имеет индикатор длины LI = 1 или 2 байта (8 или 16 битов). Формат LSSU представлен на рис. 3.26.

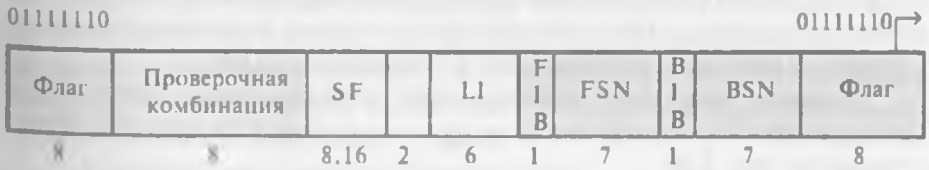


Рис. 3.26. **Формат сигнальной единицы состояния звена LSSU**

В структуре LSSU содержатся уже знакомые поля:
- флаги (открывающий и закрывающий);
- обратный порядковый номер BSN;
- обратный бит индикации BIB;
- прямой порядковый номер FSN;
- прямой бит-индикатор FIB;
- проверочная комбинация CK.

PDF Compressor Free Version

Эти поля и их длины являются фиксированными для всех сигнальных единиц.

Изменение величины индикатора длины LI (1 или 2 байта) говорит о появлении в сообщении информационной части длиной 1 или 2 байта (8 или 16 битов). Для LSSU информационным является поле SF (см. рис. 3.27).

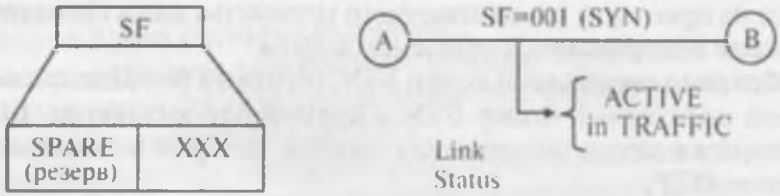


Рис. 3.27. **Информационное поле SF в LSSU**

В зависимости от величины LI длина поля SF (Status Field) составляет 8 или 16 битов, но на сегодняшний момент используется только 3 бита, остальные в резерве (SPARE). Эти 3 значащие бита характеризуют выравнивание трафика. Может быть 6 случаев:

000 SIO – out of aligment – без выравнивания;
001 SYN – normal aligment – нормальное выравнивание;
010 SIE – emergency aligment – аварийное выравнивание;
011 SIOS – out of service – вне обслуживания;
100 SIPO – process error – ошибка оборудования;
101 SIB – link busy – звено занято.

Когда звено сигнализации находится в активном состоянии (т.е. может передавать сигнальные единицы, по нему передается какой-то трафик), у него будет нормальное выравнивание SYN.

Значащая сигнальная единица MSU является наиболее сложной по структуре. Ее формат согласно рекомендации ITU-T Q.703 представлен на рис. 3.28

Индикатор длины LI определяет длину значащей сигнальной единицы MSU, указывает количество байтов, следующих за индикато-

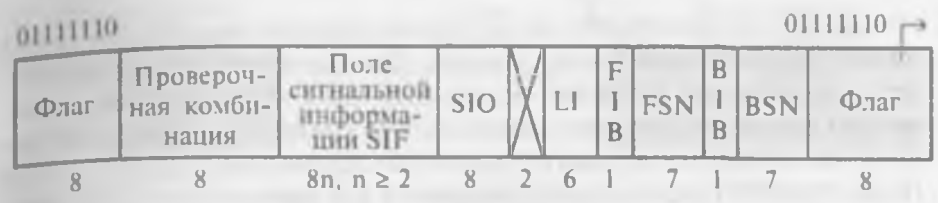


Рис. 3.28. **Формат значащей сигнальной единицы MSU**

ром длины и предшествующих проверочным битам. Индикатор длины LI принимает значения 3 или 63.

Байт служебной информации SIO делится на индикатор службы SI и на поле подвида службы SSF. Параметр SI говорит от какой и к какой из пользовательских частей (user part) отправлена или получена данная сигнальная единица. Например: SI = 0 сообщения SNM (Signaling Network Management – 3 уровень MTP) – COO, COA...

SI = 1 сообщения Signaling Test Management – SLTM, SLTA ...

SI = 3 сообщения от или к SCCP – CC, CR, VOT ...

SI = 4 пользователь TUP – IAM, IAI, ACM ...

SI = 5 пользователь ISUP – IAM, ANM ...

SI = 8 пользователь MTUP – CLT, ACK, TRF ...

SI = E OTAXUP

SI = F DTAXUP

Поле подвида службы SSF характеризует уровень трафика

00 – международный;

01 – международный резерв;

10 – междугородний;

11 – местный.

Поле сигнальной информации SIF может состоять максимум из 272 байтов, форматы и коды которых определяются подсистемами пользователей. В этом случае индикатору длины присваивается значение 63. В первых реализациях ОКС7 используются поля сигнальной информации SIF максимум из 62 байтов в соответствии с ранними спецификациями MTP (Красная книга ITU-T). Поле сигнальной информации SIF содержит информацию, которая должна передаваться между подсистемами пользователей 2 пунктов сигнализации. MTP не распознает содержимое SIF, кроме этикетки маршрутизации, которая используется для маршрутизации сообщений в сети сигнализации.

В ОКС7 при передаче сигнальных единиц используются специальные методы исправления ошибок:

– основной метод исправления ошибок;

– метод исправления ошибок путем превентивного циклического повторения.

Оба метода базируются на повторной передаче неправильно принятой значащей сигнальной единицы. Для основного метода исправления ошибок все значащие сигнальные единицы, начиная с неправильно принятой значащей сигнальной единицы, по запросу повторяются на повторную передачу. Для метода исправления ошибок путем превентивного циклического повторения как превентивная мера циклически повторяется передача всех значащих сигнальных единиц из буфера повторной передачи. Исправление ошибок осуществляется на уровне 2.

PDF Compressor Free Version

Основной метод исправления ошибок применяется для звеньев сигнализации с малыми задержками распространения (<15 мс, например, наземные звенья). Он функционирует как с положительным, так и с отрицательным подтверждением. Для этого метода подтверждение содержит обратный порядковый номер BSN и обратный бит-индикатор BIB. Для положительного подтверждения обратный бит-индикатор имеет такую же величину, как и обратный бит-индикатор в предыдущем подтверждении (см. рис. 3.29). Для отрицательного подтверждения (запроса повторной передачи) обратный бит-индикатор является инверсией обратного бит-индикатора предыдущего подтверждения.

Когда положительное подтверждение получено, функция управления приемом на исходящей стороне вызывает удаление соответствующей значащей сигнальной единицы (и всех предшествующих значащих сигнальных единиц) из буфера повторной передачи. В случае отрицательного подтверждения, функция управления приемом на исходящей стороне уведомляет функцию управления передачей о прекращении передачи новых сигнальных единиц и устанавливает повторную передачу отрицательно подтвержденной значащей сигнальной единицы, после чего все следующие за ней значащие сигнальные единицы, все еще находящиеся в буфере повторной передачи, повторно передаются в том порядке, в котором они передавались первоначально. После обнаружения ошибки приема функция управления приемом на стороне назначения отвергает все входящие значащие сигнальные единицы до тех пор, пока она не примет отрицательно подтвержденную значащую сигнальную единицу правильно. Только после этого она продолжает принимать значащие сигнальные единицы. Это гарантирует, что одно сообщение пользователя не перекроет другое.

Функция управления приемом распознает назначение переданных повторно значащих сигнальных единиц по прямому бит-индикатору FIB. Прямой бит-индикатор инвертируется для переданных повторно

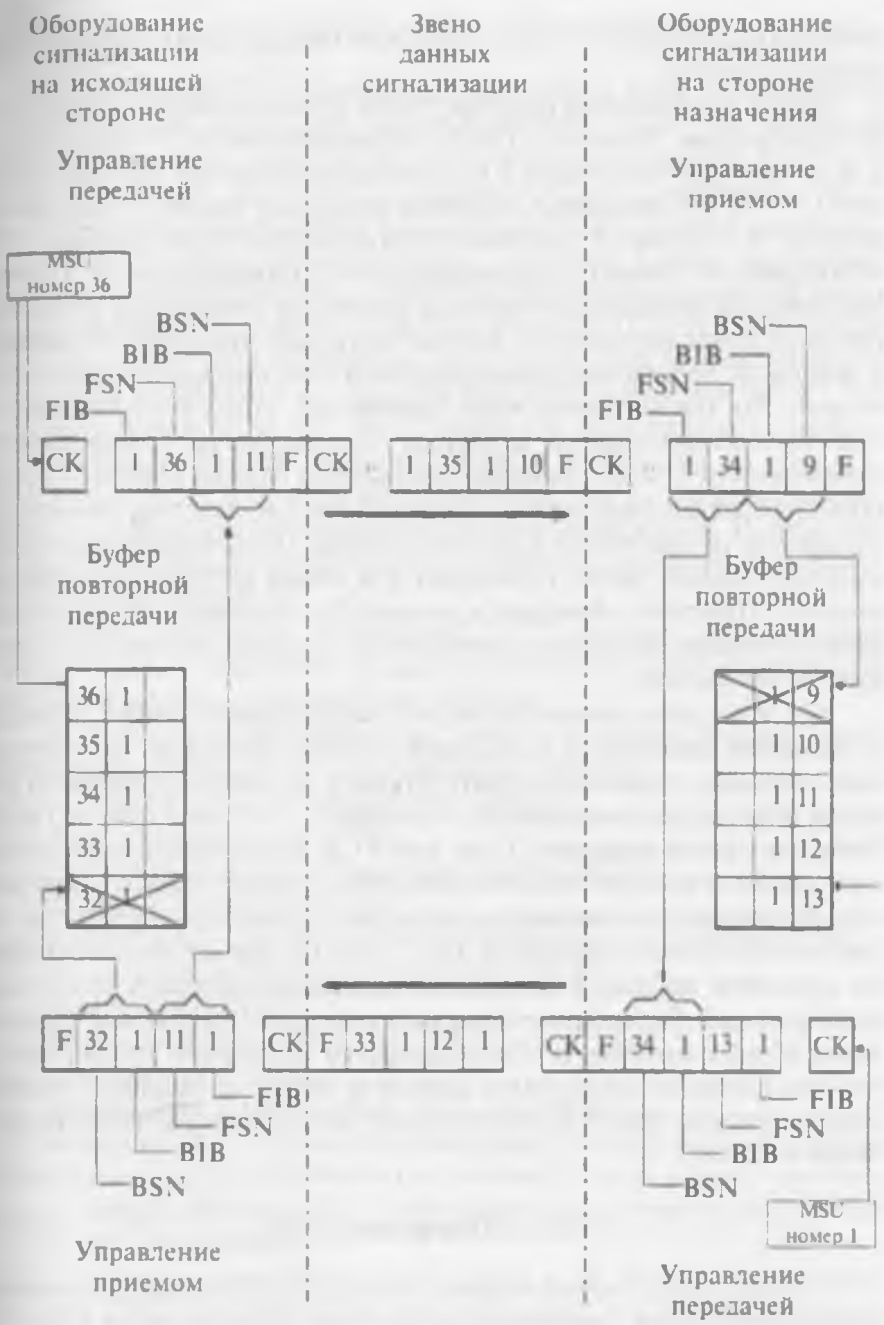


Рис. 3.29. **Процедуры прохождения подтверждения нормальной операции основного метода исправления ошибок**

значащих сигнальных единиц и для всех последующих значащих сигнальных единиц.

Метод исправления ошибок путем превентивного циклического повторения Preventive Cyclic Retransmission PCR применяется для звеньев сигнализации с большими задержками распространения (> = 15 мс, например, длинные наземные звенья, спутниковые звенья). В отличие от основного метода исправления ошибок, PCR-метод работает только с положительными подтверждениями. Повторная передача значащих сигнальных единиц не происходит по запросу после ошибки передачи, а вместо этого все значащие сигнальные единицы из буфера повторной передачи циклически передаются повторно, как превентивная мера, всякий раз, когда нет новых значащих сигнальных единиц, доступных для передачи. Подтверждение правильности приема значащих сигнальных единиц содержит только обратный порядковый номер. Обратный бит-индикатор и прямой бит-индикатор не требуются для этого метода. Поддержка формата сигнальных единиц почти одинакова для обоих методов исправления ошибок. При этом обратный и прямой бит-индикаторы принимают фиксированное значение и передаются с каждой сигнальной единицей без изменений.

PDF Compressor Free Version

Как и в случае основного метода исправления ошибок, функция управления приемом на исходящей стороне принимает подтверждение, вызывает удаление соответствующей значащей сигнальной единицы (или последовательности значащих сигнальных единиц) из буфера повторной передачи. Если при PCR-методе функция управления приемом на стороне назначения обнаруживает ошибку передачи, она продолжает подтверждать последнюю правильно принятую значащую сигнальную единицу и ждет, пока не примет вместо ошибочно принятой значащей сигнальной единицы правильно циклически повторенную. Переданные повторно значащие сигнальные единицы затем обрабатываются и подтверждаются на стороне назначения до тех пор, пока не произойдет передача новых сигнальных единиц. Таким образом, при PCR-методе имеет место автоматическое исправление ошибок.

3.7.6. Подсистема ISUP

Протокол ISUP обеспечивает сигнальные функции для установления соединений с возможностью предоставления услуг ISDN. До появления ISUP функции управления телефонными вызовами выполняла TUP. Подсистема ISUP включает в себя все функции TUP

и, кроме того, реализует ряд дополнительных функций, связанных с услугами ISDN.

Подсистема ISUP поддерживает два класса услуг – базовый и дополнительный, используя как возможности MTP для надежной передачи сигнальных сообщений между станциями, так и услуги SCCP для сигнализации «из конца – в конец». Длина сообщения ISUP (рис. 3.35), включая заголовки подсистемы MTP3, является переменной; ее максимальное значение равно 272 байтам. Каждое сообщение имеет метку маршрутизации, идентифицирующую исходящий пункт и пункт назначения, код идентификации канала (Circuit Identification Code, CIC) и код типа сообщения, однозначно определяющий функциональное назначение и структуру каждого сообщения ISUP. Тип сообщения задаст позицию, длину и порядок расположения параметров в обязательной (фиксированной) части сообщения. За этой частью следуют указатели на обязательные параметры фиксированной длины и необязательные параметры переменной длины. Первые определяются индикатором длины и содержимым параметра, а вторые – еще и именем параметра.

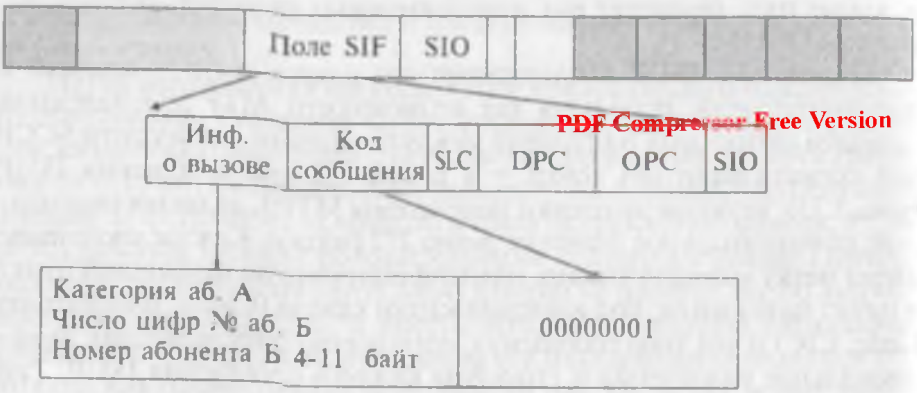
Базовый класс услуг подсистемы ISUP отвечает за управление установлением соединений между оконечными коммутационными станциями в сетях с коммутацией каналов.

Для ISUP специфицирован ряд типов сообщений и параметров. Примерами сообщений подсистемы ISUP являются:

- начальное адресное сообщение (IAM);
- запрос информации (INR);
- сообщение о принятии полного адреса (ACM);
- сообщение ответа (ANM);
- подтверждение выполнения модификации соединения (CMC);
- отказ модифицировать соединение (RCM);
- блокировка (BLO);
- подтверждение блокировки (BLA);
- освобождение (REL);
- завершение освобождения (RLC) и другие.

Сообщение IAM является первым сообщением, которое должно передаваться при установлении соединения. Оно содержит адресные цифры (номер абонента Б). В результате его передачи происходит занятие канала станцией.

Сообщение о принятии полного адреса ACM передается входящей станцией для индикации успешного получения достаточного количества цифр для маршрутизации вызова к вызываемому абоненту. На рис. 3. 30 и рис. 3. 31 показана структура сообщений IAM и ACM.



PDF Compressor Free Version

Рис. 3.30. **Сообщение начального адреса IAM**

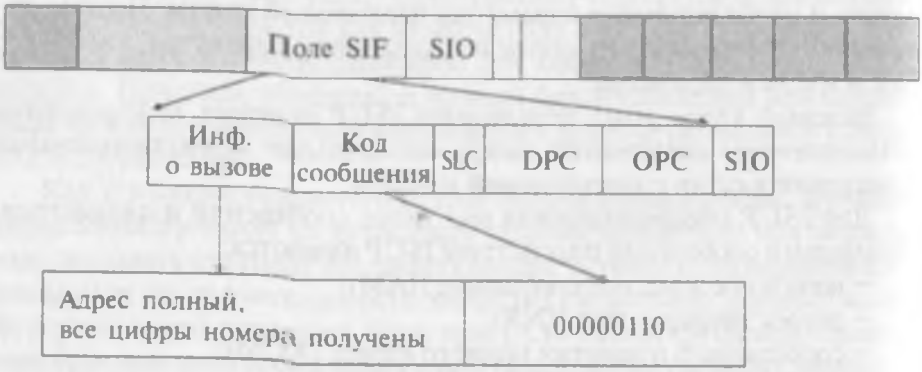


Рис. 3.31. **Сообщение о принятии полного адреса ACM**

3.7.7. Процедура установления и разъединения базового соединения по ОКС7

Процедура установления и разъединения базового соединения ISDN между двумя станциями изображена на рис. 3.32. В данном примере вызывающий абонент А набирает номер и направляет вызов к вызываемому абоненту В.

При этом в сети связи и сети сигнализации происходят следующие действия.

1. Станция 1 анализирует набранный номер и определяет, что вызов должен быть направлен к станции 2.

2. Станция 1 выбирает свободный разговорный тракт к станции 2 и формирует начальное адресное сообщение IAM (см. рис. 3.33). В

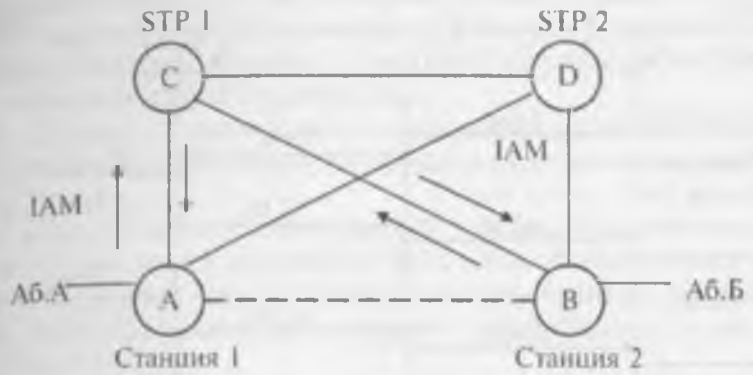


Рис. 3.32. **Пример установления и разъединения соединения в ISUP**

него помещаются код исходящего пункта сигнализации на станции 1, код пункта назначения на станции 2, идентификатор выбранного разговорного тракта, номера вызывающего и вызываемого абонентов, а также другая служебная информация.

3. Пункт сигнализации А на станции 1 выбирает одно из звеньев сигнализации (например, АС) и передает по нему сообщение IAM для маршрутизации к станции 2.

4. Транзитный пункт сигнализации С принимает сообщение, анализирует его метку маршрутизации и определяет, что сообщение должно быть отправлено в пункт сигнализации В на станции 2. Сообщение передается по звену СВ.

5. Пункт сигнализации В на станции 2 принимает сообщение, анализирует его и определяет, что данное сообщение относится к вызываемому абоненту В, номер которого находится в состоянии *«свободен»*.

6. Пункт сигнализации В формирует сообщение о принятии полного адреса ACM, которое означает, что сообщение IAM достигло пункта назначения без ошибок. В сообщении содержатся код пункта назначения А, код исходящего пункта В и идентификатор выбранного разговорного тракта.

7. Пункт сигнализации В выбирает одно из звеньев сигнализации (например, СА) и передает по нему сообщение ACM для маршрутизации к станции 1. Одновременно станция 2 проключает разговорный тракт в обратном направлении к станции 1, посылает по этому тракту тональный сигнал и, наконец, направляет звонок по линии к вызываемому абоненту В.

PDF Compressor Free Version

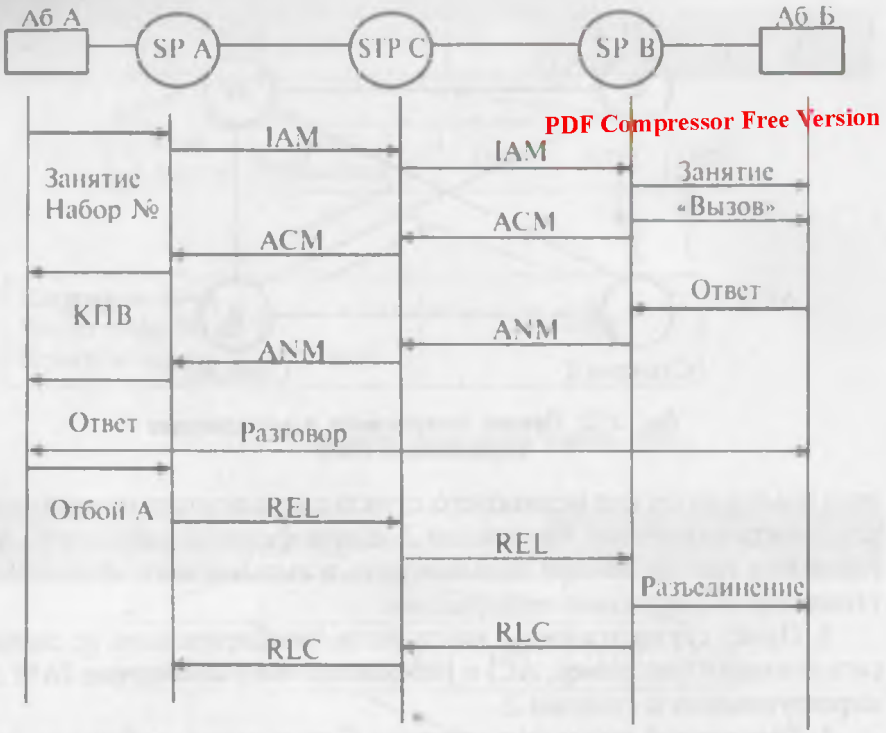


Рис. 3.33. **Обмен сигнальными сообщениями при установлении и разъединении базового вызова в ISUP**

8. Транзитный пункт сигнализации С принимает сообщение, анализирует его метку маршрутизации и определяет, что сообщение должно быть направлено в пункт сигнализации А на станции 1. Сообщение передается по звену СА.

9. После получения сообщения ACM станция 1 подсоединяет линию абонента А к выбранному разговорному тракту. Абонент А слышит сигнал звонка, посланного станцией 2 абоненту В.

10. В момент снятия трубки абонентом В станция 2 формирует сообщение «ответ абонента» ANM. В нем определяются код пункта назначения А, код исходящего пункта В, выбранный разговорный тракт и другая служебная информация.

11. Станция 2 выбирает для передачи сообщения ANM то же звено сигнализации, что и для передачи сообщения ACM. К этому моменту разговорный тракт подключен к абонентским линиям в обоих направлениях.

12. Транзитный пункт сигнализации С принимает сообщение, анализирует его метку маршрутизации и определяет, что сообщение должно быть маршрутизировано к пункту сигнализации А на станции 1. Сообщение передается по звену СА.

13. Станция 1 устанавливает, что вызывающий абонент подсоединен к исходящему разговорному тракту и разговор абонентов может состояться.

14. Если абонент А кладет трубку первым, то коммутационная станция 1 генерирует сообщение REL, адресованное станции 2, об освобождении разговорного тракта, ассоциированного с данным вызовом. Пункт сигнализации А посылает это сообщение по звену сигнализации АС.

15. Транзитный пункт сигнализации С принимает сообщение, анализирует его метку маршрутизации и определяет, что сообщение должно быть направлено в пункт сигнализации В на станции 2. Сообщение передается по звену СВ.

16. Станция 2 принимает сообщение REL, отключает разговорный тракт от линии вызываемого абонента В, возвращает разговорный тракт в состояние «свободен», генерирует сообщение RLC об освобождении тракта со своей стороны и посылает его по звену сигнализации BD.

17. Транзитный пункт сигнализации С принимает сообщение, анализирует его метку маршрутизации и определяет, что сообщение должно быть передано в пункт сигнализации А на станции 1. Сообщение передается по звену DA.

18. Получив сообщение RLC, станция 1 возвращает разговорный тракт в состояние «свободен».

Контрольные вопросы

1. *Для чего используется сигнализация?*
2. *Для чего предназначена линейная сигнализация, многочастотная регистровая сигнализация?*
3. *По какому каналу тракта ИКМ-30 передаются линейные сигналы, регистровые сигналы?*
4. *Для чего предназначены абонентская, внутристанционная и межстанционная сигнализации?*
5. *Для чего предназначены линейная и регистровая сигнализации?*
6. *Какими способами могут передаваться цифры номера при сигнализации CAS и при взаимодействии каких типов станций?*
7. *Как закрепляются временные сигнальные каналы за разговорными каналами?*
8. *Каково назначение отдельных битов сигнального канала в сигнализации CAS?*

9. *Какие линейные сигналы передаются при исходящем местном соединении при сигнализации CAS?*
10. *Какие таймеры используются при исходящем местном соединении?*
11. *Как определить общее время установления соединения?*
12. *Как определить число сверхциклов ИКМ, необходимых для передачи определенной цифры номера при декадном наборе и сигнализации CAS?*
13. *При взаимодействии каких типов станций может использоваться метод «импульсный челнок»?*
14. *По какому принципу присвоены индексы у сигнальных частот кода «2 из 6»? Какие есть при этом исключения?*
15. *Что входит в понятие основные компоненты базовой концепции ОКС7?*
16. *В чем заключаются преимущества использования сигнализации ОКС7?*
17. *Как на сети ОКС7 осуществляется передача сигнальной информации?*
18. *Что такое пункт сигнализации на сети ОКС7, OP, DP, STP)?*
19. *В каких режимах работает сеть сигнализации ОКС7?*
20. *Для чего предназначены и как выполняются процедуры выравнивания и битстаффинга в ОКС7?*
21. *Из каких подсистем состоит модель ОКС7?*
22. *Для чего предназначены сигнальные единицы в ОКС7?*
23. *Для чего предназначены сигнальные единицы FISU, MSU, LSSU?*
24. *Каково назначение полей в каждой из сигнальных единиц?*
25. *Какие основные методы исправления ошибок используются в ОКС7?*

PDF Compressor Free Version

4. ОБОБЩЕННАЯ СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЦИФРОВОЙ АТС

4.1. Общие сведения

Коммутационная станция называется цифровой, когда ее коммутационное поле может коммутировать только цифровые сигналы, несущие как речь, так и управляющие сообщения или команды. Аналоговые сигналы тоже могут коммутироваться цифровой станцией, но лишь с применением аналого-цифровых (АЦП) и цифро-аналоговых (ЦАП) преобразователей.

Эволюцию от аналоговой коммутации к цифровой иллюстрирует рис. 4.1. На рис. 4.1, *а* показаны аналоговые АТС с аналоговыми абонентскими и соединительными линиями. На рис. 4.1, *б* показана следующая фаза эволюции коммутации. В этой фазе цифровые коммутаторы взаимодействуют с другими цифровыми коммутаторами через цифровые соединительные линии, хотя могут также использоваться аналоговые абонентские линии и аналоговые соединительные линии, но непременно с использованием аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей. Однако коммутационное поле является цифровым, что подразумевает коммутацию в станции исключительно цифровых сигналов.

Рассмотрим базовую модель цифровой АТС. Она упрощенно представлена на рис. 4.1, *б*.

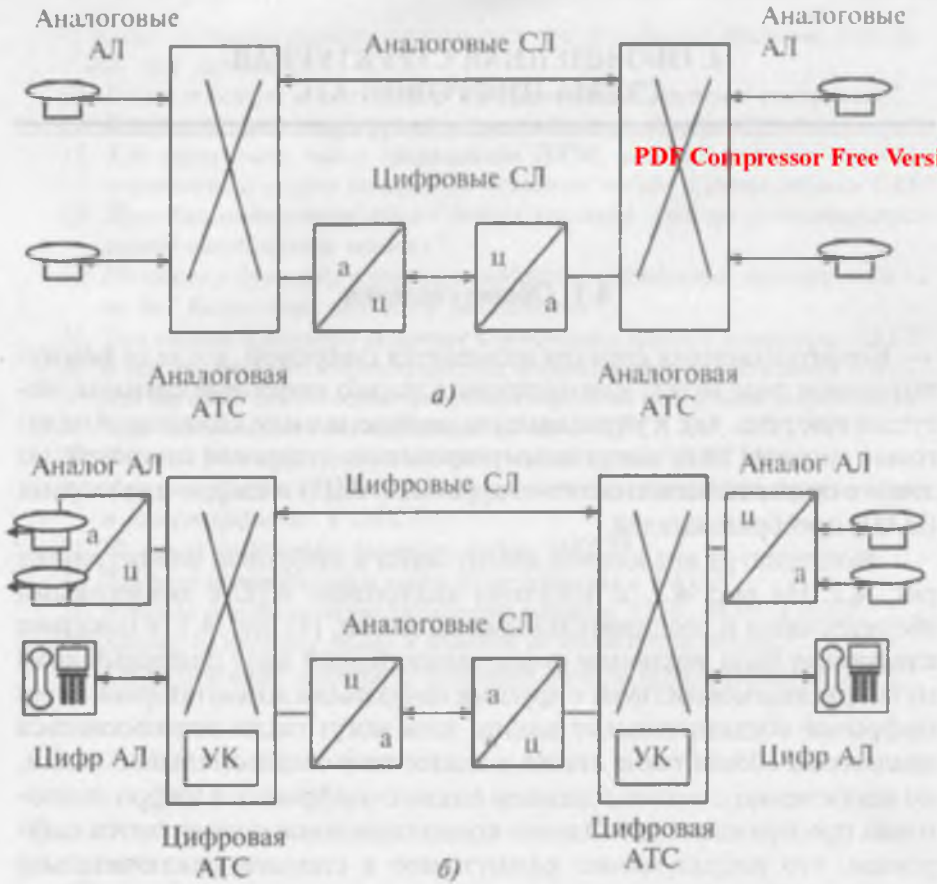
В упрощенной блок-схеме цифровой АТС можно выделить следующие функциональные подсистемы:

- модули абонентских линий;
- коммутационное поле;
- модули соединительных линий;
- система управления.

В этот перечень должно быть включено:

- оборудование кросса MDF (main distributing frame);
- распределительный магистральный щит (TDF, trunk distributing frame);
- устройства электропитания.

Абонентские линии могут непосредственно включаться в АТСЭ либо с использованием выносных блоков (подстанций или, как их



PDF Compressor Free Version

Рис. 4.1. а, б. **Эволюция от аналоговой коммутации к цифровой**

так же называют, концентраторов). В этом случае АТСЭ, к которой подключается подстанция, называют опорной АТС (см. рис. 4.2). Подстанция устанавливается в случае

Помимо подстанций используют выносы – это часть станционного оборудования, вынесенного в область концентрации абонентов и управляемого опорной станцией без замыкания внутреннего трафика.

Применение подстанций и выносов позволяет экономить затраты на абонентские линии при телефонизации районов большой концентрации абонентов, в сельской местности, а также для различных учреждений и предприятий.

Кросс – это место, куда заводятся все входящие в станцию абонентские линии. Кросс имеет две стороны: вертикальную и горизонтальную. К вертикальной стороне подсоединяются абонентские кабе-

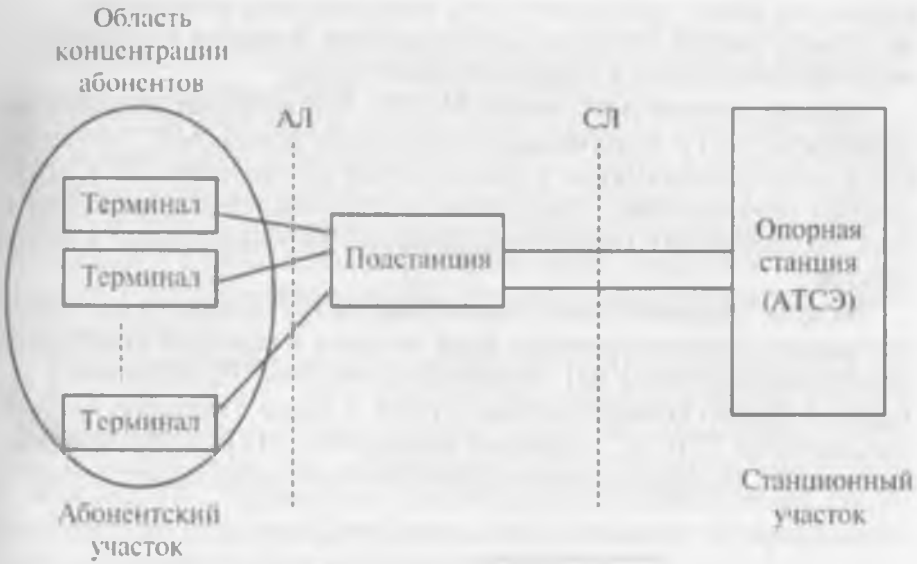


Рис. 4.2. **Принцип использования подстанций**

ли, а линии от абонентских модулей соединяются с горизонтальной стороной. Фактически соединение между вертикальной стороной (кабельная пара) и горизонтальной стороной (пара от станции) определяет номер абонента.

Распределительный магистральный щит (TDF, trunk distributing frame) – место подключения к АТС всех соединительных линий. TDF обычно меньше, чем кросс (MDF), и также имеет две стороны: вертикальную и горизонтальную.

Устройства электропитания представляют собой совокупность силовых конвертеров, аккумуляторных батарей и аварийных источников питания станционного оборудования.

Базовое ядро цифровой станции – это переключающаяся матрица, которая называется коммутационным полем. Коммутационное поле переключает каналы и тракты под управлением процессора и соответствующих контроллеров.

4.2. Структурная схема ЦСК

Цифровые системы коммутации, как и любые другие типы систем, представляют собой три основные составляющие: коммутационное поле, управляющее устройство и линейные устройства.

В общем виде схема цифровой системы коммутации [7] представлена на рис. 4.3 и состоит из: модулей цифровой коммутации –

цифрового коммутационного поля, управляющего устройства – процессоров с разной степенью централизации функций управления и модулей абонентских и соединительных линий.

Модули абонентских линий (Модуль АЛ) содержат абонентские комплекты (АК) и мультиплексор цифрового тракта (Мх). Абонентский комплект обеспечивает взаимодействие оборудования ЦСК с оконечным терминальным оборудованием пользователя (ТА). Мультиплексор производит мультиплексирование индивидуальных каналов трактов.

PDF Compressor Free Version

Модули цифровой коммутации (Модуль ЦК) являются составными частями коммутационного поля системы и содержат собственно коммутационное поле КП, линейные комплекты ЛК входящей и исходящей сторон коммутационного поля, а также генератор зуммерных сигналов ГЕН ЗС, цифровые передатчики ПЕР, цифровые приемники ПР. Цифровое коммутационное поле представляет собой ту

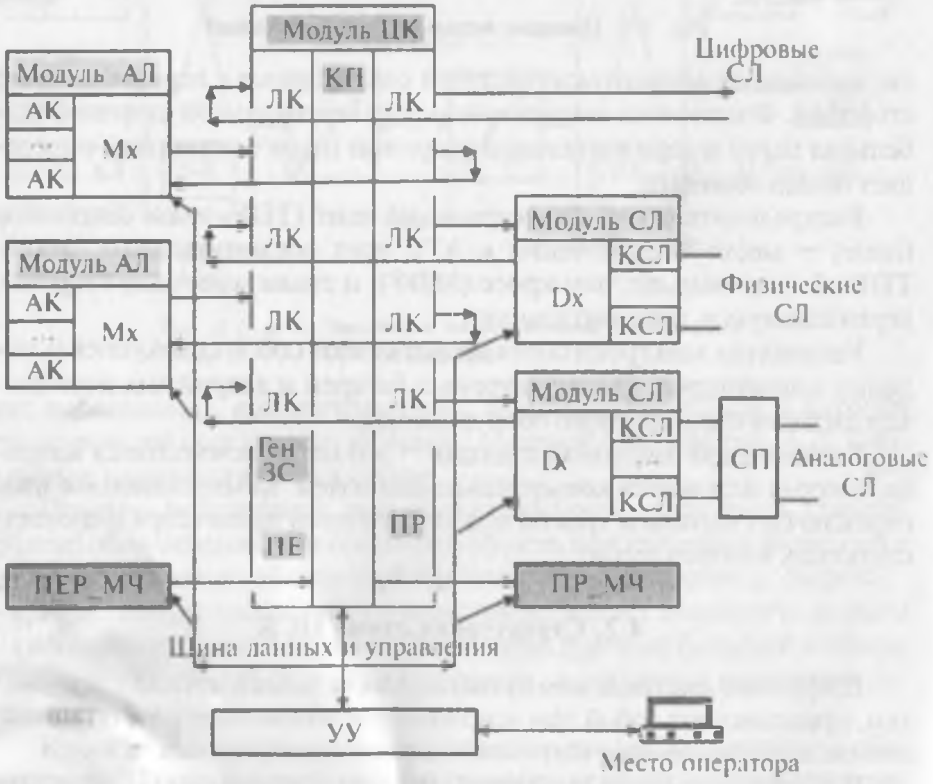


Рис. 4.3. **Структурная схема АТСЭ – ЦСК**

часть системы ЦСК, которая позволяет производить коммутацию любого канального интервала любого входящего тракта с любым канальным интервалом любого исходящего тракта.

Линейные комплекты ЛК на входе и выходе коммутационного поля обеспечивают синхронизацию ИКМ трактов и преобразование линейных сигналов. Генератор зуммерных сигналов ГЕН ЗС вырабатывает различные зуммерные сигналы, посредством которых абонент уведомляется о прохождении фаз соединения. Цифровые ПЕР и ПР предназначены для работы с ОКС при связи с аналогичными цифровыми системами.

Модули соединительных линий (Модуль СЛ) устанавливаются при организации связи с коммутационными системами других типов и содержат комплекты соединительных линий (КСЛ) различного вида. КСЛ предназначены для согласования унифицированного интерфейса Модуля ЦК с конкретным типом соединительных линий (четырехпроводной цифровой, трехпроводной физической, четырехпроводной аналоговой с системой передачи СП и т.д.).

Цифровые многочастотные передатчики (ПЕР_МЧ) и приемники (ПР_МЧ) обеспечивают прием сигналов управления и взаимодействия СУВ от телефонных аппаратов с тоновым (частотным) набором. Кроме того, ПЕР_МЧ и ПР_МЧ обеспечивают обмен СУВ многочастотным кодом по соединительным линиям.

По шине данных управляющее устройство УУ задает команды и контролирует изменение состояния комплектов.

Управляющее устройство ЦСК представляет собой ряд подсистем, каждая из которых выполняет определенные функции в процессе установления соединения. Взаимодействие подсистем осуществляется через диспетчер задач. Структура УУ ЦСК, перечень подсистем, их взаимодействие и алгоритм обслуживания вызова рассмотрены далее.

4.3. Функции и порядок обслуживания вызовов в цифровых АТС

В исходном состоянии УУ устанавливает КП в исходное состояние: разъединяет все разговорные каналы и проключает в КП входные 16-е каналы на цифровые ПР, осуществляющие групповую обработку ОКС от всех трактов. Аналогично, все выходные 16-е каналы подключаются к цифровым ПЕР. УУ проверяет целостность ИКМ-трактов, убеждаясь в наличии сигнала «синхрометка» во всех рабочих трактах и приступает к обслуживанию абонентов.

Сигнал о снятии абонентом микротелефонной трубки передается по шине данных и управления в УУ по цепи: **АК-шина-УУ**. В своем ОЗУ УУ определяет тип ТА и для ТА с частотным набором выбирает свободный ПР_МЧ, который подключает по цепи: **ПР_МЧ – КП – АК** провод **АК – КП – ПР_МЧ.** УУ командами по шине ДУ проключает Ген ЗС через КП и АК по цепи: **Ген ЗС – КП – приемный провод АК.** В АК из Ген ЗС начинает поступать акустический сигнал «ОС».

PDF Compressor Free Version

Информацию о номере вызываемого абонента УУ получает от ПР_МЧ по цепи: **АК – КП – ПР_МЧ – шина ДУ– УУ** (для ТА с частотным набором) или непосредственно по цепи: АК – шина ДУ – УУ (для ТА с импульсным набором). При поступлении первой цифры номера УУ отключает Ген ЗС, разрушая цепь: **Ген ЗС – КП – приемный провод АК.** По мере поступления цифр номера УУ производится их анализ.

Если соединение ***внутреннее***, то УУ после принятия всех цифр номера отключает ПР_МЧ, выдает **по шине ДУ** в АК команду на выдачу сигнала ПВ вызываемому абоненту, а вызывающий абонент снова подключается через КП к Ген ЗС, откуда подается сигнал «КПВ». Задействованный ПР_МЧ освобождается для обслуживания другого абонента.

При ответе абонента УУ соединяет в КП абонентов между собой, проключая в КП два пути: **передающий провод от АК абонента А – КП – приемный провод к АК абонента В и передающий провод от АК абонента В – КП – приемный провод к АК абонента А.**

Отбой одного из абонентов обнаруживает АК и сообщает об этом УУ по шине ДУ. УУ разъединяет в КП установленное соединение между абонентами и устанавливает новое соединение: **Ген ЗС – КП – приемный провод АК неосвободившегося абонента**. Неосвободившемуся абоненту начинает поступать зуммерный сигнал *«Занято»* до момента его отбоя. При двустороннем отбое соединение приходит в исходное состояние.

Если анализ первых принятых цифр номера показал, что соединение исходящее, то УУ находит свободный исходящий канал, соединяет его в КП с АК вызывающего абонента, в своем ОЗУ определяет тип СЛ и по принятому протоколу производит обмен СУВ со встречной станцией. При установлении соединения с аналогичной АТСЭ СУВ передаются по ОКС по цепи: **УУ – шина данных и управления– цифровые ПЕР – КП – ЛК – 16-й канал ОКС**, а принимаются по цепи: **16-й канал ОКС – ЛК – КП – цифровые ПР– шина ДУ – УУ**, при этом соединение устанавливается наиболее быстро (за доли секунды). При установлении связи с АТСК и АТСДШ вместо цифро-

вых ПР и цифровых ПЕР подключаются ПЕР_МЧ и ПР_МЧ, а время установления соединения достигает нескольких секунд из-за относительно медленного процесса трансляции номера (по физической СЛ с импульсным набором номера). В случае незанятости абонента со встречной АТС по разговорному каналу СЛ начинает поступать акустический сигнал «КПВ», который снимается при ответе абонента.

Отбой своего абонента УУ обнаруживает чтением шины ДУ и по принятому протоколу для СЛ выдает команду на выдачу линейного сигнала ОТБОЙ_А, подключает через КП Ген ЗС, откуда неосвободившемуся абоненту поступает сигнал *«Занято»*. После его отбоя по СЛ поступает линейный сигнал ОТБОЙ_В. УУ формирует команду на выдачу линейного сигнала РАЗЪЕДИНЕНИЕ и после получения из СЛ линейного сигнала ОСВОБОЖДЕНИЕ приводит все задействованные комплекты в исходное состояние.

Входящее соединение УУ обнаруживает сканированием шины ДУ. В своем ОЗУ УУ определяет тип СЛ и по принятому протоколу производит прием СУВ. По окончании приема УУ производит анализ принятых цифр и выдает в шину данных и управления команду на включение сигнала ПВ вызываемому абоненту, а входящую СЛ подключает к Ген ЗС, откуда вызывающему абоненту встречной станции подается акустический сигнал «КПВ». При ответе абонента УУ передает по СЛ линейный ОТВЕТ и проключает абонентов между собой. Разъединение входящего соединения не отличается от разъединения исходящего соединения.

Транзитные соединения устанавливаются между соединительными линиями, которые часто имеют различные типы сигнализации, поэтому одной из важнейших задач транзитной АТС является конвертирование одного вида сигнализации в другой. При отсутствии соединительных путей в требуемом направлении транзитная АТС прерывает обслуживание соединения путем выдачи соответствующего сигнала исходящей стороне, которая формирует зуммерный сигнал *«Занято»*.

С терминала оператор АТСЭ имеет возможность корректировать конфигурацию станции, задавая ее емкость, категории абонентов, маршруты установления соединений, протоколы обмена по СЛ и т.д. Для снижения эксплуатационных затрат используется система централизованного обслуживания АТСЭ, когда с узловой или центральной станции оператор с одного рабочего места (терминала) производит дистанционный надзор и управление другими станциями.

Наличие управляющего устройства с записанной программой позволяет эффективно реализовывать ***дополнительные виды обслужи-***

вания (ДВО, supplementary service): уведомление о поступлении нового вызова (CALL WAITING), наведение справки во время разговора (ENWUIRY), конференц-связь (CONFERENCE), перевод вызова (TRANSFER), вызов без набора номера (HOTLINE), переадресация вызова (CALL DIVERSION), побудку по телефону (WAKE-UP) и т.д. Сервис ДВО может быть заказан двумя способами:

PDF Compressor Free Version

- заранее, набором комбинации «*» и двузначного кода услуги;
- во время разговора, кратковременным нажатием на рычажный переключатель (hook flash) и донабором кода услуги.

Отказ от услуги производится набором комбинации «#» и ранее набранного двузначного кода услуги.

4.4. Модуль аналоговых абонентских линий, функции BORSCHT

До настоящего времени наиболее массовым телефонным интерфейсом является двухпроводная аналоговая абонентская линия с дистанционным питанием и шлейфным способом передачи сигналов, схематически представленная на рис. 4.4.

Абонентские комплекты (SLIC) [1,7] аналоговых абонентских линий современных цифровых АТС выполняют функции электропита-

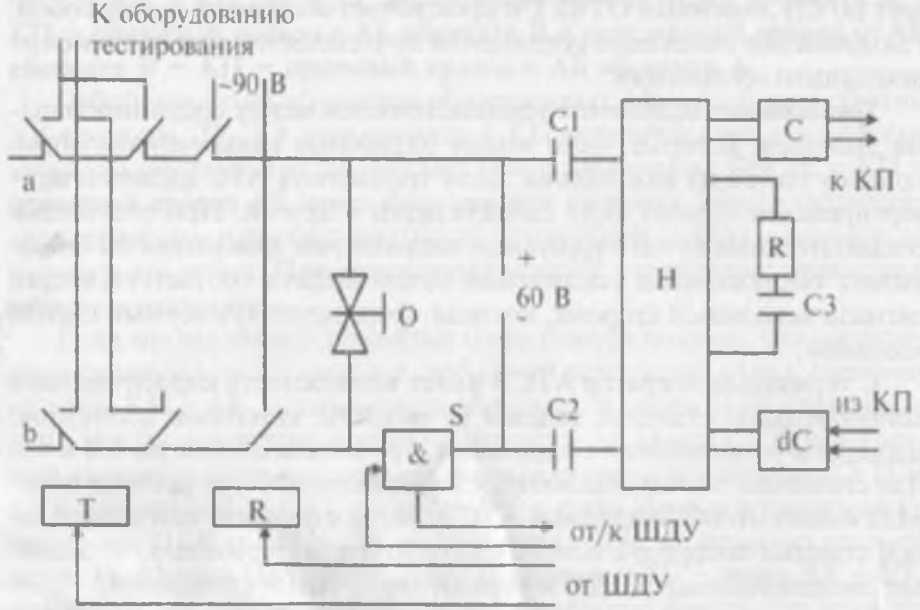


Рис. 4.4. **Упрощенная схема абонентского комплекта**

ния (Battery), защиты от перенапряжения (Overload protection), посылки вызова (Ringing), контроля состояния шлейфа (Supervision), кодирования (Coding), дифференциальной системы (Hybrid) и испытаний (Test). Первые буквы английских названий этих семи функций, реализуемых в большинстве коммутационных станций, составляют аббревиатуру BORSCHT (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Функции BORSCHT

Батарейное питание	**Battery**	**(B)**
Защита от перенапряжения	Overload protection	(O)
Посылка вызова	Ringing	(R)
Контроль состояния шлейфа	Supervision	(S)
Кодирование	Coding	(C)
Дифсистема	Hybrid	(H)
Тестирование	Test	(T)

Дистанционное питание (B) абонентских линий постоянным током, чаще называемое батарейным, обеспечивается с помощью источника напряжения или источника тока, находящегося на АТС. В российских телефонных сетях питание абонентских линий осуществлялось постоянным напряжением 60 В. В большинстве стран мира стандартизировано напряжение 48 В. Сейчас в России и РУз допускается использование и номинала напряжения 48 В.

Защита от перенапряжения (O) ограничивает или изолирует посторонние напряжения, возникающие в абонентской линии, от оборудования АТС (или от оборудования абонентского терминала) и необходима в каждом абонентском комплекте. Посторонние напряжения могут быть вызваны разрядом молнии («прямым попаданием» или вблизи линии), касанием силовых проводов, наводками от высоковольтной линии или другими источниками электромагнитных наводок. Здесь речь идет о вторичной защите (в отличие от устройств первичной защиты в кроссах АТС и в помещениях абонента). Схемы абонентских комплектов цифровых АТС имеют средства ограничения импульсных токов: резисторные предохранители, резисторы с положительным температурным коэффициентом или комбинации предохранителей и резисторов. Обычно защита от перенапряжения в схемах абонентских комплектов ограничивает напряжение примерно до 70–100 В и обрабатывает импульсы тока в несколько десятков ампер.

Функция посылки вызова (R) в абонентском комплекте заключается в подаче напряжения вызывного сигнала к проводам абонентской линии через контакты реле или другой управляемый переключатель. В функцию посылки вызова также входит обнаружение ответа вызываемого абонента для немедленного прекращения посылки вызывного сигнала. Генератор вызывного напряжения обычно располагается вне абонентского комплекта. Каденции (длительности посылок и пауз) вызывного сигнала могут задаваться или непосредственно внутри абонентского комплекта, или извне.

PDF Compressor Free Version

В АТС сетей связи стран СНГ для посылки вызова используются сигналы частотой (25 ± 2) Гц и напряжением (95 ± 5) В, рассчитанным на включение до 3 параллельных телефонных аппаратов. Каденция вызывного сигнала для местного вызова предусматривает одну секунду звучания и четырехсекундную паузу. Длительность первого звонка может составлять от 0,3 до 4,45 с, а время срабатывания схемы отключения вызывного сигнала при ответе вызываемого абонента не должно превышать 100 мс.

Акустические сигналы контроля посылки вызова (КПВ) имеют те же каденции, что и сигналы посылки вызова.

Функция кодирования (C) в абонентском комплекте реализуется с помощью кодека (Кодер-Декодер) и состоит в преобразовании аналоговых сигналов в цифровые (АЦП A/D) и цифровых сигналов в аналоговые (ЦАП D/A). Эти функции уже рассматривались.

Функция дифсистемы (H) преобразует двухпроводную схему двунаправленной передачи сигналов в четырехпроводную схему с раздельными односторонними передающей и приемной цепями, т.е. обеспечивает согласование направлений приема и передачи, для этого обычно содержит балансный контур дифсистемы и эхокомпенсатор. В современных АТС дифсистема реализуется с помощью технологии цифровой обработки сигналов (DSP – Digital Signal Processing).

Функция тестирования (T) обеспечивает доступ к линии и к абонентскому комплекту от внешней шины тестирования. Этот доступ обычно реализуется через реле или электронные переключатели.

Схема интерфейса абонентской линии SLIC (Subscriber Line Interface Circuit) содержит блок абонентской сигнализации и блок перехода от двухпроводной линии к четырехпроводной. На станционной стороне SLIC устанавливаются один приемный и один передающий фильтры, которые служат для ограничения полосы частот речевого сигнала. Сигналы, поступающие от абонентского аппарата, детектируются в SLIC и в двоичной форме передаются в управляющее устройство (УУ) абонентского модуля. Такие же двоичные сигналы, в свою оче-

редь, использует УУ для передачи от станции к абоненту акустических сигналов, таких как сигнал занятости, ответ станции, и т.д.

Еще раз подчеркнем, что функции УУ варьируются от системы к системе, но на самом низком уровне должно обеспечиваться сканирование каждого абонентского комплекта, чтобы детектировать изменение состояния соответствующей абонентской линии. О каждом изменении сообщается УУ с указанием адреса линии и, обычно, времени, прошедшего с момента последнего изменения ее состояния. И, наконец, УУ должно выполнять функции технической эксплуатации абонентского модуля. Число абонентских комплектов в одном модуле зависит от типа АТС.

Схемы абонентских комплектов, используемых в современных АТС, изменяются практически ежегодно, так что рис. 4.4 следует рассматривать только как пример.

Рассмотрим способы подключения аналоговых абонентских линий на примере действующих АТСЭ – системе EWSD фирмы Siemens. В этом случае используется блок абонентских линий DLU (рис. 4.5). DLU является также модулем концентрации абонентской нагрузки (от абонентских линий). DLU служит для подключения абонентов в систему EWSD. Блоки DLU могут эксплуатироваться как локально, т.е. в станции, так и дистанционно, т.е. на удалении от нее вблизи групп абонентов.

В один DLU подключаются до 950 абонентских линий с декадным или многочастотным набором: таксофоны, линии УАТС малой и средней емкости. Главными элементами DLU являются (см. рис. 4.5):

- Модули абонентских линий (SLM);
- SLMA – для подключения аналоговых АЛ;
- SLMB – для подключения линий ISDN (2B+D);
- Два цифровых интерфейса (DIUD) для подключения систем передачи PDC с LTG;
- Два устройства управления (DLUC);
- Две сети 4096 кбит/с для передачи информации пользователя между модулями а.л. SLM и DIUD;
- Испытательный блок (TU) для тестирования телефонных аппаратов, абонентских линий и отдельных элементов DLU;
- Оборудование для работы DLU в аварийном режиме (EMSP), обеспечивающее возможность выполнения внутренних вызовов между абонентами одного DLU при обрыве соединения с LTG;
- Устройство синхронизации внутри DLU (CG).

Абонентские линии непосредственно включаются в абонентские комплекты SLCA (SLCD). SLCA соединены с двумя интерфейсами DIUD посредством двух информационных сетей со скоростью 4096 кбит/с через сеть 0 с DIUD0 и через сеть 1 с DIUD1 (рис. 4.5). Каждая сеть имеет 64 канала для передачи данных пользователя (речь) в обоих направлениях передачи.

PDF Compressor Free Version

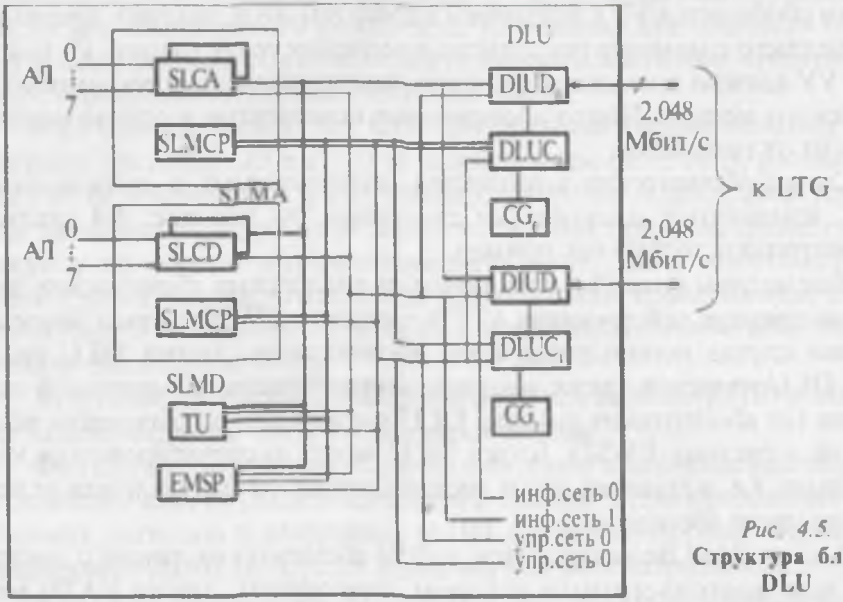


Рис. 4.5. **Структура блока DLU**

При подключении аналоговых АЛ в DLU или через него выполняются функции BORSCHT. Процессор SLMCP выполняет управление функциями модуля SLM.

DLU могут подключаться к линейной группе B (LTGB), F (LTGF(B)), G (LTGG(B)) по одной, двум, или четырем линиям PDC (ИКМ-30, ИКМ-24). Линейные группы LTG предоставляют доступ блокам абонентских линий к коммутационному полю системы. Локальное подключение к LTGF(B), LTGG(B) может быть организовано по двум линиям со скоростью 4096 кбит/с каждая. Между DLUB и LTG используется сигнализация по ОКС7. Для надежности каждый DLU подключается к двум LTG.

4.5. Модули аналоговых и цифровых соединительных линий

Цифровая АТС допускает подключение аналоговых и цифровых соединительных линий. Каждая разновидность соединительных линий должна оборудоваться своими линейными комплектами или ин-

терфейсами. Линейные комплекты, установленные на аналоговых соединительных линиях, должны выполнять следующие функции:

- преобразование аналогового сигнала в цифровой (для модуля аналоговых СЛ);
- образование группового тракта;
- создание каналов синхронизации и сигнализации;
- преобразование биполярного сигнала из КП в квазитроичный код на передаче и восстановление биполярного сигнала из квазитроичного кода на приеме;
- физическое сопряжение линии со станцией;
- обработка сигналов управления.

Цифровые соединительные линии могут быть: цифровые соединительные линии первичной группы (ИКМ) с доступностью 2048 кбит/с (E1) и 1544 кбит/с (T1), цифровые соединительные линии SDH технологии, цифровые соединительные линии сети доступа AN и т.д.

В большинстве случаев в цифровые АТС подключаются цифровые соединительные линии. Поэтому подробно рассмотрим линейный комплект цифровых соединительных линий.

Линейные комплекты соединительных линий выполняют довольно сложные функции, которые, вкратце, сводятся к следующему:

1. *Электрический интерфейс* – физически сопрягает линию со станцией и обеспечивает восстановление входящего сигнала после возможных его искажений при передаче.

2. *Тактовая синхронизация* – обеспечивает условия, необходимые для того, чтобы станционные устройства работали синхронно с тактовыми импульсами линии, что позволяет считывать единицы и нули во входящем битовом потоке с минимальной вероятностью ошибки, другими словами, выделение тактовой частоты из группового тракта. Методы реализации этой функции различны в АТС разных типов.

3. *Пороговое устройство и интерпретация* – преобразование биполярного сигнала в однополярный: сигнал, поступающий по линии (т.е. искаженный аналоговый сигнал с помехами), преобразуется через пороговое устройство в последовательность логических единиц и нулей. Эта регенерация битового потока и обеспечивает превосходство цифровой передачи и цифровой коммутации над их аналоговыми прототипами.

4. *Детектирование тревожных сигналов* – производится после того, как биполярный сигнал, полученный по линии, преобразован. Сведения об обнаруженных аномальных ситуациях кодируются средствами тревожной сигнализации. Примеры тревожных сигналов: потеря цикло-

вой синхронизации, в результате чего станция не может правильно принимать поток; отсутствие импульсов на приеме, т.е. во входящем потоке пропущен бит; частота ошибок выше порогового значения, т.е. частота возникновения ошибок превышает 0,001; тревожный сигнал станционного комплекта, создаваемый всякий раз, когда в станционном комплекте соединительной линии обнаружится неисправность и др.

PDF Compressor Free Version

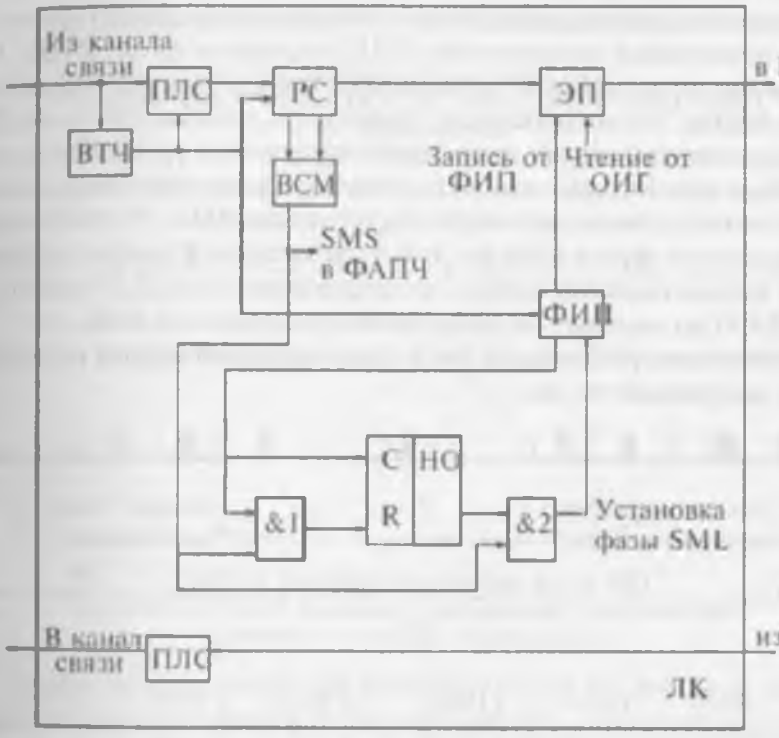
5. *Обработка сигналов управления коммутацией* – для передачи этих сигналов с использованием двух выделенных сигнальных каналов, закрепляемых за каждым из 30 телефонных каналов в 32-канальном тракте ИКМ организуются сверхциклы. Каждый сверхцикл представляет собой упорядоченную последовательность 16-ти циклов (с 0-го по 15-ый), повторяемых без перерыва каждые 2 мс (125 мкс × 16). В каждом сверхцикле 16-й канал первого цикла всегда содержит кодовую комбинацию 000001XS, в которой бит-X равен 1, если отправитель цикла в данный момент не способен к приему сверхциклов. Бит-S может использоваться для передачи данных со скоростью 500 кбит/с. Кодовая комбинация 000001XS служит для синхронизации сверхциклов, позволяющей в каждый момент знать, который из циклов сверхцикла принимается. Если применяется система общеканальной сигнализации № 7, то сигналы передаются по общему каналу в виде кадров, для приема которых станционный комплект должен быть способен к самосинхронизации со входящим потоком на битовом уровне, а всякий раз при безуспешном выполнении такой функции, комплект должен извещать об этом событии систему управления. После синхронизации на битовом уровне, станционный комплект должен получить цикловую синхронизацию для того, чтобы быть в состоянии правильно определять начало, содержание и конец каждого принимаемого им кадра. Все кадры нумеруются и содержат проверочные биты, которые используются станционным комплектом для обнаружения ошибок. Нумерация кадров служит для организации повторной передачи кадров, принятых с ошибкой.

Станционный комплект ОКС № 7 может поддерживать функции цикловой и битовой синхронизации. При этом он транслирует из канала в систему управления только полезные сообщения, т.е. те, которые действительно передаются по каналу сигнализации, и те, которыми обмениваются устройства управления станций при выполнении функций наблюдения, тестирования и диагностики, чтобы убедиться в правильности работы обеих взаимодействующих АТС. Вследствие сложности функций, которые он должен выполнять, этот комплект строится на базе одного или нескольких микропроцессоров.

Кроме того, некоторые его функции, в частности, те, которые связаны с защитой от ошибок ИС процедурами синхронизации, часто реализуются на специальных СБИС (например, HDLC – контроллер).

Как только был сделан шаг от аналоговых технологий к цифровым, одним из важнейших вопросов *стала синхронизация*. Рассинхронизированные узлы коммутации оказались бы неспособными буферизовать информацию, и это обернулось бы снижением качества сжатых видеосигналов и кодированных речевых данных, или потерей информации.

Функциональная схема линейного комплекта приведена на рис. 4.6.



ФАПЧ – фазовая автоподстройка частоты

ВСМ – выделитель синхрометки

РС – регистр сдвига

SML – линейная синхрометка

SMS – станционная синхрометка

ОИГ – общестанционный импульсный генератор

ЭП – эластичная память

НО – накопитель ошибок

&1 – схема совпадения

ФИП – фазовая импульсная подстройка

Рис. 4.6. **Функциональная схема ЛК**

вой синхронизации, в результате чего станция не может правильно принимать поток; отсутствие импульсов на приеме, т.е. во входящем потоке пропущен бит; частота ошибок выше порогового значения, т.е. частота возникновения ошибок превышает 0,001; тревожный сигнал станционного комплекта, создаваемый всякий раз, когда в станционном комплекте соединительной линии обнаружится неисправность и др.

PDF Compressor Free Version

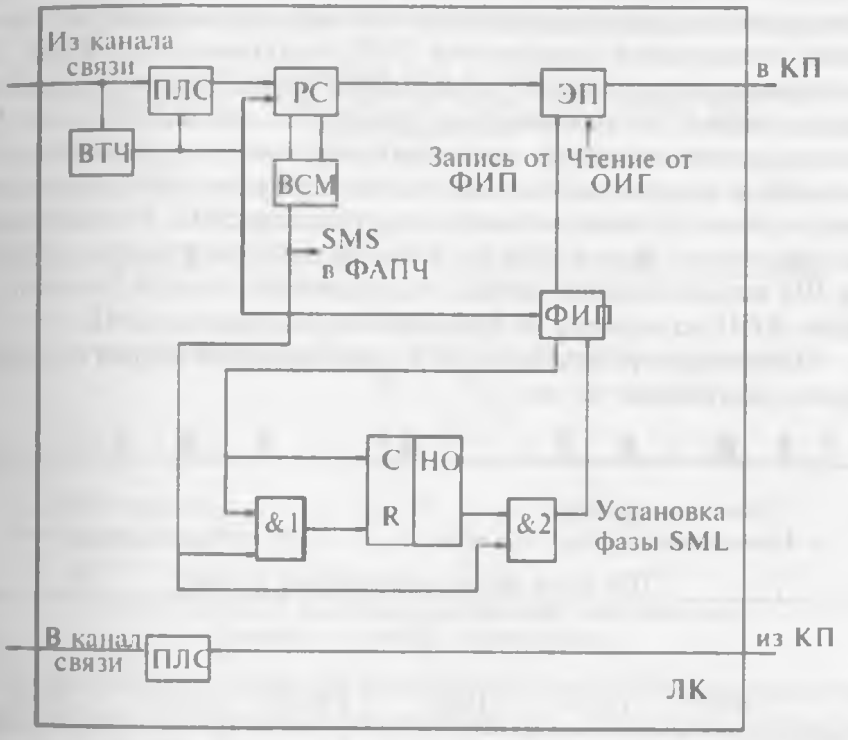
5. *Обработка сигналов управления коммутацией* – для передачи этих сигналов с использованием двух выделенных сигнальных каналов, закрепляемых за каждым из 30 телефонных каналов в 32-канальном тракте ИКМ организуются сверхциклы. Каждый сверхцикл представляет собой упорядоченную последовательность 16-ти циклов (с 0-го по 15-ый), повторяемых без перерыва каждые 2 мс (125 мкс × 16). В каждом сверхцикле 16-й канал первого цикла всегда содержит кодовую комбинацию 000001XS, в которой бит-X равен 1, если отправитель цикла в данный момент не способен к приему сверхциклов. Бит-S может использоваться для передачи данных со скоростью 500 кбит/с. Кодовая комбинация 000001XS служит для синхронизации сверхциклов, позволяющей в каждый момент знать, который из циклов сверхцикла принимается. Если применяется система общеканальной сигнализации № 7, то сигналы передаются по общему каналу в виде кадров, для приема которых станционный комплект должен быть способен к самосинхронизации со входящим потоком на битовом уровне, а всякий раз при безуспешном выполнении такой функции, комплект должен извещать об этом событии систему управления. После синхронизации на битовом уровне, станционный комплект должен получить цикловую синхронизацию для того, чтобы быть в состоянии правильно определять начало, содержание и конец каждого принимаемого им кадра. Все кадры нумеруются и содержат проверочные биты, которые используются станционным комплектом для обнаружения ошибок. Нумерация кадров служит для организации повторной передачи кадров, принятых с ошибкой.

Станционный комплект ОКС № 7 может поддерживать функции цикловой и битовой синхронизации. При этом он транслирует из канала в систему управления только полезные сообщения, т.е. те, которые действительно передаются по каналу сигнализации, и те, которыми обмениваются устройства управления станций при выполнении функций наблюдения, тестирования и диагностики, чтобы убедиться в правильности работы обеих взаимодействующих АТС. Вследствие сложности функций, которые он должен выполнять, этот комплект строится на базе одного или нескольких микропроцессоров.

Кроме того, некоторые его функции, в частности, те, которые связаны с защитой от ошибок ИС процедурами синхронизации, часто реализуются на специальных СБИС (например, HDLC – контроллер).

Как только был сделан шаг от аналоговых технологий к цифровым, одним из важнейших вопросов *стала синхронизация*. Рассинхронизированные узлы коммутации оказались бы неспособными буферизовать информацию, и это обернулось бы снижением качества сжатых видеосигналов и кодированных речевых данных, или потерей информации.

Функциональная схема линейного комплекта приведена на рис. 4.6.



ФАПЧ – фазовая автоподстройка частоты

ВСМ – выделитель синхрометки

РС – регистр сдвига

SML – линейная синхрометка

SMS – станционная синхрометка

ОИГ – общестанционный импульсный генератор

ЭП – эластичная память

НО – накопитель ошибок

&1 – схема совпадения

ФИП – фазовая импульсная подстройка

Рис. 4.6. **Функциональная схема ЛК**

Преобразователь линейного сигнала – ПЛС и выделитель тактовой частоты – ВТЧ выполняют функции восстановления биполярного сигнала из квазитроичного кода (линейного кода HDB-3 или др.) на приеме и, наоборот, на передаче, выделение тактовой частоты из группового тракта для устранения и проскальзывания и информации (обеспечение синхронности).

PDF Compressor Free Version

Синхронизация производится следующим образом. Тактовые импульсы с выхода ВТЧ поступают на сдвиговый регистр РС, который с помощью выделителя синхрометки – ВСМ из приходящего линейного сигнала определяет положение линейной синхрометки SML. Это временное положение сравнивается схемой совпадения &1 с положением станционной синхрометки SMS, поступающей из ФИП. При совпадении их временных положений на выходе схемы &1 вырабатывается сигнал, устанавливающий накопитель ошибок НО в «0». При несовпадении временных положений синхрометок установки не происходит, и накопитель ошибок постепенно увеличивает свое состояние под воздействием постоянно поступающих SML. По достижении определенного порога (обычно 3–4-х несовпадений подряд) на выходе НО вырабатывается сигнал, разрешающий схеме &2 подстройку фазы ФИП по первому же приходящему положению SML.

Процесс постройки фазы для 3-х несовпадений подряд иллюстрируется диаграммой на рис. 4.7.

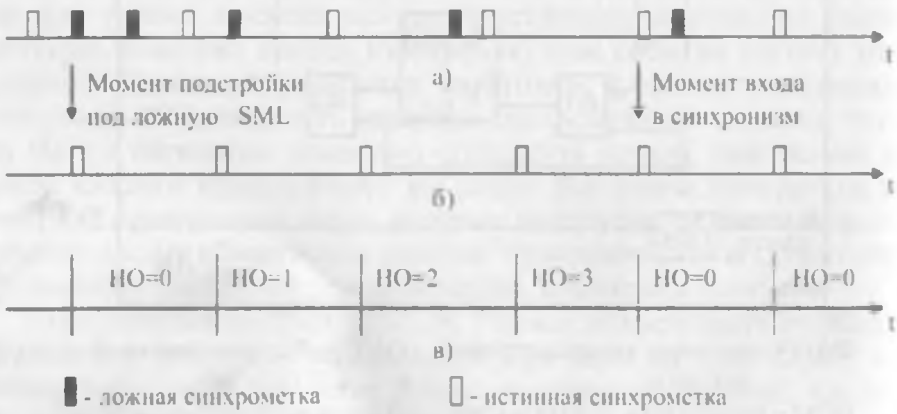


Рис. 4.7. **Подстройка фазы по ложной СМ:**
а) сигнал SML с выхода ВСМ. *б)* сигнал SMS с выхода ФИП.
в) состояние НО

Процесс сбоя истинной синхрометки изображен на рис. 4.8. Процесс выравнивания фаз для двух трактов изображен на рис. 4.9.

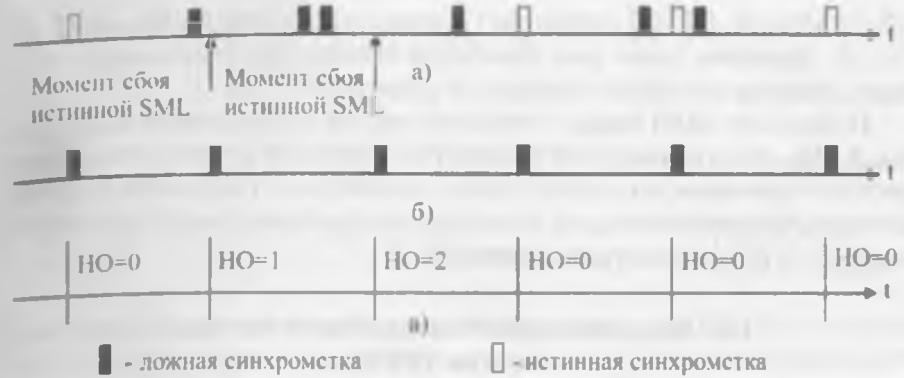


Рис. 4.8. **Процесс сбоя истинной SML:**
а) сигнал SML с выхода ВСМ, б) сигнал SMS с выхода ФИП,
в) состояние НО

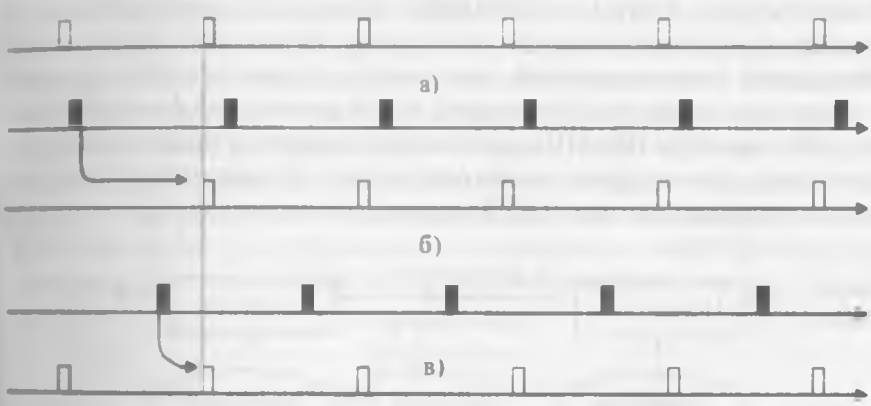


Рис. 4.9. **Выравнивания фаз на входе КП:**
а) сигнал от ОИГ. *б)* сигнал с небольшим запаздыванием,
в) сигнал с большим запаздыванием

Разность фаз на входе ЛК обусловливается различными расстояниями между удаленными и собственной АТС, что делает невозможной коммутацию цифровых каналов. Выравнивание фаз различных трактов на входе коммутационного поля производится эластичной памятью (ЭП), в которую запись производится под воздействием ФИП, а чтение – от станционного генератора ОИГ.

Цифровые соединительные линии SDH-технологии имеют интерфейсы SDH. К ним относятся синхронный оптический интерфейс STM-1, STM-4, STM-16. В большинстве случаев на цифровых АТС устанавливается синхронный оптический интерфейс STM-1. STM-1 осуществляет прием и передачу оптических сигналов со скоростью

155,52 Мбит/с. STM-1 выполняет определенные рекомендации Q.783 ITU-T, функции такие как обработка секционного заголовка, заголовка трактов высокого порядка и указателей.

PDF Compressor Free Version

Интерфейс SDH может непосредственно [illegible] тью ATM, обеспечивая интеграцию узкополосной и широкополосной связи, и при этом он может также значительно уменьшать количество оборудования станции, повышая экономичность сети, ее эффективность и возможности расширения.

4.6. Диаграмма работы выделителя тактовой частоты (ВТЧ)

В синхронных системах приемник подстраивается под частоту передатчика при помощи специального устройства – выделителя тактовой частоты (рис. 4.10). Передача производится блоками постоянной длины без промежутков между ними, блок начинается специальной комбинацией – синхрометкой, имеющей постоянное кодовое значение и период следования. Приемник имеет устройство фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ), которое на основании признаков синхрометки настраивает фазу своего генератора. Диаграмма работы выделителя тактовой частоты (ВТЧ) приведена на рис. 4. 11.

Рис. 4.10. **Синхронная система передачи**

Из принимаемого сигнала (рис. 4.11, *а*) выделяются передние фронты, которые воздействуют («подкачивают») на контур ударного возбуждения ВТЧ, настроенного на частоту передачи. В периодах между «подкачками» контур формирует монотонно затухающие колебания (рис. 4. 11, б). Путем усиления и ограничения по амплитуде принятых колебаний формируется тактовая частота приема (рис. 4.11, *в*).

Подстройка частоты на станции производится только от узлов высшей иерархии. Устройство ФАПЧ (рис. 4.12, *а*) функционирует следующим образом.

Поступающий в ФАПЧ из канала сигнал, помимо информационных символов, содержит последовательность служебных символов, в том числе – синхрометку SML, имеющую постоянное кодовое значе-

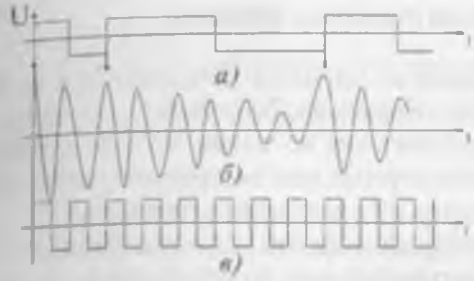


Рис. 4.11. **Диаграмма работы ВТЧ:**
а) исходный сигнал,
б) сигнал ВТЧ,
в) тактовая частота

ние и период следования. Выделитель синхрометки (ВСМ) на основании известных признаков синхрометки выделяет ее из поступающего сигнала и в виде временного импульса передает в сравнивающее устройство (СУ). Сравнивающее устройство сличает временное положение собственной синхрометки SMS, вырабатываемой общестанционным импульсным генератором (ОИГ), с принятой синхрометкой из канала связи и результат сравнения отсылает в подстраивающее устройство (ПУ). В зависимости от результата сравнения подстраивающее устройство либо оставляет, либо осаживает, либо подгоняет входящую частоту, поступающую от задающего генератора (ЗГ). Нормально подстраивающее устройство имеет определенный коэффициент деления (на рис. 4.12 *в* – 2), при осаживании оно исключает дополнительно один из поступающих от задающего генератора импульсов, при подгоне – пропускает один лишний импульс (рис. 4.12, *б*).

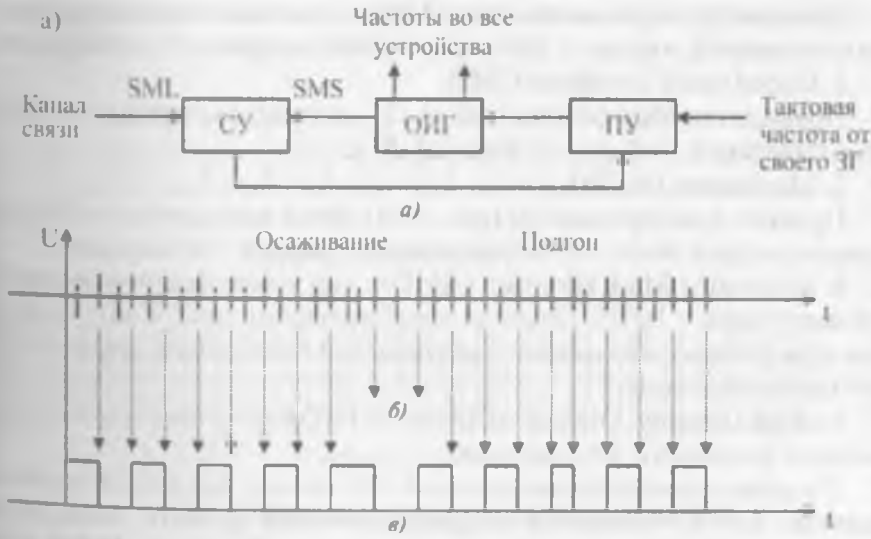


Рис. 4.12. **Устройство ФАПЧ:**
а) функциональная схема, *б)* частота на входе ПУ, *в)* частота на выходе ПУ

4.7. Преобразователи линейных сигналов

PDF Compressor Free Version

Внутри цифровой АТС цифровые сигналы передаются в виде биполярного кода (NRZ – Non– Return-to-Zero space), в котором логической «1» соответствует напряжение не менее +2,4 В, а логическому «0» – не более 0,4 В. Биполярный код не приспособлен для передачи сигналов по линиям связи по следующим причинам:

1. Наличие в канальном оборудовании трансформаторов, конденсаторов не позволяет передавать информацию импульсами постоянного тока, что приводит к искажению передаваемого сигнала. Исключение составляют физические линии связи.

2. Передача информации постоянным током затрудняет приемной стороне выделение тактовой частоты при длительной передаче «0» или «1», что имеет место при передаче данных.

Поэтому передаваемую информацию следует преобразовать таким образом, чтобы исключить указанные недостатки. Это преобразование осуществляют ***преобразователи линейных сигналов (ПЛС).***

Существует много способов преобразования, обусловленных спектральным составом преобразованных сигналов, стоимостными соображениями и т.д. Рассмотрим наиболее распространенные из них (стрелками на рисунках показаны моменты «подкачки» контура ударного возбуждения).

1. Conditioned diphase code (CDC).

Правило преобразования (рис. 4.13): «единицы» передаются битами с инверсией, «нули» – дебитами разной полярности с инверсией.

2. Coded mark inversion (CMI).

Правило преобразования (рис. 4.14): «единицы» передаются битами с инверсией, «нули» – дебитами «01».

3. Manchester (MCH).

Правило преобразования (рис. 4.15): биты передаются дебитами, причем первый имеет истинное значение, второй – инверсное.

4. Alternating Mark Inversion (AMI) – код чередующейся полярности импульсов – ЧПИ. Правило преобразования (рис. 4.16): «единицы» передаются импульсами чередующейся полярности, «нули» – отсутствием импульса.

5. High Density Dipolar of Order 3 (HDB3) – биполярный код высокой плотности 3-го порядка.

Правило преобразования (рис. 4.17): так же, как в AMI, но комбинация из 4-х «нулей»-ей подряд заменяется на 000V, если после предыдущего V было четное число импульсов В или на B00V, если после предыдущего V было нечетное число импульсов В.

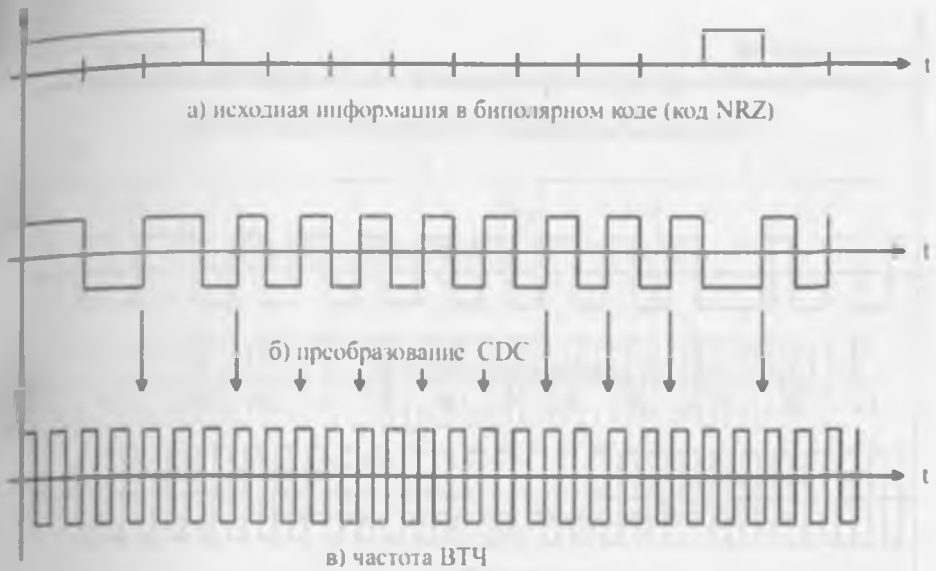


Рис. 4.13. **Временные диаграммы преобразования CDC**

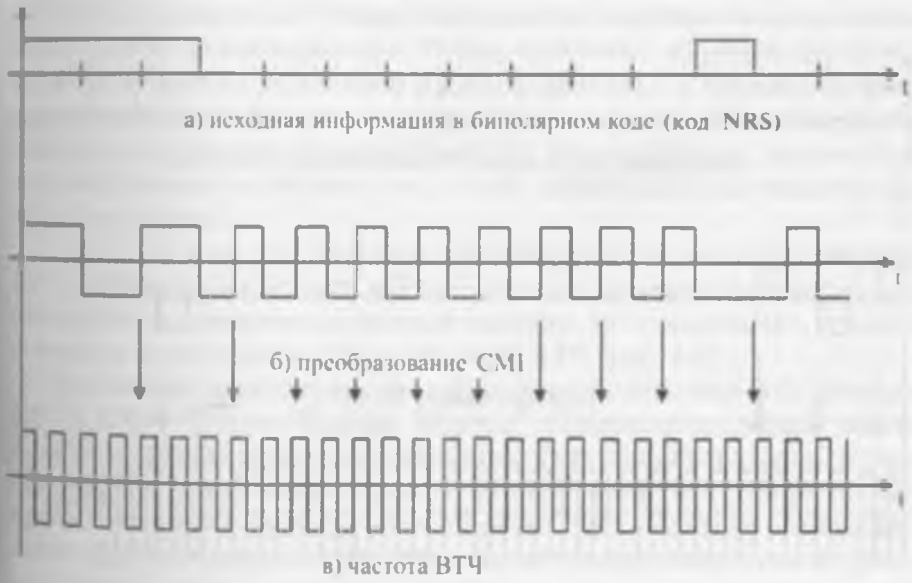


Рис. 4.14. **Временные диаграммы преобразованияCMI**

PDF Compressor Free Version

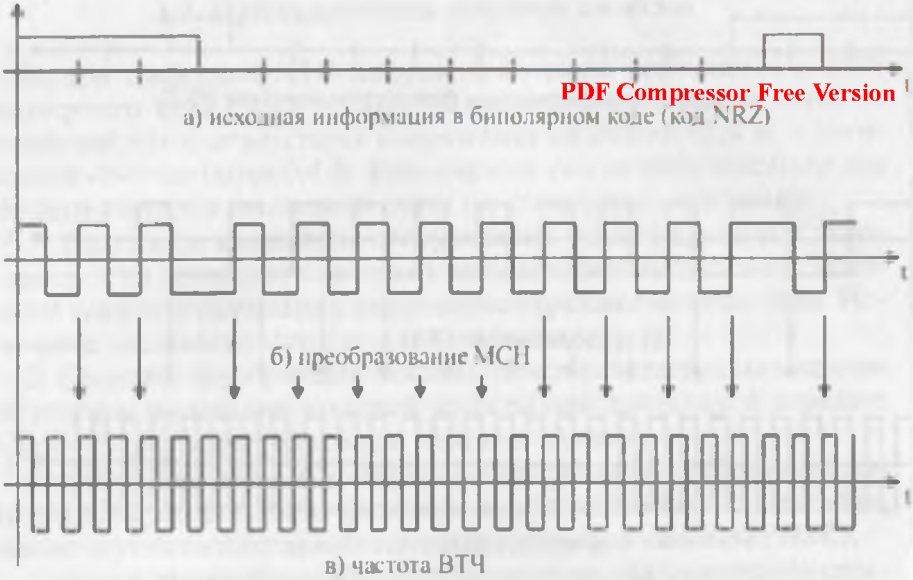


Рис. 4.15. **Временные диаграммы преобразования МСН**

Рис. 4.16. **Временные диаграммы преобразования AMI**

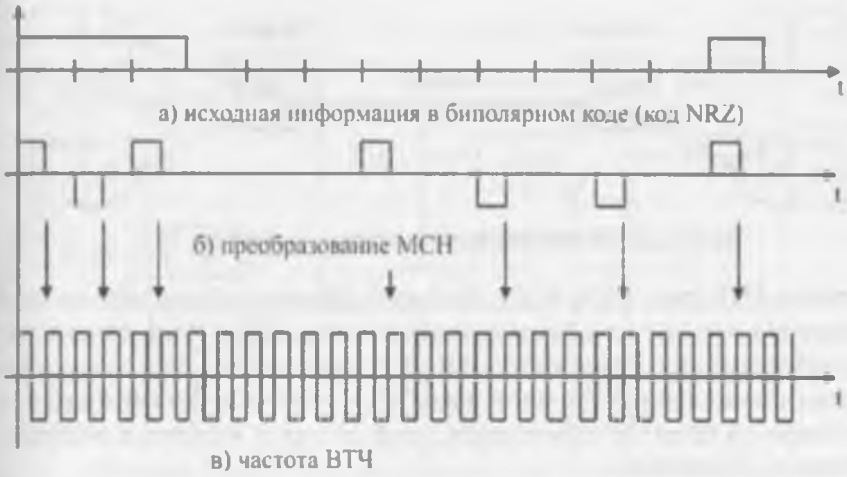


Рис. 4.17. **Временные диаграммы преобразования HDB-3**

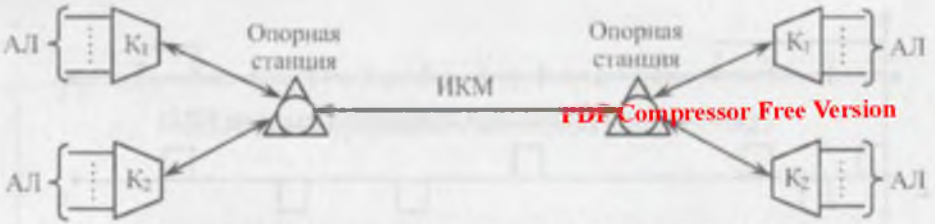
4.8. Опорная АТСЭ и концентратор

В электронных АТС предусматривается широкое использование абонентских концентраторов. Индивидуальные абонентские линии включаются непосредственно в концентраторы, а с выхода концентратора образуется групповой цифровой сигнал, в котором содержится информация тридцати речевых каналов. Таким образом, применение концентраторов позволяет уменьшить капитальные затраты на абонентские линии.

АТСЭ, в которую включен концентратор, называется **опорной**. Концентраторы могут быть как удаленными, расположенными на значительном расстоянии от опорной станции, так и местными, установленными непосредственно на опорной АТС (рис. 4.18).

Удаленные концентраторы соединяются с опорной АТС посредством ИКМ-трактов. Каждая опорная станция обеспечивает взаимную связь между группой включенных в нее концентраторов. Обмен сигнальной информацией между концентратором и опорной АТС происходит по системе сигнализации № 7. В концентраторах происходит аналого-цифровое преобразование и цифро-аналоговое преобразование сигналов.

Емкость концентратора зависит от производителя АТСЭ. Все оборудование концентратора и опорной АТС можно разделить на три основные группы: коммутационное КО, управляющее УО и проме-



PDF Compressor Free Version

Рис. 4. 18. **Включение концентраторов в опорную АТС**

жуточное ПО (рис. 4.19, 4.20). Коммутационное оборудование концентратора состоит из коммутационного поля КП и подключенных к нему абонентских комплектов АК. КП рассчитано на коммутацию тридцати импульсных каналов, каждый из которых может быть предоставлен на время установления соединения и на время разговора любому из абонентов.

Промежуточное оборудование содержит: определитель (О), устройство управления коммутационным полем концентратора (УУКПК) и аппаратуру приема и передачи сигнальной информации (АППИ). Определитель предназначен для контроля состояния всех АК концентратора. Моменты возникновения вызовов (замыкание шлейфа абонентской линии) и моменты отбоя (размыкание шлейфа) воспринимаются определителем и передаются в блок управления концентратором (БУК).

УУКПК является устройством, обеспечивающим предоставление абоненту свободного импульсного канала. Оно действует только по командам БУК. АППИ предназначена для обмена сигнальной информацией между управляющим оборудованием концентратора и опорной станцией в процессе обслуживания вызовов.

Управляющее устройство концентратора – это блок управления БУК, который работает только во взаимодействии с управляющим оборудованием опорной АТС. Его основными функциями являются: прием от определителя сигналов о поступлении вызова или отбоя, формирование соответствующей информации об этом и управление АППИ для передачи этой информации в ЦПр опорной станции, прием от ЦПр через АППИ команд управления и передача их в УУКПК.

В оборудовании опорной АТС в составе ПО используются передатчик акустических сигналов ПАС и приемник номерной информации ПНИ.

Коммутационное поле КП опорной АТС представляет собой схему на L-входов и l-выходов. Входы КП опорной АТС используются

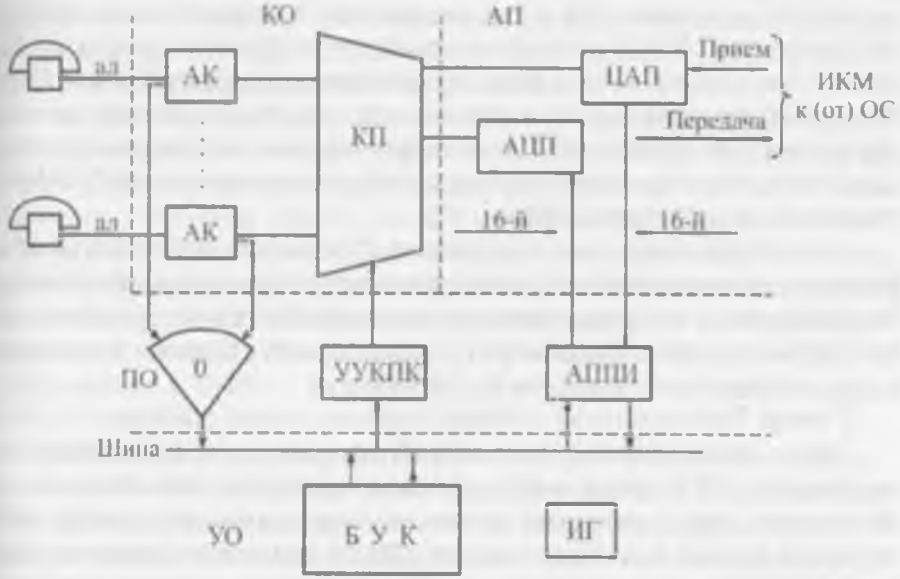


Рис. 4.19. **Схема концентратора**

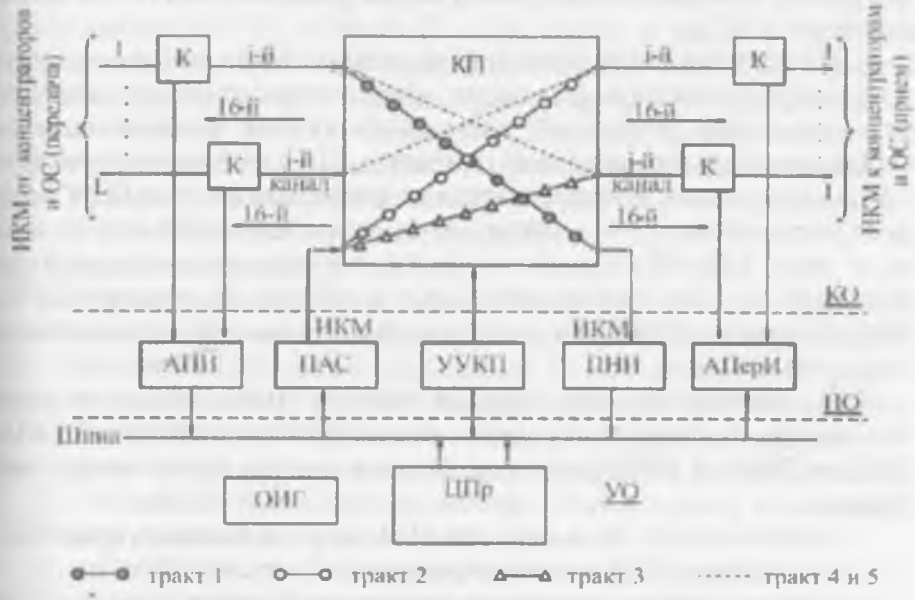


Рис. 4.20 **Схема опорной АТС**

для включения передающей части ИКМ-трактов концентраторов и других ОС, а выходы КП – для включения приемной части этих же ИКМ-трактов. В КП должны создаваться цифровые тракты между любым i-м входящим и любым j-м исходящим временным каналом. Все процессы коммутации и управления при обслуживании вызовов должны осуществляться в строго ограниченные интервалы времени. Для этой цели используются общестанционные генераторы (ОИГ) и импульсные генераторы (ИГ).

PDF Compressor Free Version

Рассмотрим процесс установления соединения между двумя абонентами, включенными в разные концентраторы опорной станции. Будем считать, что концентратор вызывающего абонента А подключен ко входу I коммутационного поля опорной станции, а концентратор вызываемого абонента Б – к выходу l.

1 этап. Прием вызова, посылка сигнала «ответ станции».

При снятии вызывающим абонентом микротелефонной трубки определитель (О) путем периодического сканирования абонентских комплектов (АК) распознает сигнал вызова (замыкание шлейфа абонентской линии) и сообщает об этом блоку управления концентратора (БУК). БУК определяет номер АК вызывающего абонента и формирует сигнальное слово, которое должно содержать информацию о номере АК и сигнале вызова. Эта информация с помощью АПИ передается на опорную станцию, где она принимается АПИ и затем поступает в ЦПр.

ЦПр по принятому сигнальному слову определяет номер концентратора абонента и, используя данные оперативной памяти, определяет номер свободного временного канала. Выбрав один из свободных каналов, например, i-й канал, ЦПр формирует ответное сигнальное слово, которое содержит информацию о номере концентратора абонента А, номере АК и номере выбранного i-го канала, и через АПерИ передает по тракту I в сторону концентратора абонента А. Здесь оно принимается в АПИ и поступает в БУК. БУК передает в УУКП команду на подключение АК абонента А к i-му каналу тракта I.

ЦПр опорной станции, передав ответное сигнальное слово концентратору, формирует несколько команд для передачи их в УУКП. ПАС и ПНИ. В УУКП передаются две команды для установления тракта:

- одного между i– м каналом ПАС и i– м каналом приемной части входа IКП к концентратору абонента А (тракт 1);
- другого между i-м каналом передающей части входа I и i-м каналом ПНИ (тракт 2).

В ПАС передается команда для подключения к тракту 1 сигнала *«Ответ станции»*, а в ПНИ – команда для подготовки приема номера (тракт 2).

2 этап. Прием номерной информации.

Абонент после сигнала *«Ответ станции»* приступает к набору номера. Номер абонента Б фиксируется в ПНИ. После приема первой цифры ЦПр дает команду в ПАС для выключения сигнала *«Ответ станции»*, при этом тракт 1 в КП сохраняется. Приняв из ПНИ номерную информацию, ЦПр анализирует ее, определяет номер требуемого концентратора и по номеру абонента Б выясняет по данным оперативной памяти состояние линии этого абонента. Если абонентская линия абонента Б занята, то ЦПр выдает команду в ПАС на подключение к тракту 1 сигнала *«Занято»*, который посылается абоненту А.

3 этап. Посылка сигналов вызова и контроля посылки вызова.

Если абонентская линия абонента Б свободна, то ЦПр ищет свободный канал в цифровом тракте L к концентратору абонента Б. Выбрав свободный канал j, ЦПр отмечает его занятым и формирует сигнальное слово, которое содержит номер АК абонента Б и номер канала для передачи его в БУК концентратора абонента Б. Эта информация передается через АПерИ приемной части выхода L и принимается в АПИ концентратора. БУК передает команду в УУКПК для подключения АК абонента Б к j-му каналу в тракте L. Получив подтверждение от БУК, ЦПр формирует команду для УУКП для разрушения тракта 2 к ПНИ и посылки сигнала *«Контроль посылки вызова»* абоненту А из ПАС (тракт 1). Посылка вызова абоненту Б посылается из его АК. Кроме того, ЦПр формирует еще две команды для УУКП с целью подготовки включения разговорных соединительных путей в КП после ответа абонента Б.

4 этап. Разговор абонентов.

Сигнал *«ответ абонента»* отмечается определителем концентратора вызванного абонента Б. БУК сообщает об ответе абонента Б в ЦПр ОС. После этого ЦПр выдает разрешение УУКП на включение разговорного тракта в КП, а также передает команду для отключения вызывных сигналов. В КП остаются включенными два тракта:

- тракт 4 – между i-м каналом тракта передачи 1-го входа КП и j-м каналом тракта приема выхода L, по которому коммутируется речевая информация от аб. А к аб. В.
- тракт 5 – между j-м каналом тракта передачи выхода L и i-м каналом тракта приема входа 1 для передачи речевой информации в обратном направлении.

5 этап. Посылка сигнала *«Занято»* при отбое.

При отбое со стороны одного из абонентов определитель концентратора воспринимает сигнал отбоя, а БУК передает эту информацию в ЦПр опорной станции. ЦПр освобождает в КП тракты 4, 5 и передает в БУК, в котором зафиксирован отбой, команду на освобождение разговорного тракта в КП концентратора. Абоненту другого концентратора, еще не давшего отбой, из ПАС посылается сигнал *«Занято»*.

PDF Compressor Free Version

Контрольные вопросы

1. *Из каких основных подсистем состоит АТСЭ?*
2. *Каково назначение модулей ЦСК?*
3. *Для чего предназначены концентраторы в АТСЭ?*
4. *Для чего предназначена межстанционная сигнализация в ЦСК? Какие виды межстанционной сигнализации используются в ЦСК?*
5. *На какие этапы разделяется обслуживание вызова в АТСЭ?*
6. *Какие виды абонентской сигнализации реализованы в АТСЭ?*
7. *Для чего предназначены генераторы тональных (звуковых) сигналов?*
8. *Какие функции выполняют многочастотные приемо-передатчики в АТСЭ?*
9. *Чем отличаются модули подключения аналоговых линий на АТСЭ?*
10. *В чем заключаются основные функции модуля аналоговых абонентских линий?*
11. *Какие функции входят в понятие функции BORSCHT?*
12. *В чем заключается необходимость концентрации нагрузки абонентских линий?*
13. *От чего зависит коэффициент концентрации нагрузки абонентских линий на АТСЭ?*
14. *Для чего предназначен модуль цифровых соединительных линий?*
15. *Для чего предназначена синхронизация?*
16. *Что такое цикловая синхронизация, битовая синхронизация, тактовая синхронизация?*
17. *Что такое биполярный и однополярный сигнал?*
18. *Какие существуют типы линейных кодов?*
19. *Какой линейный код используют цифровые АТС?*
20. *Что такое ОКС № 7? Для чего предназначена ОКС7?*
21. *Какие бывают интерфейсы SDH?*
22. *Что такое STM-1, STM-4, STM-16?*

5. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ КОММУТАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ

5. 1. Цифровое коммутационное поле ЭАТС

Цифровые коммутационные поля ЦКП всегда строятся на принципах ВРК. Техника ВРК характеризуется тем, что несколько последовательных временных выборок объединяются в цикл и поступают в канал передачи. Для каждой выборки в цикле отведена некоторая временная позиция. На рис. 5.1 показана структура цикла ИКМ30.

Рис. 5.1. **Структура цикла ИКМ30**

Каждый цикл имеет длительность 125 мкс и содержит 32 канала (канальных интервала К0-К31) – 30 речевых и 2 служебных. 30 речевых канальных интервалов – с 1 по 15 и с 17 по 31 используются для передачи речевой информации. Канал 0 – для синхронизации системы, канал 16-и передача сигналов сигнализации и СУВ. Длительность каждого КИ составляет 3,9 мкс.

В каждом КИ размещается 1 кодовая группа, содержащая 8 символов. Из временной диаграммы цикла (рис. 5.1) видно, что информационные блоки (символы) отдельных каналов следуют непрерывно друг за другом. При несинхронной передаче информация одного канала может наложиться на информацию другого канала. Это приведет к полному искажению передаваемого сигнала. Поэтому в ИКМ системах коммутации необходимо осуществлять тактовую и цикловую синхронизацию.

Основная функция коммутационного поля в ЦСК – коммутация содержимого некоторого временного интервала СЛ СП приема с другим временным интервалом СЛ СП передачи. Такой процесс коммутации требует смены временной позиции в смены цифровой линии (СЛ СП). Поэтому в ЦКП имеется 2 различных типа ступеней коммутации:

PDF Compressor Free Version

- коммутационные ступени для изменения временных интервалов без смены цифрового тракта (СЛ СП) – временная коммутация В или, от английского слова time, Т – коммутация;
- коммутационные ступени для изменения цифрового тракта (СЛ СП) без смены временных интервалов – пространственная коммутация П или, от английского слова space, S – коммутация.

Сочетание пространственных и временных ступеней в ЦКП, т.е. их группообразование, теоретически определяет параметры этой коммутационной системы КС.

При коммутации необходимо учитывать, что оба направления передачи используют раздельные цифровые тракты. Поэтому коммутацию можно осуществлять по 2 двухпроводным СЛ или по 1 четырехпроводной СЛ. В первом случае каждое направление передачи коммутируется раздельно, а во втором случае оба направления передачи проходят по общему тракту. В зависимости от способа использования коммутационные поля можно разделить на поля с односторонним и двусторонним использованием.

По виду группообразования коммутационные поля можно разделить на двусторонние и одностороннее. На рис. 5.2. показаны некоторые варианты группообразования.

Двустороннее ЦКП характеризуется тем, что цифровые тракты подключаются с обеих сторон КС. Благодаря наличию внешних соединений может создаваться система двустороннего действия. В одностороннем ЦКП напротив, цифровые тракты, подключенные извне, расположены только с одной стороны КС.

В качестве примера на рис. 5.3 показан процесс сдвига каналов на другую временную позицию для обоих направлений передачи при соединении, осуществляемом цифровым трактам 1 и 2. Предположим, i-й канальный интервал $КИ_i$ выделен для вызова, поступающего по цифровому тракту 1, а $КИ_j$ выделен для вызова, поступающего по цифровому тракту 2 (причем i<j). С помощью устройств задержки ЛЗ1 и ЛЗ2 речевой сигнал, передаваемый в $КИ_i$ тракта 1 может быть задержан на промежуток времени

$$\Delta t = (j - i)\tau \qquad (5.1)$$

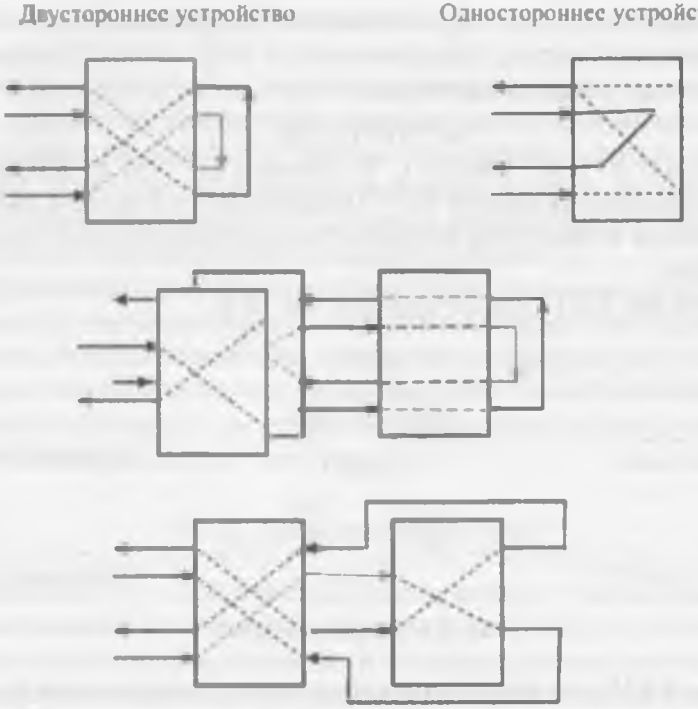


Рис. 5.2. **Примеры группообразования цифровых устройств**

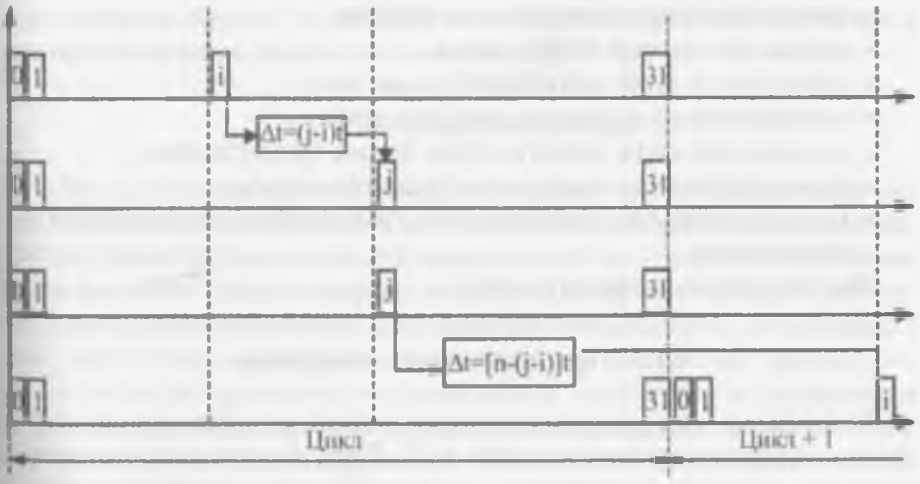


Рис. 5.3. **Пример процесса сдвига каналов на другую временную позицию для прямого и обратного направлений передачи**

и сдвинут в КИ$_i$ тракта 2. В обратном направлении (направление приема) речевой сигнал, передаваемый в КИj тракта 2 может быть задержан на промежуток времени

PDF Compressor Free Version

$$\Delta t = [n - (j - i)]\tau \qquad (5.2)$$

и сдвинут в КИ$_i$ тракта 1. В примере n – число КИ в одном цикле, длительность одного КИ. Таким образом передача информации в прямом и обратном направлениях должна происходить в разных циклах.

Общий вид ЦКП представлен на рис. 5.4.

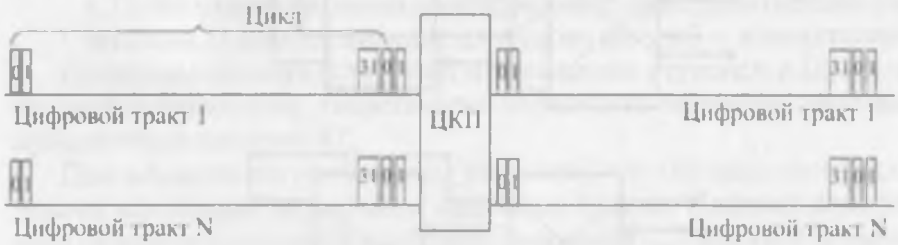


Рис. 5.4. **Общий вид ЦКП**

Каждый КИ или временной канал имеет 2 координаты Sj и Tj. Sj определяет принадлежность канала к цифровому тракту. Tj показывает позицию КИ в цикле передачи.

В коммутационных полях цифровых АТС могут использоваться:

- только пространственная коммутация,
- только временная коммутация,
- коммутация вида «пространство-время»,
- коммутация вида «время-пространство»,
- коммутация вида «пространство-время-пространство»,
- коммутация вида «время-пространство-время»,
- более сложные комбинации пространственной и временной коммутации.

Рассмотрим некоторые из них.

5.1.1. Пространственная коммутация

Устройства пространственной коммутации использовались еще в декадно-шаговых и координатных АТС. Пространственная коммутация была основой построения коммутационных полей квазиэлектронных АТС и электронных АТС первого поколения. В частности, американские станции 1ESS, 2ESS и 3ESS, а также российские КВАРЦ,

МТ-20, ИСТОК используют исключительно пространственную коммутацию.

Пространственные S-коммутаторы (от слова space – пространство) создают в коммутационном поле электрический соединительный путь, который поддерживается в течение всего времени существования соединения. При этом обеспечивается физическое (а в электромеханических и квазиэлектронных АТС-просто металлическое) [1] соединение входа коммутационного поля с его выходом.

Цифровая пространственная коммутация дает возможность соединять входы с выходами только в тех случаях, когда номер временного интервала, отведенного входу, совпадает с номером временного интервала, отведенного выходу. В связи с этим коммутационные поля, построенные только из пространственных коммутаторов, в цифровых АТС практически не применяются.

5.1.2. Временная коммутация

Временные Т – коммутаторы (от слова time – время) поддерживают виртуальное соединение, существующее только в течение определенных временных интервалов. Концептуально временная коммутация может рассматриваться как система памяти, которая назначает для разных временных интервалов разные ячейки памяти, поэтому такая система называется памятью межинтервального обмена. Концепция программного назначения временных интервалов разрешает использовать одни и те же пространственные точки коммутации в разные интервалы для разных соединений.

5.1.3. Пакетная коммутация

Повысить эффективность использования канала связи можно путем предоставления абоненту не всей полосы канала, а лишь только кратковременной возможности для передачи его сообщения целиком. В таком случае связь осуществляется не в реальном масштабе времени, поскольку информация пользователя принимается, накапливается и затем лишь передается. Если в тракте несколько транзитных узлов, то в каждом пункте эти сообщения, состоящие из заголовка и собственно сообщения, принимаются, накапливаются и при наличии свободных путей затем передаются дальше в соответствии с их адресом, находящимся в заголовке. Таким образом, неизбежна задержка информации, которая делает режим передачи сообщений непригодным для речевого обмена.

Пакетный и его производные режимы переноса информации (кадровый и ячеечный) способны устранить эти недостатки. Для этого все сообщение (обычно большой длины) разбивается на небольшие части одинакового объема, называемые пакетами, каждому из которых присваивается определенный порядковый номер, а в заголовке устанавливается одинаковый адрес получателя. Пакеты могут передаваться через сеть или коммутационный блок по различным свободным путям и в любом порядке, однако в вызываемом пункте пакеты принимаются и затем записываются в первоначальном порядке так, чтобы восстановилось исходное сообщение. При этом возможна задержка пакетов, однако она будет значительно меньше, чем в случае передачи сообщений, поскольку длительность переприема каждого из более коротких пакетов меньше, чем сообщения целиком.

PDF Compression Free Version

Коммутация пакетов имеет следующие преимущества перед коммутацией каналов:

– эффективное использование канала, поскольку при использовании системы приоритетов можно динамически перераспределять ресурсы канала между пакетами от различных источников (пакеты с высоким приоритетом будут доставляться с меньшими задержками);

– возможно преобразование скорости передачи данных, что обеспечит возможность обмена информации между источниками, подключенными каналами разной пропускной способности;

– нет отказов в соединении, даже если сеть перегружена, а лишь могут возникнуть задержки с доставкой информации.

В основном используется размер пакетов в 128 байтов, но могут быть и другие (256, 512...4096). Для некоторых технологий в одном сеансе передачи длина пакетов может изменяться в зависимости от загруженности канала.

Для широко известного протокола передачи пакетов X.25 характерна многоуровневая система обнаружения и коррекции ошибок, что позволяет решать проблемы плохих каналов связи. На пути движения пакета проверяется его целостность, и если по контрольной сумме, передаваемой в заголовке пакета, невозможно его восстановление, то посылается запрос о повторной передаче пакета. Поэтому высокий уровень помех в линии заметно снижает скорость передачи до 64 Кбит/с.

Для линий с низким уровнем помех применяется протокол передачи кадров Frame Relay, в котором значительно уменьшена избыточность кодировки и упрощена система заголовков (меньше служебной информации). Здесь производится проверка не каждого пакета в отдельности, а только адресного поля всего кадра (группы пакетов,

оформленных в кадр). Таким способом достигается скорость передачи до 2 Мбит/с.

В технологии ATM (Asynchronous Transfer Mode) передача информации производится пакетами фиксированной длины в 53 байта, из которых 5 байтов отводится для заголовка, а 48 байтов – для информации пользователя. Такие пакеты называются ячейками (cell), которые не оформляются в кадр. Ячейки передаются по каналу непрерывно, даже если нет передачи информации («пустые» ячейки). Они выполняют функцию «транспорта» по доставке информации. В отличие от синхронного временного мультиплексирования, где для передачи сообщения используются фиксированные тайм-слоты (time slot) через равные промежутки времени (длительность цикла), в ATM источнику информации ячейки для транспортировки данных могут предоставляться неравномерно, в зависимости от потребности в скорости передачи или от возможностей канала связи в данный момент времени.

В случае передачи информации пакетами, кадрами или ячейками говорят об асинхронном режиме переноса информации, который характеризуется тем, что не требуется осуществлять синхронизацию на протяжении всего тракта передачи от начального пункта до конечного. Достаточно обеспечить синхронную передачу последовательности битов только между соседними пунктами.

5.2. Блок пространственной коммутации БПК

Выше было рассмотрено, что в ЦКП цифровых АТС применяются коммутационные блоки 2 структур БПК и БВК.

Блок пространственной коммутации БПК предназначен для синфазной коммутации каналов определенных входящих и исходящих цифровых трактов, поэтому он не требует включения в тракт запоминающих устройств ЗУ. В БПК осуществляется коммутация КИ, которые занимают в коммутируемых линиях одинаковое временное положение. БПК представляет собой пространственный коммутатор на N входов и M выходов. Во входы включены входящие цифровые тракты, в выходы включены исходящие цифровые тракты с n-временными каналами. Такой коммутатор имеет NxM точек коммутации, в каждой из которых включены электронные контакты типа импульсных вентилей (см. рис. 5.5).

Каждый вентиль имеет 2 входа (основной и управляющий) и 1 выход. Управляющий вход соединен с управляющим комплектом УК. Управление вентилями осуществляется импульсными последователь-

ностями P_i, временные положения которых синхронизированы с временными положениями КИ системы ИКМ. Каждый вентиль может управляться любой последовательностью P_i, где i =1, 2, 3...n, причем на управляющий вход вентиля может подаваться любое число последовательностей из n. При открывании вентиля его основной вход соединяется с выходом, в результате создаются условия для трансляции ИКМ сигналов от входящего к исходящему тракту в том КИ, временное положение которого соответствует положению управляющей последовательности P_i. Время открывания вентиля равно длительности импульса управляющей последовательности, которая равна длительности КИ τ = 3,9 мкс.

PDF Compressor Free Version

Пример. Если необходимо установить соединение между КИ 1,5 и 7 входящего тракта 1 с такими же КИ исходящего тракта 1, то достаточно подать на управляющий вход вентиля B_{11} последовательности P_1, P_5, P_7. Если необходимо установить соединение между КИ 2,8 и 21 входящего тракта 1 с такими же КИ исходящего тракта М, то достаточно подать на управляющий вход вентиля B_{1M} последовательности P_2, P_8, P_{21}.

На рис. 5.5, *б* дана схема, изображающая пространственный эквивалент коммутационного блока NxM цифровых трактов с n-импульсными каналами в каждой. На рис. 5.5, *б* каждый цифровой тракт показан в виде пучка из n обычных линий. Эквивалентная схема содержит n коммутаторов на N входов и M выходов каждый. В каждом коммутаторе возможна коммутация только одноименных каналов, т.е. каналов, занимающих в входящих и исходящих коммутируемых линиях одно и то же временное положение. Эта особенность БПК является их недостатком. При пространственной коммутации временных каналов могут иметь место внутренние блокировки, что приводит к появлению потерь, т.е. отказам в установлении соединений, если в требуемой исходящей УСЛ нет свободного временного канала, одноименного с каналом входящей линии, для которого устанавливается соединение. Для устранения внутренних блокировок в случае необходимости можно осуществить сдвиг (перенос) информации входящего канала в другую временную позицию исходящего канала – БВК.

Другой отличительной особенностью схемы является групповое управление вентилями точек коммутации.

Это значит, если какой-либо вентиль БПК, например B_{11}, управляется последовательностью P_i, то ее нельзя использовать для управления другими смежными вентилями как по горизонтали, так и по вертикали.

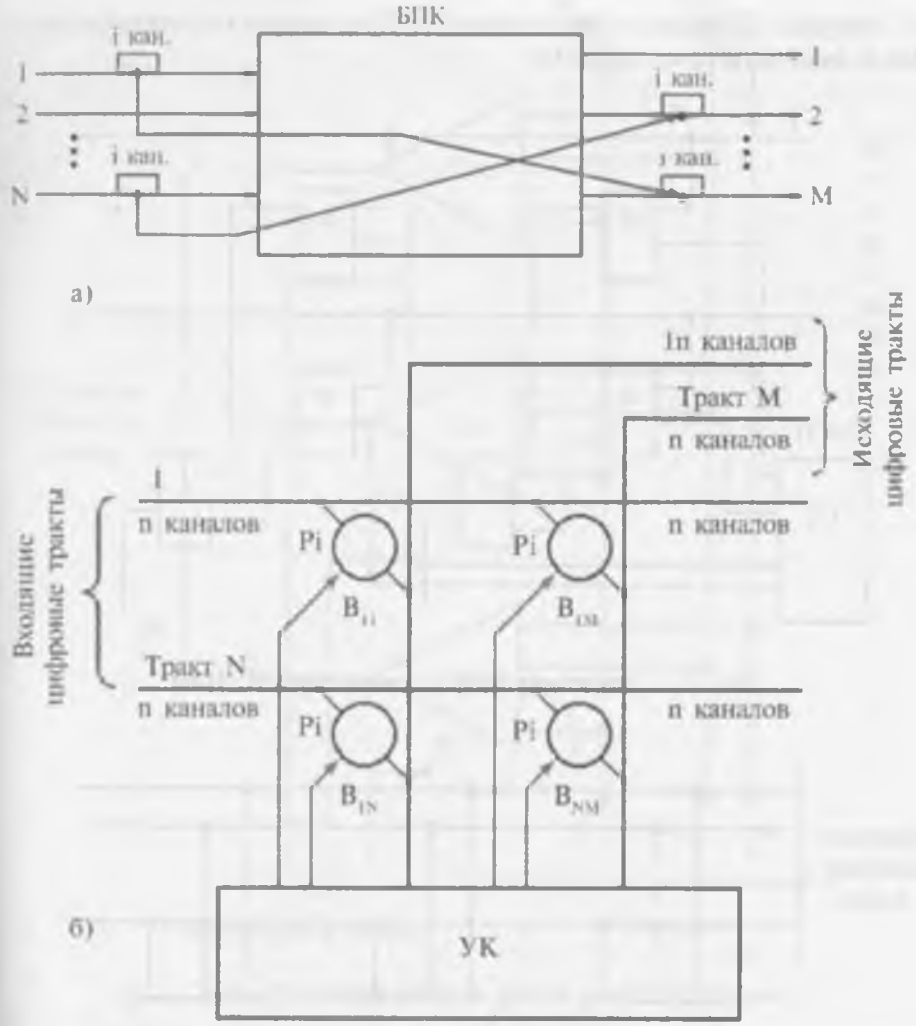


Рис. 5.5. **Блок пространственной коммутации БПК:**
а) условное обозначение блока; *б)* пространственный эквивалент БПК

БПК могут быть реализованы на интегральных схемах И, ИЛИ, НЕ, мультиплексорах Мх и демультиплексорах Dx. На рис. 5.6 показана реализация БПК на схемах типа И, ИЛИ. Проключение соответствующего входа с соответствующим выходом в БПК осуществляется по командам из УК. В УК содержатся адреса входов и выходов БПК. Управляющие сигналы поступают из УК циклически в те моменты, когда должно осуществляться соединение соответствующего временного канала.

На рис. 5.7 показана реализация БПК на схемах мультиплексоров Мх и демультиплексоров Dx.

PDF Compressor Free Version

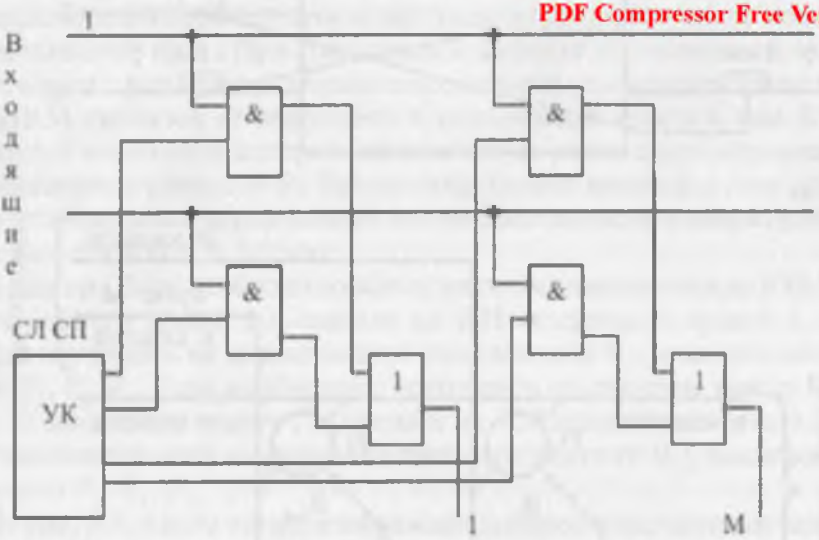


Рис. 5.6. **Реализация БПК на схемах типа И, ИЛИ**

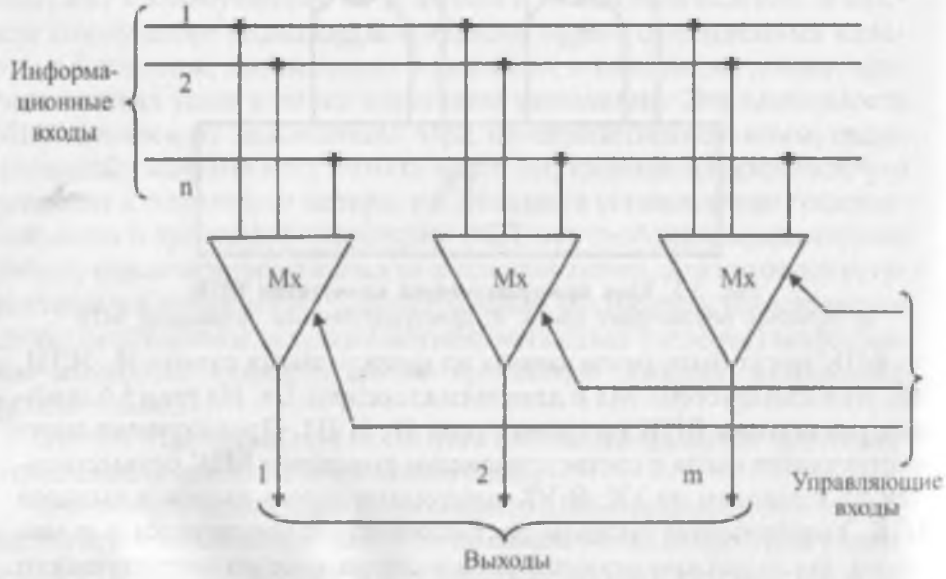


Рис. 5.7, а. **Реализация БПК на схемах мультиплексоров**

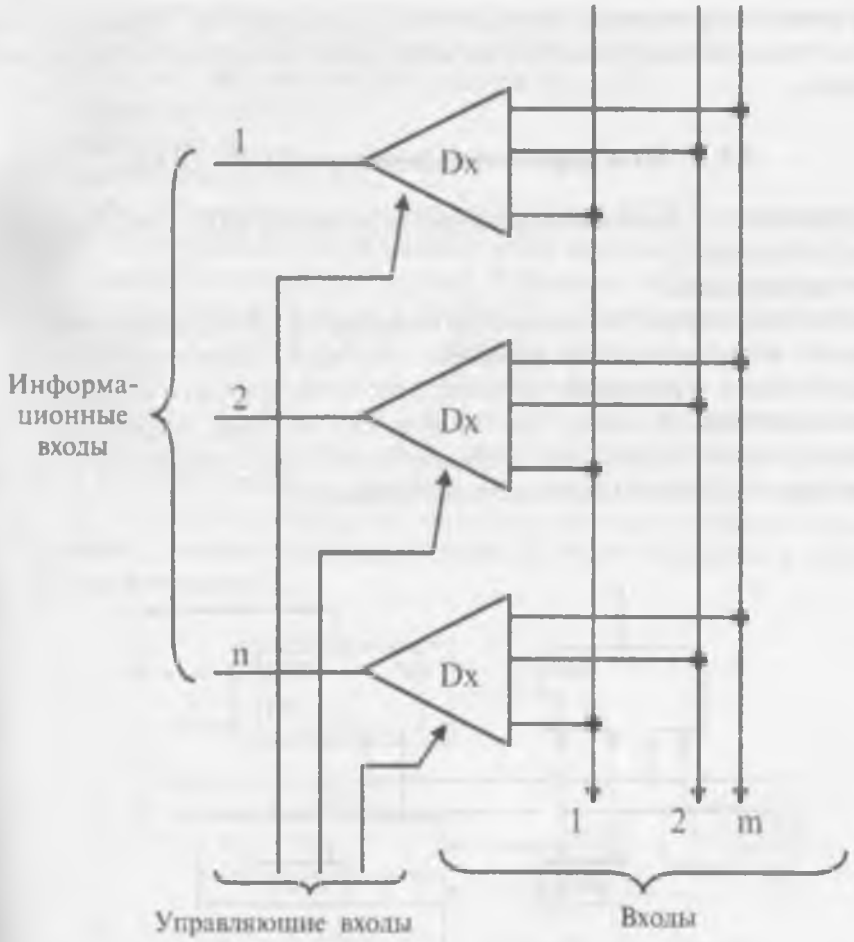


Рис. 5.7, б. **Реализация БПК на схемах демультиплексоров**

БПК на схемах мультиплексоров Мх и демультиплексоров Dx может управляться по выходу или по входу (см. БАИ). Каждый мультиплексор Мх и демультиплексор Dx имеет

– информационные входы (1-n);
– адресный (управляющий) вход;
– выход.

При подаче из УК управляющего сигнала по адресному входу и наличии сигнала хотя бы на одном информационном входе, на выходе мультиплексора Мх (демультиплексора Dx) появляется сигнал. Адресные сигналы появляются на управляющих входах в фиксирован-

ные моменты времени и периодически повторяются. Период повторения равен периоду повторения канальной последовательности импульсов.

PDF Compressor Free Version

5.2. 1. Блок адресной информации БПК – БАИ

Различают 2 способа управления адресацией БПК (см. рис. 5.8):
– по входам;
– по выходам.

В первом случае блок адресной информации БАИ закрепляется за каждым мультиплексором и вырабатывает адрес коммутируемого входящего тракта в интервале времени, соответствующего коммутируемому временному каналу. Во втором случае БАИ закрепляется за каждым демультиплексором и вырабатывает адрес исходящего тракта в интервале времени коммутируемого канала.

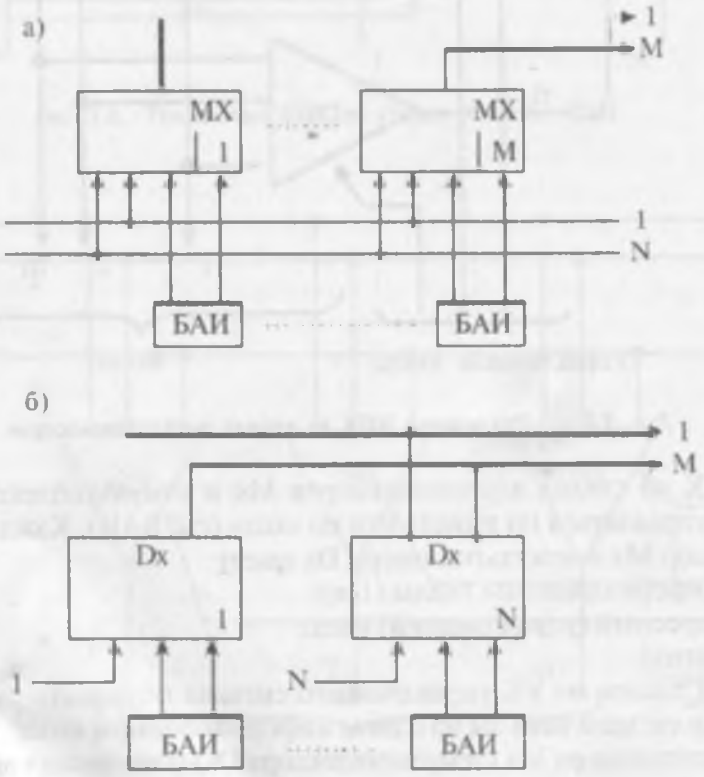


Рис. 5.8. **Способы управления адресацией БПК**

Рассмотрим более подробно построение блока адресной информации для первого случая. БАИ состоит из (см. рис. 5.9):

– адресного запоминающего устройства АЗУ;
– 2 регистров (Р1, Р2);
– счетчика Сч;
– логической схемы АЛС.

На рис. 5.9 показано включение БАИ для БПК и приведен пример его заполнения для случая коммутации канала k_i входящего тракта X_3 с каналом k_j исходящего тракта Z_j. В процессе обслуживания вызова, поступающего по каналу k_i тракта X_3, с требованием установить соединение с Z_j, из УУ в БАИ поступает адрес i-й ячейки памяти и информация о тракте x_3, которая должна быть в нее занесена. При поступлении сигнала записи/считывания w производится запись в i-ю ячейку БАИ. В процессе последовательной выборки содержимого БАИ в интервал времени канала k_i из i-и ячейки АЗУ будет считан адрес X_3, который поступит на адресные шины мультиплексора, и в интервале t_i данные входящего тракта X_3 будут переданы в канал k_j исходящего тракта Z_j.

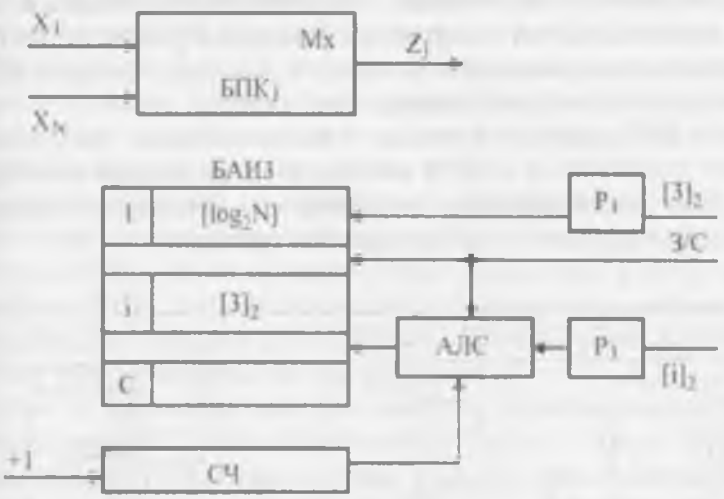


Рис. 5.9. **Пример работы БАИ для БВК**

Как мы уже отмечали ранее, ОЗУ постоянно работает в режиме считывания, поэтому для перевода его в режим записи в схеме БАИ предусматривается специальная логическая схема АЛС.

5.2.2. Пример построения БПК

PDF Compressor Free Version

Построим БПК с параметрами 4x3 на мультиплексорах, каждый вход и выход блока является трактом ИКМ30/32. Выполнить коммутацию данных канала t_6 входящего тракта x_2 с исходящим трактом y_1. Построить БАИ.

Блок 4x3 содержит 3 мультиплексора, каждый на 4 информационных и 2 адресных входа (рис. 5.10). Адресные шины подаются от БАИ и предназначены для подачи адреса коммутируемого входящего тракта на время действия определенного канала на входе и выходе БПК.

Для коммутации входящего тракта x_2 с исходящим трактом y_1 во время t_6 необходимо задействовать MS1 (рис. 5.10). В БАИ1 будет сформирован адрес коммутируемого тракта (рис. 5.11).

Во время интервала t_6 на АЛС подается от регистра P_2 номер 6-го канала[6 – 00110_2] и от счетчика адрес действующего канала[6 – 00110_2] (рис. 8).

В этом случае АЛС при совпадении содержимого регистра P_2 и адреса, подаваемого от счетчика, сформирует адрес ячейки БАИ (равная 6), куда запишется содержимое регистра P_1. В регистре P_1 находится адрес коммутируемого во время t_6 мультиплексором MS1 входящего тракта (в данном примере 2-ой тракт).

Когда БАИ перейдет в режим считывания (вход з/с), то адрес 2-го тракта считывается из 6-ой ячейки БАИ1 и подается на адресные входы MS1. Таким образом, выполнится коммутация 6-го канала 2-го входящего тракта с 1-ым исходящим трактом.

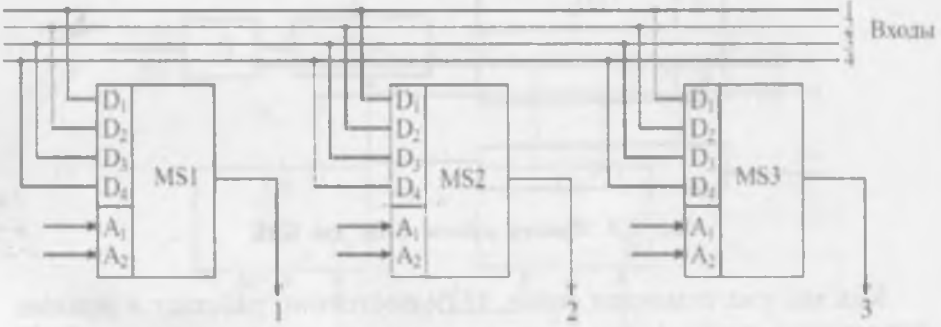


Рис. 5.10. **БПК с параметрами 4x3**

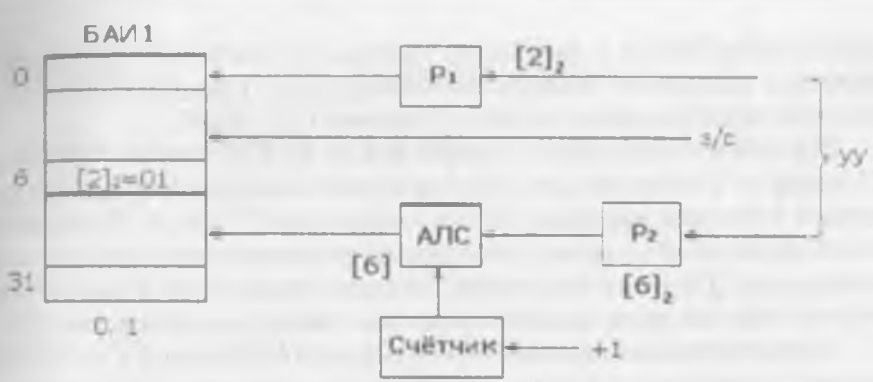


Рис. 5.11. **Формирование адреса в БАИ**

5.3. Блок временной коммутации БВК

При пространственной коммутации временных каналов могут иметь место внутренние блокировки, что приводит к появлению потерь, т.е. отказам в установлении соединений, если в требуемой исходящей УСЛ нет свободного временного канала, одноименного с каналом входящей линии, для которого устанавливается соединение. Для устранения внутренних блокировок в случае необходимости можно осуществить сдвиг (перенос) информации входящего канала в другую временную позицию исходящего канала. Для перегруппировки временных каналов между входящими и исходящими линиями применяются блоки временной коммутации БВК.

Блок временной или асинфазной коммутации может быть реализован на сдвигающем устройстве или оперативных запоминающих устройствах ОЗУ. С учетом современных тенденций в интегральной схемотехнике БВК, выполненные на ОЗУ, являются наиболее перспективными. Рассмотрим их подробнее. Используемое в БВК ОЗУ называется информационным или речевым ЗУ – РЗУ (ИЗУ). Информационные ЗУ предназначены для хранения и считывания информации, поступающей по коммутируемым каналам. Общее число ИЗУ равно числу коммутируемых трактов, а число ячеек в каждом ИЗУ – числу каналов в каждом тракте. На рис. 5.12, *а* показано условное обозначение БВК, на рис. 5.12, *б* – его пространственный эквивалент.

На рис. 5.12, *в* показано упрощенное обозначение БВК с 1-линейным трактом на входе и выходе; на рис. 5. 12, *г* показано упрощенное обозначение БВК с N линейными трактами на входе и 1-линейным трактом на выходе; на рис. 5.12, *д* показано упрощенное

обозначение БВК с 1-линейным трактом на входе и М-линейными трактами на выходе. Каналы входящих СЛ СП подключаются к n-ячейкам закрепленного за данной линией ИЗУ (РЗУ).

PDF Compressor Free Version

Для коммутации одного тракта ИКМ-30 ИЗУ содержит 32 слова по 8 битов каждое. Информация в ячейках РЗУ может храниться в течение времени, не превосходящего 1 цикла. В интервале одной временной позиции необходимо произвести одну запись и одно считывание. Поэтому временной интервал разделен на 2 половины, в этих половинах производятся раздельно запись и считывание РЗУ.

Если необходимо скоммутировать канал ***i*** с каналом ***j***, то информация, хранящаяся в ячейке ***i*** ИЗУ должна считываться в момент t_j, соответствующий ***j*** временному интервалу в цикле. Т.е. соединение между входящим каналом ***i*** и исходящим каналом ***j*** произойдет в том случае, если кодовая группа входящего ***i***-канала задержится в РЗУ БВК на такую величину, что она появится на выходе БВК в временном интервале ***j*** и тем самым попадет в канал ***j***. Для обеспечения полнодоступности БВК, информация, хранящаяся в любой ячейке РЗУ должна считываться в любом из n временных интервалов.

Функции хранения информации в БВК современных цифровых систем коммутации реализуется с помощью запоминающего устройства (Т-МЕМ – Time Memory или РЗУ – речевого запоминающего устройства) (см. рис. 5.12). Для доступа к хранимым данным используется С-МЕМ (Control Memory или АЗУ – адресное ЗУ). БВК может работать в двух режимах: 1-й – последовательной (циклической) записи и произвольной выборки (ациклического чтения); 2-й – произвольной записи и последовательной выборки. Первый режим обозначают (→↓;↕→), второй – (→↕;↓→). В первом случае входящий цифровой тракт заводится на информационные шины (ШИ) БВК, и информация, поступающая по цифровым каналам, последовательно записывается в ячейки Т-МЕМ, начиная с первой; при этом обычно номер ячейки соответствует номеру временного интервала в цикле системы передачи, занимаемому цифровым каналом. Адреса записи поступают обычно от счетчика каналов.

При произвольной выборке реализуется обращение к определенной ячейке Т-МЕМ (РЗУ), адрес которой вырабатывает управляющее устройство, и хранится в С-МЕМ (АЗУ). Процесс временной коммутации канала k_i с каналом k_j протекает следующим образом. В режиме записи на ША от счетчика адресов в течение интервала t_i поступает адрес *i*-ой ячейки, в которую записывается информация, передаваемая в канале k_i (Si). В *j*-той ячейке С-МЕМ хранится адрес *i*-той ячейки Т-МЕМ. В режиме чтения из С-МЕМ в течение интервала t_j

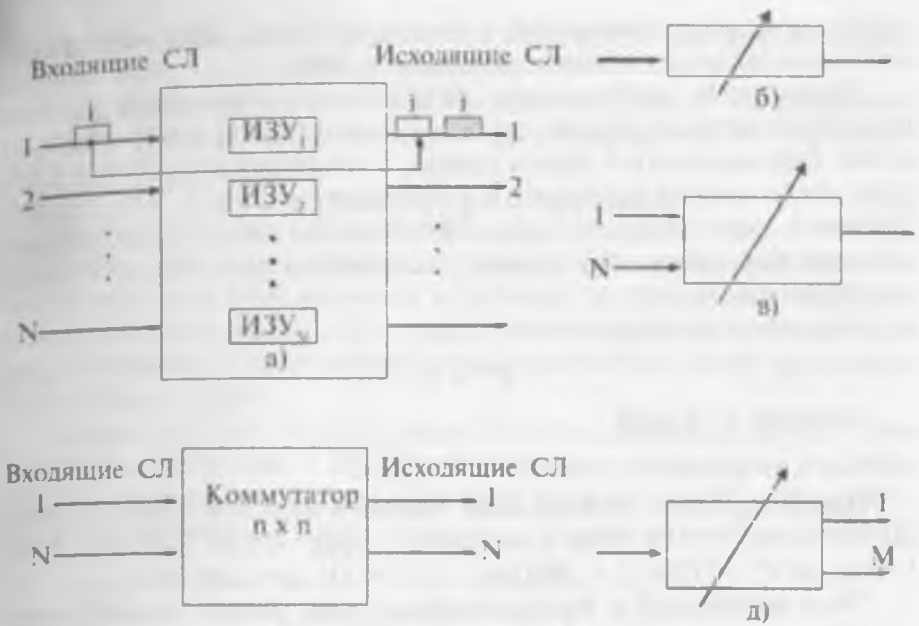


Рис. 5.12. **Блок временной коммутации**

поступает адрес *i*-ой ячейки, и записанная в ней информация списывается в канал k_j. Таким образом, осуществляется передача информации канала k_i в k_j.

В режиме (→↕;↓→) адреса записи вырабатываются УУ и хранятся в С-МЕМ (АЗУ) рис. 5.12, *в*., а информация, поступающая в следующих друг за другом каналах входящего тракта, записывается в общем случае не в последовательно расположенные ячейки, а в те, которые соответствуют коммутируемым каналам исходящего тракта. При чтении Т-МЕМ (РЗУ) адреса обращения вырабатываются счетчиком, и содержимое всех ячеек памяти, начиная с первой, последовательно считывается в соответствующие по номеру каналы исходящего тракта. Процесс коммутации канала k_i и k_j, протекает следующим образом. В режиме записи в течение интервала t_i из С-МЕМ поступает адрес *j*-ой ячейки, в которую записывается информация канала *ki*. При чтении информация *j*-ой ячейки будет считана в интервале t_j.

Выбор режима работы БВК определяется на этапе проектирования системы.

Реализация процесса временной коммутации цифровых каналов сводится к определению необходимого объема памяти, выбору типа ОЗУ из номенклатуры выпускаемых промышленностью, организа-

ции памяти, учету требований к быстродействию БВК, выбору способа ввода/вывода информации в память БВК.

Определение необходимого объема памяти производят, исходя из числа цифровых каналов, организуемых в [illegible] кодового слова, передаваемого в одном канале, а также режима работы БВК. Если число каналов входящего и исходящего трактов C_1 и C_2 соответственно и длина кодового слова одного канала равна l (обычно стандартный фиксированный формат), то необходимый объем ЗУ (в битах) будет равен:

PDF Compressor Free Version

в режиме (→↓;↕→)

$$v^* = C_1 \cdot l, \quad (5.3)$$

в режиме (→↕;↓→)

$$v^{**} = C_2 \cdot l, \quad (5.4)$$

Например, если на вход БВК заведен цифровой тракт системы ИКМ-120 ($C_1 = 120$, l=6), а на выход – тракт ИКМ 30/32 ($C_2 = 30$, $l = 8$), то $v^* = 120 \times 8 = 960$ бит; $v^{**} = 30 \times 8 = 240$ бит.

Учет требований к быстродействию БВК (метод двойной памяти). Реализация процесса временной коммутации требует двух обращений к памяти БВК в течение одного временного интервала для каждого входящего и каждого исходящего каналов. Следовательно, если цикл системы передачи равен $T_ц$, а число организованных в нем каналов С, то время обращения к ЗУ (длительность цикла памяти)

$$\tau \le \frac{T_ц}{2\tau}. \quad (5.5)$$

Это позволяет осуществить выбор требуемого БИС или СИС ЗУ для БВК, исходя из требований коммутации. С другой стороны, если известен цикл системы передачи $T_ц$ и задан тип ЗУ, то можно определить максимальное число каналов, которое может обслужить БВК при заданном быстродействии ЗУ – τ:

$$C \le \frac{T_ц}{2\tau}. \quad (5.6)$$

Пусть, например, БВК должен осуществить коммутацию цифровых каналов, образованных на базе ИКМ, с временем цикла $T_ц$ =125 мкс, и для его построения используется ЗУ с временем обращения τ = 560 нс, тогда определяем

$$C \le \frac{T_ц}{2\tau} = \frac{125}{2 \cdot 0{,}56} = 125\ (мкс). \quad (5.7)$$

Таким образом, БВК может обслужить 125 дуплексных каналов и установить 62 дуплексных соединения.

С другой стороны, если БВК должен обслуживать 480 цифровых каналов с $T_д$ = 125 мкс, то он может быть построен на ЗУ, у которого

$$\tau \le \frac{T_д}{2C} = \frac{125}{2 \cdot 480} = 0{,}130 \ (мкс). \qquad (5.8)$$

Как вытекает из вышерассмотренных примеров, требования к быстродействию БВК являются достаточно жесткими и для их удовлетворения необходимо либо набирать соответствующую элементную базу с высокими показателями по быстродействию, либо применять структурные методы.

Одним из таких методов является метод двойной памяти, суть которого поясняет рис. 5.13. Для обеспечения непрерывного действия БВК память удваивают, образуя два идентичных блока ЗУ – ЗУа и ЗУb, и разносят во времени моменты записи и считывания в каждой блок.

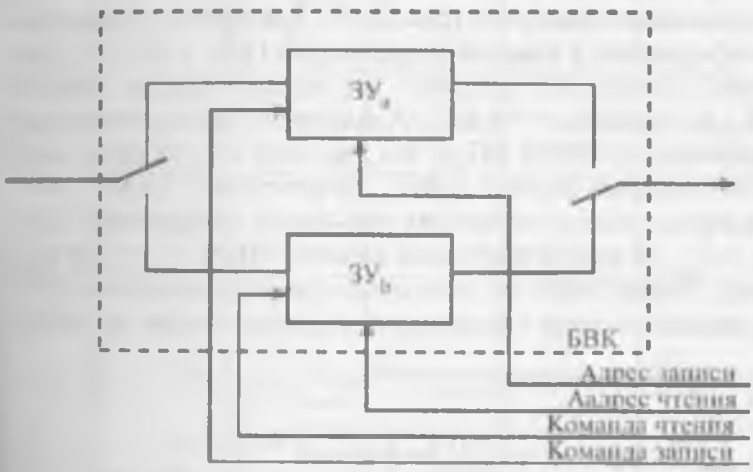


Рис. 5.13. **Метод двойной памяти**

Таким образом, во время записи информации в одну половину памяти – ЗУа из другой половины – ЗУb идет считывание и наоборот.

Выбор способа ввода/вывода информации в память БВК.

Информация, передаваемая по цифровым каналам, поступает на БВК в виде цифрового потока, при этом запись ее в память в общем случае можно также осуществлять по мере поступления, если имеются соответствующие ресурсы с необходимым быстродействием.

Однако, учитывая жесткие временные ограничения на работу БВК и возможности имеющейся элементной базы, чаще всего осуществляют переход из последовательной формы передачи информации в па-

раллельную, на входе БВК и обратное преобразование на выходе. Для реализации этого преобразования обычно используют *сдвигающие регистры.*

На рис. 5.14 приведена структурная схема БВК, входящий и исходящий тракты которого содержат 32 канала с длиной канального слова в 1 байт (система ИКМ 30/32). В БВК используется страничная организация памяти, при этом принцип двойной памяти реализуется на уровне линейки. Таким образом, первая пара ОЗУ -DC1* и DC1** используется для хранения информации первых 16 каналов цикла k0–k15, а вторая пара DC0* и DC0**– для вторых 16 каналов k16–k31. Выборка первой пары производится сигналом М1, а второй – сигналом МО.

PDF Compressor Free Version

Эти сигналы подаются на входы выбора кристалла ВК соответствующих ОЗУ. Управление режимом записи/считывания осуществляет сигнал Ро (3/С), который подается на все ОЗУ. Адрес ячейки обращения поступает по ША. Процесс записи и считывания информации на участке КАНАЛ→РЕГИСТР→ОЗУ→РЕГИСТР→КАНАЛ иллюстрирует временная диаграмма (рис. 5.15). Как видно из диаграммы, запись информации в каждый из регистров (RG_1 и RG_2) – производится через канальный интервал: все четные каналы заносят данные в RG_1, все нечетные – в RG_2. Аналогично производится перепись информации из ОЗУ в RG_3 и RG_4: во всех четных канальных интервалах списываются данные в RG_3, а в нечетных – в RG_4. Минимальная задержка передачи данных при такой организации БВК составляет $\tau_з \geq 2\tau_{кан}$. В случае цифровых каналов ИКМ $\tau_{кан} = 3{,}9$ мкс, т.е. $\tau_з \geq 7{,}8$ мкс. Таким образом, при организации управления БВК необходимо учитывать сдвиг канальных интервалов на две позиции.

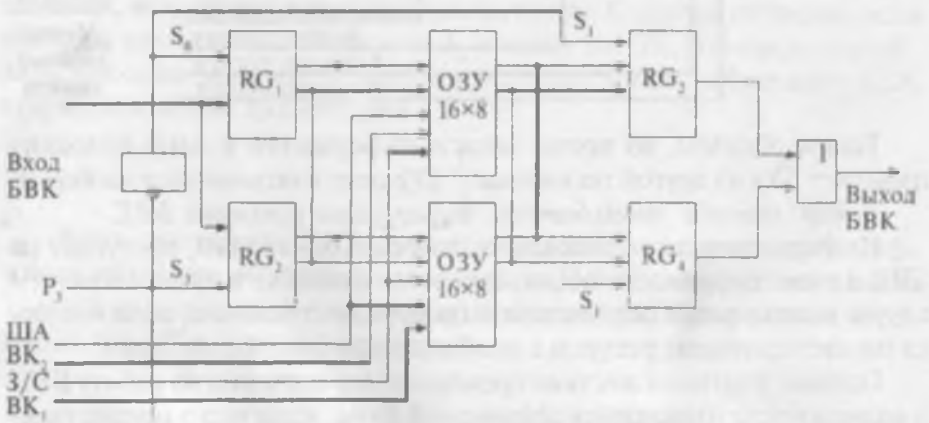


Рис. 5.14. **Структурная схема БВК**

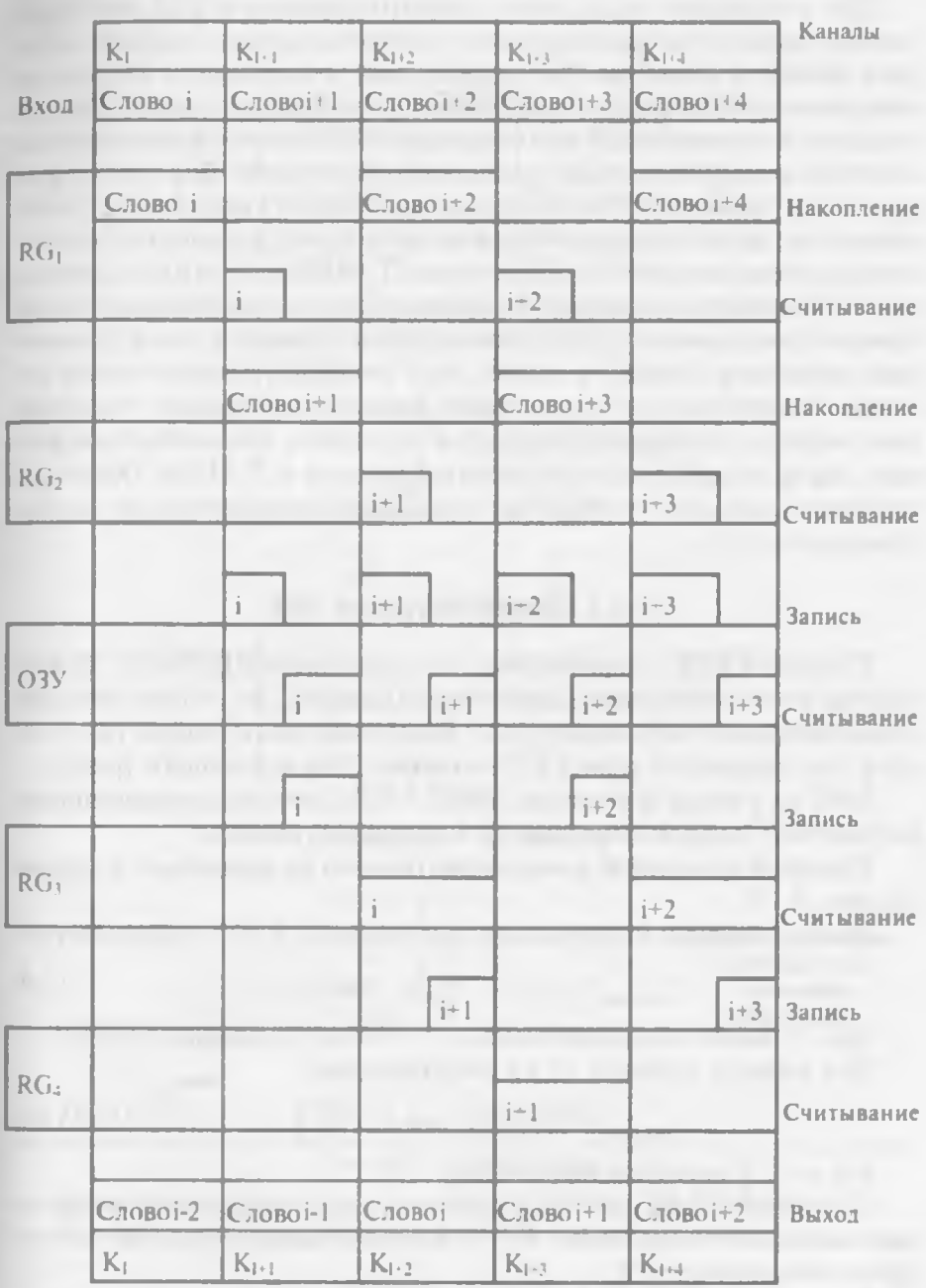


Рис. 5. 15 **Временная диаграмма работы БВК**

Для увеличения числа коммутируемых каналов в БВК при неизменном количестве трактов можно увеличить скорость передачи каждого канала в блоке за счет уменьшения длительности канальных интервалов, осуществить преобразование последовательного способа передачи в параллельный или совмещать оба способа. В современных системах коммутации чаще задействует оба способа. Для этого в узле временной коммутации необходимо использовать следующие блоки: устройство мультиплексирования на входе блока, устройство демультиплексирования на его выходе; блоки Т-МЕМ и С-МЕМ и счетчик адреса. Устройство мультиплексирования позволит преобразовать способ передачи информации с последовательного на параллельный (с помощью регистров сдвига), а также, если уменьшить длительность канального интервала и использовать побайтную передачу информации, можно с увеличенной скоростью передавать больший объем данных между устройством мультиплексирования и Т-МЕМ. Обратную функцию выполнит устройство демультиплексирования на выходе блока (рис. 5.16).

PDF Compressor Free Version

5.3.1. Пример построения БВК

Построим БВК с параметрами: 4x4, используя ИКМ30/32. Режим работы: последовательная (циклическая) запись (→↓) и произвольное (ациклическое) считывание (↕→). Выполним коммутацию 13-го канала 2-го входящего тракта и 7-го канала 2-го исходящего тракта.

БВК на 4 входа и 4 выхода имеет 4 РЗУ (речевое запоминающее устройство), каждое емкостью 32 8-разрядных ячейки.

Принцип временной коммутации показан на временной диаграмме (рис. 5.17)

Время задержки информации при хранении в РЗУ определяется:

$$t_{задержки} = (32 - i + j)\tau, \quad при\ i > j, \tag{5.9}$$

где i – номер входящего канала, j – номер исходящего канала.

Для данного примера i > j и следовательно

$$t_{задержки} = (i - j)\tau, \quad при\ j > i, \tag{5.10}$$

где τ = 3.9 мкс (для ИКМ30/32).

По условию БВК работает в режиме последовательной записи и произвольного считывания. РЗУ и БАИ для данного режима работы приведены на рис. 5.18.

Во время действия 13-го канала необходимо произвести запись содержимого канала t13 (S13) в РЗУ, предварительно выполнив пре-

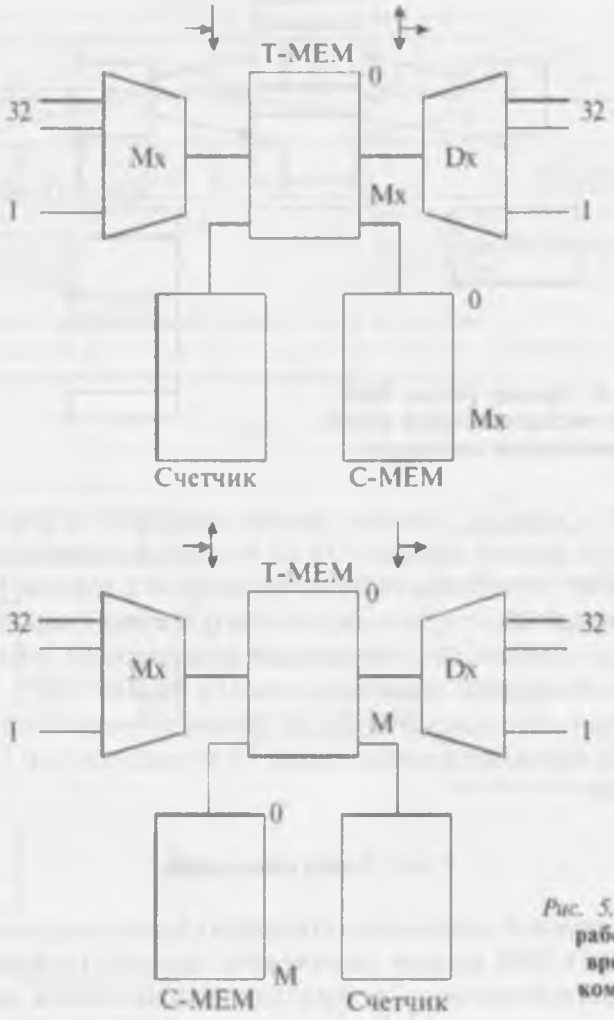


Рис. 5.16. **Режимы работы узла временной коммутации**

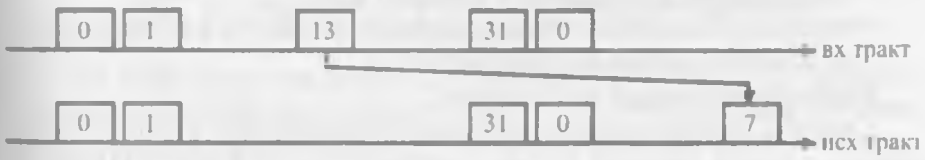
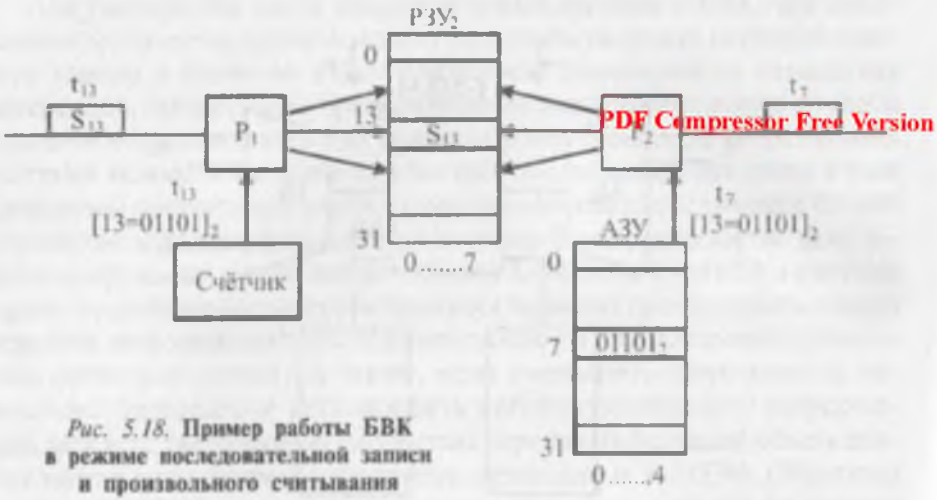


Рис. 5.17. **Временная диаграмма коммутации**

образование данных из последовательного вида в параллельный (в регистре Р1). Следовательно, при данном режиме работы БВК адрес



PDF Compressor Free Version

Рис. 5.18. **Пример работы БВК в режиме последовательной записи и произвольного считывания**

ячейки РЗУ в момент записи данных подается от счетчика [13 – это 011012], а значит данные S13 13-го канала записываются в 13-ю ячейку РЗУ. Эти данные будут храниться в ячейке РЗУ период времени, равный 26τ, т.е. до момента наступления 7 канала. Во время действия 7-го канала для считывания содержимого ячейки РЗУ от БАИ (из 7-ой ячейки) подается адрес 13 ячейки РЗУ. Тем самым данные 13-го канала оказываются на выходе блока в 7-ой временной позиции. Т.е. произошла коммутация 13-го входящего и 7-го исходящего каналов.

5.3.2. Сверхуплотнение

Для увеличения числа коммутируемых каналов при неизменном числе трактов в БВК можно увеличивать скорость передачи каждого канала (сверхуплотнение). Свехуплотнение достигается двумя способами:

– уменьшение длительности каждого КИ;
– переход с последовательной передачи символов в кодовой группе каждого канала на параллельную.

Рассмотрим каждый из способов.

Способ 1. Уменьшение длительности каждого КИ. На рис. 5.19, *а* показан отрезок времени 125 мкс, соответствующий циклу ИКМ-30. На рис. 5.19, *б* показана схема реализации сверхуплотнения.

Этот отрезок разделен на 32 КИ. Каждый КИ содержит кодовую группу 8 символов. Скорость передачи – 2048 кбит/с. Если скорость

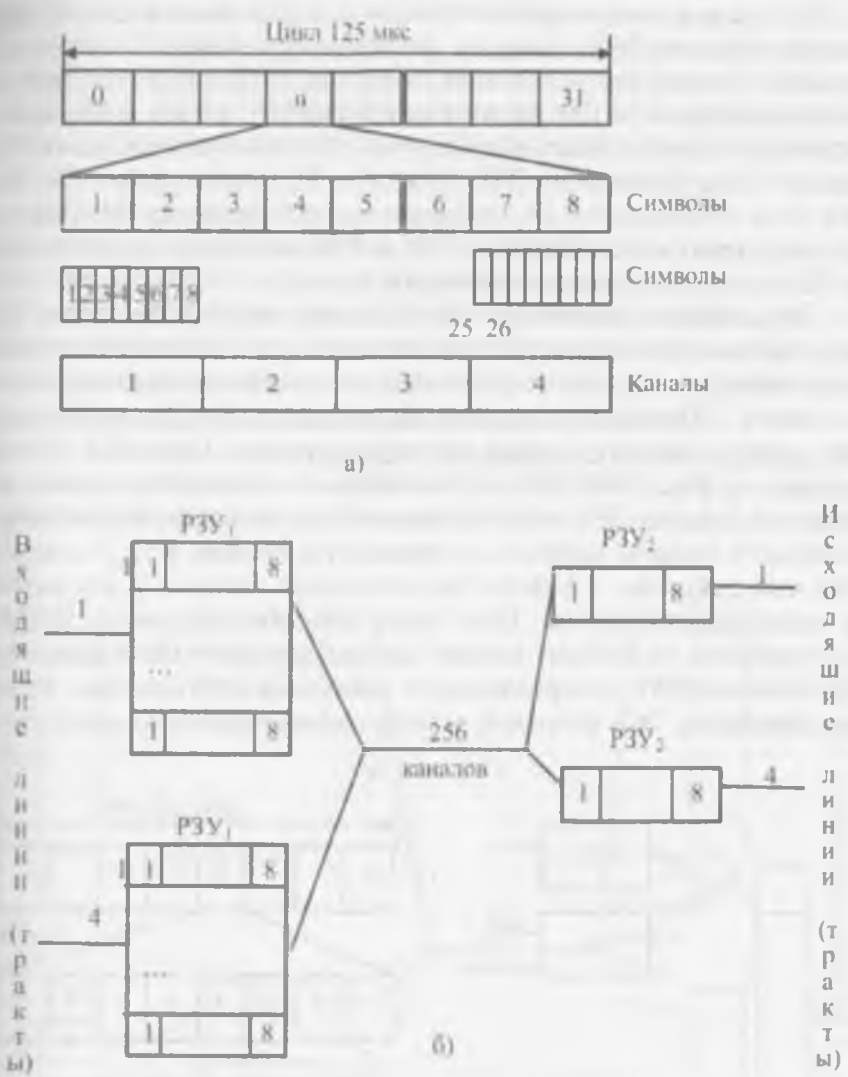


Рис. 5.19. **Принцип *(а)* и схема реализации сверхуплотнения *(б)* по способу 1**

в таком БВК будет увеличена в 4 раза до 8192 кбит/с, то длительность каждого КИ уменьшится в 4 раза. Это позволит вместо 8 символов в каждом канале разместить новые 32 символа. Из 32 символов можно сформировать 4 восьмиразрядные кодовые группы. Длительность 4 новых временных каналов равна длительности 1 КИ (3,9 мкс) в линейном тракте первичной системы ИКМ. При таком способе вместо 32 каналов можно получить 128 каналов.

Используя четырехкратное увеличение пропускной способности, можно построить БВК, который обеспечивает непосредственную коммутацию 4 линейных трактов по 1 соединительному тракту. Для реализации такого БВК, ЗУ делится на блоки $РЗУ_1$ и $РЗУ_2$. БВК, коммутирующий 4 тракта, содержит 4 блока $РЗУ_1$ и 4 блока буферного $РЗУ_2$. Каждый блок буферного РЗУ содержит 32 8-символьных ЗУ. Каждый блок буферного $РЗУ_2$ содержит 1 8-символьное ЗУ. Передача кодовых групп между блоками $РЗУ_1$ и $РЗУ_2$ осуществляется по одному 128-канальному соединительному тракту.

PDF Compressor Free Version

Дальнейшее увеличение пропускной способности может быть достигнуто за счет осуществления перехода с последовательной передачи символов в кодовой группе каждого канала на параллельную.

Способ 2. Переход с последовательной передачи символов в кодовой группе каждого канала на параллельную. Принцип перехода показан на рис. 5.20. Вводя сообщения из линейного тракта в 8-битовое буферное РЗУ можно каждый символ кодовой комбинации входящего канала записать в отдельную ячейку $РЗУ_2$, емкостью 1бит или емкостью 8 битов с параллельной записью и считыванием отдельных символов. При таком способе для тракта ИКМ-30 поступающие по любому каналу сообщения могут быть записаны в 32 8-битовых $РЗУ_2$ с параллельной записью и считыванием отдельных символов. Это поможет осуществить раздельную передачу от-

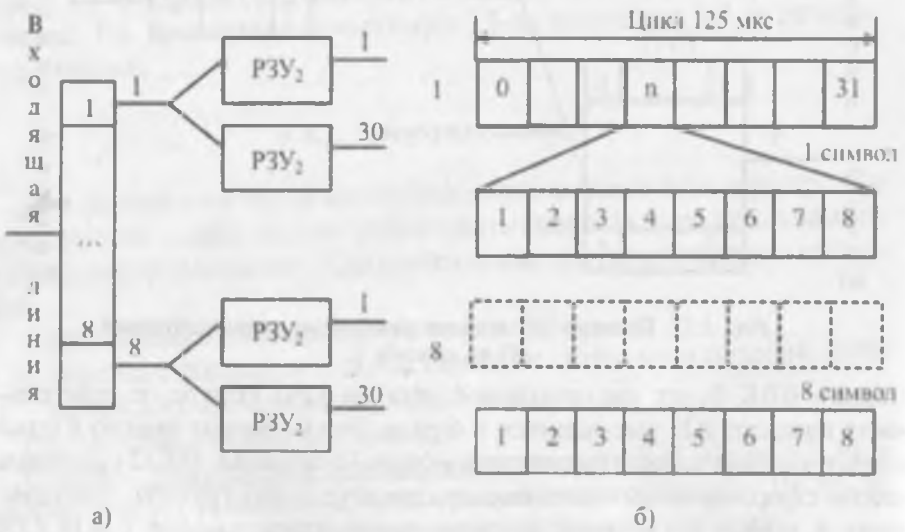


Рис. 5.20. **Принцип перехода с последовательной передачи символов в кодовой группе каждого канала на параллельную**

дельных символов из ячеек памяти $РЗУ_2$ стороне входящей стороны БВК в ячейки буферной памяти $РЗУ_2$ исходящей стороны БВК (ячейки буферной памяти $РЗУ_2$ на исходящей стороне на рисунке не показаны). Запись каждого символа кодовой группы по отдельности позволяет передавать в течение длительности 1КИ кодовые группы 8 каналов по отдельным путям и, таким образом, за время цикла 125 мкс передавать вместо 32 кодовых групп 256.

Совместное использование способа 1 и 2. Используя совместно оба способа увеличения числа каналов, можно создать КП для коммутации 8 линейных трактов (рис. 5.21). В состав БВК входят 8 $РЗУ_1$ по 32 8-битовые ячейки с раздельной параллельной записью и считыванием отдельных символов и 8 соединительных трактов по 256 каналов в каждом. Каждый линейный тракт содержит одно 8-битовое буферное $РЗУ_1$, из которого сообщения переносятся в 8 параллельно размещенных в пространстве блоков $РЗУ_2$. Каждый из $РЗУ_2$ содержит 1 соединительный тракт на 256 каналов. На исходящей стороне БВК

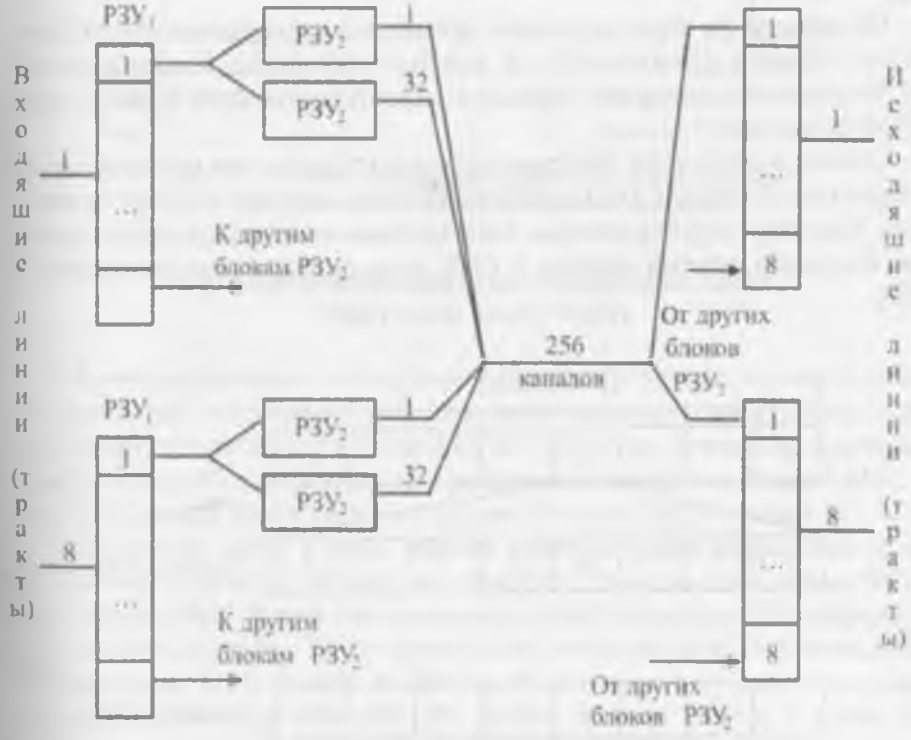


Рис. 5.21. **Совместное использование способов увеличения числа каналов КП для коммутации 8 линейных трактов**

с каждым из 8 трактов соединено буферное ИЗУЗ, в которое поступают сообщения из 8 параллельно распределенных блоков $РЗУ_2$. Совместное использование сверхуплотнения и параллельной записи/считывания (способ 1 и 2) позволяет за время 1 цикла (125 мкс) получить на каждом КИ (длительность 3,9 мкс) 32 новых канала. Таким образом, 32 новых канала х 32 КИ =1024, т.е. общее число каналов становится 1024 (см. рис. 5.22).

PDF Compressor Free Version

Основной соединительный тракт в данной системе содержит 1024 временных КИ (рис. 5.23). Система для коммутации 32 линейных трактов состоит из 8 элементарных блоков, коммутируюших 32х32 $РЗУ_2$ с 32 линейными трактами по одному соединительному тракту на 1024 канала. Без сверхуплотнения для коммутации 32 линейных трактов в БВК потребовалось бы 32 соединительных тракта по 32 канала в каждом.

Необходимо ответить, что рассмотренные структуры БВК не требуют наличия СУ, т.к. информация, хранящаяся в течение 1 цикла в любой ячейке РЗУ, должна считываться в любом из n временных КИ.

На начальном этапе развития временная коммутация ИКМ сигналов считалась невыгодной, т.к. для нее требовалось большое число ЗУ. Вначале предпочтение отдавалось пространственной коммутации ИКМ-сигналов.

Однако в результате быстрого развития технологии интегральных микросхем стоимость 1бита памяти ЗУ стала меньше стоимости вентиля. Поэтому перспективным направлением считается использование большего объема памяти в БВК и меньшего числа вентилей в БПК.

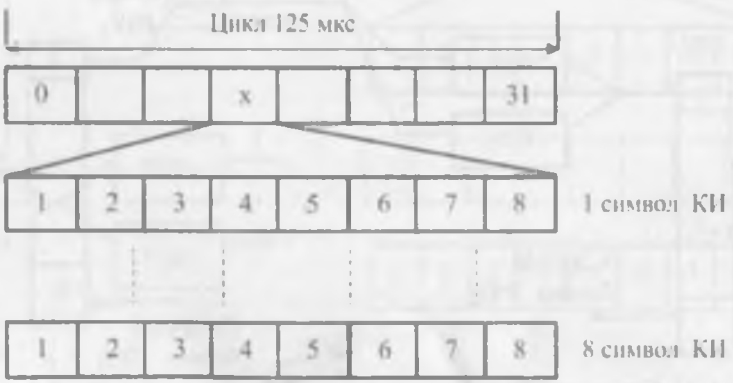


Рис. 5.22. **Увеличение числа каналов до 1024**

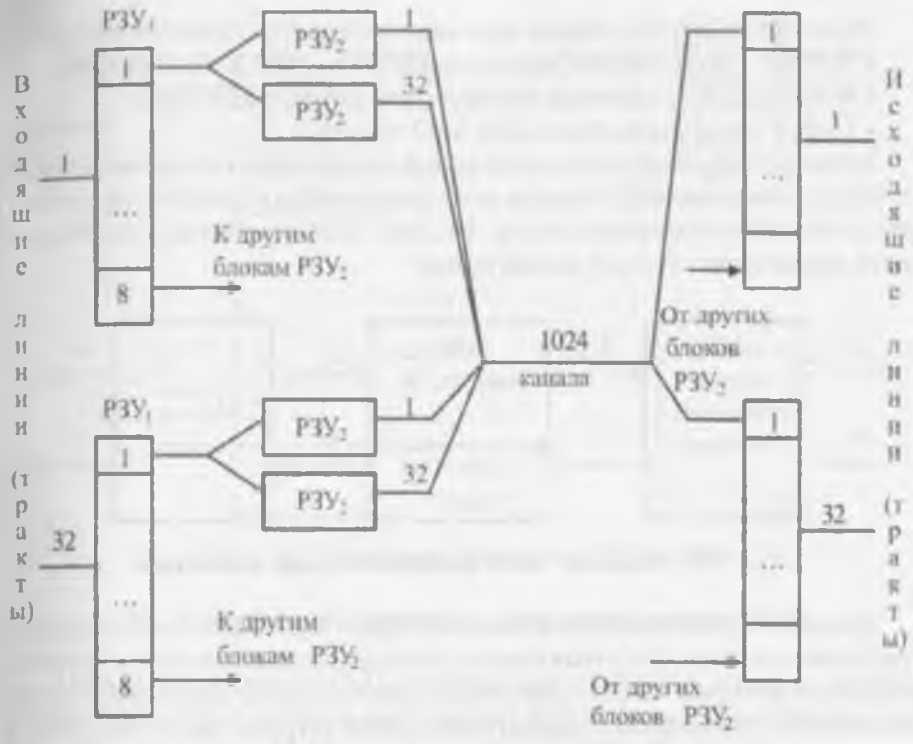


Рис. 5.23. **Схема реализации увеличения числа каналов КП для коммутации 32 линейных трактов**

5.4. Комбинированные коммутационные блоки ЦКП типа ВПВ, ПВП

Коммутационные поля разных систем ЦСК, так же, как и коммутационные поля аналоговых систем коммутации, представляют собой многоступенчатые, многозвенные структуры. Звенья коммутационных полей обозначаются: при реализации на основе блоков БПК – типом П, а при реализации на основе блоков БВК – типом В.

На основе БПК и БВК можно строить коммутационные поля различных структур. Можно построить КП на основе только БПК или только БВК. Более экономичным будет вариант комбинированного использования. Поле может быть двухзвенным П-В или В-П, трехзвенным П-В-П или В-П-В, а также многозвенным с разным сочетанием блоков БВК и БПК. Число звеньев П и В, а также их чередование зависят от емкости станции, поступающей нагрузки, сетевого окружения и ряда других факторов.

Ниже приводятся примеры возможных структур полей систем ЦСК.

- В-П-В – поле систем коммутации DTS, NEAX-61, DX-200;
- В-П-П-П-В – системы коммутации EWSD (Siemens);
- П-В – системы коммутации S-12 (Alcatel).

PDF Compressor Free Version

Модель цифровой коммутационной аппаратуры обеспечивает поступление импульсных потоков всех уплотненных линий с битовой и циклической синхронизациями. На рис. 5.24 показаны 3 основные части временной ступени коммутации.

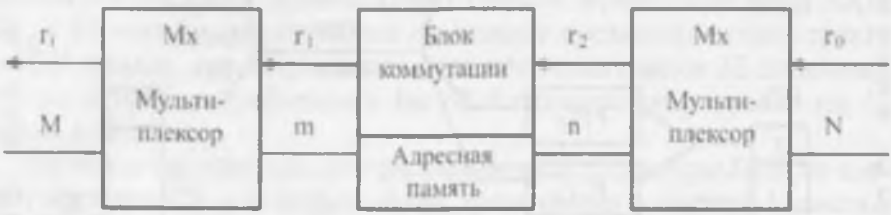


Рис. 5.24. **Основные части временной ступени коммутации**

Входной мультиплексор в соответствии с заданным эталоном распределяет сигналы, поступающие по М уплотненным линиям приема, каждая из которых имеет r_1 временных положений. Также работает и выходной мультиплексор. Коммутационное устройство осуществляет процесс коммутации передающего абонента на временную позицию принимающего абонента в соответствии с инструкцией, находящейся в адресной памяти. Ввиду циклического характера работы КП адресная память также выполняется в циклическом виде. На основании этой модели подробнее опишем БПК и БВК.

В БПК число временных положений остается неизменным. Поэтому для БПК действительно соотношение $r_1 = r_2$. В БВК неизменным остается число уплотненных линий. Поэтому для БВК действительно соотношение n = m.

С точки зрения схемотехники БПК состоит из мультиплексоров, включенных параллельно и управляемых адресами из адресного ЗУ. БПК можно также выполнить многозвенной в виде схемы с промежуточными связями. БВК состоит из некоторого числа запоминающих ячеек ЗУ для хранения сигналов циклов, к этим ячейкам можно адресоваться с помощью других адресных ЗУ. Запись в память БВК производится циклически, а считывание – в произвольные моменты времени (рис. 5.25)

Длина адреса в БПК *ld(m)* бит, в БВК в зависимости от координат адресных *ЗУ ld(r1)* и *ld(r2)* бит.

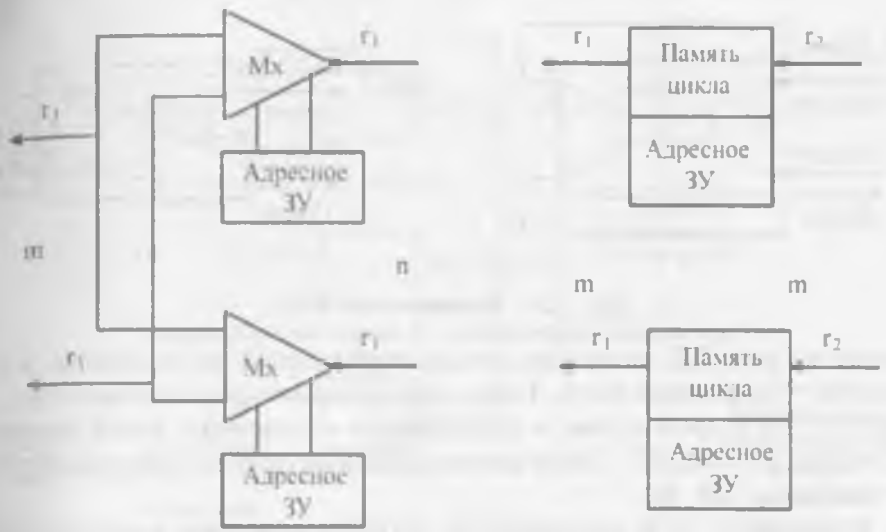


Рис. 5.25. **Техническое исполнение БПК и БВК**

5.5. Взаимосвязь прямого и обратного путей в ЦКП

При коммутации в ЦКП необходимо учитывать, что оба направления передачи и приема используют раздельные уплотненные линии. Поэтому коммутацию можно производить 2 способами:

– по 2 двухпроводным (2ПР) линиям;

– по 1 четырехпроводной (4ПР) лини.

В первом случае каждое направление передачи коммутируется раздельно, а во втором случае оба направления передачи проходят по общему тракту.

В зависимости от способа использования КП коммутационные поля делятся на:

– КП с односторонним использованием;

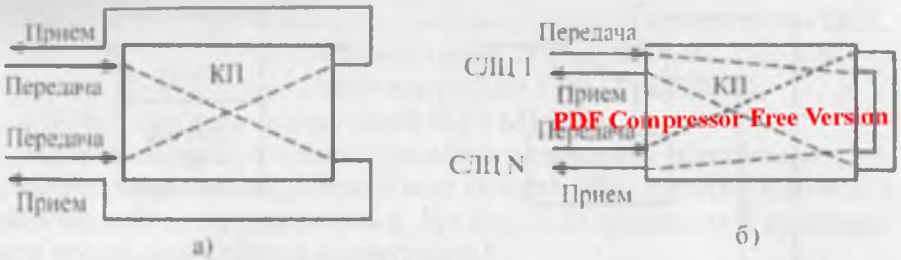
– КП с двусторонним использованием.

По виду группообразования КП можно разделить на:

– двусторонние КП;

– односторонние КП.

На рис. 5.26 показаны некоторые из возможных вариантов группообразования. Двустороннее ЦКП характеризуется тем, что цифровые тракты подключаются с обеих сторон КС. Благодаря наличию внешних соединений может создаваться система двустороннего действия. В одностороннем ЦКП напротив, цифровые тракты, подключенные извне, расположены только с одной стороны КС. В первом



PDF Compressor Free Version

Рис. 5.26. **Разновидности КП:**
а) разделенное двустороннее; *б)* свернутое одностоннее

случае на вход КП включают только передающую часть канала, а в выходы – приемную часть. Такое поле называют разделенным (рис. 5.26, *а*). Во втором случае и передающую и приемную части линий включают на вход КП. Такое коммутационное поле называется свернутым (рис. 5.26, *б*).

В системах ЦСК используется четырехпроводная коммутация. Значит, при установлении соединения через ЦКП необходима пара путей:

– прямой от абонента А к абоненту Б;

– обратный от абонента Б к абоненту А.

Прямой путь – это путь между передающей частью временного канала вызывающего абонента и приемной частью канала вызываемого абонента. Обратный путь – путь от передающей части канала вызываемого абонента к приемной части канала вызывающего абонента. Эта особенность накладывает отпечаток на способ включения линий в КП. Для разделения прямого и обратного путей могут использоваться временной и пространственный принципы. Это объясняется тем, что для передачи и приема разговорных сигналов необходимо выделить не один, а два временных интервала. Наиболее широко используется пространственное разделение прямого и обратного путей в ЦКП.

Для упрощения процесса управления коммутацией прямого и обратного путей в ЦКП используется принцип парной взаимосвязи. Сущность принципа парной взаимосвязи – между КИ прямого и обратного путей устанавливается определенная взаимосвязь.

Принцип парной взаимосвязи на примере временного разделения прямого и обратного путей показан на рис. 5.27. При временном разделении можно для прямого и обратного путей использовать два канальных интервала, по одному в каждой половине цикла. Для этой цели в общей цепи должна быть включена схема задержки, которая задерживает интервал на время половины цикла, и тогда в общем

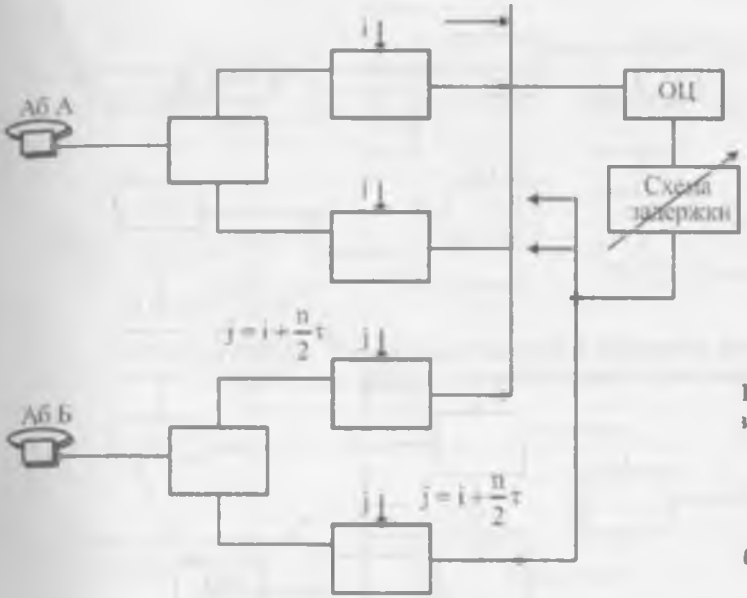


Рис. 5.27. **Принцип парной взаимосвязи на примере временного разделения прямого и братного путей**

тракте можно выделить один канальный интервал для передачи и приема разговорных сигналов каждого абонента.

Реализация принципа парной взаимосвязи при пространственном разделении прямого и обратного путей приведена на рис. 5.28. Разговорный сигнал от абонента А во временном интервале **i** поступает в общую цепь ОЦ1, в которую включено сдвигающее устройство СУ1. С помощью СУ1 сигнал абонента А коммутируется в другой временной интервал **j** и передается в этом интервале абоненту Б. Разговорный сигнал от абонента Б к аб.А во временном интервале **j** поступает в другую общую цепь $ОЦ_2$ и, с помощью $СУ_2$, коммутируется во временной интервал **i** и подается в этом интервале абоненту А. Наличие СУ в каждой общей цепи позволяет одновременно управлять вентилями обеих общих цепей во временном интервале i и во временном интервале **j**.

Из рисунка видно, что благодаря наличию задержек $СЦ_1$ и $СЦ_2$ можно одновременно управлять вентилями в $ОЦ_1$ и $ОЦ_2$ во временных интервалах **i** и **j**.

Для организации прямого и обратного путей могут использоваться разные структуры КП, такие как:

1) неразделенная (одинарная) структура КП;

2) разделенная (двойная) структура КП.

В первом случае передача через КП должна осуществляться в двух направлениях, а во втором случае только в одном направлении.

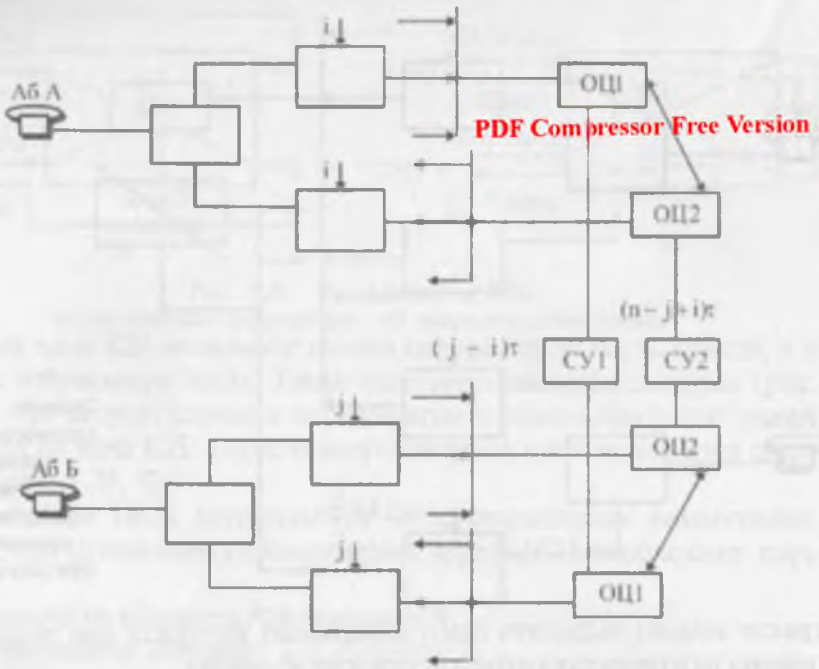


Рис. 5.28. **Принцип парной взаимосвязи на примере пространственного разделения прямого и обратного путей**

На рис. 5.29 показана коммутация прямого и обратного путей в КП типа В-П-В с неразделенной и разделенной структурами. Как видно из рисунка, в КП типа В-П-В происходит двухкратное изменение временного положения коммутируемой линии в звеньях 1 и 3 временной коммутации. В звене 2 пространственной коммутации временное положение коммутируемой линии j не меняется, осуществляется только изменение номера тракта, т.е. происходит перенос в пространстве. Неразделенные структуры относятся к более общему классу структур КП и обладают большими коммутационными возможностями по сравнению с разделенными структурами. При выборе той или иной структуры КП принимается во внимание, прежде всего, симметричность структур. С этой точки зрения предпочтение отдается неразделенным структурам.

5.6. Блок пакетной коммутации БПкК

Быстрая коммутации пакетов пригодна для обслуживания разноскоростных потоков, переносящих любую информацию – от данных до интерактивных телефонных разговоров и качественных программ

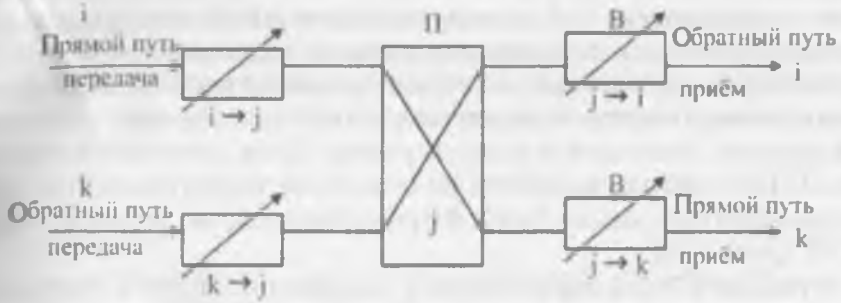


Рис. 5.29, а. **Организация прямого и обратного путей в ЦКП типа В-П-В с неразделенной структурой**

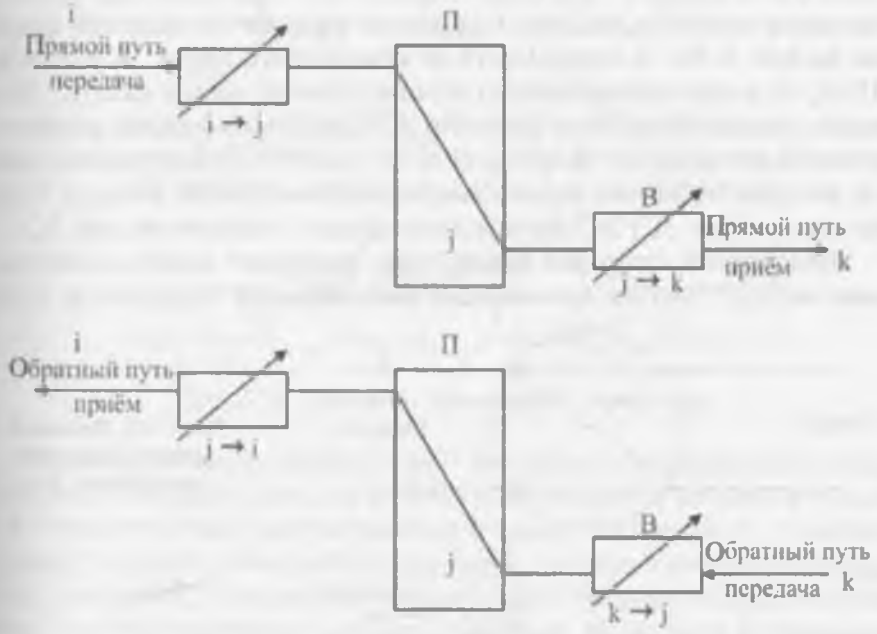


Рис. 5.29, б. **Организация прямого и обратного путей в ЦКП типа В-П-В с разделенной структурой**

телевещания. Это дает пользователю в каждом сеанса связи возможность получать полосу частот, соответствующую текущей потребности, и оплачивать только реально использованные ресурсы сети. Определение «быстрая» означает, что обеспечиваются скорости передачи

более 100 Мбит/с, задержки передачи (без учета времени пакетизирования информации) – на уровне нескольких миллисекунд и соответственно быстрое установление виртуальных соединений.

PDF Compressor Free Version

Особенности пакетной коммутации вызв[illegible] мостоятельной маршрутизации каждого пакета с помощью адресной информации, имеющейся в его заголовке. Блок пакетный коммутации (БПкК) можно построить из отдельных коммутационных элементов (КЭ) на n входов (n×n). В простейшем случае это может быть КЭ ×2 (рис. 5.30).

Функции КЭ 2×2 заключаются в направлении пакета, поступившего по любому из двух входов на один из двух выходов. Для этого КЭ анализирует заголовок пакета и образует нужное соединение. В варианте 2×2 при этом достаточно информации одного двоичного разряда – в зависимости от значения (0 или 1) пакет передается на выход 0 или выход 1. КЭ может выполнять и функции сортировки, передавая пакеты с численно меньшим адресом на верхний выход (см. на рис. 5.30). В зависимости от конкретного места КЭ в схеме БПкК, он может анализировать разные разряды адреса пакета. Возможны и дополнительные функции КЭ: анализ нескольких разрядов проанализированного разряда, подсчет пакетов, буферизация пакетов, которые от разных входов направляются к одному выходу. Пример реализации КЭ 2×2 на мультиплексорах показан на рис. 5.31.

Простейший пакетный коммутатор, имеющий минимальное количество КЭ,– это так называемый «баньяновый» коммутатор. Если

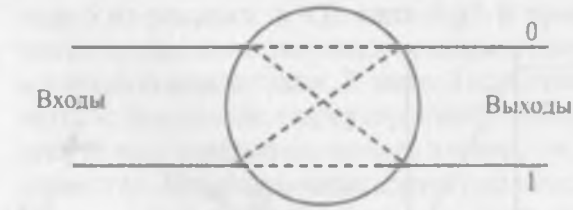


Рис. 5.30. **Основной элемент пакетной коммутации 2x2**

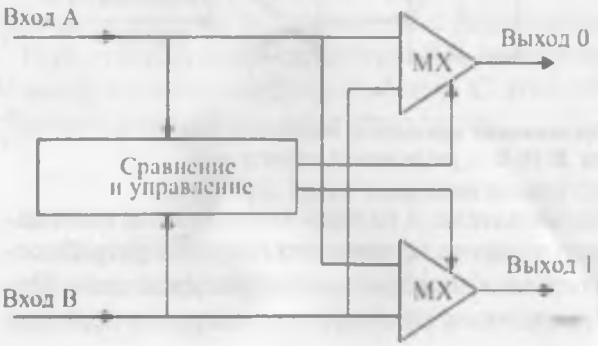


Рис. 5.31. **Пример реализации КЭ 2x2**

он создается на КЭ 2×2, то при k каскадах имеет n = 2k портов (входов и выходов). Пример коммутатора 8×8 показан на рис. 5.32. Принцип самомаршрутизации иллюстрируют штриховые линии, указывающие путь прохождения пакетов с адресами 101 и 010. Независимо от номера входа эти пакеты всегда передаются на соответствующие выходы.

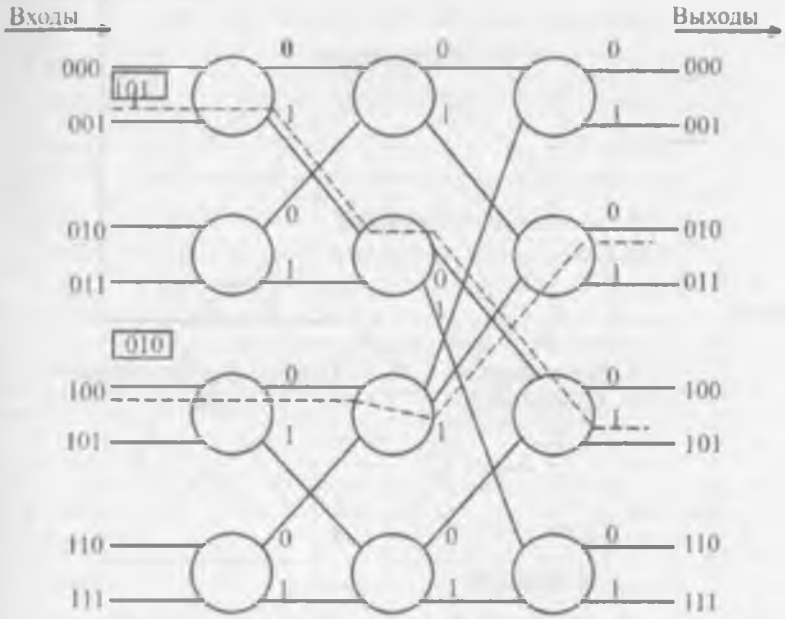


Рис. 5.32. **Пакетный «баньяновый» коммутатор**

Недостаток такого коммутатора – вероятность «конфликтов» между пакетами, которые разными путями направляются на один и тот же КЭ. Предотвратить потери пакетов в таких ситуациях, т. е. сделать коммутатор внутренне неблокирующим, можно с помощью буферной памяти в КЭ или работы коммутатора с большей скоростью, чем надо для обслуживания входящих пакетов. Возможна и предварительная сортировка пакетов таким образом, чтобы их пути не пересекались в КЭ. Следующая проблема – снятие блокировки на выходе при одновременном поступлении пакетов разными путями на один и тот же выход (см. на рис. 5.32). Одно из ее решений – введение фильтрующей схемы – «ловушки» (trap) с функцией выявления пакетов с одинаковыми адресами и направления «лишних» пакетов на схему задержки (на время пакетного цикла). Откуда они снова

PDF Compressor Free Version

Рис. 5.33. **БПкК с сортировкой и фильтрацией**

поступают на фильтрацию. Структурная схема БПкК с предварительной сортировкой и фильтрацией приведена на рис. 5.33.

Возможно и иное решение: анализ адресов в КЭ и, при их совпадении, передача одного из пакетов на выходной порт, а запрос по цепи обратной связи повторной передачи второго пакета из входного буфера. Обратная связь усложняет КЕ 2 х 2 в сравнении с рис. 5.31. Блокировку выходов в БПкК можно также ликвидировать за счет выделения одному терминалу нескольких выходных портов, но это резко увеличивает число КЕ и, как правило, непрактично.

Если емкости КЕ в коммутаторе больше, чем 2 х 2, между любым входом и выходом существует несколько путей, поэтому предварительная сортировка пакетов не требуется. На рис. 5.34 один пример схемы 16 х 16 на неблокируемых КЭ 4 х 4, в которой каждый КЭ имеет буфер для каждого входа, принимает и коммутирует пакеты в

асинхронном режиме. Штриховые линии показывают четыре возможные пути передачи пакетов между входом и выходом.

Обобщенная структура БПкК дана на рис. 5.35. Любая входящая и исходящая линия оборудуется собственным контроллером (ВК и ИК), обеспечивающим анализ и трансляцию заголовков, буферное хранение и передачу пакетов. Главный процессор управляет коммутатором и контроллерами.

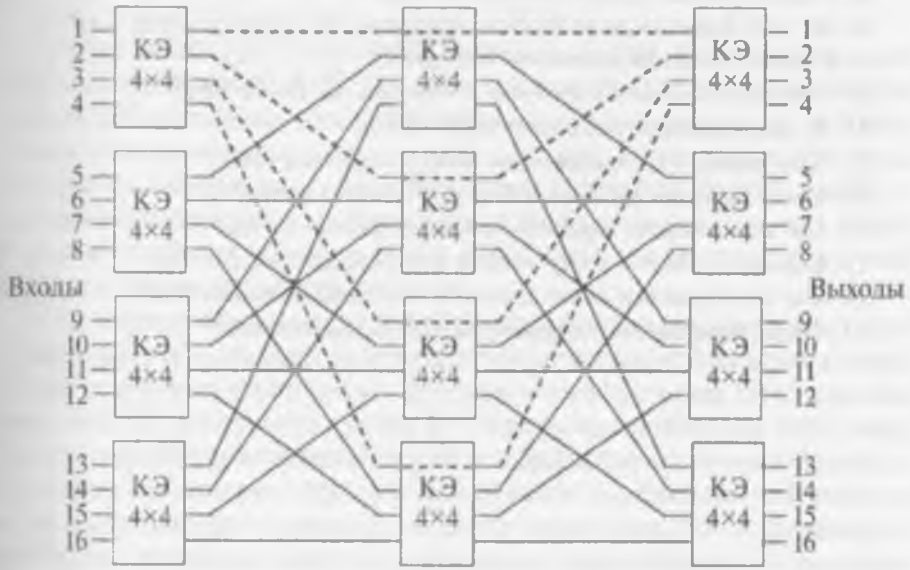


Рис. 5.34. **Трехкаскадный коммутатор 16x16 с обходными путями передачи**

Рис. 5.35. **Обобщенная структура БПкК**

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются особенности цифровой коммутации?
2. В чем заключается принцип пространственной коммутации?
3. В чем заключается принцип временной коммутации?
4. В чем заключается принцип пакетной коммутации?
5. Какая элементная база используется при построении БПК?
6. Какие недостатки присущи блоку БПК?
7. В каком режиме работает БАИ в БПК?
8. От чего зависит разрядность управляющего кодового слова БАИ?
9. В каких режимах работает блок БВК?
10. От чего зависит количество и емкость ЗУ блока БВК?
11. В каком режиме работает БАИ в БВК.
12. Что такое комбинированное коммутационное поле?
13. Какие режимы работы РЗУ и АЗУ используются?
14. От чего зависят параметры комбинированных КБ?
15. Как определяется номер ячейки и ее разрядность для РЗУ?
16. Как определяется номер ячейки и ее разрядность для АЗУ?
17. Какие многозвенные структуры ЦКП существуют?

PDF Compressor Free Version

6. 1. Общие понятия

Управляющие устройства УУ являются одним из основных видов оборудования любой АТС. Их общее назначение – управление процессом обслуживания потока поступающих вызовов с целью установления соединительных путей между входами и выходами КП станции и образование разговорного тракта. При обслуживании любого вызова УУ принимают информацию о требуемом соединении, обрабатывают ее, осуществляют поиск свободных соединительных путей в КП и устанавливают соединение.

Существует много видов УУ. Это объясняется различными структурами КП АТС, различными конструкциями коммутационных приборов и другими факторами. Для каждого поколения АТС имеется свой вид УУ. Например, состав УУ электромеханических АТС зависит от способа управления (прямой или косвенный), и способов установления соединения (прямой или обходной). Развитие УУ шло по пути постепенного перехода от индивидуальных УУ к групповым (регистры, маркеры) и централизованному управлению. Степень централизации зависит от быстродействия элементной базы УУ и их характеристик надежности. Применение электронных элементов позволило достигнуть высокой степени централизации и создать программные способы управления обслуживанием вызовов.

6.2. Способы управления в ЦСК

Программное управление используется на цифровых АТС и предполагает наличие УУ и ЗУ. В ЗУ закладывается заранее заданная программа работы АТС, которая обеспечивает обслуживание вызовов по определенному алгоритму, не зависящему от абонента. Различают 2 способа программного управления:

– управление по замонтированной программе;

– управление по записанной программе.

Наиболее широко применяется управление по записанной программе. В этом случае программа работы АТС, которая представляет

набор команд и определяет порядок обслуживания вызовов, вводится (записывается) в ЗУ управляющего оборудования и хранится в нем. При необходимости программа может быть легко заменена путем перезаписи программы. В качестве УУ используются специализированные ЭВМ, которые имеют различные названия у разных фирм-производителей коммутационного оборудования. В общем виде эти ЭВМ называют ЭУМ (электронно-управляющие машины) или *процессорами*. Достоинства их применения:

PDF Compressor Free Version

1. Возможность создания универсального управляющего оборудования для АТС различного назначения (АМТС, ГТС, СТС, УТС).

2. Гибкость в эксплуатации.

3. Предоставление абонентам большого числа различных ДВО программными средствами.

4. Организация программными средствами техобслуживания ТО (процессов контроля, диагностики и локализации неисправностей) всего оборудования АТС.

5. Автоматизация сбора статистических данных о трафике, надежности оборудования.

6. Возможность создания автоматизированной системы управления телекоммуникационной сетью (TMN) путем взаимодействия ЭУМ различных АТС сети.

Управляющие устройства по способу управления цифровой коммутацией можно разделить на 4 типа:

- централизованное;
- иерархическое;
- децентрализованное;
- распределенное.

6.2.1. Централизованное управление

Архитектура централизованного управления показана на рис. 6.1.

При централизованном программном управлении ЦУУ должен выполнять следующие функции:

1) управление обслуживанием вызова, включая анализ имеющихся в базе данных информации об абоненте А, прием цифр номера, контроль процесса обслуживания вызова во всех фазах;

2) управление коммутацией. Центральный процессор хранит отображение всех путей, находит и резервирует путь для запрашиваемого абонентским или линейным модулем соединения;

3) контроль, диагностика неисправностей и восстановление рабочей конфигурации системы.

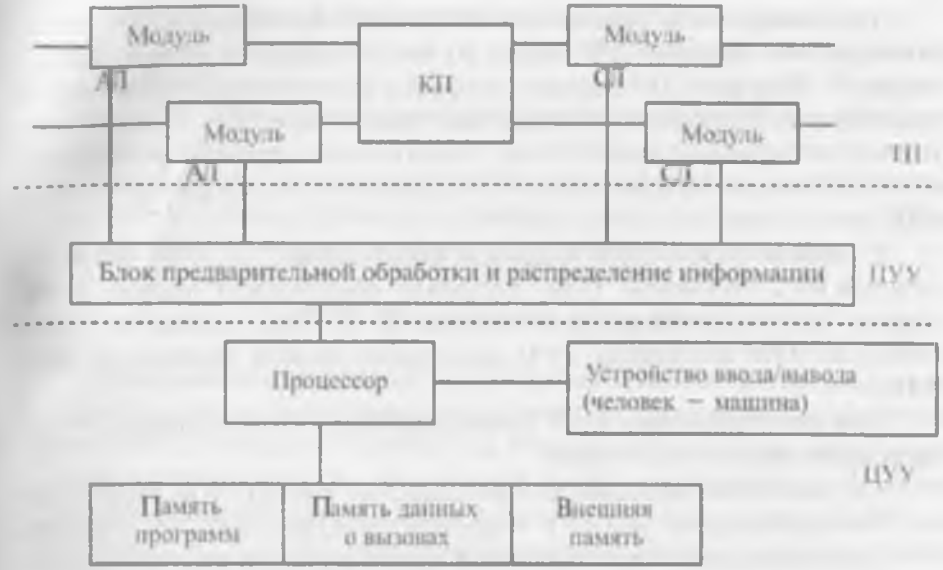


Рис. 6.1. **АТСЭ с централизованным программным управлением**

Для выполнения этих функций ЦУУ должен обладать достаточной вычислительной мощностью. Недостатком централизованного управления является низкая живучесть и гибкость. Выход из строя ЦУУ приводит к полной потере работоспособности в целом. Для повышения живучести и гибкости используют двухмашинные ЦУУ (см. рис. 6.2). Они могут работать в двух вариантах:

– синхронный режим;

– режим разделения нагрузки.

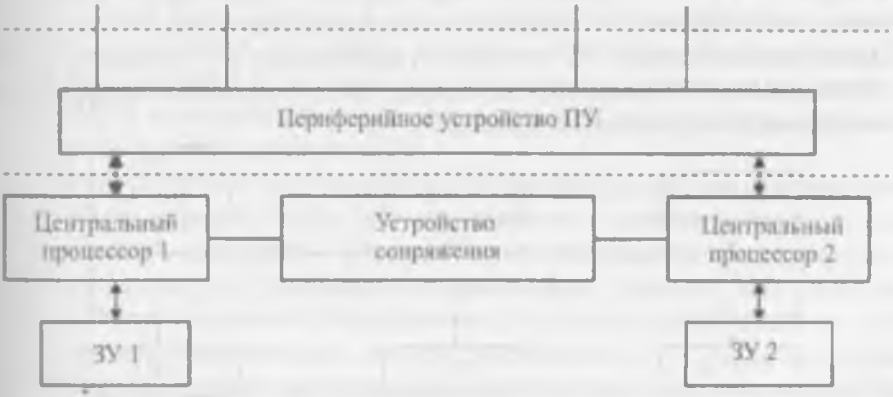


Рис. 6.2. **Двухмашинный управляющий комплекс**

При синхронном режиме обе ЭУМ работают параллельно и выполняют все функции УУ. Одна из них является ведущей, другая ведомой. Ведущая ЭУМ может выдавать выработанную команду, а ведомая нет. Устройство сопряжения процессоров обеспечивает [illegible] имный информационный обмен, при этом оба процессора имеют в своих ЗУ полную информацию о состоянии системы управления всей АТС.

PDF Compressor Free Version

В режиме разделения нагрузки поступающая к ЭУМ нагрузка делится на 2 половины. Одну половину обслуживает первая ЭУМ, вторую половину обслуживает вторая ЭУМ. При выходе из строя одной из ЭУМ исправная ЭУМ принимает на себя управление всей АТС.

Хотя двухмашинные ЦУУ повышают живучесть системы, но сохраняются другие недостатки:

- ограничение возможности расширения емкости УК. Необходимо установить сразу УУ с производительностью, достаточной для управления максимальной проектируемой емкостью станции.
- достаточно низкая эффективность использования вычислительных ресурсов ЦУУ и его технико-экономические показатели в период с момента установки до достижения им максимальной емкости.

6.2.2. Децентрализованное управление

Стремление получить линейную зависимость стоимости АТСЭ от ее емкости в достаточно широком диапазоне емкостей и повысить живучесть УУ за счет распределения функций управления и нагрузки между несколькими УУ привело к созданию децентрализованных УУ. Децентрализованное УУ состоит из нескольких УУ, каждое из которых выполняет только определенную часть функций и является равноправным с другими УУ (рис. 6.3).

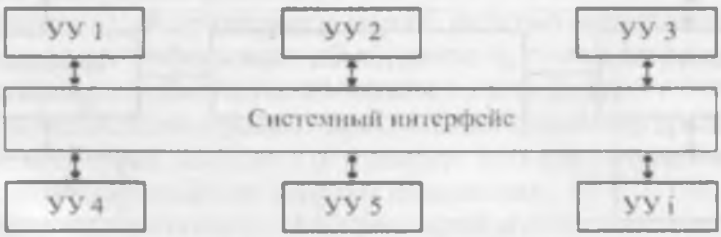


Рис. 6.3. **Децентрализованные УУ**

Отличительными чертами децентрализованных УУ являются:

– управление процессом установления каждого соединения несколькими УУ;

– отсутствие единого координирующего совместную работу устройства ЦУУ;

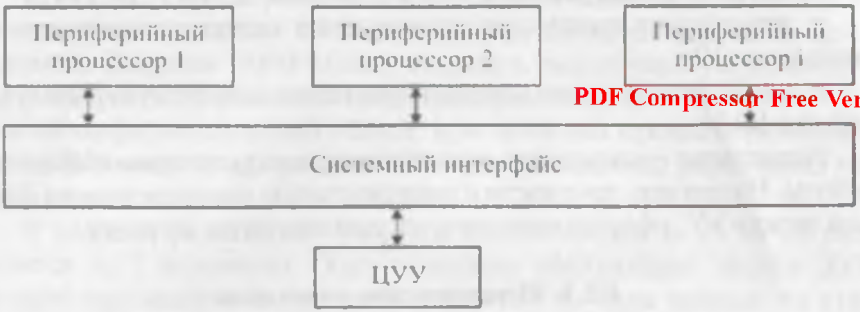
Недостатки – сложность организации и координации совместной работы. Например, трудности с рациональным распределением функций между УУ, обеспечивающим их равномерную загрузку.

6.2.3. Иерархическое управление

Компромиссным вариантом построения управляющих систем является частичная децентрализация функций управления, осуществляемая в иерархическом управлении. Иерархическое управление состоит из центрального УУ и нескольких групп периферийных УУ (периферийных процессоров), находящихся между собой в иерархическом подчинении. Группа периферийных процессоров, непосредственно подключенная к периферийному интерфейсу, образует самый низкий уровень управления. Центральное УУ образует высший уровень управления. УУ одного иерархического уровня не связаны между собой и работают независимо друг от друга. УУ соседних иерархических уровней имеют между собой информационные и функциональные связи через соответствующий системный интерфейс (рис. 6.4).

Периферийные процессоры берут на себя функции управления отдельными периферийными подсистемами АТС. Обычно периферийные процессоры представляют собой микропроцессорные устройства. Они сканируют линии, запрашивают информацию от центрального процессора и передают ему данные, нужные для обновления абонентской базы данных и для управления соединениями. Центральный процессор выполняет основные функции обработки вызовов и управления АТС в целом и несет меньшую нагрузку по сравнению с ЦУУ централизованного управления. В результате увеличивается пропускная способность УУ.

Процесс управления на каждом этапе обслуживания вызова проходит через иерархические уровни, начиная с самого низкого до самого верхнего и обратно. Иерархическое управление имеет пирамидальную структуру, чем выше иерархический уровень, тем меньшее число УУ он содержит. Иерархическое управление сочетает в себе простоту и экономичность централизованных УУ с возможностью наращивания производительности и достаточно высокой живучести децентрализованных УУ. Недостаток – ограниченная масштабируе-



PDF Compressor Free Version

Рис. 6.4. **Иерархическое управление**

мость управляющего комплекса по мере роста емкости АТС и зависимость восстановления системы в случае сбоя от ЦУУ.

Примером АТС с иерархическим типом управления являются АТСЭ DTS1100 фирмы Daewoo, EWSD фирмы Siemens.

Структурная схема ЦСК EWSD показана в разделе 8.4.1 (см. рис. 8.37). Оборудование состоит из подсистемы доступа (DLU, LTG), подсистемы коммутации (SN), подсистемы сигнализации по общему каналу (CCNC), подсистемы координации (координационный процессор CP).

Каждая подсистема имеет один или несколько собственных процессоров. Функции системы распределены между отдельными ее частями с целью обеспечения равномерного распределения нагрузки и минимизации потоков информации между отдельными подсистемами.

Устройства управления подсистемами УУ независимо друг от друга выполняют практически все задачи, возникающие в их зоне. Только для системных и координационных функций, таких как выбор маршрута, УУ требуется помощь координационного процессора CP. *Координационный процессор* CP выполняет функции координации соединения – анализ цифр номера, выбор маршрута и др., а также системные функции в процессе эксплуатации и техобслуживания – взаимодействие с оператором (через OMT), архивирование данных и др. Для согласования работы CP и других устройств служит *буфер сообщений* MB. *Блок внешней памяти* EM содержит все необходимые данные по эксплуатации и техобслуживанию системы, а также данные, полученные в процессе работы системы. *Блок управления групповой коммутацией* (SGC) управляет процессом коммутации в коммутационном поле SN.

Программное обеспечение (ПО) организовано с ориентацией на выполнение определенных задач соответственно подсистемам EWSD.

Внутри подсистемы ПО имеет функциональную структуру. Операционная система состоит из программ, приближенных к аппаратным средствам и являющихся обычно одинаковыми для всех коммутационных станций. Программы пользователя зависят от конкретного проекта и варьируются в зависимости от конфигурации станции. Современная автоматизированная технология, жесткие правила разработки ПО, а также язык программирования CHILL , C++, Assembler обеспечивают функциональную ориентированность программ, а также поэтапный контроль процесса их разработки.

Система DTS-3100 физически состоит из следующих подсистем (типов модулей): подсистема коммутации доступа (ASS), подсистема удаленного доступа (RSS), подсистема ввода /вывода (IOS), также модуль сигнализации общего канала (CSM) для сигнализации ОКС7 (CSS7).

Подсистема коммутации доступа (ASS) является основной частью системы DTS-1100A. Максимальное число ASS в DTS-1100A три, каждая ASS имеет различные функциональные модули такие как модуль доступа (AM), коммутационный модуль (SM), модуль сигнализации и проверок (STM), и модуль контроля (CM).

Подсистема ввода/вывода (IOS) – это система для обеспечения интерфейса с оператором, в качестве операторского терминала используется персональный компьютер. Функции IOS – программа загрузки ASS, резервные данные, запоминание и анализ данных об оплате, сообщения о состоянии дисплея и коммуникация человек – машина с оператором.

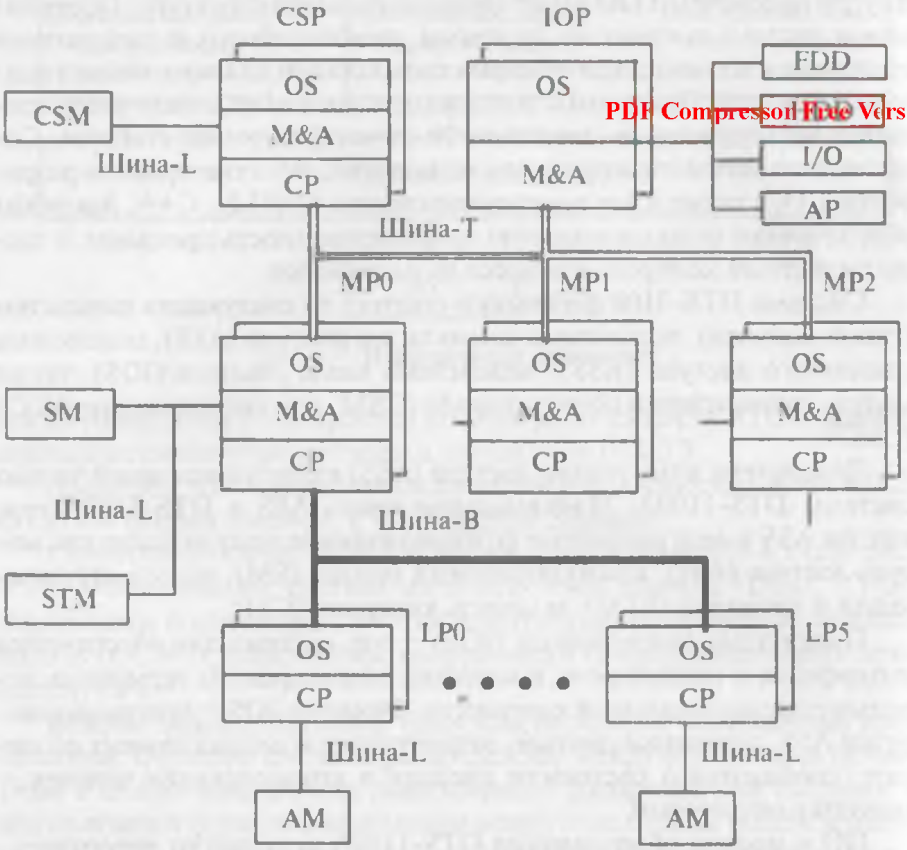
ПО и модули оборудования DTS-1100A используют иерархический принцип управления. В станции DTS-1100A имеется четыре вида процессоров:

- главный процессор;
- линейный процессор;
- процессор общей сигнализации;
- процессор ввода – вывода.

Схема расположения функциональных блоков ПО DTS-1100A приведена на рис. 6.5. Взаимосвязь между процессорами осуществляется посредством межпроцессорной коммуникационной сети IPC. Для взаимосвязи ASS с IOS использована дублированная шина-T из-за ее высокой надежности. Линейный процессор LP, предназначенный для каждого модуля доступа, соединен с главным процессором MP посредством шины-B.

Для осуществления контроля модулей оборудования (AM, SM и STM), процессор модуля контроля использует некоторые шины кон-

PDF Compression Free Version



AM – Модуль доступа
AP – Аварийная панель
CP – Обработка вызова
CSM – Модуль общей сигнализации
CSP – Процессор общей сигнализации
FDD – Привод флоппи-диска
HDD – Привод жесткого диска
I/O – Ввод-Вывод
IOP – Процессор ввода-вывода
IP – Линейный процессор
M&A – Управление и обслуживание
MP – Главный процессор
OS – Операционная система
SM – Коммутационный модуль
STM – Модуль сигнализации и тестирования

Рис. 6.5. **Схема расположения функциональных блоков ПО DTS-1100A**

троля устройств, например, шину-L, используемую MP и LP. Каждая из шин имеет свою характеристику для обеспечения требуемой высокой надежности и производительности.

В главных процессорах MP производится реализация обших функций при наименьшей затрате реального времени, а именно:

1. MP контролирует обработку вызовов от абонентов, а также:
– принимает и обрабатывает информацию, поступившую с LP о набранных цифрах номера и состоянии абонента, управляет и контролирует приемник DTMF;
– передает надлежащие инструкции на периферийные процессоры, выполняет функцию подключения звонка;
– выбирает голосовой тракт после получения запроса на соединение/разъединение голосового тракта;
– обрабатывает запросы на подключение трехстороннего разговора или конференц-вызов.

MP передает префикс и номер абонента Б, регистрирует установку/отмену ДВО (сокращенный набор номера, служба горячей линии и т.д.)

2. MP выполняет функции обслуживания сети – управление общим состоянием и различное тестирование.

3. MP выполняет функции, относящиеся к управлению системой (оплата, статистика, связь человек – машина и обработка данных).

Функции линейного процессора LP состоят в следующем:

1. LP распознает информацию, поступающую с абонентской линии АЛ, и сообщает главному процессору MP, осуществляет надлежащие функции по АЛ под контролем MP.

2. LP контролирует и управляет межстанционной СЛ – проверяет попытки междугородного вызова, цифровую информацию, полученную с других АМТС, сигналы восстановления и отправляет их к MP. По инструкции MP, он занимает и освобождает исходящую СЛ и передает цифровые сигналы на другую станцию.

3. LP передает сообщения от терминала ISDN к MP и обратно.

Функции процессора общей сигнализации CSP – управление и наблюдение за состоянием звена сигнализации ОКС7 и информирование об этом главного процессора MP. Также под контролем MP, процессор CSP осуществляет надлежащие функции в сигнальном звене. CSP отсылает и принимает сообщения к /от сигнальной точки, также под контролем главного процессора.

Общими функциями процессора ввода – вывода являются:

1. Сброс и загрузка программы;
2. Резерв базы данных;
3. Резерв данных об оплате и их анализ;
4. Резерв статистических данных;
5. Резервирование и контроль устройства ввода – вывода;
6. Управление активизацией аварийной панели.

6.2.4. Распределенное управление

Концепция распределенного программного управления предусматривает разделение множества задач управлеPDF Compressor FreeVersionных частей по принципу разделения функций (transaction sharing) или разделения нагрузки (load sharing). УУ распределяются по управляемым объектам и конструктивно объединяются, образуя функционально специализированные модули, из которых компонуются модули нужной емкости того или иного назначения. Все функции управления разделяются на специализированные наборы задач, содержащиеся в независимых процессорах и обеспечивающих в совокупности выполнение всех, связанных с управлением операций. Например, процессор абонентской ступени:

- периодически сканирует закрепленные за ним АЛ;
- отслеживает все возникающие на его ступени вызовы;
- поддерживает БД абонентов;
- ведет наблюдение за каждым вызовом;
- проводит локальное восстановление и локальную диагностику своей схемы.

Все процессоры общаются друг с другом путем обмена сообщениями через КП, общую шину, и это является основой конструкции системы программного управления узлом коммутации.

Примером АТС с распределенным типом управления являются АТСЭ S12 фирмы Alcatel.

Структура оборудования S12 показана в разделе 8.1.2 (см. рис. 8. 1). Система имеет полностью распределенное управление. Оборудование системы выполнено в виде модулей. Каждый модуль выполняет назначенные ему функции и управляется собственным процессором (УУ), находящимся в нем, они также обеспечивают установление соединений с ЦКП (Цифровое Коммутационное Поле – DSN) системы.

В системе различают модули с УУ в виде TCE – терминального элемента управления, либо в виде ACE – дополнительного, или вспомогательного, элемента управления. Модули с TCE выполняют функции подключения и взаимодействия с абонентами, с другими АТС, для приема адресной информации, посылки акустических сигналов абонентам и т.п. Модули с ACE выполняют более логические функции – анализ цифр полученного номера, управление данными тарификации (учет стоимости разговоров), функции администрирования системы, управления ресурсами и т.п.

Каждый модуль системы, кроме ACE, состоит из двух частей: терминального устройства и терминального элемента управления (TCE).

Терминальное устройство еще называют кластерной частью, или просто кластером (рис. 6.6). Кластер – оборудование, призванное выполнять специальные функции данного модуля, например, линейное оборудование аналоговых абонентов или линейное оборудование цифровых трактов и т.д. В общем случае, кластер – это дополнительный процессор с памятью, призванный разгрузить основной процессор, выполняя рутинные функции. ACE не имеют кластера.

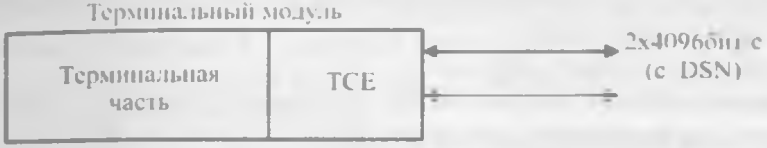


Рис. 6.6. **Структура модуля S-12**

Терминальное устройство представляет собой совокупность печатных плат (съемные платы) – PBA или ТЭЗов (типовые элементы замены), необходимые для выполнения задач и функций, назначенных каждому модулю. TCE в настоящее время представляет собой одну печатную плату двух типов (MCUA и MCUB), на которой находится терминальный интерфейс (TI), процессор, память процессора (RAM – ОЗУ, ROM – ПЗУ) и память терминального интерфейса (PRAM – пакетное ОЗУ). В зависимости от типа модуля процессор может управлять кластерной частью либо по процессорной шине, либо по ИКМ-интерфейсу. Модуль соединяется с ЦКП через TI. При подключении новых модулей использование стандартного TI дает гибкое подключение, не изменяя способ соединения с ЦКП.

ACE не имеют терминальных комплектов, а следовательно, не содержат терминальные устройства. Более подробно структура модулей S12 рассматривается в разделе 8.1.3.

6.3. Структура и принципы работы электронных управляющих устройств ЦСК

Управляющее устройство (УУ) АТСЦ представляет собой ряд подсистем, за которыми закреплены определенные функции. Эти подсистемы физически реализуются в виде микропроцессорного комплекса, либо в виде одной ЭВМ, в которой роль подсистем выполняют отдельные программы. В общем виде УУ изображено на рис. 6.7 Оно содержит следующие подсистемы:

– управляющее устройство абонентских комплектов (УУ АК);

– управляющее устройство коммутационного поля (УУ КП);
– управляющее устройство частотных приемопередатчиков (УУ ПП);
– управляющее устройство общего канала сигнализации (УУ ОКС);
– управляющее устройство исходящих линейных комплектов (УУ ЛКи);
– управляющее устройство входящих линейных комплектов (УУ ЛКв);
– менеджер приемопередатчиков (МПП); маршрутизатор (МРШ);
– банк данных (БД);
– диспетчер задач (ДЗ).

PDF Compressor Free Version

Взаимодействие подсистем УУ происходит через ДЗ, чтобы исключить одновременное занятие ресурсов разными подсистемами. Для этого каждой подсистеме присваивается свой приоритет, а процесс обмена сообщениями между подсистемами происходит следующим образом.

Подсистема А формирует сообщение к подсистеме В и вместе с номером своего приоритета отсылает его в буфер ДЗ, который выполняет пересылку сообщений адресату в порядке их поступления и с учетом приоритета. В дальнейшем под контекстом «...УУ АК обращается к МПП с запросом ...» или «...УУ АК отсылает поступившую цифру в МРШ...» следует понимать именно эту процедуру с участием ДЗ.

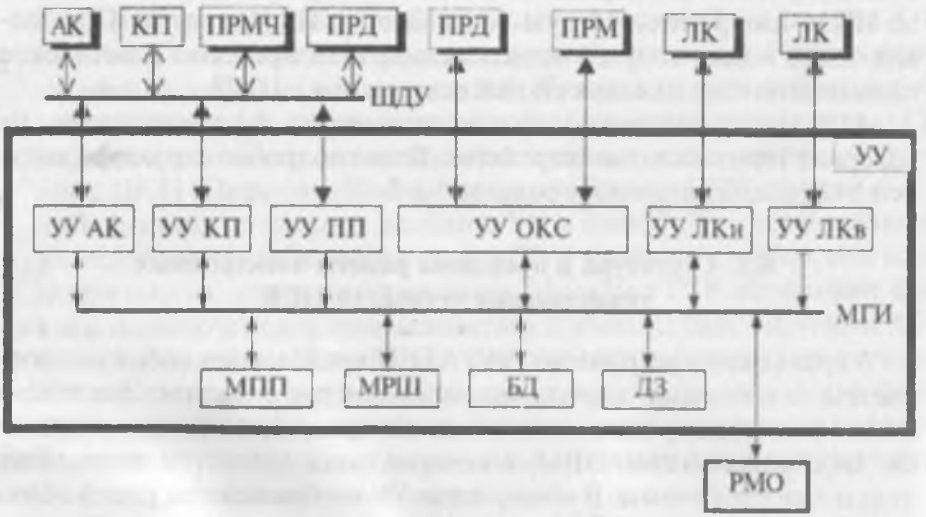


Рис. 6.7. **Общий вид УУ**

Функционирование АТСЦ начинается с того, что оператор станции через свое рабочее место (РМО) конфигурирует ее, задавая абонентскую и канальную емкость, способ обмена СУВ по пучкам каналов, наименование пунктов назначения, коды пунктов назначения и маршруты их достижения, тарифы и т.д. Все эти данные поступают на внутреннюю магистраль (МГИ) с адресацией к диспетчеру задач (ДЗ). ДЗ проверяет корректность и полноту поступающих данных и заносит их в базу данных (БД) для дальнейшего использования в процессе обслуживания вызовов. В процессе эксплуатации может потребоваться изменение БД, которое происходит точно так же. Для понимания взаимодействия подсистем УУ рассмотрим процесс установления ***внутреннего*** соединения.

1. Поступление вызова от абонента (А абонента) определяет АК и по шине данных и управления (ШДУ) извещает об этом УУ АК. УУ АК по внутренней магистрали (МГИ) обращается в БД за данными об абоненте: не заблокирован ли этот абонент за неуплату, какого типа оконечное устройство (предположим, ТА с частотным набором), заказаны ли ДВО и т.д. Если абонент имеет право на исходящий вызов, то УУ АК в памяти заводит на него регистр вызова (РВ), где поступивший вызов отмечается как исходящий.

2. УУ АК обращается к МПП с запросом о предоставлении ему свободного частотного приемника (ПРМЧ) для приема номера и получает его. УУ АК связывается с УУПП и извещает его куда нужно отсылать поступающие цифры номера.

3. УУ АК обращается к УУ КП с запросом о соединении через КП передающей части АК с ПРМЧ, а приемной части АК – с генератором тональных сигналов. Абоненту начинает поступать зуммер «*Ответ станции*».

4. УУ АК заводит таймер на ожидание набора первой цифры номера, обращаясь к ДЗ.

5. Поступление первой цифры номера в ПРМЧ фиксирует УУ ПП и отсылает его в УУ.

6. УУ АК заносит цифру в РВ, обращается в УУ КП с запросом об отсоединении зуммерного сигнала и в ДЗ с запросом об окончании таймирования ожидания первой цифры и таймирует время ожидания набора второй цифры.

7. УУ АК отсылает поступившую цифру в МРШ, который определяет пункт назначения. Если не существует ни одного пункта назначения, начинающегося с поступившими цифрами номера, то МРШ извещает об этом УУ АК, который организует процесс разъединения абонента (процедуру разъединения смотри ниже). Допустим, код соб-

ственной станции состоит из 2-х цифр. Процесс приема цифр МРШ продолжается. После получения МРШ от УУ АК второй цифры он определяет, что соединение – внутреннее.

8. При поступлении последней цифры МРШ запрашивает БД данные о вызываемом абоненте (В абоненте). Если входящее соединение возможно, то МРШ извещает об этом УУ АК (В абонента). УУ АК В-абонента заводит РВ на В -абонента; переписывает в него из БД все свойства В-абонента; высылает в УУ АК А-абонента координаты УУ АК В-абонента. УУ АК А-абонента извещает УУ АК В-абонента о продолжении обслуживания вызова.

PDF Compressor Free Version

9. УУ АК В-абонента выдает команду на подачу посылки вызова, запрашивает УУ КП о проключении зуммерного сигнала *«Контроль посылки вызова»* А-абоненту, заводит таймер на ожидание ответа В-абонента.

10. Ответ В-абонента определяет АК и по ШДУ извещает УУ АК, которое отключает сигнал посылки вызова, обращается к УУ КП с сообщением об отсоединении зуммерного сигнала от А-абонента и соединении А и В-абонентов. УУ АК В-абонента извещает УУ АК А-абонента об установлении соединения. УУ АК А-абонента с этого момента начинает таймировать время разговора, обращаясь с заданием к ДЗ о высылке ему тарификационных импульсов. Поступление каждого тарификационного импульса заносится в РВ А-абонента.

11. Отбой В абонента обнаруживает АК и по ШДУ извещает УУ АК, которое обращается к УУ КП с заданием об отсоединении В-абонента, аннулирует свой РВ, уведомляет УУ АК А-абонента об окончании обслуживания.

12. УУ АК А-абонента обращается к УУ КП с заданием о проключении зуммерного сигнала *«Занято»* А-абоненту и таймирует время ожидания получения отбоя. При поступлении отбоя оно обращается с заданием к УУ КП об отсоединении, перезаписывает тарификационные данные из РВ в РМО для последующей оплаты разговора.

Процесс обслуживания *исходящего* соединения начнем с пункта 7, т.к. до него весь процесс аналогичен.

7. УУ АК отсылает поступившую цифру в МРШ, который определяет пункт назначения. Допустим, код удаленной станции состоит из 3-х цифр. Процесс приема цифр МРШ продолжается. После получения МРШ от УУ АК третьей цифры он определяет, что соединение – исходящее. С этого момента УУ АК перестает высылать цифры набора в МРШ.

8. МРШ обращается к УУ ЛКи (В-абонента). УУ ЛКи заводит РВ на В-абонента, в котором записывает принятые от МРШ цифры но-

мера: переписывает из БД способ обмена СУВ по выбранному ЛК; высылает в УУ АК А-абонента координаты УУ ЛКи. УУ ЛКи извещает УУ АК о продолжении обслуживания вызова. Последующие цифры номера УУ АК начинает высылать в УУ ЛКи.

9. УУ ЛКи образует процесс обмена СУВ по заданному протоколу сигнализации, который записан в РВ. В случае сигнализации по ОКС УУ ЛКи привлекает УУ ОКС. После окончания обмена СУВ УУ ЛКи обращается к УУ КП с сообщением о проключении разговорного тракта. Из канала начинает поступать зуммерный сигнал *«Контроль посылки вызова»*.

10. Ответ В-абонента поступает в УУ ЛКи и оно извещает УУ АК, А-абонента об установлении соединения. УУ АК А-абонента с этого момента начинает таймировать время разговора, обращаясь с заданием к ДЗ о высылке ему тарификационных импульсов. Поступление каждого тарификационного импульса заносится в РВ А-абонента.

11. Отбой В-абонента поступает от УУ ЛКи, которое обращается к УУ КП с заданием об отсоединении В-абонента; аннулирует РВ; извещает УУ АК А-абонента. УУ АК А-абонента обращается к УУ КП с заданием о проключении зуммерного сигнала *«Занято»* А-абоненту и таймирует время ожидания получения отбоя. При поступлении отбоя оно обращается с заданием к УУ КП об отсоединении, перезаписывает тарификационные данные из РВ в РМО для последующей оплаты разговора.

Контрольные вопросы

1. Для чего используется управление в цифровых АТС?

2. Для чего в цифровых АТС используется управляющее устройство?

3. Какие существуют способы управления ЦСК?

4. Какой способ управления ЦСК наиболее широко применяется? Почему?

5. Что такое ЭУМ?

6. Для каких целей используют двухмашинные ЦУУ?

7. АТСЭ каких фирм-производителей используют иерархическое управление?

8. АТСЭ каких фирм-производителей используют распределенное управление?

9. Какой принцип управления использует АТСЭ типа S12, EWSD, DTS1100?

10. Из каких подсистем состоит УУ цифровой АТС?

11. В виде чего реализуются подсистемы УУ цифровой АТС?

7. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЗЛОВ КОММУТАЦИИ

PDF Compressor Free Version

7. 1. Основные понятия и требования к программному обеспечению ЦСК

Электронная управляющая система ЭУС узла коммутации УК выполняет возложенные на нее функции по обслуживанию вызовов, а также функции, связанные с эксплуатацией и техническим обслуживанием УК в соответствии с заданными алгоритмами функционирования, под которыми понимают точные предписания о порядке выполнения его действий по реализации той или иной функции.

Алгоритмы функционирования ЭУС могут быть описаны разными способами с различной степенью детализации: на естественном языке с необходимыми дополнениями графической и цифровой информацией либо на некотором формализованном языке. Совокупность описаний алгоритмов функционирования ЭУС образует алгоритмическое обеспечение АО. В принципе алгоритмическое обеспечение ЭУС может быть полностью либо частично реализовано аппаратным (схемным) или программным способом. В последнем случае соответствующий алгоритм должен быть представлен в виде программы, т.е. в форме, воспринимаемой реализующей его ЭУМ. «Алгоритмическое» определение программы является недостаточным, т.к. оно не отражает большинства из перечисленных выше аспектов «технического» понимания программы.

В смысле «технического» определения программа представляет собой специфическое техническое изделие, материализованное в памяти ЭУМ в виде совокупности машинных команд, реализующее заданный алгоритм преобразования исходной информации в нужный результат и сопровождаемое необходимым комплектом конструкторской и эксплуатационной документации. Аналогично могут быть определены с учетом присущих им особенностей постоянные и полупостоянные данные, которые используются при выполнении программ. Совокупность определенных подобным образом программ, постоянных и полупостоянных данных, обеспечивающая работу ЭУС в соответствии с заданными алгоритмами функционирования, называется программным обеспечением ПО.

Необходимо отметить, что программное обеспечение совместно с аппаратурой ЭУС является средством обработки информации, поэто-

му оперативные данные, преобразование которых выполняется ЭУС с помощью программного обеспечения, т.е. данные являющиеся предметом обработки, не относятся к программному обеспечению ПО.

Состав, принципы построения и характеристики ПО оказывают существенное влияние на тактико-технические, технико-экономические и эксплуатационные характеристики АТС в целом. В связи с этим ПО должно удовлетворять ряду требований, вытекающих из назначения, характера функционирования и использования АТС с управлением по записанной программе и общих требований, предъявляемых к ней.

Требования, которым должно удовлетворять программное обеспечение АТС, можно разделить на 2 группы:

1. Требования, невыполнение которых приводит к нарушению нормального функционирования АТС;

2. Требования, невыполнение которых приводит к снижению эффективности функционирования и использования АТС.

К первой группе можно отнести следующие требования:

- программное обеспечение ПО должно быть функционально полным, т.е. должно осуществлять программную реализацию всех заданных функций;
- ПО должно функционировать в реальном времени и обладать совместно с техническими средствами производительностью, достаточной для реализации всех заданных функций с соблюдением необходимых временных ограничений;
- ПО должно быть постоянно готово к использованию и обладать совместно с техническими средствами надежностью, гарантирующей выполнение требований к надежности работы АТС в целом, и к величине эксплуатационных затрат.

Ко второй группе относят следующие требования:

- принципы построения ПО и его распределения оп различным типам ЗУ ЭУМ должны обеспечивать минимальную стоимость хранения программ и данных при выполнении требований к производительности ПО в целом;
- ПО должно быть открытым для внесения в него необходимых изменений и дополнений и обладать высокой гибкостью, позволяющей вносить эти изменения и дополнения при минимальном изменении существующих программ и данных;
- структура и принципы построения ПО в целом и отдельных программ должны быть простыми для изучения, освоения и эксплуатации программного обеспечения персоналом АТС;

– структура и принципы построения ПО, а также состав включаемых в него дополнительных средств должны обеспечивать возможность эффективной организации и реализации процессов разработки и производства ПО.

PDF Compressor Free Version

7.2. Подсистемы программного обеспечения ЦСК

С 70-х годов XX века развитые страны начали заменять аналоговые коммутационные станции на электронные цифровые. Такая замена дала повышение качества связи, расширение числа услуг связи, автоматизацию сети.

Все фазы установления соединений и все процессы в электронных АТС управляются ПО. Конструкция программного обеспечения ЭАТС по своей сложности превосходит конструкцию оборудования. ПО составляет максимальную часть стоимости ЭАТС. Все развитые страны Западной Европы, Америки, Юго-Восточной Азии разработали и производят собственный тип ЭАТС, т.к. от этого зависит экономическая независимость любой страны.

Однако ЭАТС разных фирм-производителей имеют общие принципы построения и аппаратной части и ПО. Модули оборудования каждой из ЭАТС имеют в своей основе печатные платы с процессорами и памятью. Продукция фирм-производителей отличается типом процессоров, используемых при производстве плат.

Программное обеспечение ПО ЭАТС состоит из ряда подсистем, сгруппированных по сходным функциям. При детализации этих функций были определены различные модули, которые и составляют всю систему ПО. Каждая подсистема делится на составные части.

Базовой единицей построения ПО является модуль. Модули ПО полностью независимы друг от друга. Все модули ПО распределены (хранятся) по различным модулям аппаратуры, так что каждый модуль содержит часть ПО, необходимую ему для работы. С другой стороны программы поддержки (ОС и СУБД -DBMS) находятся в памяти постоянно, поскольку часто используются и распределены по всем управляющим элементам станции.

Основные задачи при разработке ПО – это достижение полной независимости ПО от технологических изменений аппаратуры так, чтобы при изменении части станционных устройств вследствие прогресса технологии, модификация ПО была минимальной для достижения этой цели. Это достигается с помощью концепции виртуальной машины. Каждое из станционных устройств непосредственно управляется единственным модулем ПО, называемым *обработчиком*

устройства (DH – device handler). Этот модуль предоставляет пользователям устройств средства для взаимодействия с ним. Когда остальным программам необходимо работать со станционным устройством, они посылают приказ – запрос обработчику устройств, и именно он выполняет конкретные действия над аппаратурой. Различные программы обращаются к обработчику с помощью символических приказов, которые остаются неизменными при всех технологических изменениях: *«Занятие»*, *«Отключение»*. Эти приказы транслируются обработчиком в сигналы, понятные устройствам. Таким образом, любая программа может получить доступ к модулю оборудования, не зная его устройства. По этой причине модуль оборудования (плата) вместе с соответствующим ему обработчиком называется ***виртуальной машиной.***

Модули ПО бывают двух видов – конечные автоматы сообщений FMM и программы системной поддержки SSM.

Конечные автоматы сообщений FMM **(Finite message machine)** являются основным функциональным блоком ПО и обладают следующими свойствами:

- он может связываться с другими FMM только с помощью сообщений;
- снаружи FMM представляется черным ящиком, т.е. его внутренняя структура неизвестна остальной системе, а поведение строго определяется набором посылаемых и принимаемых им сообщений;
- он может находиться в одном из нескольких состояний, и возможны переходы из одного состояния в другое. Для каждого состояния FMM может сформировать и передать выходное сообщение, и его состояние может после этого измениться.

В основном, модули программного обеспечения выполняются в виде FMM и пишутся на языке высокого уровня CHILL. Несмотря на свои преимущества (модульное строение и гибкость) аппарат FMM имеет свои недостатки – программные средства всегда должны быть готовы к обработке определенных событий, такие как ***аппаратурные прерывания.*** Эту готовность невозможно обеспечить при помощи FMM, так как FMM запускается только посылкой к нему сообщения.

Программы системной поддержки SSM представляет модуль, содержащий ряд процедур, выполняющих вспомогательные функции для одного или нескольких FMM. Обращение к этим процедурам осуществляется не посредством сообщений, а при помощи процедурных вызовов, хотя сами SSM могут посылать сообщения к FMM. Обычно модули SSM пишутся на языке Assembler.

ПО любой ЭАТС имеет в своем составе операционную систему, базу данных, программы обработки вызова и администрирования. Операционная система ЭАТС напрямую связана с типом процессоров, используемых при производстве плат. Поэтому ОС различных ЭАТС могут иметь одинаковые функции, но различную внутреннюю структуру. Проиллюстрируем данное положение несколькими примерами структуры ПО ЭАТС.

PDF Compressor Free Version

На рис. 7.1 приведена структура ***ПО ЭАТС S12 фирмы Alcatel.*** ПО S12 разбито на 6 базовых подсистем, каждая из которых выполняет свои особые функции:

1) операционная система ОС;

2) база данных Database;

3) подсистема обработки вызова Call Handling;

4) программы поддержки телефонных задач (управление телефонными ресурсам Telephonic support;

5) техобслуживание maintenance;

6) администрирование administration;

Каждая подсистема делится на составные части.

Операционная система ОС и База Данных являются служебными подсистемами для всех остальных подсистем ПО. Подсистема *Управление телефонными ресурсами* выполняет следующие задачи:

– адаптация телефонных устройств и сигнализации;
– обработка сигнализации;
– тарификация;
– программы выносного абонентского модуля RSU;
– программы сетевого сервис-центра Network service-centre NSC;
– программы пакетной коммутации;
– передача сообщений ОКС7.

Подсистема *Обработка вызова* состоит из программ обработки вызова и DBO (дополнительные виды обслуживания) и программ службы вызова (префиксный анализ, логическая идентификация абонента, поиск СЛ, программы абонентов УАТС).

Подсистема *Техобслуживание* обеспечивает;

– программы техобслуживания;
– программы статуса и аварийных состояний;
– программы тестирования линий и транков;
– программы анализатора тестовых сигналов и модуля тестового доступа;

Подсистема *Администрирование* включает в себя:

– программы администрирования (измерения трафика и функционирования станции);

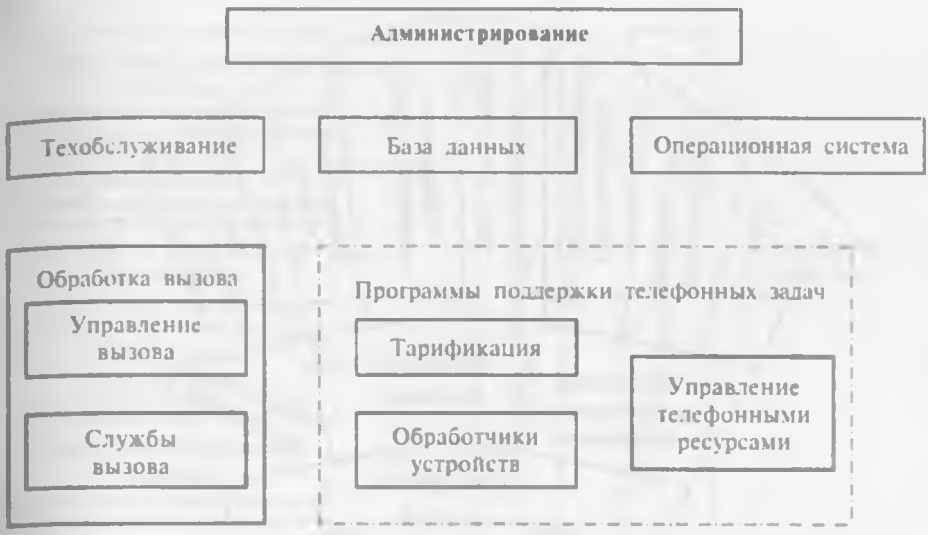


Рис. 7.1. **Состав ПО S12 фирмы Alcatel**

– программы развития.

ПО станций EWSD фирмы Siemens написано на языках высокого уровня SDL, CHILL, C++, языка низкого уровня Assembler и формирует систему прикладных программ APS (рис. 7.2). Аппаратные средства технологически очень быстро изменяются, поэтому ПО спроектировано так, что только небольшая часть его зависит от аппаратных средств. Поскольку управление в системе EWSD распределенное, каждый процессор имеет собственное ПО. Для каждого процессора действительно следующее общее правило: его ПО содержит не связанную с конкретным применением часть и специализированную, связанную с применением часть. Не связанная с применением часть всегда содержит операционную систему, ориентированную на определенные аппаратные средства.

ПО станций NEAX61 фирмы NEC разделяется на две части: операционную систему ОС и прикладную систему APL. Операционная система включает в себя программу управления выполнением операций EP, программу диагностики DP и программу обработки ошибки FP. Прикладная система включает в себя программы обработки вызова CP и административные программы AP, которые поддерживают и все станционные данные, и ввод/вывод, как это показано на рис. 7.3. Системное программное обеспечение написано с использованием двух языков программирования – языка высокого уровня PL/C и языка Assembler.

PDF Compressor Free Version

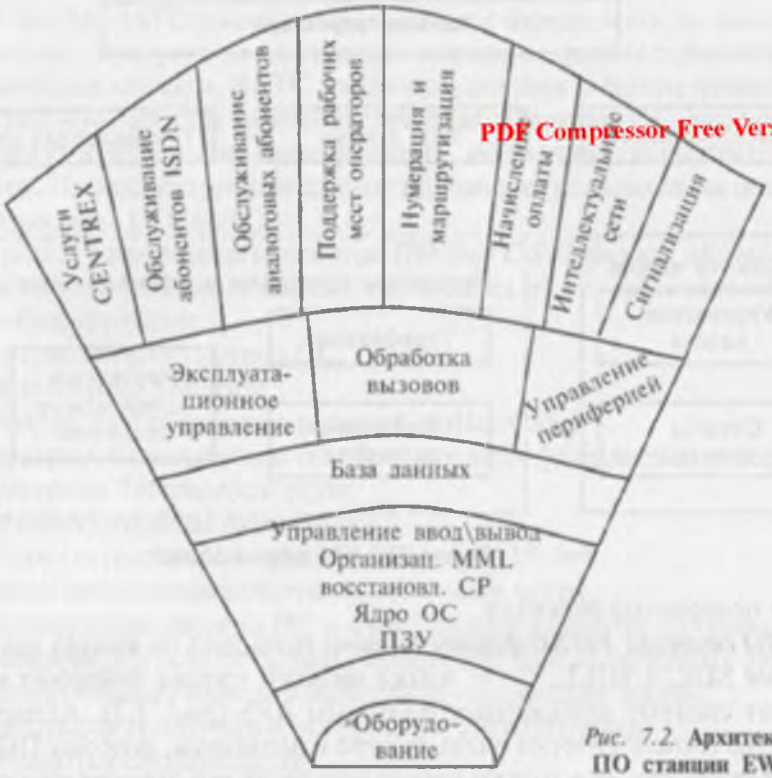


Рис. 7.2. **Архитектура ПО станции EWSD**

Рис. 7.3. **Архитектура ПО станции NEAX-61**

На рис. 7.4 показана архитектура программного обеспечения системы терминалов ***C&C08 (фирма Huawei)***. Система терминалов C&C08 реализует концепции открытой системы и объектно-ориентированно-

Рис. 7.4. **Архитектура программного обеспечения рабочей станции C&C08**

го программного обеспечения (ООР). При ее разработке были применены децентрализованные базы данных и язык программирования высокого уровня C++ и ООР – языки для баз данных.

Станция C&C08 представляет собой многопроцессорную систему с иерархическим управлением. Поэтому система программного обеспечения C&C08 также является иерархически распределенной:

- программное обеспечение модуля AM: управление системой FAM/CM и управление связью с FAM и BAM;
- программное обеспечение модулей SM/SPM: управление системой SM/SPM, реализующее функцию управления модулями SM/SPM;
- программное обеспечение модуля SRM: управление различными общими ресурсами;
- программное обеспечение терминальной системы: прикладное программное обеспечение на платформе Windows, реализующее управление модулем BAM.

ПО модулей AM, SM/SPM и SRM состоят из программного обеспечения плат, составляющих соответствующие модули. ПО соответствующих плат выполняет функцию децентрализованного управления, управляет платами и взаимодействует с процессором более высокого уровня.

В соответствии с принятой концепцией компоновки программного обеспечения, при генерировании кодов используется язык SDL и инструментальные средства CASE.

PDF Compressor Free Version

Система программного обеспечения C&C08 выполняет следующие задачи: управления связью (коммуникационные задачи); управления ресурсами; обработки вызовов; управления базой данных; технического обслуживания (рис. 7.5).

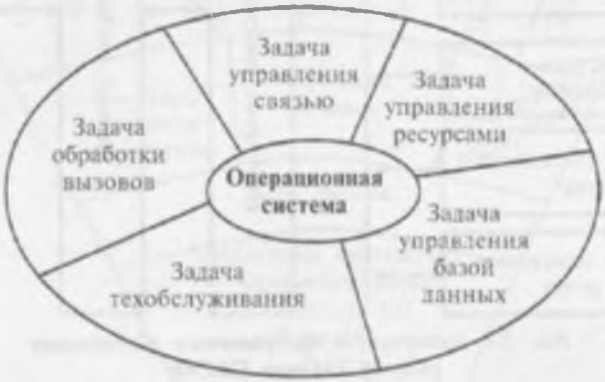


Рис. 7.5. **Функциональная структура программного обеспечения**

Операционная система, являющаяся ядром системы программного обеспечения C&C08, представляет собой программу системного уровня, тогда как коммуникационные задачи, задачи управления ресурсами, задачи обработки вызовов, задачи управления базой данных и задачи технического обслуживания являются программами прикладного уровня на базе операционной системы. С точки зрения виртуальной системы, систему программного обеспечения можно разделить на несколько уровней.

Системы задач нижних уровней относятся к аппаратной платформе, а системы задач верхних уровней не зависят от конкретной аппаратной среды, которая базируется на их верхних уровнях, инкапсулируя базовый код в соответствующую ему аппаратную часть. Это упрощает задачу транспортировки для системы программного обеспечения в целом, как показано на рис. 7.6.

ПО станции DTS-3100 фирмы Daewoo состоит из прикладного ПО телефонной части (обработка вызовов, техобслуживание, администрирование, ПО телефонного интерфейса), операционной системы ОС и базы данных БД. Функциональная структура показана на рис. 7.7.

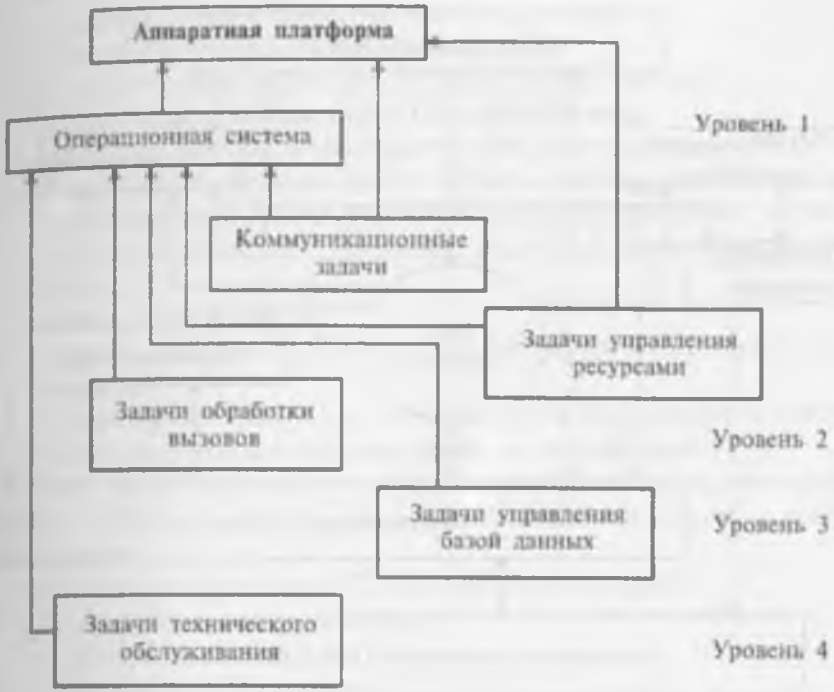


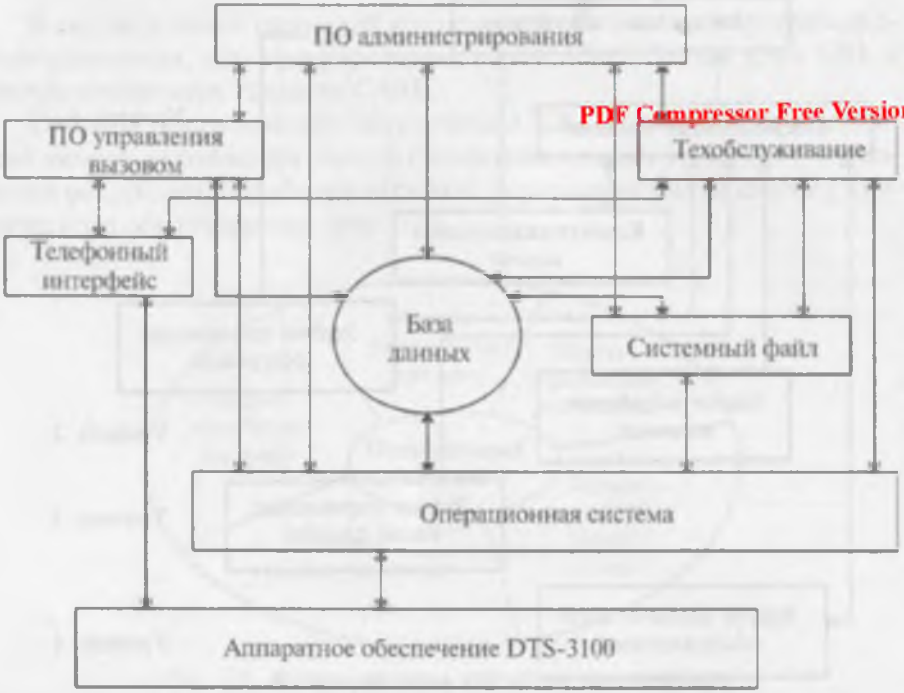
Рис. 7.6. **Виртуальный автомат C&C08**

ПО обработки вызовов контролирует все действия в течение фаз установления соединения (занятие, маршрутизация, коммутация, разъединение) в соответствии со спецификациями телефонных услуг в режиме реального времени. ПО Администрирование разделяется на:

- взаимодействие человек – машина;
- тарификация;
- программы измерений и статистики;
- управление системой (сбор данных, обработка, отправка данных во внешний центр хранения информации или на магнитную ленту);
- управление дисками.

ПО Техобслуживание обеспечивает:

- программы техобслуживания;
- программы статуса и аварийных состояний;
- программы тестирования линий и транков;
- программы анализатора тестовых сигналов и модуля тестового доступа.



PDF Compressor Free Version

Рис. 7.7. **Функциональная структура ПО DTS-3100**

7.3. База данных

В ранних версиях ПО ЭАТС каждая программа имела свой собственный файл данных. Но этот метод имел два недостатка – избыточность и несовместимость. Избыточность означает, что одни и те же данные могут храниться более, чем одной программой. Несовместимость возникает, когда программа обновляет часть данных своего файла, не внося соответствующие изменения в файлы других программ, содержащие те же данные.

Принимая во внимание модульную структуру ПО, отметим, что различные программные модули FMM могут пользоваться данными, не обязательно находящимися в самом модуле. Был найден способ, обеспечивающий всем пользователям доступ к любой части данных, хранящихся по различным модулям системы.

База данных БД – это «объединенный фонд» совместимых данных, совместно используемых различными программами. Назначение базы данных – централизованный контроль эксплуатационных данных для решения следующих проблем:

– уменьшение объема избыточных данных;
– решение проблем несогласованности;
– обеспечение сохранности и целостности данных;
– предоставление данных в стандартном виде.

Данные хранятся в зонах памяти плат и/или на диске. Если одному из модулей программы требуется часть данных, он должен найти их. Проблема вычисления физического адреса требуемой части данных решается созданием программ, непосредственно оперирующих данными.

Задача этих программ:
– прием запросов от FMM в виде процедурных вызовов (не сообщений);
– разрешение требуемой части данных в определенном месте;
– передача данных пользователю, их запросившему.

Этот набор программ носит название *системы управления базой данных* СУБД или DBMS (Data Base Management system) в английской версии.

Основными функциями СУБД-DBMS являются:
– запись/считывание данных;
– доступ к данным;
– резерв/восстановление;
– контроль параллельных операций (синхронизация дублированных реляционных таблиц);
– согласование данных;
– гарантия сохранности данных.

БД, используемая в ЭАТС имеет реляционную структуру, т.е. данные представлены в виде 2-мерных таблиц, называемых *отношениями* (Relation).

Строки реляционной таблицы называются записями (tupple), а столбцы – полями (доменами – domain). В одной таблице все строки имеют одинаковые домены.

На рис. 7.8 приведен пример реляционной таблицы. В рассматриваемом примере каждая запись содержит 6 доменов:

D_TN – терминальный номер оборудования (номер АЛ, включенной в абонентский модуль);
D_LCE_ID – логическое имя модуля (сетевой адрес);
D_OBS_LIST – указатель на визуальный контроль линии со стороны оператора (если в домене стоит величина TRUE, то линия находится под контролем оператора);
D_LN_TYP2 – тип линии – приоритетный или нормальный;

PDF Compressor Free Version

D_TN	D_LCE_ ID	...	D_OBS_ LIST	D_LN_ TYP2	D_SUB_ TYP	D_DN
0	H'30		false	prior	CBSET	645080
1	H'30		true	norm	PBSET	645081
...	...					
126	H'30		true	norm	PBSET	645121
127	H'30		false	prior	DLSET	645122
0	**H'31**		false	norm	DLSET	645050
1	H'31		false	norm	PBSET	645055
...	...					
126	H'31		true	prior	PBSET	645089
127	H'31		true	prior	PBSET	645090

tupple

key domen – ключевой домен

Domain – домен

Рис. 7.8. **Пример реляционной таблицы**

D_SUB_TYP – тип телефонного устройства абонента (тип номеронабирателя НН) – CBSET комбинированный НН. PBSET – ТА с импульсным НН, DLSET – ТА с тоновым НН;

D_DN – директорный номер абонента (номер абонента на сети).

Информация об одном абоненте хранится внутри одной записи. Набор записей образует реляционную таблицу (отношение). Механизм СУБД (DBMS) должен идентифицировать каждую запись уникально. Это делается с помощью ключевого домена (key domen). Какой же домен в нашем примере является ключевым? Домен D_TN не может идентифицировать уникальность записи, внутри различных модулей встречаются одинаковые TN. Но сочетание доменов TN+LCE_ID является уникальным для каждого абонента. Таким образом, эти два домена вместе могут быть использованы как ключевой домен.

Если пользователь хочет получить содержимое некоторой записи, он информирует СУБД, какая реляционная таблица ему нужна. Пользователь должен знать номер (индекс) записи. Например, он желает

получить запись с D_DN=645055 (D_DN – квалификационный домен и 645055 – поисковый аргумент). СУБД использует один из следующих механизмов доступа/ поиска:

– последовательный поиск;
– индексный поиск;
– бинарный поиск.

При последовательном поиске записи читаются в физическом порядке, в котором они хранятся, независимо от содержания квалификационного домена. СУБД проверяет записи одну за другой для нахождения запрошенной.

При индексном поиске квалификационный домен имеет *индекс*. Индекс – это номер записи (первая – индекс 1, вторая – индекс 2, и т.д.). Индекс – это виртуальный домен, содержимое которого не имеет физического хранения. Индекс может быть ключевым доменом. СУБД знает стартовый адрес реляционной таблицы и число записей в ней и таким образом вычисляет сдвиг к запрошенной записи.

В ЭАТС обычно используется бинарный поиск, т.к. данные внутри таблиц хранятся в двоичном коде. При бинарном поиске разбирается содержимое квалификационного домена. СУБД оценивает содержимое доменов по середине таблицы и сравнивает это значение X с искомым аргументом, если они равны, поиск заканчивается. Если X меньше искомого аргумента, все записи от квалификационного домена оцениваются ниже этого или равным X. Если X больше этого аргумента, все записи с X оцениваются выше его или равным X. Этот алгоритм может повторяться с записями, которые не исключаются из поиска, пока искомый аргумент не становится равным X. Бинарный поиск намного быстрее, чем последовательный поиск.

Все реляционные таблицы, хранящиеся в определенной плате, делятся на три основные группы: реальные, виртуальные и таблицы, используемые ОС (рис. 7.9).

Реальные реляционные таблицы физически хранятся в памяти элемента управления (платы) или на диске, так как они определены. Если пользователь затребует строку такой реляционные таблицы, то она будет представлена ему целиком. Виртуальные отношения не существуют физически, но составляются из ряда реальных отношений, которые в этом случае называются *базой виртуального отношения*.

В зависимости от способа построения, различают несколько типов виртуальных таблиц – переопределенные, составные, процедурные. *Переопределенная таблица* (Redefined Relation) образована из единственной базовой таблицы, и ее столбцы (домены) являются выборкой доменов базовой таблицы. Ключевой домен переопределен-

ной таблицы должен быть таким же, как у базовой. Когда пользователь запрашивает строку переопределенной таблицы, СУБД находит эту строку в соответствующей реальной таблице. Подключается и извлекается и предоставляется только часть доменов, которые принадлежат переопределенной таблице. Эта новая таблица будет иметь название, отличное от названия реальной базовой таблицы.

PDF Compressor Free Version

Составная виртуальная таблица (Multitarget Relation) составляется из доменов двух или более реальных таблиц. Из этого ряда реальных таблиц одна является начальной базовой. Поэтому ключевой домен составной таблицы будет тем же, что и у базовой реальной таблицы. Соединение с остальными таблицами, образующими виртуальную, осуществляется через общие домены с помощью операции объединения.

Процедурная таблица (procedural Relation) использует специальную программу (процедуру) для выполнения вычислительной информации на основании данных, хранящихся в одной или более реальных реляционных таблицах.

Все виртуальные таблицы обладают общим свойством – все базовые таблицы должны находиться в одном элементе управления (плате) с программой FMM, запрашивающей виртуальные таблицы.

Рельные таблицы различаются по способу физического хранения таблиц и делятся на несколько типов – уникальные, распределенные, дублированные (реплицированные), таблицы disk-only.

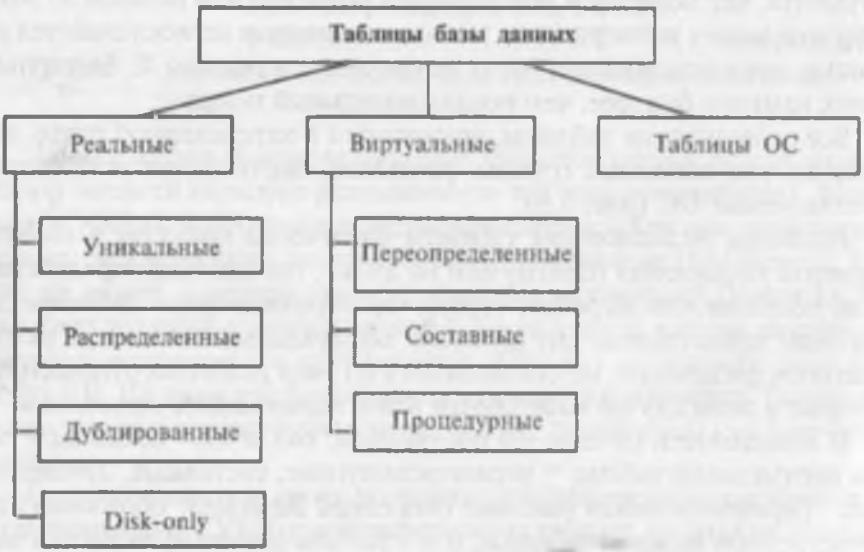


Рис. 7.9. **Основные виды таблиц**

Таблица, полностью хранящаяся в одном элементе управления (модуле), называется уникальной. Таблица, хранящаяся только на диске периферийного модуля станции, называется таблицей disk-only. Реляционная таблица может быть разбита на части и распределена между несколькими модулями. Такая таблица называется распределенной (distributed). В каждом из модулей хранится ряд строк, выбор которых производится по значению одного или нескольких доменов, называемых распределенными. В некоторых случаях группе элементов требуются одинаковые данные. Если бы эти данные содержались только в одной таблице, не было бы избыточности, но в некоторых случаях время доступа становилось очень длинным, так как каждый запрос приходилось бы маршрутизировать в модуль, содержащий эту реляционную таблицу. Лучшее решение в этом случае – иметь одинаковые реляционные таблицы (по структуре и содержанию) в каждом модуле, которому необходимы эти данные. Так как таблицы являются точными копиями друг друга, их называют *дублированными* (Replicated). В таких реляционных таблицах происходит периодическая проверка содержимого на наличие согласованности.

ОС требуется много данных для управления вызовом различных модулей ПО, примером являются таблицы маршрутизации сообщений (Message Routing Tables). Данные, используемые ОС, могут быть организованы в виде реляционных таблиц, но ОС не может использовать обычный механизм доступа к БД (5–7 шагов), так как для нее это очень медленно. Запрос от ОС должен быть как можно более коротким, так как ОС работает в режиме прерываний. Например, в АТС S12 каждые 5–10 мкс процессор выдает прерывание, и эти отсчеты являются базовыми для всех процедур временной синхронизации. ОС имеет альтернативный путь организации доступа к БД. Имеется специальная таблица (в S12 она называется R_FAST_PTR), которая содержит имена, стартовые адреса и количество записей реляционных таблиц, необходимых для работы ОС. Через эту таблицу ОС напрямую может обращаться к собственным таблицам. Таким образом, для получения доступа к таблицам ОС СУБД необходимо выполнить 3 шага.

7.4. Операционная система

Операционная система ОС – подсистема, которая обеспечивает программную поддержку всей остальной системы, т.к. она управляет собственными ресурсами каждого процессора – временем и памятью каждого процессора.

Основными функциями ОС ЭАТС являются:

- управление временем процессора;
- управление главной и общей памятью;
- управление цифровым коммутационным полем ЦКП и терминальным интерфейсом;
- контроль и управление процессом выполнения разных программ; управление периферийными устройствами для связи человек – машина (система ввода-вывода);
- управление загрузкой элементов управления;
- управление загрузкой и выполнением оверлейных программ;
- загрузка и инициализация элементов управления (плат).

PDF Compressor Free Version

С функциональной точки зрения ОС может быть разбита на пять независимых блоков (см. рис. 7.10):

1. ***Программы поддержки*** создают условия, необходимые для выполнения различных FMM и SMM. Они обеспечивают одновременное выполнение процессов, что достигается путем «обслуживания процессов» (создания, активации и завершения их) и планирования времени выполнения процессов.

С их помощью реализованы службы времени, обеспечивающие привязку к реальным масштабам времени. Они осуществляют контроль над всеми обнаруженными неисправностями и предпринимают местные действия для их устранения. Они также обеспечивают выполнение оверлейных программ.

2. ***Интерфейс элемента управления*** (CE интерфейс). Этот функциональный блок позволяет ОС платы посылать и принимать сообщение от ОС других модулей оборудования.

3. ***Обработчик коммутационного поля*** непосредственно управляет терминальным интерфейсом и коммутационным полем.

4. ***Система ввода-вывода*** (IOS) отвечает за периферийные устройства, связь человек – машина и прямой доступ к памяти.

5. ***Загрузчики и инициализаторы*** формируют пакет для загрузки, загружают его в память и инициализируют различные программы. Существует целая сеть модулей ОС, которые отвечают за запуск различных программ загрузки, находящихся в памяти процессора. Эти модули отвечают также за управление процессом инициализации различных программ. Загрузка элементов управления (плат) получила название Протокола начальной загрузки (Boot strapping).

Операционная система ЭАТС напрямую связана с типом процессоров, используемых при производстве плат станции. Поэтому ОС различных ЭАТС могут имеют одинаковые функции, но различную внутреннюю структуру. Рассмотрим несколько примеров.

Рис. 7.10. **Распределение функциональных блоков ОС по различным элементам управления модулями оборудования**

ОС S12 имеет две основные характеристики – многопользовательскую (multi-user) и многопроцессорную (multiprocessor). Многопользовательскую означает, что в один и тот же момент времени могут работать несколько пользователей (программ). Многопроцессорная означает, что в один и тот же момент времени в системе работает несколько процессоров.

Система S12 построена на процессорах Intel8086. ОС для S12 написана для данного типа процессоров. Для того чтобы процессор мог выполнять свои функции, он снабжается памятью 1 Мб, но реально в единицу времени он может работать с сегментом 64 кВ из-за 16-разрядной шины адреса.

ОС S12 по размеру очень большая программа. На практике невозможно уместить ее в один 64 кВ сегмент. Таким образом, задачи, представляющие базовые функции ОС и коммутационные функции (для связи модулей друг с другом) сгруппированы вместе в один сегмент. Этот сегмент называется ядром ОС – OS Nucleus (OSN). Менее используемые процедуры или процедуры, представляющие автономные задачи, загружаются в отдельные сегменты, называемые *кернелами* ОС (OS Kernels) или просто кернелами.

Одно из преимуществ использования кернелов в ОС – это возможность удаления и их замены одного кернела другим без фундаментальных изменений всей ОС. Общая структура ОС S12 приведена на рис. 7.11.

Несколько модулей S12 (например, P&L модуль) построены на процессорах Intel 80386. Платы, имеющие в своем составе процессор 80386, используют тот же самый тип ОС, что и платы с процессором 8086, с добавлением нескольких таблиц:

Основными функциями ОС ЭАТС являются:

- управление временем процессора;
- управление главной и общей памятью;
- управление цифровым коммутационным полем цехи и терминальным интерфейсом;
- контроль и управление процессом выполнения разных программ; управление периферийными устройствами для связи человек – машина (система ввода-вывода);
- управление загрузкой элементов управления;
- управление загрузкой и выполнением оверлейных программ;
- загрузка и инициализация элементов управления (плат).

PDF Compressor Free Version

С функциональной точки зрения ОС может быть разбита на пять независимых блоков (см. рис. 7.10):

1. ***Программы поддержки*** создают условия, необходимые для выполнения различных FMM и SMM. Они обеспечивают одновременное выполнение процессов, что достигается путем «обслуживания процессов» (создания, активации и завершения их) и планирования времени выполнения процессов.

С их помощью реализованы службы времени, обеспечивающие привязку к реальным масштабам времени. Они осуществляют контроль над всеми обнаруженными неисправностями и предпринимают местные действия для их устранения. Они также обеспечивают выполнение оверлейных программ.

2. ***Интерфейс элемента управления*** (CE интерфейс). Этот функциональный блок позволяет ОС платы посылать и принимать сообщение от ОС других модулей оборудования.

3. ***Обработчик коммутационного поля*** непосредственно управляет терминальным интерфейсом и коммутационным полем.

4. ***Система ввода-вывода*** (IOS) отвечает за периферийные устройства, связь человек – машина и прямой доступ к памяти.

5. ***Загрузчики и инициализаторы*** формируют пакет для загрузки, загружают его в память и инициализируют различные программы. Существует целая сеть модулей ОС, которые отвечают за запуск различных программ загрузки, находящихся в памяти процессора. Эти модули отвечают также за управление процессом инициализации различных программ. Загрузка элементов управления (плат) получила название Протокола начальной загрузки (Boot strapping).

Операционная система ЭАТС напрямую связана с типом процессоров, используемых при производстве плат станции. Поэтому ОС различных ЭАТС могут имеют одинаковые функции, но различную внутреннюю структуру. Рассмотрим несколько примеров.

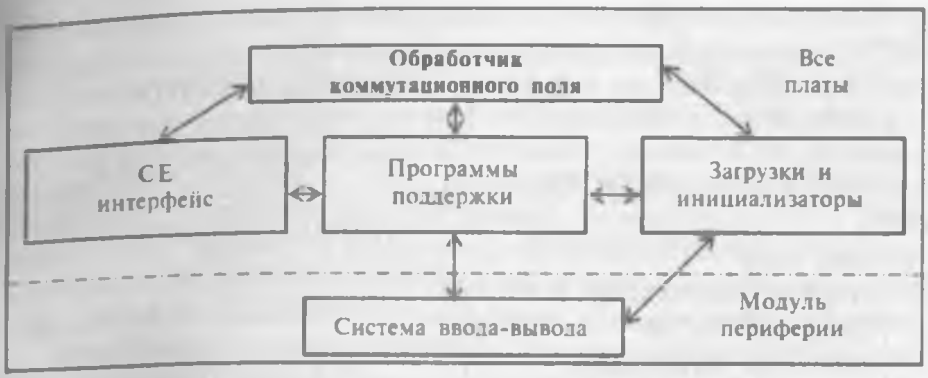


Рис. 7.10. **Распределение функциональных блоков ОС по различным элементам управления модулями оборудования**

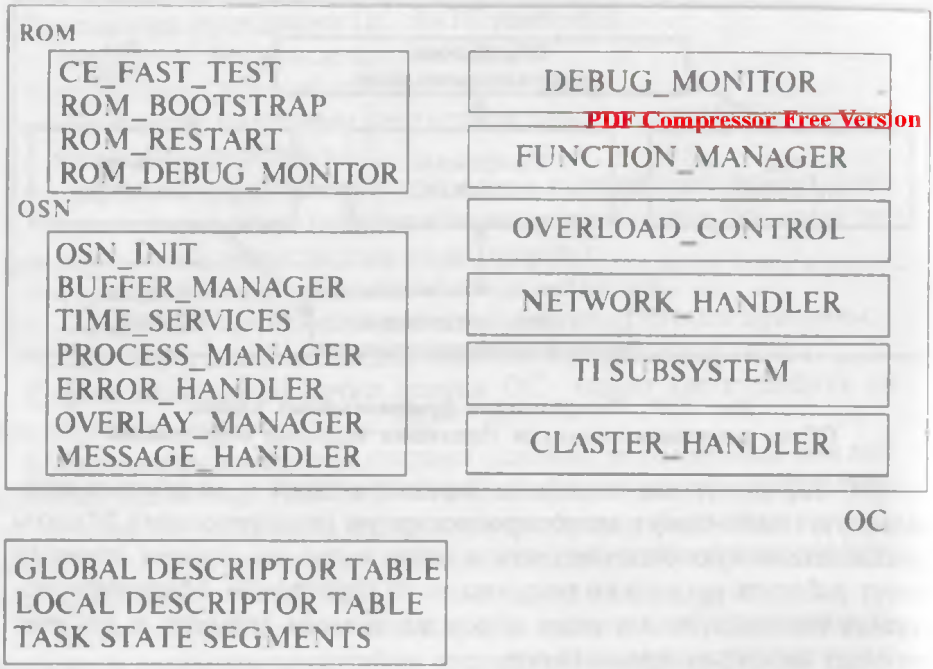
ОС S12 имеет две основные характеристики – многопользовательскую (multi-user) и многопроцессорную (multiprocessor). Многопользовательскую означает, что в один и тот же момент времени могут работать несколько пользователей (программ). Многопроцессорная означает, что в один и тот же момент времени в системе работает несколько процессоров.

Система S12 построена на процессорах Intel8086. ОС для S12 написана для данного типа процессоров. Для того чтобы процессор мог выполнять свои функции, он снабжается памятью 1 Мб, но реально в единицу времени он может работать с сегментом 64 кВ из-за 16-разрядной шины адреса.

ОС S12 по размеру очень большая программа. На практике невозможно уместить ее в один 64 кВ сегмент. Таким образом, задачи, представляющие базовые функции ОС и коммутационные функции (для связи модулей друг с другом) сгруппированы вместе в один сегмент. Этот сегмент называется ядром ОС – OS Nucleus (OSN). Менее используемые процедуры или процедуры, представляющие автономные задачи, загружаются в отдельные сегменты, называемые *кернелами* ОС (OS Kernels) или просто кернелами.

Одно из преимуществ использования кернелов в ОС – это возможность удаления и их замены одного кернела другим без фундаментальных изменений всей ОС. Общая структура ОС S12 приведена на рис. 7.11.

Несколько модулей S12 (например, P&L модуль) построены на процессорах Intel 80386. Платы, имеющие в своем составе процессор 80386, используют тот же самый тип ОС, что и платы с процессором 8086, с добавлением нескольких таблиц:



PDF Compressor Free Version

Рис. 7.11. **Общая структура ОС S12**

- таблица глобальных дескрипторов Global Descriptor Table GDT;
- таблица локальных дескрипторов Local Descriptor Table GDT;
- таблица дескрипторов прерываний Interrupt Descriptor Table GDT;
- несколько Сегментов Состояний Задач Task State Segments.

Ядро ОС S12 – это сегмент размером 64 кБ, в котором собраны программы, представляющие базовые функции ОС и коммутационные функции (для связи модулей друг с другом). Ядро загружается во все платы станции и всегда имеет одинаковый адрес загрузки. В состав ядра входят следующие программы (см. рис. 7.11):

- OSN_INIT;
- BUFFER_MANAGER;
- TIME_SERVICES;
- PROCESS_MANAGER;
- ERROR_HANDLER;
- OVERLAY_MANAGER;
- MESSAGE_HANDLER.

Программа OSN_INIT определяет адреса загрузки ядра OSN, кернелов, дополнительных ресурсных параметров (среду окружения FMM–

сколько может занять памяти, сколько сгенерировать прерываний, контролирует память в зависимости от количества запущенных FMM). Программа BUFFER_MANAGER отвечает за распределение областей свободной памяти, которые могут быть заняты прикладной процедурой. К основным ресурсам свободной памяти относятся: буфера сообщений, рабочие буферы, стеки, память для заметки данных и оверлейного кода, сбои контрольных блоков, используемых OSN. Программа TIME-SERVICES выполняет 2 основные функции – обработку запроса на тайм-аут и поддержку основной синхронизации. Запрос на тайм-аут необходим в случае, когда процесс должен остаться в памяти, но не работать (быть пассивным). Основная синхронизация базируется на прерываниях процессора (каждые 5–10 мкс). Эти отсчеты (прерывания) являются базовыми для всех процедур временной синхронизации, периодичности и длительности работы программ. Программа PROCESS_MANAGER (планировщик задач) выполняет главные задачи ОС – коммуникационное взаимодействие человек – машина, программа-программа, программа-ОС и планирование задач на основе алгоритма планирования. Планировщик задач определяет и запускает наиболее важные задачи в соответствии с приоритетом. Отметим, что наивысший приоритет в любой цифровой системе имеет задача временной синхронизации. Главная задача программы ERROR_HANDLER (обработчик ошибок) не определить ошибку, а применить какие-то действия по ее локализации и возможному исправлению (остановить процесс, перезапустить процесс, перегрузить плату, уничтожить процесс), проинформировать оператора и ПО техобслуживания о своих действиях. Программа OVERLAY_MANAGER координирует загрузку и вызов процедуры оверлейных программ. Оверлейные (программы) FMM – это FMM, обращение к которому требуется не часто, и которые занимают слишком много места в памяти процессора. Такие FMM хранятся на диске периферийного модуля P&L и загружаются в память CE в специальную оверлейную зону, когда это потребуется. Программа MESSAGE_HANDLER (обработчик сообщений) имеет цель маршрутизировать сообщения, сформированные программами. Если сообщение адресуется локально, т.е. процессу данного модуля, то оно помещается в очередь готовности, которая управляется планировщиком задач (PROCESS_MANAGER). Если сообщение адресуется другому модулю, то оно передается программе NETWORK_HANDLER.

Кернелами ОС S12 называются программы, в которые входят менее используемые процедуры или процедуры, представляющие автономные задачи размером 64 кБ. Загрузка кернелов в платы зависит

от назначения платы станции. Адрес загрузки кернела на плате каждый раз определяется заново при инициализации модуля оборудования. Имеются следующие кернелы:

PDF Compressor Free Version

- DEBUG_MONITOR;
- FUNCTION_MANAGER;
- OVERLOAD_CONTROL;
- NETWORK_HANDLER;
- TI SUBSYSTEM;
- CLASTER_HANDLER.

Программа CLUSTER– HANDLER (обработчик кластеров) – это программа для работы с дополнительным процессором, который устанавливается в некоторых модулях оборудования S12 для выполнения рутинных функций, чтобы разгрузить основной процессор модуля. Все модули S12 имеют элемент управления CE, состоящий из микропроцессора, его памяти и стандартного интерфейса с коммутационным полем (см. раздел 8.1.2, рис. 8.2). CE бывают двух типов – терминальные элементы управления TCE и дополнительные управляющие устройства ACE. TCE имеют кластер – оборудование, призванное выполнять специальные функции данного модуля, например, линейное оборудование аналоговых абонентов или линейное оборудование цифровых трактов и т.д. ACE не имеют кластера.

Программа NETWORK_HANDLER (обработчик коммутационного поля) отвечает за соединение между элементами управления, т.е. за проключение через DSN терминальных интерфейсов оборудования. Программа TI_SUBSYSTEM (подсистема терминального интерфейса) управляет действиями, непосредственно связанными с терминальным интерфейсом оборудования (см. рис. 8.2), т.е. выбор канала и командного порта, обработка их посредством записи в Packet RAM – пакетное ОЗУ, сканирование оборудования терминальных интерфейсов для обнаружения событий. Программа OVERLOAD_CONTROL считает нагрузку каждого CE по отношению к нагрузке всей системы и сообщает результат PROCESS MANAGER. Программа FUNCITION_MANAGER содержит маленькие функции ОС, которые не принадлежат любым другим кернелам, например, обработка записи данных в области памяти, защищенные от записи (write protected area). Программа COMMON_IPP HANDLER отвечает за маршрутизацию по IPP протоколу. Обычно все сообщения идут через FMM-модули. Если требуется послать сообщения быстрее, то оно посылается через IPP-протокол. Например, этот протокол используется для пересылки сообщений ОКС7. DEBUG_MONITOR – это маленькая программа, которая

может работать с MPTMON-контроллером ЭАТС. Она имеет возможность тестировать состояние OSN (ядро ОС). Network handler (обработчик коммутационого поля) и данные FMM для локализации аппаратной или программной ошибки.

DTS-3100 имеет иерархическую структуру модулей оборудования (см. раздел 8.5.3). Функции ПО распределены между различными микропроцессорами, которые расположены в двухуровневой контрольной иерархии. Процессоры нижнего уровня называются периферийными процессорами PP, а процессоры высшего уровня – главными процессорами MP.

В соответствии с иерархической структурой управления ПО, в программе DTS-3100 существуют два вида операционной системы. Одна из них называется CROS (параллельная ОС реального времени) и используется для поддержки функций высокого уровня ОС в главном процессоре MP. Другая ОС называется PPOS (ОС периферийного процессора) и используется для поддержки функции реального времени операционной ОС в периферийном процессоре PP. Основными функциями ОС главного процессора CROS являются:

- управление параллельной обработкой процессов;
- управление межпроцессорной связью (IPC) для передачи сообщений между процессами;
- управление временем для обработки событий происходящих в режиме реального времени;
- управление памятью главных процессоров;
- управление особенной ситуацией (обработка ошибок) для внешних прерываний. Особая ситуация – это событие, возникшее в процессе выполнения программы вследствие неудачи в выполнении какой-либо операции, и сделавшее невозможным дальнейшее выполнение программы;
- управление периферийными устройствами для связи человек – машина. (Система ввода-вывода).

ОС CROS работает в режиме параллельной обработки, динамически распределяет области памяти и использует динамическую адресацию, а также работает с распределенной интерфейсной библиотекой.

ОС главного процессора имеет модульную структуру. Структура CROS представлена на рис. 7. 12, *а*. Кратко рассмотрим назначение программ, входящих в нее.

Программа Exception_Manager (управление особыми ситуациями) обрабатывает аппаратные и программные ошибки, возникающие в процессоре. Главное назначение – предпринять какие-либо действия

по локализации ошибки (остановить процесс, перезапустить его, перегрузить СЕ, уничтожить процесс), проинформировать оператора и ПО техобслуживания о своих действиях. Программа Process_management определяет, запускает и удаляет набор все режимы задач в соответствии с приоритетом, предоставляет возможности мультипроцессорной и параллельной обработки. Программа IPC_management позволяет использовать ресурсы других процессоров для выполнения задачи. Программа обеспечивает механизм внутренней и внешней связи процессоров в соответствии с программой управления процессом через волоконно-оптическую сеть связи в DTS-3100.

PDF Compressor Free Version

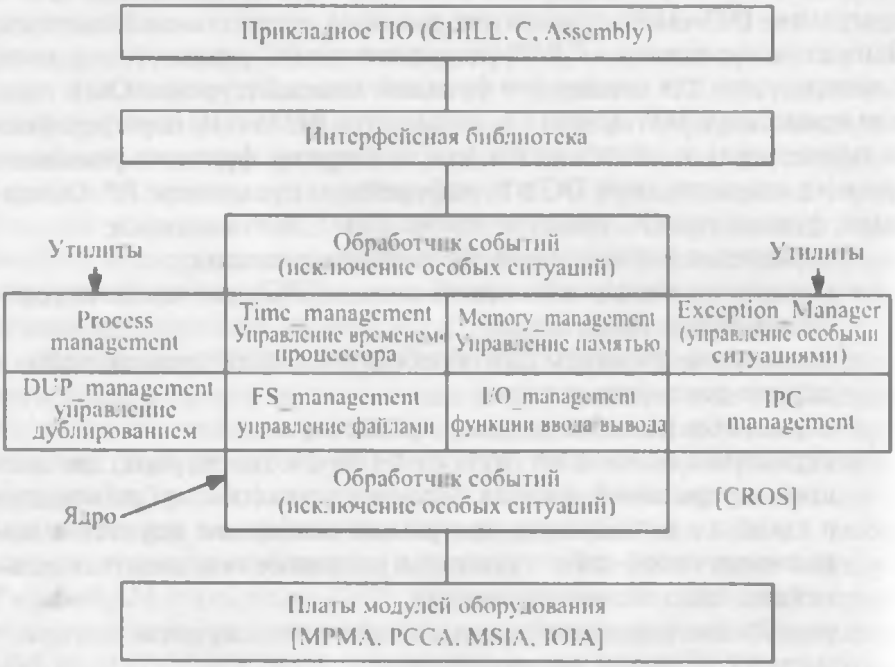


Рис. 7.12, а. **Структура CROS DTS-3100**

Программа Time_management распределяет время процессора между различными процессами в режиме реального времени в соответствии с запросами мультипроцессорной системы. Программа I/O_management отвечает за обработку устройств ввода/вывода, обработку прерываний, поступающих от них. Функции ввода/вывода делятся на 2 типа:

1) функции обработки ММС команд, трансляции их к процессору и необходимым модулям, отображение результата на терминале оператора;

2) функции ввода/вывода между фиктивными тестовыми терминалами и процессором для проверки функционирования.

Программа FS_management (управление файлами) предоставляет окружение для диска станции HDD, магнитных лент для записи, подключенных к OMP и IOP-процессорам для выполнения таких функций, как создание/ удаление, открытие/закрытие, чтение/запись файлов.

ОС периферийного процессора PPOS является операционной системой реального времени, которая поддерживает рабочую среду процессоров нижнего уровня. Структура PPOS представлена на рис. 7.12, *б*.

Рис. 7.12, б. **Структура PPOS DTS-3100**

Прикладные программы, работающие с PPOS в режиме реального времени управляют и обрабатывают сигналы, инициируемые абонентскими линиями АЛ, соединительными линиями СЛ (транками), различными сигнальными устройствами, тестирующими устройствами и т.д. ОС работает в режиме последовательной обработки и не поддерживает параллельную обработку. ОС фиксированно распределяет области памяти и использует физическую адресацию.

Главными функциями PPOS, которые собраны в ядре ОС, являются:

- управление заданиями реального времени;
- управление временем и памятью процессоров низкого уровня;
- управление IPC;
- управление особенной ситуацией/внутренним прерыванием;
- управление начальной загрузкой плат (startup), управление TD-шиной;
- Task management (управление задачами).

Функция повышения надежности (ошибкоустойчивость) включает в себя: управление процессором-дублером, управление статусом процессора, управлением проверкой процессора и управление определением ошибок. Функция откладки обеспечивает [illegible] в намеченной системе.

PDF Compressor Free Version

Для сравнения ОС ЭАТС S12 и DTS-3100 составлена табл. 7.1.

Таблица 7.1

Сравнение ОС S12 и DTS-3100

	Параметры сравнения	S12	DTS-3100
1	Область применения	Местная сеть – оконечные, районные, узловые; транзитные, междугородные и международные станции	Местная сеть – оконечные, районные, узловые; транзитные, междугородные и международные станции
2	Емкость системы	До 100 тысяч АЛ До 60 тысяч СЛ	До 120 тысяч АЛ До 60.5 тысяч СЛ
3	Структура построения	Модульная	Модульная
4	Принцип управления	Распределенный	Иерархический
5	Тип процессора на печатной плате разрядность шины данных память ОЗУ	Интел 8086 16-разряд, память 1 Мбайт	Главный процессор Motorola 68030 32-разряд, 32 Мбайт
		Интел 80386 32-разряд, память 16 Мбайт.	Периферийный процессор Motorola6 8030 32-разряд, 4 Мбайт
6	Количество видов ОС	1 вид в любом модуле одинаковая	2 вида CROS Главный Пр PPOS Периферий Пр
7	Ядро ОС название, состав, соответствие по функциям	OSN	CROS kernel
		ERROR_HANDLER	Обработчик событий (исключение особых ситуаций)
		PROCESS_MANAGER TIME_SERVICES	Time_management Управление временем процессора
		BUFFER_MANAGER	Memory_management Управление памятью

		OVERLAY_MANAGER	FS_management управление файлами
		PROCESS_MANAGER	I/O_management функции ввода/вывода
		OSN_INIT MESSAGE_HANDLER	
8	Подгружаемые модули ОС	Кернелы	CROS утилиты
9	Соответствие по функциям	Нет	Нет
10	ОС Периферийного процессора соответствие по функциям	Ядро OSN	PPOS 1) управление временем и памятью Пр низкого уровня, 2) управление IPC. 3) управление особенной ситуацией/внутренним прерыванием. 4) startup. 5) Task management

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

Операционная система является ядром системы программного обеспечения любой ЭАТС, представляя собой программу системного уровня, тогда как коммуникационные задачи, задачи управления ресурсами, задачи обработки вызовов, задачи управления базой данных и задачи технического обслуживания являются программами прикладного уровня на базе операционной системы. Системы задач нижних уровней относятся к аппаратной платформе, а системы задач верхних уровней не зависят от конкретной аппаратной среды, которая базируется на их верхних уровнях, инкапсулируя базовый код в соответствующую ему аппаратную часть. Это упрощает задачу транспортировки для системы программного обеспечения в целом.

Под ОС понимается программа управления прикладными программами. ОС ЭАТС выполняет главным образом такие функции, как диспетчеризация задач, управление внутренней памятью, управление файлами, управление периферийным оборудованием, абонентскими интерфейсами и другие задачи управления. В коммутационных системах с программным управлением необходимо применение

ОС реального времени, когда требуется реакция на событие в реальном времени. Это означает, что реакция на определенное событие должна происходить за достаточно быстрый отрезок времени. Кроме этого, ОС реального времени должна иметь PDF Compressor Free Version оритетная диспетчеризация задач, обнаружение ошибок и принудительное включение.

Приоритетная диспетчеризация задач в многозадачной системе реального времени означает установление очередности выполнения задач в соответствии с их важностью. Принудительное включение означает прерывание текущей выполняемой задачи и переход процессора к обработке связанной с событием приоритетной задачи при сохранении текущего состояния выполняемой задачи, которая была прервана. Под обнаружением ошибок понимается контроль выполнения различных задач системы, а также проведение обработки и устранения отказов в случае аварийных событий с целью обеспечения нормального функционирования системы в целом. Эта задача является наивысшей по приоритету.

Модули оборудования каждой из ЭАТС имеют в своей основе печатные платы с процессорами и памятью. Продукция фирм-производителей отличается типом процессоров, используемых при производстве плат. ОС ЭАТС разных фирм-производителей имеют одинаковые основные функции, но отличаются внутренней структурой ОС. Различия во внутренней структуре ОС связаны с различиями в типах процессоров, которые используют фирмы-производители для производства плат.

7.5. Тарификация

Тарификация – это стоимостная оценка вызова. Программы тарификации ЭАТС должны обеспечить сбор и надежное хранение информации, необходимой для определения стоимости каждого отдельного вызова, либо суммарной стоимости всех вызовов конкретного абонента за определенный период времени. Система тарификации выполняет три основные функции: тарификация вызова, переключение тарифа, сохранение результатов тарификации. Функция тарификации вызова включает в себя определение информации тарификации (тариф, правило, метод) и активизацию требуемого ПО для вычисления тарификации. На величину тарифа влияет время суток, категория дня недели (рабочий, праздничный, выходной, специальный), длительность разговора и другие параметры. В случае, когда информация тарификации переходит в другой промежуток тарифно-

го времени, вызовы, которые находятся в этот момент в стадии соединения и все новые входящие вызовы подлежат применению к ним новой информации тарификации на время перевода тарифа. Эта функция называется *переключение тарифа* (или переводом одного тарифа в другой). Функция сохранения результатов тарификации заключается в сохранении содержимого тарифных счетчиков по окончании вызова или периодически в течение вызова. Место хранения содержимого тарифных счетчиков определяется видом информации тарификации. Данная информация может храниться в памяти процессора на плате, отвечающей за тарификацию, на жестком диске ЭАТС, входящем в состав модуля машинной периферии, или на внешних носителях (на магнитной ленте, магнито-оптическом диске, flash-памяти), также возможно централизованное управление данными тарификации биллинговым центром (или центром таксации) по звену ОКС № 7.

Существует несколько способов повременного учета длительности телефонных разговоров:

- тарификация на основе подсчета импульсов, часто называемая в иностранной литературе bulk billing;
- тарификация с помощью подробных тарифных записей, иначе называемая detail billing (или CDR записи);
- полночная тарификация – midnight charging;
- тарификация «разделение доходов» – division of revenue.

При использовании метода bulk billing (подсчет импульсов) каждый абонент имеет индивидуальный тарифный счетчик, в который начисляются тарифные импульсы за произведенные абонентом разговоры. Такие же счетчики организованы для входящих транк-групп и конкретных каналов СЛ. Ежемесячно значения тарифных счетчиков снимаются со станции и передаются в биллинговый центр для произведения расчетов с абонентами. Данный способ удобен тем, что все основные начисления производятся на ЭАТС. В биллинговом центре достаточно произвести вычисление количества тарифных импульсов за текущий месяц и умножить на цену одного импульса. Однако метод bulk billing требует проведения на ЭАТС дополнительных мероприятий по программированию различных тарифных направлений с разными тарифными планами. Необходимо учитывать льготные тарифы в праздничные и выходные дни, а также изменение тарифов в дневное и ночное время.

Все это необходимо запрограммировать непосредственно на станции и в дальнейшем оперативно корректировать в соответствии с поступающими изменениями. Данный способ нашел свое распростра-

нение за пределами стран СНГ, где повременный учет применяется уже много лет.

В странах СНГ в настоящее время принята концепция тарификации с помощью подробных тарифных записей (detail billing или CDR-записи). Для каждого состоявшегося телефонного разговора на ЭАТС формируется запись (или несколько записей), и по окончании разговора выдается лист детального счета. Этот лист показывает идентификацию вызывающего и вызываемого абонентов, дату вызова, время начала и окончания разговора, длительность разговора, количество тарифных импульсов, код ДВО (если абонент использовал услугу), а также события обслуживания вызова с метками времени. CDR-записи имеют стандартный формат в соответствии с Рекомендацией МСЭ (ITU-T) Q.825. CDR-записи обеспечивают протоколирование всего трафика станции, поэтому их, помимо учета стоимости, можно использовать для других целей, например, для проведения статистики в режиме off-line или установления фактов конкретных вызовов задним числом (для анализа конфликтных ситуаций или оперативно-разыскных целей).

PDF Compressor Free Version

Функции станции обычно стараются ограничить генерацией CDR- записи, возлагая их обработку на внешние компьютерные системы – ***биллинговые центры,*** основной функцией которых является определение конечной стоимости каждого вызова и генерация счетов абонентам. Однако, многие операторы поддерживают весьма удобную для абонента функцию извещения о тарификации (AOC – advice of charge), что требует определения текущей стоимости разговора в режиме реального времени непосредственно АТСЭ. ДВО AOC требует наличия у абонента ISDN аппарата, на дисплей которого и выводится извещение об оплате вызова в текстовой форме.

Услуга AOC существует в нескольких вариантах:

- AOCS – извещение об учете стоимости в начале разговора. После набора номера абонент получает информацию о стоимости минуты разговора;
- AOCD – извещение об учете стоимости в процессе разговора. Абонент получает извещение о текущей стоимости разговора в реальном времени;
- AOCE – извещение об учете стоимости в конце разговора. Абонент получает извещение о стоимости разговора по его окончании.

Один абонент может одновременно использовать различные варианты AOC.

Метод «полночная тарификация» (midnight charging) может быть применен только в связи с использованием абонентского сервиса. Он подразумевает, что в полночь абонентам, которые в течение дня воспользовались услугами ДВО (дополнительные виды обслуживания), добавляется определенное число импульсов за используемые услуги. Необходимо отметить, что данный способ широко распространен за пределами стран СНГ, где абонент отдельно оплачивает каждый случай использования сервиса ДВО, т.е. если услугой «будильник» один абонент пользовался 5 раз, а другой 10, то начисления этим абонентам за ДВО будут различными. В странах СНГ в настоящее время используется фиксированная плата за использование сервиса ДВО, независимо от количества случаев использования этого сервиса.

Метод «разделение доходов» (division of revenue)применяется для разделения доходов между разными телефонными компаниями, если в процессе установления вызова было задействовано их оборудование.

На рис. 7.13 изображены различные единицы измерения, используемые подсистемой тарификации. Единица измерения тарификации – это число импульсов за интервал времени, каждый из этих импульсов представляет определенную цену (стоимость). Импульсы записываются на счет абонентов в начале каждого интервала времени или по окончании интервала, который зависит от метода измерения тарификации.

К методам измерения тарификации относятся:

1. Единичная оплата (Unit fee), иначе называемый *«пособытийный учет стоимости»*. Счетчик тарификации, выделенный для вызова, увеличивает свое значение на определенное число импульсов только один раз в момент появления специфических событий обслуживания вызова (например, в момент ответа вызываемого абонента) (рис. 7.13, *а*).

2. Периодический (Synchronized) счетчик тарификации добавляет определенное число импульсов, стартующих с момента начала тарификации и затем периодически после каждого проходящего интервала времени (рис. 7.13, *б*).

3. Unit fee, synchronized. Комбинация двух первых методов (рис. 7. \13, *в*).

4. Метод Карлсона (method karlsson). Счетчик увеличивает свое значение после каждого проходящего интервала времени, первый интервал выбран случайно, меньшим или равным обычному интервалу. Старт отсчета начинается с задержкой во времени, но меньшим периода добавления импульсов T (рис. 7.13, *г*).

PDF Compressor Free Version

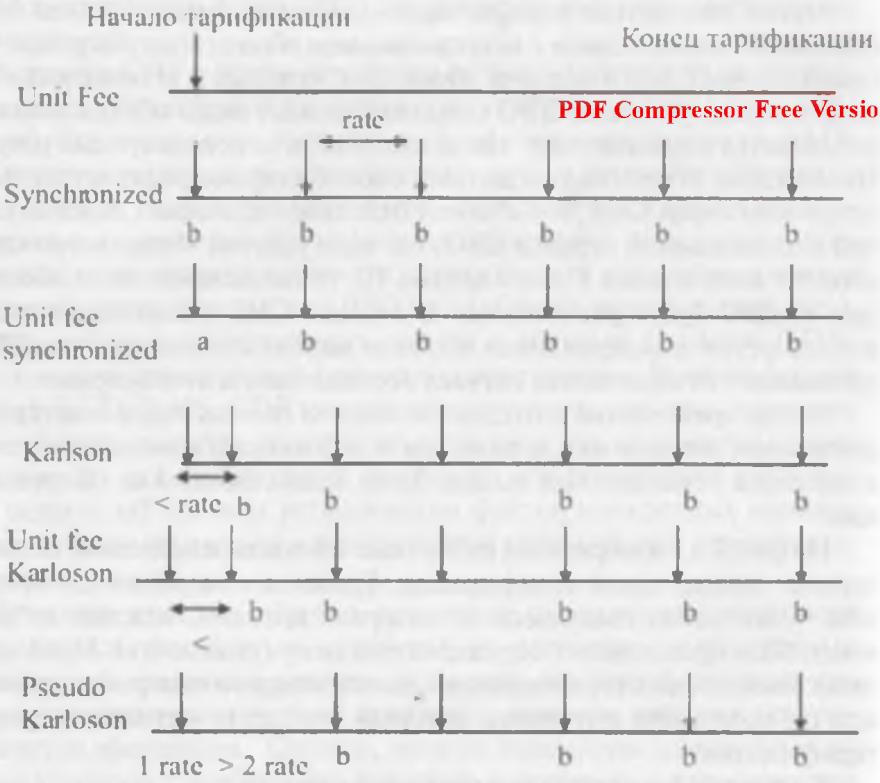


Рис. 7.13. **Методы измерения тарификации**

5. Unit fee, karlsson. Этот метод похож на метод Карлсона, но также добавляется число импульсов единичной платы на старте периода тарификации (рис. 7.13, *д*).

6. Псевдо-Карлсон (pseudo karlsson. Этот метод похож на метод «unit fee, karlsson», но время предоставления бесплатного разговора R больше одного, но меньше двух периодов добавления импульсов T (рис. 7.13, *е*).

Для стоимостной оценки вызовов имеется набор специальных программ тарификации, для их работы необходимо задать несколько технических параметров. На рис. 7.14 показаны входные и выходные величины, используемые в работе программ тарификации.

К выходным параметрам тарификации относятся:

– метод,

– число импульсов,

– тариф.

Рис. 7.14. **Входные и выходные параметры тарификации**

К входным параметрам тарификации относятся:

- код источника тарификации – это код, который уникально описывает АЛ или СЛ из группы источников, т.е. каждую абонентскую линию или входящую соединительную линию для тарификации идентифицируют по коду источника.
- код пункта назначения тарификации – это код, который уникально описывает АЛ или СЛ из группы пунктов назначения. Этот код извлекается из цифрового префикса.
- тип вызова – этот параметр определяется категорией вызывающего абонента (обычный абонент, приоритетный абонент, таксофонный вызов и т.д.). Параметр восстанавливается из класса услуг, который находится в таблице абонентских данных.
- возможность канала передачи – bearer capability – используется для ISDN – вызова. В зависимости от критерия времени существования и расстояния, для этого вызова запрашивается bearer capability. Этот параметр может быть получен от вызывающего абонента ISDN в сообщении SETUP. Он показывает различную зависимость минимума качества соединения для разговора абонентов.

Уровень тарификации рассмотренных выше параметров определяется уникальной записью, дающей информацию:

- образец тарификации – когда начинается и заканчивается тарификация, т.е. какое действие служит стартом для тарификации, а какое действие служит окончанием тарификации.
- тип измерителя: bulk billing, detail billing.
- тарифная группа и идентификация тарифа.

Например, стартом для тарификации служит несколько событий, регистрируемых программой сигнализации – *«получение сигнала* КПВ (контроль посылки вызова)» по разговорному каналу или получение сигнального сообщения *«ответ абонента* Б» по сигнальному каналу;

окончанием тарификации могут быть событие *«отбой абонента* А» или событие *«отбой абонента* Б», получаемое по сигнальному каналу.

Идентификация тарифа дает доступ к данным, описывающим зависимость стоимости разговора от времени. Это, прежде всего, тарифные календари, служащие для определения категории дня. Существуют два типа ***тарифных календарей***: недельный – week calendar, праздничный – holiday calendar. Недельный календарь содержит категорию для каждого «обычного» (т.е. не праздничного) дня недели, он определяет тип дня – рабочий или выходной день. Праздничный календарь представляет собой список праздничных (число/месяц/год) и специальных дней с указанием для каждого из них категории. При определении категории дня, АТСЭ сначала проверяет, нет ли текущего числа в праздничном календаре, и если дата в нем отсутствует, определение категории дня выполняется по недельному календарю, на основе текущего дня недели.

PDF Compressor Free Version

Тариф – это правило, по которому для bulk billing увеличиваются импульсы. Тарифы с одинаковым промежутком времени имеют одну тарифную группу. Но их правила тарификации различны, т.е. они имеют различную идентификацию тарифа. Тариф может зависеть от времени суток. Тарифная шкала представляет собой список моментов переключения тарифных последовательностей в течение суток для каждой категории дня. Для этого используется временная шкала и коэффициент RATESEQ, который показывает в какое время какой тариф использовать (см. табл. 7.2). Создание календарей и задание категории дня для определения тарифа производится с помощью команд ММС и сохраняется в таблицах базы данных. На рис. 7.15 приведен алгоритм определения информации тарификации.

Таблица 7.2

Примеры тарифной шкалы

Шкала	RATESEQ
0–8.30	RATESEQ1
8.30–17.00	RATESEQ2
17.00–24.00	RATESEQ3

При обслуживании вызова процесс тарификации делится на несколько шагов, выполняемых последовательно:

1. Анализ тарификации – определение для каждого вызова правил тарификации, выполняется после получения номера вызываемо-

го абонента; при анализе не учитываются абсолютное время (т.е. дата и время суток) и относительное время (длительность разговора);

2. Генерация – каждый вызов будет иметь либо CDR -запись, либо некоторое количество импульсов;

3. Накопление результатов – выполняет функции сбора импульсов bulk billing со счетчиков и добавление содержимого счетчика в память, для detail billing собирает и накапливает данные в памяти;

4. Вывод результатов – собранные данные тарификации необходимо для сохранения вывести на оптический диск, ленту.

Если программа анализа тарификации определила, что правило тарификации – bulk billing, то программа генерации тарификации этому вызову будет вырабатывать импульсы в соответствии с определенным методом, если же результат анализа – правило detail billing, то этому вызову необходимо предоставить область памяти, куда будет записана информация тарификации. Программа генерации тарификации находится в различных модулях оборудования, в зависимости от типа вызова. Например, абонентские модули содержат программу генерации тарификации местного (внутристанционного) вызова, модули СЛ генерируют тарификацию для входящего транка или транковой группы. Момент начала генерации тарификации определяется в процессе анализа тарификации, обычно генерация тарификации начинается по событию *«ответ абонента* Б».

Каждый вызов тарифицируется отдельно, и данные собираются в центральном модуле тарификации, который для надежности дублирован и работает по принципу активный/горячий резерв. В случае напряженного трафика одна пара модулей тарификации может не справиться с нагрузкой, поэтому в оборудовании ЭАТС емкостью 10 тысяч абонентов предусмотрено до восьми пар модулей тарификации.

Алгоритм занятия системы тарификации при обслуживании вызова представлен на рис. 7.16. Процесс тарификации начинается после анализа префикса модулем Call Control (программа обработки вызова). Сообщением 1 запрос на тарификацию активизируется модулем управления генерацией тарификации, служащий интерфейсом между модулями тарификации.

Модуль управления генерацией тарификации определяет, по каким правилам устанавливается тарификация: посылает сообщение-запрос 2 к модулю анализа тарификации. Модуль анализа обращается к базе данных и по заданным параметрам (код источника тарификации, код пункта назначения тарификации) находит правило тарификации (сообщение 3). Модуль управления генерацией тарификации

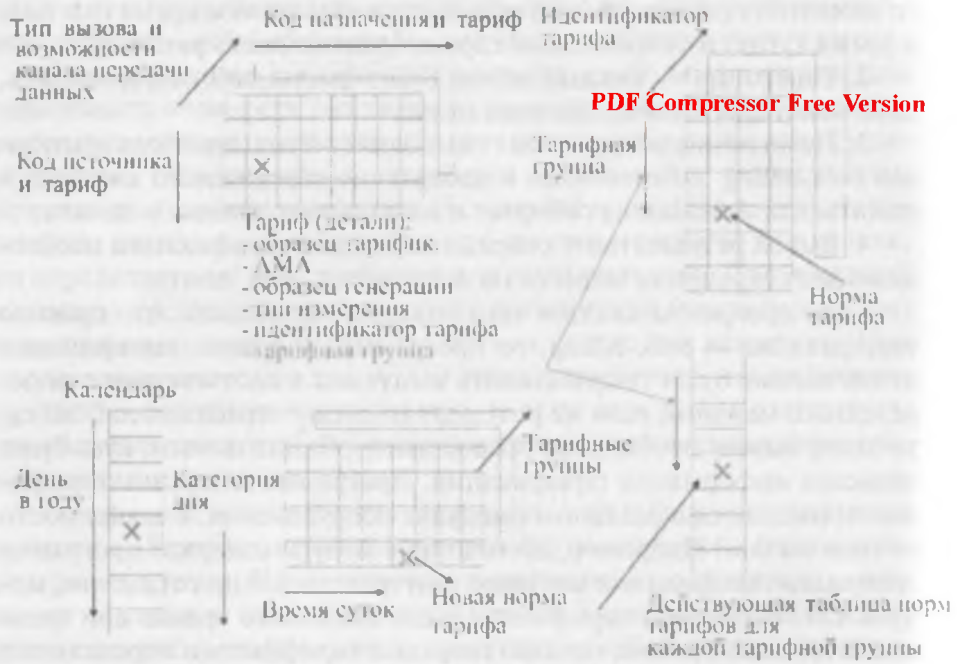


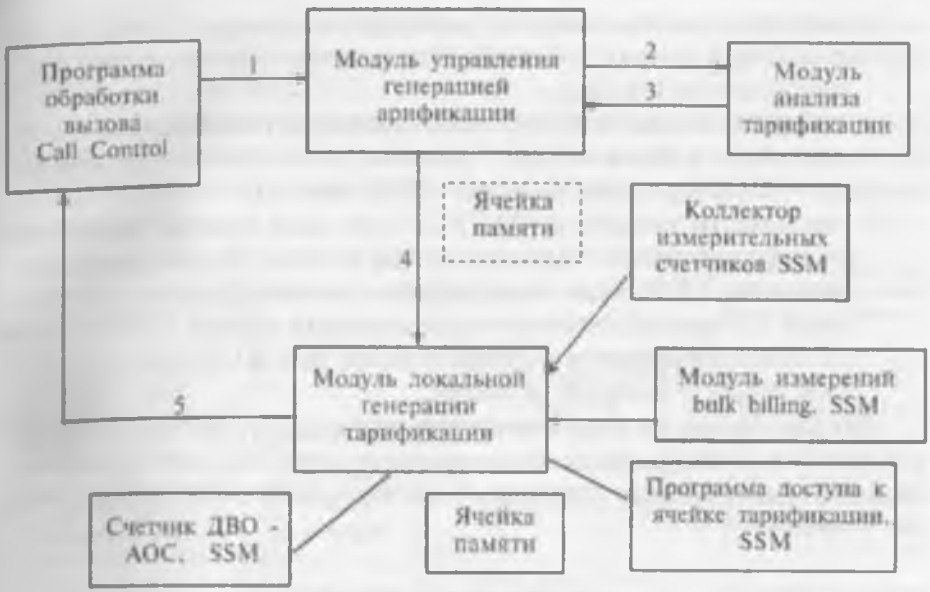
Рис. 7.15. **Алгоритм определения информации тарификации**

выделяет ячейку памяти для хранения всей полученной информации от модуля анализа.

Модуль управления генерацией тарификации активизирует модуль локальной генерации тарификации (сообщение 4). В сообщении 4 находятся параметры тарификации, полученные от модуля анализа. Модуль локальной генерации тарификации выделяет буфер для накопления поступающей информации. Каждый вызов имеет свою ячейку, ее идентификационный номер посылается к программе обработки вызова (сообщение 5).

После получения адреса выбранной свободной ячейки программой обработки вызова, вызов переходит в стабильную фазу, т.е. происходит подключение, и вызывающему абоненту посылается КПВ, вызываемому – ПВ. Если эта ячейка не будет найдена, то вызывающий абонент после сигнала *«ответа станции»* услышит зуммер *«занято»*.

Как только выбрана свободная ячейка в модуле локальной генерации тарификации и в нее скопированы параметры тарификации, ячейка в модуле управления генерацией тарификации освобождается.



1 – запрос тарификации;
2 – запрос на информацию тарификации;
3 – информация о тарификации;
4 – запрос к модулю локальной генерации тарификации;
5 – возврат номера ячейки тарификации

Рис. 7. 16. **Алгоритм занятия системы тарификации при обслуживании вызова**

а ячейка в модуле локальной генерации тарификации остается занятой этим вызовом до окончания разговора. Доступ к ячейке тарификации осуществляется с помощью модуля SSM.

Чтобы определить, куда будет отправлена информация о тарификации вызова, служит модуль *Коллектор измерительных счетчиков*, который дает логическую идентификацию тарификационного модуля оборудования.

Этому модулю после окончания вызова будет послана информация о тарификации.

Для выполнения функций измерения bulk billing используется *измерительный модуль* SSM, осуществляющий подсчет импульсов. Модуль «*счетчик* ДВО АОС» используется применяется для учёта использования услуги «*извещение о тарификации*» (АОС – advice of charge) абонентами.

В части накопления и вывода результатов тарификации необходимо:

– собрать записи от модуля локальной генерации тарификации для detail billing (CDR-записи) или импульсы тарифных счетчиков для bulk billing
– добавить данные в область памяти модуля тарификации в виде двух реляционных таблиц – отдельно для содержимого счетчика bulk billing и отдельно для CDR-записей;
– произвести операцию BACKUP на диск модуля машинной периферии в виде отдельных диско-файлов следующими методами: для CDR-записей через фиксированный промежуток времени (10 минут), либо при переполнении памяти до истечения 10 минут произвести автоматический BACKUP; для метода – bulk billing – каждые 15 минут.

PDF Compressor Free Version

Так как запись на диск периферийного модуля происходит через каждые 10–15 минут, то в случае выхода из строя модулей тарификации, тарифные данные о вызовах будут потеряны лишь за последние 10–15 минут.

7.6. Обработка вызова

В зависимости от источника вызова и точки его окончания все общие вызовы можно разделить на несколько категорий – местный (внутристанционный), исходящий, входящий, междугородний, вызов к узлу спецслужб.

При местном вызове оба абонента принадлежат одной АТС. Коммутация выполняется внутри одной АТС. При исходящем вызове абоненты принадлежат разным АТС. Вызов начинается на АТС А и уходит с нее к другой АТС по тракту CAS или ОКС7. Входящий вызов приходит от другой АТС по тракту CAS или ОКС7 и заканчивается на данной АТС. Транзитный вызов приходит от другой АТС по тракту CAS или ОКС7, после коммутации, вызов уходит в сторону другой АТС по тракту CAS или ОКС7. Междугородний вызов в принципе является исходящим, но тарификацию осуществляет АМТС, а не станция А. Вызов к узлу спецслужб на начальном этапе тоже может рассматриваться как исходящий, но он не тарифицируется вообще.

Общий сценарий обслуживания вызова не зависит от типа доступа и одинаков для всех типов вызова (местный, исходящий, входящий). Кроме программы обслуживания вызова сценарий включает в себя блоки ПО, называемые Службами вызова Call Servises, к ним относятся – префиксный анализ, идентификация абонентов, поиск СЛ (транков).

Тип вызова и, соответственно, используемые *Службы вызова*, определяются точкой доступа (точкой начала вызова) и точкой окончания вызова (см. рис. 7.17).

В случае местного вызова в качестве точек доступа будут использованы аналоговая АЛ или линии ISDN базового доступа, в качестве точек окончания вызова – аналоговая АЛ или линии ISDN базового доступа.

Рис. 7.17. **Обзор программы обработки вызова**

Из набора служб вызова используются только префиксный анализ – идентификация абонентов.

При обслуживании исходящего вызова в качестве точек доступа будут использованы аналоговая АЛ или линии ISDN базового доступа. В качестве точек окончания вызова – транки с сигнализацией CAS или транки с сигнализацией ОКС7. Из набора служб вызова используются префиксный анализ, поиск транков СЛ.

При входящем вызове в качестве точек доступа будут использованы тракты CAS или ОКС7, в качестве точек окончания вызова будут выступать транки с сигнализацией CAS или транки с сигнализацией ОКС7. Из набора служб вызова используются префиксный анализ и идентификация абонентов.

При транзитном вызове в качестве точек доступа будут использованы тракты CAS или ОКС7, в качестве точек окончания вызова будут выступать транки с сигнализацией CAS или транки с сигнализацией ОКС7. Из набора служб вызова используются префиксный анализ и поиск транков СЛ.

Сценарий общего вызова показывает интерфейс между службами вызова Call Servises, программой управления установлением соединения Call Control, сигнализацией и обработчиками устройств Device Handler. Общий сценарий обслуживания вызова имеет следующие шаги.

PDF Compressor Free Version

1. Сообщение начала вызова.

Вызов активирует транзакцию в одном из возможных случаев:

- после регистрации события *«снятие трубки»* для аналогового абонента;
- после получения SETUP-сообщения для ISDN абонента;
- после получения IAM сообщения для входящего транка ОКС7;
- после получения сообщения SEIZURE (занятие) от CAS транка.

Транзакция накапливает ссылки на этот вызов, которые используются во время его обработки для идентификации вызова. Другими словами трансакции создаются для каждого запроса от пользователя на обработку вызова (информация накапливается в Transaction Control Block, который имеет уникальный номер). Также создаются дополнительные транзакции, когда имеет место ситуация запроса дополнительных ресурсов, необходимых для выполнения внутри данной трансакции.

2. Выбор канала.

Обработчик устройств DH выбирает свободную кластерную часть для продолжения этого вызова. Это канал в кластерной стороне терминального интерфейса.

Занимаемое устройство маркируется (помечается) available busy обработчиком устройств. Сообщение также содержит информацию о проключении. Позднее в фазе установления соединения будет отображена коммутация при проключении пути между модулем МЧ приемопередатчиков и аналоговым абонентом для принятия сигналов кода DTMF. Для аналогового абонента информация о проключении означает соединение между кластерной частью и частью МЧ приемопередатчиков. Для абонента ISDN информация о проключении означает соединение между кластерной частью и частью, ведущей к сетевому окончанию NT, когда это будет определено позднее.

3. Информация о канале.

Это сообщение дает положительное подтверждение о наличии кластерного канала. На этой точке активизируется программа Обработки вызова (ОВ) Call Control. Однако параллельно с активизацией программы ОВ, возможна посылка запроса к дополнительным устройствам (т.е. к МЧ-приемнику, если это необходимо для кодов DTMF

или MF). Это значит, что шаги 4 и 4' передаются (выполняются) параллельно.

4'. Выбор дополнительных устройств.

Для выполнения данной процедуры подключается дополнительная программа – «распределитель дополнительных ресурсов». Выбранный модуль МЧ приемопередатчиков предоставляет путь по направлению к исходящему модулю, где коммутируется с кластерной частью. Через этот путь в приемники DTMF-тонов будут поступать сигналы от абонентов или MF-сигналы от входящих транков сигнализации между двумя станциями. В случае DTMF-приемника сигнал *«ответ станции»* (dial tone) уже передан по направлению к абоненту, и приемник готов обрабатывать DTMF-тоны.

4. Активизация программы ОВ.

Модуль управления установлением вызова – Call Control активизируется.

5. Подтверждение об активизации программы ОВ.

Подтверждение отправляется по направлению к модулю ПО «внутристанционной сигнализации» и сообщает об успешной активизации программы ОВ. Если не было запроса данных об идентификации абонента, то программа ОВ проверяет корректно ли число запрошенных цифр полученное от сигнализации (т.е. выполнен сокращенный набор или нет). В этом случае, при запросе цифр номера также посылается сообщение-подтверждение.

6. Извлечение класса (профиля) абонента.

Для ISDN-абонентов профиль данных предоставляется из категории идентификации абонента. Здесь также в зависимости от возможностей ДВО-абонента могут быть отображены (использованы) данные о типе сигнала *«ответ станции»* (dial tone) и затребованные цифры префикса. Для аналоговых абонентов используются только данные уровня call services, т.е. ДВО типа горячая линия (hot-line), поэтому п. 6 и п. 7 для них не нужны.

7. Результат извлечение класса (профиля).

Результаты посылаются назад по направлению к программе сигнализации. В сообщении содержится информация о количестве требуемых цифр, в зависимости от вида ДВО.

8. Запрос цифр.

Программа сигнализации получает необходимые цифры префикса и пропускает их в модуль МЧ-приемников. Для аналогового абонента без ДВО (когда доступ к дополнительным данным не нужен) эта информация уже получена от программы ОВ (см. п. 5). В этом случае необходимость в данном сообщении отпадает.

9. Цифры.

Программа сигнализации посылает цифры по направлению к программе ОВ. Для аналоговых абонентов эти цифры уже получены из МЧ-приемника. Программа сигнализации посылает все цифры, но для анализа требуется их минимальное количество.

PDF Compressor Free Version

10. Префиксный анализ.

Цифры передаются к программе префиксного анализа для принятия решения.

11. Результаты префиксного анализа.

Программа производит решения для ответа на вопрос о типе вызова. Результат анализа – вызов может быть местный (заканчивающийся в данной АТС) или исходящий (уходящий в сторону другой АТС). Если результат *«местный вызов»*, то следует обращение к программе идентификации абонента (см. п.п. 14 и 15). Если результат *«исходящий вызов»*, то следует обращение к программе поиска СЛ (см. п.п. 14' и 15'). Программа префиксного анализа также определяет необходимое число оставшихся цифр номера.

12. Запрос оставшихся цифр номера.

Запрос относится к программе сигнализации на передачу оставшихся цифр номера. Для аналоговых абонентов этот запрос напрямую передается к модулю МЧ приемопередатчиков. После приема оставшихся цифр номера этим модулем, цифры будут переданы программе сигнализации. Модуль МЧ приемопередатчиков высвобождается, т.к. больше не нужен.

13. Цифры.

Сигнализация посылает оставшиеся цифры номера к программе ОВ.

14. Идентификация абонента.

В этом случае результаты префиксного анализа и оставшиеся цифры номера абонента В используются для определения терминального модуля, которому принадлежит абонент В.

15. Результат.

Результат передается в программу ОВ.

14'. Поиск СЛ.

В этом случае результаты префиксного анализа и некоторая дополнительная информация используются для определения свободной СЛ (канала, транка) в необходимом направлении.

15'. Результат.

Программа *«Поиск СЛ»* выдает идентификатор терминального транкового модуля (модуля СЛ).

17. Информация о проключении.

Это сообщение посылается только для аналоговых абонентов, потому что, как показано выше, информация о проключении для аналогового абонента отображает путь установления соединения, поступающий с модуля МЧ приемопередатчиков. Теперь эта информация заменяется на основной путь установления соединения, поступающий с терминального устройства.

18. Терминальное занятие.

Это сообщение посылается от сигнализации модуля абонента А к сигнализации модуля абонента В. В терминальном модуле создается ссылка для этого вызова.

19. Выбор канала.

На вызываемой стороне программа сигнализации запрашивает канал у обработчика устройств. Запрос включает в себя кластерный путь, путь в ЦКП и информацию о проключении. Начинается передача вызывного сигнала и КПВ (если требуется).

20. Установление разговорного пути.

Результатом передачи сообщений между обработчиками устройств DH является создание UCP (User Controlled Path). Обработчик устройств на стороне А присоединяет эту часть (подсистему) к кластерной части.

21. Информация о канале.

Это сообщение также является положительным подтверждением установления соединения.

22. Подтверждение.

Это сообщение является подтверждением по направлению к программе ОВ, потому что недавно произошло терминальное занятие с сообщением 16. Это также показывает, что началась alerting-фаза.

В зависимости от системы сигнализации это сообщение может быть разделено на два сообщения. Т.е. для сигнализации ISDN сообщение 22 показывает подтверждение и отображение ожидания сигнала ALERTING. Вызываемый терминал (терминал В) активизируется сообщением Q.931 SETUP. Один или несколько терминалов будут посылать сообщение CALL PROCEED и в обратном направлении – сообщение ALERTING. Когда будет получено сообщение ALERTING от терминальной стороны, второе сообщение будет передаваться по направлению к программе ОВ. В этот момент программа ОВ активизирует программу тарификации (CHARGING).

23. Переход в стабильную фазу.

Программа ОВ посылает данные о стабилизации вызова к ПО сигнализации модуля абонента А, ПО сигнализации модуля абонента В и терминалам. Ответ и разъединение обрабатывается на уровне про-

токолов сигнализации. Таймер «ожидание ответа» («wait for answer») запускается ПО сигнализации модуля абонента В.

PDF Compressor Free Version

7.6.1. Алгоритм обслуживания исходящего вызова в ОКС7

При обслуживании исходящего вызова общий сценарий обслуживания вызова (см. рис. 7.17) видоизменится, как показано на рис. 7.18. В качестве точек доступа будут использованы аналоговая АЛ и линии ISDN базового доступа. В качестве точек окончания вызова – транки с сигнализацией CAS и транки с сигнализацией ОКС7. Из набора служб вызова используются только префиксный анализ, поиск транков СЛ.

Рис. 7.18. **Программы, участвующие в обработке исходящего вызова**

Оборудование, обслуживающее местный вызов, на примере АТС S12, приведено на рис. 7.19. Обслуживание исходящего вызова проходит через различные фазы работы оборудования:

1. Занятие;
2. Подготовка и посылка сигнала *«ответ станции»*;
3. Прием префиксных цифр;
4. Анализ префикса;
5. Конец набора номера;
6. Поиск СЛ;
7. Ответ вызываемого абонента и начало тарификации;
8. Разъединение.

На рис. 7.20 показаны фазы обслуживания местного и исходящего вызовов. Из рисунка видно, что на фазах 1–5 вызовы обслужива-

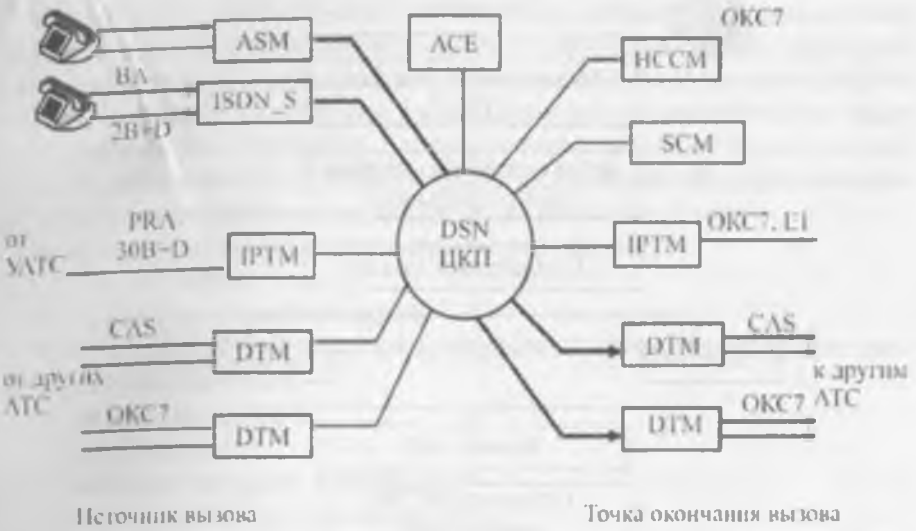


Рис. 7.19. **Модули, участвующие в обработке исходящего вызова для S12**

ются одинаково. Различие в обслуживании начинается после получения результата префиксного анализа. Сообщения ОКС, показанные на рис. 7.20 (IAM, ACM, ANC, RLG, CLF) генерируются и анализируются модулями ОКС7 – HCCM или IPTM, которые сообщают результат программе обслуживания вызова.

7.6.2. Анализ префикса

Главная цель префиксного анализа – проанализировать полученную информацию и определить соответствующий маршрут для вызова. Программа префиксного анализа располагается в группе устройств, работающих на принципах распределенной нагрузки (так называемые Loadsharing group).

В АТС имеется специфический набор задач, выполняющихся на фазах установления и разъединения соединения. К ним относятся следующие задачи – тарификация, определение типа назначения, определение типа нумерации, сигнальная информация, управление разъединением, управление трафиком и т.д.

Определение этого набора задач (Task Element Definition) базируется на следующих параметрах – источник вызова (абонент или входящий транк), тип вызова, время суток и принятые цифры номера.

пока не будет обнаружен индикатор окончания анализа префикса. При этом в качестве ответа будет либо сжатый префикс, либо отказ в обслуживании вызова. Результат передается блоку определения элементов задания.

PDF Compressor Free Version

Программа анализа префикса определяет некоторые задания:

1) проверка допустимости соединения с устройствами назначения в соответствии с ограничениями;

2) точка начала искания;

3) информация учета стоимости;

4) проверка приоритетности вызова;

5) проверка типа нумерации для определения полного справочного номера.

6) поиск СЛ.

Например, в случае решения префиксного анализа, что вызов исходящий, программа ОВ должна запустить процедуру поиска СЛ, получив от программы префиксного анализа код маршрутного блока (routeblock код) и несколько дополнительных параметров (возможности канала передачи, тип сигнализации).

7.6.3. Поиск СЛ (Trunk Search)

Для поиска СЛ программа ОВ обращается к программе TRM Trunk Resource Manager. Главная функция TRM – управление ресурсами следующих типов: транки, голосовые автоответчики, каналы базовых станций, HDLC контроллеры, устройства тестирования транков. Процедура включает в себя:

1) сохранение информации о доступности ресурсов;

2) поиск доступного ресурса по запросу;

3) сбор дополнительной информации, связанной с выбранным ресурсом.

Функции TRM выполняются двумя программами – координатором ресурсов СЛ (Trunk Resource Coordinator TRC) и распределителем ресурсов СЛ (Trunk Resource Allocator TRA). Принцип работы модулей ПО показан на рис. 7.22. TRC выбирает для каждого типа ресурса функциональную группу каналов (транковую группу TKG, группу автоответчиков, BS-группу и т.д.), используя статическую таблицу БД для каждого типа ресурса. TRA должен выбрать из всего списка модулей, обслуживающих данный ресурс, какой модуль будет обслуживать данный вызов. Для этого TRA использует динамическую таблицу БД, в которой описано состояние каналов функциональной группы.

После анализа цифр модуль префиксного анализа обеспечивает TRC кодом маршрутного блока (RouteBlock ID). Этот код маршрутного блока будет использован совместно с возможностями канала передачи (Bearer Capability BC), типом сигнализации для определения маршрутного блока, содержащего связанные с префиксом маршруты и транковые группы. После нахождения транковой группы TRC запрашивает TRA для поиска свободного транка (речевого канала) внутри транковой группы.

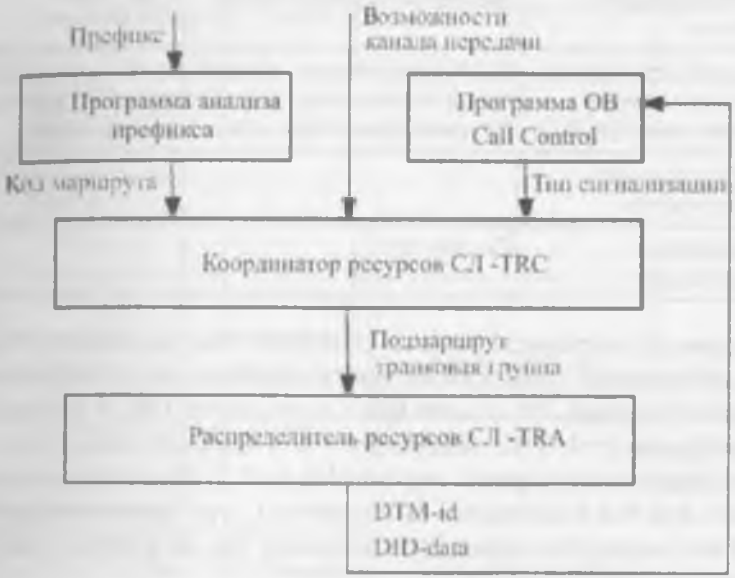


Рис. 7.22. **Принцип работы программы поиска СЛ**

В соответствии с полученным номером транковой группы и методом поиска транка в группе TRA ищет транк внутри свободных транков группы. Генерация кода маршрутного блока зависит от нескольких параметров (см. табл. 7.3). Параметры 1–5 обрабатываются программой анализа префикса.

Таблица 7.3

Параметры, влияющие на выбор СЛ

1	Источник	Абонент или входящий транк
2	Назначение	Маршрутизация зависит от набранного префикса

3	Тип вызова TOC	Вызовы от приоритетных абонентов или операторов могут маршрутизироваться через цепи более высокого качества обслуживания
4	Время суток	Маршрутизация может зависеть от времени суток (например, различная маршрутизация в ночное время)
5	Коммутация каналов или коммутация пакетов	ISDN приложения: вызов по пакетной сети требуется – не требуется
6	Возможности канала передачи данных (bearer capability BC)	ISDN приложения: абонент может определить в базовых настройках определенные BC для вызова (ширина канала или качество соединения)
7	Тип исходящей сигнализации	
8	Спутниковое соединение	Да или нет

PDF Compressor Free Version

Модуляция маршрутного кода позволяет системе менять первоначально выбранный (найденный программой анализа префикса) код маршрутного блока. Это может быть выполнено TRC в соответствии с параметрами 6–8. TRC модулирует код маршрутного блока, если имеется влияние со стороны параметров 6–8. В обычной ситуации он оставляет его без изменения. Это означает, что первоначально найденный код маршрута может быть изменен, т.к. не отвечает заданным требованиям (рис. 7.23).

TRC получает код маршрутного блока, возможности канала передачи данных и тип сигнализации, которые определяют маршрутный блок (рис. 7.24). Через реляционную таблицу маршрутов TRC выбирает подмаршрут (subroute). Затем через таблицы транковых групп (TKG) и динамические таблицы свободности/занятости СЛ (trunk) TRC определяет соответствующий идентификатор распределителя ресурсов TRA_ID.

Итак, TRM определяет подмаршрут и транковую группу, формирует запрос к TRA на выбор свободного транка внутри группы. TRA, в соответствии с динамической таблицей свободности/занятости каналов и методом поиска в ней, находит свободный канал и посылает идентификатор модуля СЛ и номер канала в нем к программе ОВ. Эта комбинация однозначно определяет исходящий канал в пределах станции.

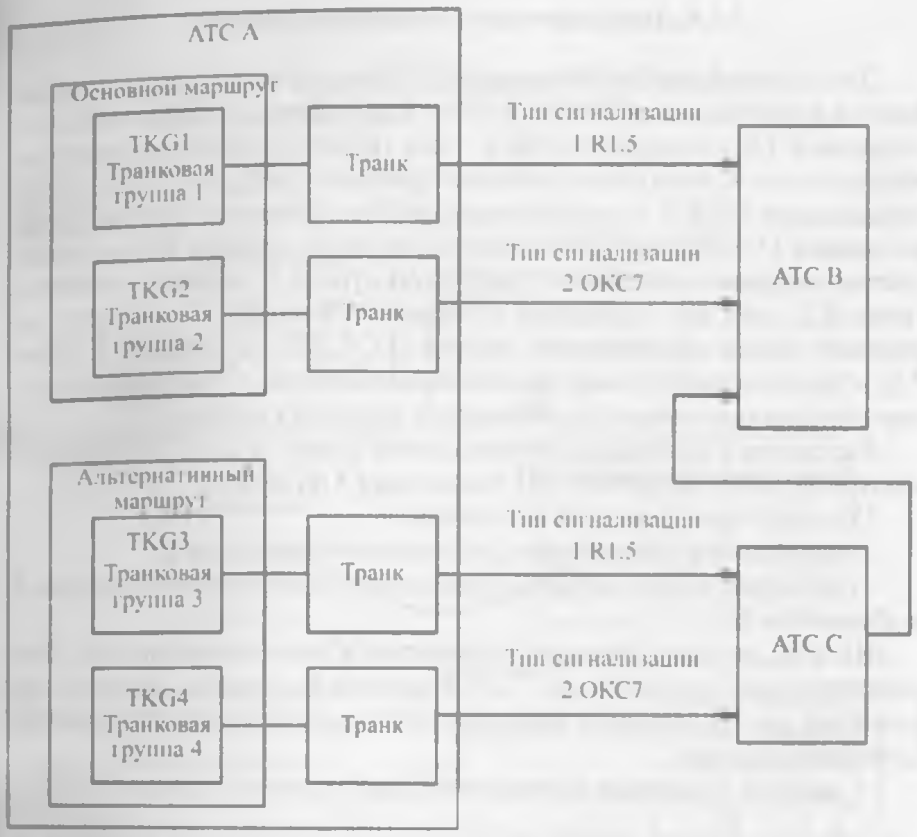


Рис. 7.23. **Маршруты и транковые группы**

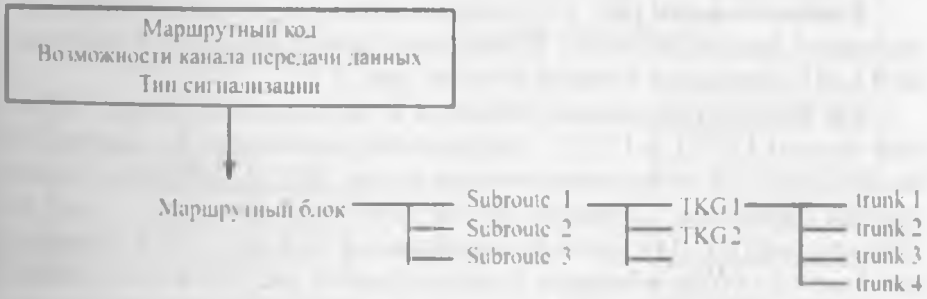


Рис. 7.24. **Метод выбора транка (СЛ)**

7.6.4. Идентификация вызываемого абонента

PDF Compressor Free Version

Для идентификации вызываемого абонента программа ОВ обращается к программному блоку LSIF – идентификации абонента. Сообщение к LSIF содержит DNET – код тысячной группы абонентов, извлекаемый из программы анализа префикса, цифры Д5, Д6, Д7 для определения DNEH – код сотенной группы абонентов. Путем преобразования DNEH получается индекс, который вместе с двумя последними цифрами определяет требуемую строку в таблице сотенных групп БД, где LSIF определяет станционный номер. Этот номер определяет номер абонентского модуля (LCE_ID, см. раздел 7.3 рис. 7.8) и терминальный номер вызываемого абонента. Станционный номер однозначно определяет абонента в пределах станции.

Рассмотрим процессы, происходящие в модуле LSIF. Программа идентификации абонента LSIF выполняет 3 функции:

1) извлечение абонентских данных;

2) нахождение физического расположения абонента Б;

3) проверка может ли быть установлен вызов между абонентом А и абонентом Б.

На АТС имеется большое количество абонентских данных. Они разделены на 2 группы (рис. 7.25) и хранятся в разных модулях для хранения распределенной нагрузки программ LSIF, так называемые Loadsharing group:

- модули, хранящие данные нечетных тысячных групп DNET 1, 3, 5, 7, 9;
- модули, хранящие данные четных тысячных групп DNET 2, 4, 6, 8, 10.

В верхней части рис. 7.25 показан механизм поиска группы, содержащей данные абонента. Извлечение данных абонента Б программой LSIF приведено в нижней части рис. 7.25.

Для нахождения данных абонента Б используется номер тысячной группы DNET и D5 (5 – цифра номера абонента Б). Цифра D5 необходима для вычисления номера сотни DNEH внутри тысячной группы абонентов. Сотенная группа DNEH соответствует блоку из 100 номеров DN. Для нахождения индекса к информации о физическом расположении абонента Б используются две последние цифры номера D6, D7. В таблицах сотенных групп содержится следующая информация:

- тип директорного номера DN (нормальный абонент, номер УАТС, абонент ISDN);
- номер оборудования EN=NA&TN абонентского модуля;

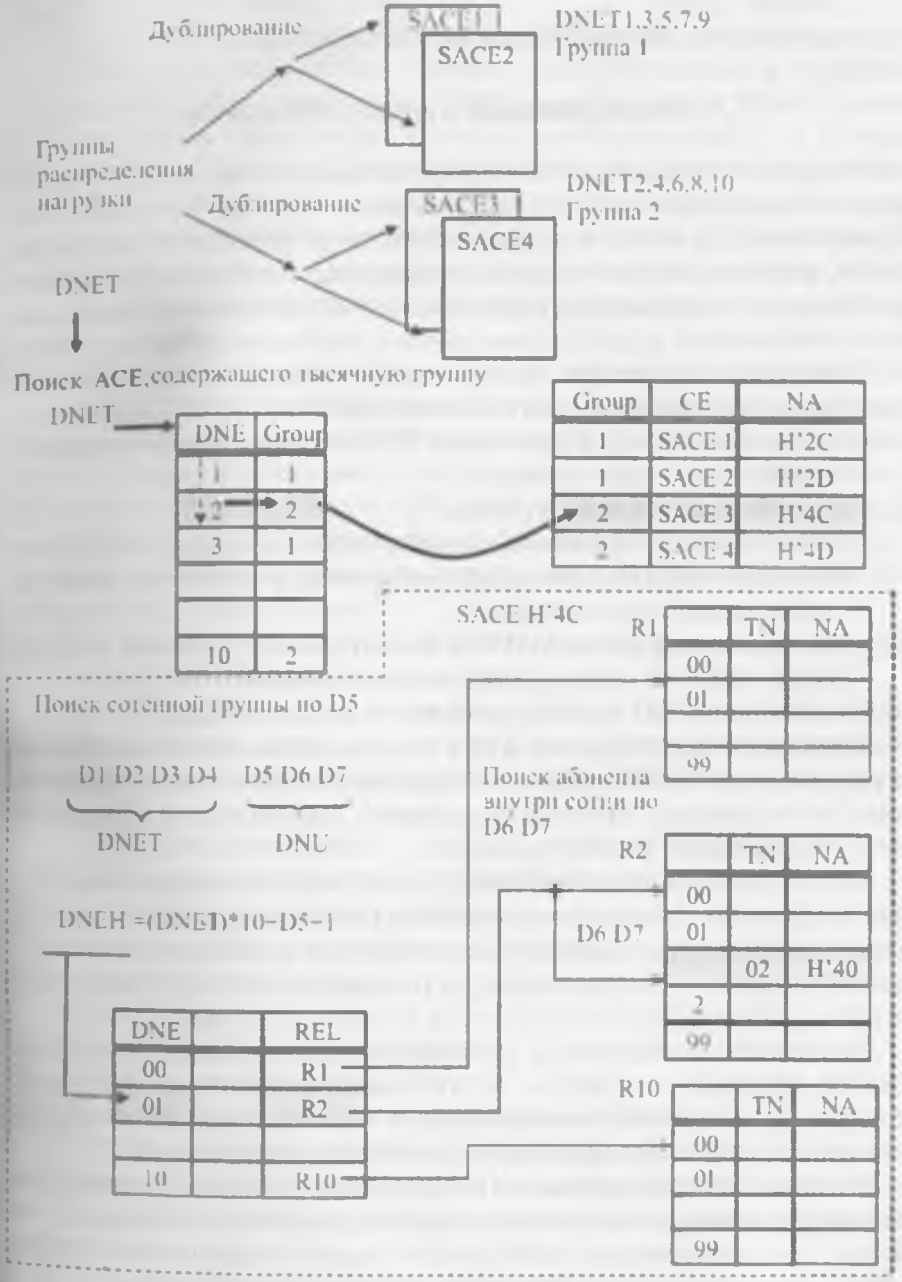


Рис. 7.25. **Извлечение данных абонента Б программой LSIF**

- если абонент ISDN, то указатель к дополнительной таблице данных ISDN;
- указатель к активизированным услугам ДВО.

PDF Compressor Free Version

7.7. Техобслуживание и администрирование

Назначением подсистемы техобслуживания является управление данными, необходимыми для эксплуатации станции, т.е. анализ аварийных сигналов и отказов, диагностика и оповещение о неисправностях, сбор статистики трафика, проведение системных измерений для обеспечения нормального функционирования станции, снижения эксплуатационных затрат и повышения качества услуг связи.

Существуют три метода выполнения операций технического обслуживания: аппаратный, программный, комбинированный аппаратно-программный метод. К средствам ТО и эксплуатации относятся:

- интеллектуальные платы;
- специальные тестовые платы;
- оборудование аварийной сигнализации (например, блок аварийной сигнализации, межрядовая и внутристоечная сигнализация аварийных состояний);
- программные средства ТО и эксплуатации, включая систему мониторинга и систему управления данными;
- терминал и ПО техобслуживания и эксплуатации.

Все устройства в цифровой АТС с программным управлением можно разделить на пять категорий: оборудование управления, оборудование сигнализации, сетевое оборудование, терминальное оборудование и оборудование техобслуживания.

Все оборудование управления функционирует в режиме «активный/резервный», при котором осуществляется точный поиск неисправностей средствами диагностики, после чего происходит переключение с активного оборудования на резервное и перераспределение нагрузки.

Автономные сообщения и другая информация об авариях передаются на терминал и в другие устройства аварийной сигнализации. Результат диагностики и информация о местоположении неисправной платы в случае необходимости могут быть распечатаны.

Неисправности оборудования сигнализации, сетевого и терминального оборудования обнаруживаются в результате тестирования, жалоб абонентов или системных сообщений об авариях и автономных сообщений, указывающих местоположение неисправных блоков. Персонал технического обслуживания анализирует и устраняет неисправно-

сти, применяя все возможные меры, вплоть до замены неисправных плат или компонентов.

Устройства сигнализации и сетевые устройства, работающие как в активном, так и в резервном режимах, могут находиться в различных состояниях, например, blocked (блокирован), locked (фиксирован), occupied (занят оператором), idle (свободен), uninstalled (не установлен) или busy (занят). Поэтому целью технического обслуживания является изменение этих состояний. После того как программа устранения отказов обнаруживает неисправное устройство, резервное устройство автоматически переключается в активное состояние, а затем выполняются переключение «активный/резервный» и перераспределение нагрузки.

Консоль тестирования принимает и передает жалобы абонентов на пульт управления в автозале. Для выполнения автоматического тестирования вызовов, тестирования комплектов/шлейфов используются тестовые устройства и программы, а в случае необходимости результаты тестирования и сообщения об авариях могут быть выведены на печать. После устранения неисправностей должно быть восстановлено состояние и проведено повторное тестирование устройств и связанных с ними каналов.

Программы техобслуживания могут быть разделены на три уровня: элементарный, средний и высший.

Техобслуживание элементарного уровня состоит из операций «эксплуатации и мониторинга», оно требует от дежурного персонала владения основными навыками работы с оборудованием и включает в себя:

- текущее наблюдение;
- профилактическое техническое обслуживание;
- обработку аварийных сигналов;
- отображение и отслеживание данных;
- копирование файлов;
- контроль коэффициента установленных соединений;
- измерение вызывного тока;
- ручное переключение;
- тестирование совместно с консолью измерений.

Техническое обслуживание среднего уровня состоит из операций «анализа и обработки», оно должно выполняться техниками или инженерами по обслуживанию оборудования в аппаратной и включает в себя:

- профилактические диагностические тесты;
- обновление общих станционных данных;

– создание новых маршрутов;
– анализ и статистику услуг;
– реконфигурирование системы;
– корректировку нагрузки процессоров;
PDF Compressor Free Version
– анализ и обработку общих неисправностей, а также последующую обработку экстренных и общих автономных сообщений.

Управление данными представляет собой вид программного управления, требующее точных записей о регистрации и изменениях для всех абонентских данных, станционных данных, системных данных, сетевых данных и промежуточных данных. Управление трафиком имеет своей целью расчет коэффициента установления соединений для получения научного обоснования для анализа трафика. Регулярно с помощью различных функций контроля и статистики должен составляться отчет об анализе трафика, содержащий прогнозные оценки.

Техническое обслуживание высшего уровня состоит из операций «разработки и нововведений», оно организуется инженерами центра технического обслуживания или другим персоналом технического обслуживания верхнего уровня. Для работы с ТО высшего уровня необходимо иметь глубокое понимание структуры сети, принципов работы аппаратных средств и ПО, системной структуры коммутационного оборудования. Кроме того, необходимо уметь обновлять важные станционные данные и выдвигать предложения по развитию системы, расширению емкости станции, настройке структуры сети связи, коррекции программного обеспечения и разработке новых функций.

Для доступа технического персонала к функциям эксплуатационного управления цифровыми АТС используются специализированные рабочие места операторов. Разрабатываются специальные программные средства диалога человек – машина, которые должны сочетать психологический комфорт работы оператора с предоставлением ему возможности решать практические задачи технической эксплуатации современной АТС. Все терминалы операторов цифровой АТС функционируют под управлением одной программной оболочки. Доступ к любой из функциональных систем ПО возможен только после ввода правильных идентификатора оператора и пароля.

Диалог оператора с системой представляет собой последовательность запросов/ответов. Каждый запрос содержит соответствующие параметры, и станционное ПО проверяет, находится ли ответ на этот запрос среди тех, на которые оператор имеет разрешение. Правильность запросов и надлежащая их последовательность поддерживается

формализованным языком «человек – машина», специфицированным ITU-T. Язык этот называется MML и описывается в Рекомендациях серии Z.300.

В соответствии с особенностями командной строки MML, уровни рабочих полномочий персонала определяются рабочим объектом, группой разрешенных команд и конкретным оператором, то есть техобслуживание на станции может выполняться только уполномоченным оператором, при этом ему доступен ограниченный набор команд, которые могут использоваться на разрешенном объекте и входят в группу разрешенных команд. Система регистрирует каждую успешно выполненную операцию для последующей ссылки на эту информацию.

Система связи «человек – машина» предназначена для взаимодействия оператора и коммутационной системы при выполнении функций эксплуатации и технического обслуживания системы. Рабочие места операторов могут подключаться к станции либо непосредственно, либо дистанционно, через линии передачи данных, как выделенные, так и коммутируемые. На рис. 7.26 показана структура системы связи «человек – машина» станции C&C08. Общее описание станции C&C08, назначение модулей BAM и FAM приведено в разделе 8.2.2.

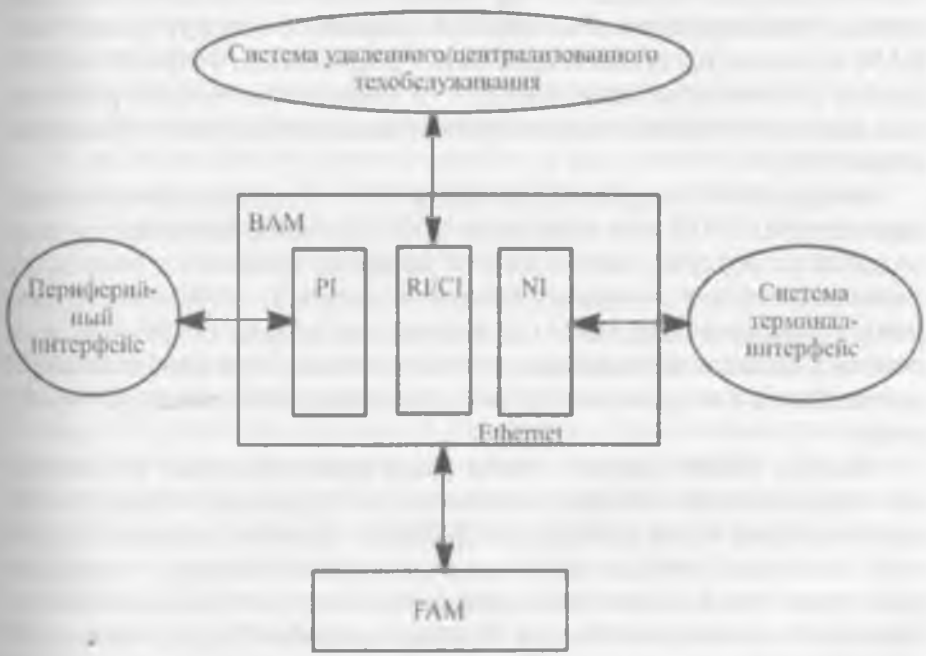


Рис. 7.26. **Структура системы связи «человек – машина» C&C08**

С точки зрения связи «человек – машина» модуль BAM включает в себя основные части:

- периферийный интерфейс PI: интерфейс для подключения периферийных устройств, таких как сменные накопители на компакт-дисках (CD-ROM), дисковый массив, принтер и накопитель на ленте;
- удаленный или централизованный интерфейс RI/CI, который обеспечивает подключение нескольких физических интерфейсов (по выбору), таких как V.35, V.24, X.25, RS-232, RS-422, RS-449 и LAPD;
- интерфейс «терминал – сеть» NI используется для подключения всех терминальных систем к локальной сети LAN и предоставления каналов передачи 10~100Мбит/с. Для расширения сети необходимо использование моста/маршрутизатора.

PDF Compressor Free Version

В модулях BAM системы C&C08 реализованы два режима диалога «человек – машина»: графический интерфейс GUI и интерфейс MML (язык «человек – машина»). Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки. В случае MML, оператор на стороне клиента посылает MML-команды серверу BAM, и связь между ними осуществляется исключительно с использованием символов. Интерфейс пользователя по этой причине не является «дружественным», поскольку выходные данные представляют собой простые символы, но между клиентом и BAM используется простой протокол. Графический интерфейс ясен и удобен для пользователей, однако его сложные протоколы реализации вряд ли способны удовлетворить требования системы управления сетью NM.

Модуль BAM направляет команды TO с терминала (локального/удаленного) в FAM и передает ответ FAM на соответствующие терминальные устройства, выполняя в то же время хранение и пересылку таких данных, как тарификационные сообщения, сообщения об авариях, статистика трафика и т.д. Все важные данные сохраняются на компакт-диске и жестком диске, и могут также при необходимости передаваться для хранения на ленточный накопитель или на сервер сети.

Модуль BAM содержит также различные серверные устройства для задач технического обслуживания и эксплуатации, а также систему управления базой данных СУБД/DBMS. Клиент (терминал оператора) содержит операционную часть интерфейса «человек – машина» на стороне сети или на стороне удаленного/централизованного технического обслуживания. Все его Windows-интерфейсы являются мультидокументальными, в которых реализованы управляемые данными

объектно-ориентированные механизмы, предназначенные для увеличения эффективности техобслуживания.

Помимо этого, в модуле ВАМ системы C&C08 имеется шлюз коммуникационных протоколов, ответственный за преобразование различных протоколов. В настоящее время он поддерживает преобразование протокола последовательного порта в протокол TCP/IP.

Итак, функции подсистемы техобслуживания включают в себя контроль работоспособности станции; обнаружение неисправностей с как можно более точным определением их местоположения; блокировку последствий неисправностей; удаление неисправных элементов и их восстановление. Это делается без прерывания работы станции.

Функции административного управления АТС включают в себя ведение абонентских данных (номера и категории абонентских линий, начисление платы) и аналогичных по смыслу данных, относящихся к взаимодействию с УПАТС и с другими сетями, а также принятие решений, связанных с развитием сети связи, и передачу соответствующих указаний функциям управления ресурсами.

Общими функциями администрирования являются – администрирование абонентов (назначение, переназначение и отмена номеров, предоставление дополнительных услуг), копирование файлов, контроль коэффициента установленных соединений, измерение вызывного тока, ручное переключение, тестирование совместно с консолью измерений, обработка жалоб абонентов.

Ежедневными операциями по обработке услуг являются:

- добавление, удаление и изменение записей об абонентах;
- регистрация и удаление данных о предоставлении дополнительных услуг ДВО и полномочий на прямой набор номера;
- тестирование и диагностика совместно с консолью измерения;
- периодический вывод тарификационных таблиц и счетов;
- составление отчетов и анализ данных о работе оборудования.

Статистический контроль ведется на основе наблюдения за обслуживанием реального потока вызовов, для чего используется комплект счетчиков, с помощью которых наблюдаемые последовательности фаз обслуживания вызовов и обработки сигнализации сравниваются с типовыми последовательностями. Когда текущие показания счетчиков выходят за статистически установленные пределы, генерируются коды аномальных ситуаций для диагностики первого уровня.

Наряду со статистическим, ведется и периодический контроль оборудования АТС с помощью программ, запускаемых по таймеру. Эти же программы могут быть запущены с помощью команд оператора станции в соответствии с плановыми проверками, периодичность ко-

торых определяется соответствующими инструкциями. Тестовые программы имеют низкий приоритет и выполняются в периоды низкой нагрузки АТС (см. разделы 9.3, 9.4, 9.5).

PDF Compressor Free Version

Традиционно качество обслуживания QoS в ТфОП определялось такими факторами, как время ожидания после набора номера и вероятность потери вызова. Для расчета производительности АТС необходимы некоторые данные, такие как:

- среднее число вызовов одного абонента в час наибольшей нагрузки ЧНН;
- средняя длительность разговора;
- вероятность того, что абонент занят или не может ответить на вызов.

Производительность АТС проектировалась на основе этих данных с некоторым запасом, учитывающим возможные колебания трафика. И все же, проблема QoS существует именно по причине колебания трафика в зависимости от времени суток и времени года, а одна из задач эксплуатационного управления состоит в поддержании заданного качества обслуживания. В цифровых АТС решение проблем эксплуатационного управления и QoS в значительной степени обеспечивается программными средствами.

Контрольные вопросы

1. *В чем состоят функции программного обеспечения?*
2. *Какова архитектура программного обеспечения системы C&C08, S-12, EWSD, DTS-3100?*
3. *В чем заключается принцип использования виртуальной машины? В чем преимущества использования этого принципа?*
4. *В чем заключаются функции модуля по FMM?*
5. *В чем заключается назначение обработчика устройств?*
6. *Что такое база данных? Где могут храниться данные? Какую структуру имеет БД в ЭАТС?*
7. *Какие существуют типы реляционных таблиц?*
8. *Что представляет собой операционная система?*
9. *Каковы основные фукции ОС?*
10. *В чем заключаются функции подсистемы обработки вызовами?*
11. *Что такое тарификация и какие методы тарификации существуют?*
12. *Какие типы вызовов в системе имеются в ЭАТС?*
13. *Какие функции выполняет программный блок «Анализ префикса»? Из каких блоков он состоит?*
14. *Какие функции выполняет программный блок «Поиск СЛ» (Trunk Search)?*
15. *Какие функции выполняет программный блок «Идентификация вызываемого абонента»?*

8.1. S12 фирмы Alcatel

8.1.1. Основные характеристики и область применения S-12

Прототипом Системы-12 является система ITT-1240, разработанная американской компанией ITT. При покупке французской компанией Алкатель всех зарубежных отделений ITT, прототип перешел в собственность этой компании и получил название Система-12. System ITT-1240 впервые была установлена в 1978 году.

ЭАТС S12 фирмы Alcatel предназначена для применения на любых уровнях построения сети (местная – ГТС, СТС, междугородная, международная) в качестве местных – оконечных, районных, узловых; транзитных, междугородных и международных станций. Емкость системы может плавно меняться в пределах до 100 тысяч абонентских линий и до 60 тысяч соединительных линий.

Система S12 может работать с аналоговыми и цифровыми системами передачи, используемыми в качестве соединительных линий; поддерживать любые имеющиеся на сегодняшний день системы сигнализации как с однотипным, так и с неоднотипным коммутационным оборудованием – наиболее используемыми системами сигнализации R1, R1.5, R2, ОКС № 7.

Оборудование ЭАТС S-12 позволяет включать различные источники информации:

- обычных абонентов по аналоговым линиям;
- абонентов сети ISDN по цифровым линиям с базовым доступом (2B+D), где B – информационный канал 64 кбит/с, D – канал сигнализации 16 кбит/с;
- линии от УАТС – учрежденческих АТС, линии от концентраторов для подключения групп удаленных абонентов и т.п.

ЭАТС S-12 взаимодействуют с другими АТС на телефонной сети общего пользования (ТфОП), а также с оборудованием на сетях с пакетной коммутацией (сеть передачи данных), на сотовых сетях, широкополосных сетях и т.д.

Ко всем видам станций могут подключаться как обычные абоненты, так и абоненты с приоритетом в обслуживании вызова, те и другие могут использовать простые дисковые и кнопочные ТА, а

также многофункциональные ТА с импульсным, частотным или комбинированным способом набора номера. S-12 обеспечивает своим абонентам поддержку широкого набора служб ДВО – дополнительных видов обслуживания, таких как будильник, переадресация вызовов, подключение к занятому абоненту и т.д. Абонентам может присваиваться до 20 категорий обслуживания вызова (без приоритета, с приоритетом различного уровня, бесплатный вызов и т.д.).

PDF Compressor Free Version

S-12 использует цифровую технологию в управлении системой и ее работе, программные средства выполнены на микропроцессорах. В S-12 используется полностью распределенная структура (принцип) управления. Это позволяет плавно изменять емкость станции, повышает надежность работы, обеспечивает возможность гибкой адаптации к изменяющимся условиям работы и возрастающим требованиям к системе.

8.1.2. Структура модулей системы S-12

Аппаратное обеспечение системы выполнено в виде модулей. Каждый модуль выполняет назначенные ему функции и управляется собственным процессором (УУ), находящемся в нем, они также обеспечивают установление соединений с ЦКП (Цифровое Коммутационное Поле – DSN) системы.

В системе различают модули с УУ в виде ТСЕ – терминального элемента управления, либо в виде АСЕ – дополнительного, или вспомогательного, элемента управления. Модули с ТСЕ выполняют функции подключения и взаимодействия с абонентами, с другими АТС, для приема адресной информации, посылки акустических сигналов абонентам и т.п. Модули с АСЕ выполняют более логические функции – анализ цифр полученного номера, управление данными тарификации (учет стоимости разговоров), функции администрирования системы, управления ресурсами и т.п. Все модули системы подключены к ЦКП при помощи модифицированных ИКМ-трактов (ИКМ30 со скоростью 4096 кбит/с) (рис. 8.1).

Все модули кроме АСЕ состоят из двух частей: терминальной части и ТСЕ. К коммутационному полю модули подключены со стороны СЕ – элемента управления модуля. Коротко рассмотрим назначение модулей.

ASM (Analog Subscriber Module) – модуль аналоговых абонентских линий, предназначен для подключения до 128 аналоговых абонентских линий к DSN. В ASM выполняется набор функций BORSCHT.

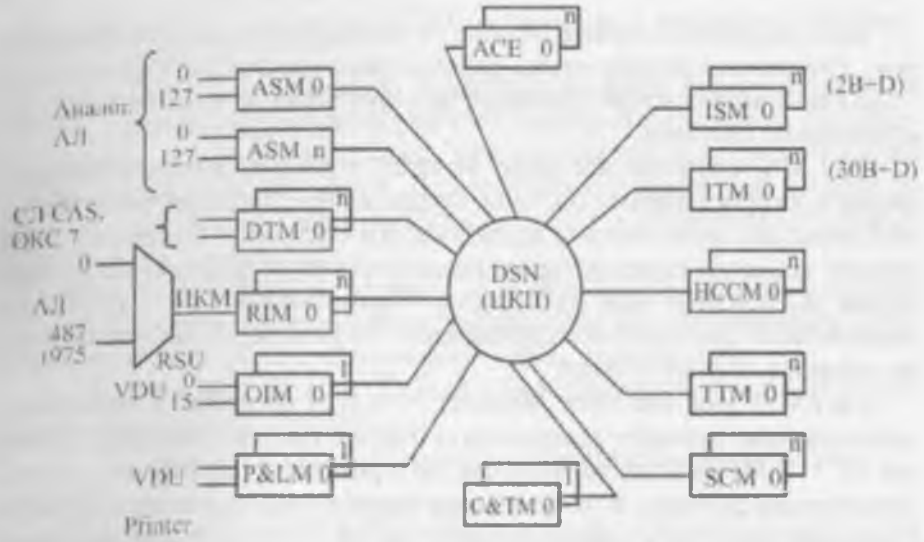


Рис. 8.1. **Структурная схема S-12**

DTM (Digital Trunk Module) – модуль цифровых соединительных линий, предназначен для подключения других коммутационных узлов к DSN, производит управление и сопряжение цифровых (возможно и аналоговых) соединительных линий (ИКМ30, ИКМ24) с внутренним интерфейсом системы S12. Наиболее важными функциями DTM являются:

- образование интерфейса с цифровой соединительной линией;
- преобразование линейного кода HDB-3 или кода AMI в двоичный код;
- восстановление и регенерацию внешнего такта с помощью привязки входящего цифрового потока к тактовой частоте приемной станции;
- выполнение цикловой синхронизации;
- опознавание и передача аварийных сигналов;
- контроль аварийных состояний;
- обеспечение работы тестовых шлейфов;
- согласование сигнальной информации как при сигнализации CAS (R1.5, R2), так и ОКС № 7 и т.д.

RIM (Remote Interface Module) – модуль интерфейса с блоком удаленных абонентов RSU (Remote Subscriber Module) или, как его еще называют, концентратором. Строится так же, как и DTM. Управление блоком RSU осуществляется по способу ОКС 7, организованным на основе 16 канала тракта ИКМ.

OIM (Operator Interface Module) – модуль интерфейса с оператором, служит для подключения рабочих мест оператора (терминалов VDU) при выполнении функций эксплуатации и технического обслуживания системы.

PDF Compressor Free Version

P&LM (Peripherals and Load Module) – модуль машинной периферии и загрузки данных системы, предназначен для управления внешней памятью, терминалами и для диалога «человек – машина», принимает команды от оператора и предоставляет результаты их выполнения на монитор или на принтер. Применяется как и OIM при выполнении функций эксплуатации и технического обслуживания, но является приоритетным.

C&TM (Clock and Tone Module) – модуль тактовых и тональных сигналов, обеспечивает генерацию основной тактовой частоты системы (fT = 8 МГц) и другие частоты, которые распределяются по всем устройствам системы. В модуле также вырабатываются различные акустические сигналы в цифровом виде (КПВ, ЗЗ и т.д.). Для передачи частот от C&TM к другим модулям используются станционные шины (через пятый порт модулей) к элементам управления всех модулей. Подробнее об этом на примере модуля ASM остановимся ниже. C&TM вырабатывает также сигналы реального времени (system clock) и содержит устройства механического голоса, использующиеся при обслуживании вызовов в системе. C&TM содержит два генератора тактовых сигналов со стабильностью 10^{-10}.

SCM (Service Circuit Module) – модуль служебных комплектов. В модуле содержится терминал многочастотных приемопередатчиков, используется для приема и передачи адресной информации при связи с другими АТС, а также для приема номера многочастотным кодом от ТА абонента с многочастотным набором номера. Модуль SCM также используется при организации конференц-связи между абонентами.

TTM (Trunk Testing Module) – модуль тестирования (испытания) транков – соединительных линий, используется для тестирования соединительных линий и техобслуживания соединительных линий, содержит оборудование для проведения автоматических и ручных испытаний (измерение мощности шума, уровня шума в речевом сигнале и т.п.).

HCCM (High Common Channel Module) – модуль общего канала сигнализации (высокой производительности). В системе кроме модуля HCCM также используются и другие модули ОКС 7, например IPTM, не приведенные на схеме. Integral Packet Trunk Module – интегральный модуль пакетной коммутации – предназначен для обработки данных по ОКС 7. При выполнении своих функций HCCM

взаимодействует с модулем DTM, в который и включена соединительная линия с ОКС 7.

ITM (ISDN Trunk Module) – модуль соединительных линий сети ISDN с первичным доступом (30D+B), может обрабатывать как пакеты данных, так и сигнализации, поэтому он является интерфейсом для пользователей сети ISDN. Для этого он согласовывает данные B-канала с внутренним интерфейсом системы и обрабатывает данные сигнализации D-канала.

ISM (ISDN Subscriber Module) – модуль подключения абонентов сети ISDN с помощью базового доступа (2B+D), обеспечивает передачу различного рода информации – речь, данные и др.

ACE (Auxiliary Control Element) – вспомогательные (дополнительные) элементы управления.

TCE (Terminal Control Element) – терминальные элементы управления.

DSN (Digital Switching Network) – модуль цифровой коммутации или цифровое коммутационное поле.

Все модули взаимодействуют через DSN на разных этапах обслуживания вызовов. Данные управления между CE различных модулей передаются по модифицированным трактам через DSN, используя единый протокол взаимодействия, независимо от типа модуля.

В S-12 различают *терминальные* и *системные* модули. Терминальные служат для подключения различного рода пользователей – абонентов, узлов коммутации, концентраторов и т.п.

Системные – все остальные модули, включая ACE, необходимы для обслуживания вызовов между абонентами терминальных модулей, а также для выполнения функций эксплуатации и техобслуживания системы.

На число терминальных модулей влияет абонентская емкость и емкость соединительных линий. Количество системных модулей либо строго фиксировано (например, P&LM – только 2), либо зависит от удельной нагрузки абонентских и соединительных линий, нагрузки, создаваемой на систему и емкости этих линий.

Каждый модуль системы, кроме ACE, состоит из двух частей: терминального устройства и терминального элемента управления (TCE). Терминальное устройство еще называют кластерной частью, или просто *кластером* (рис. 8.2).

TCE в настоящее время представляет собой одну печатную плату двух типов (MCUA и MCUB), на которой находится терминальный интерфейс (TI), процессор, память процессора (RAM – ОЗУ, ROM – ПЗУ) и память терминального интерфейса (PRAM – пакетное ОЗУ).

PDF Compressor Free Version

Рис. 8.2. **Структура модуля S-12**

Модуль соединяется с ЦКП через TI. При подключении новых модулей использование стандартного TI дает гибкое подключение, не изменяя способ соединения с ЦКП.

ACE не имеют терминальных комплектов, а следовательно, не содержат терминальные устройства.

Все управляющие устройства CE (как TCE, так и ACE) имеют одинаковую структуру. Они состоят из 16-битового микропроцессора, памяти (ОЗУ-RAM, ПЗУ-ROM) и терминального интерфейса TI. Микропроцессор (МПр) является основной частью CE, он управляет функциями данного модуля. Для этого МПр должен выполнять две основные функции посредством терминального интерфейса:

1) установление пространственно-временных соединений между различными портами TI;

2) занятие каналов в исходящих ИКМ-трактах для передачи пакетов данных (сообщений) к другим CE через ЦКП или к кластерной части.

В настоящее время управляющее устройство выполняется в виде одной печатной платы двух разновидностей:

– MCUA (Module Control Unit type A) – блок управления модулем типа A, в этом случае используются МПр Интел8086 или совместимый с ним, имеющий возможность адресации к памя-

ти емкостью 1 Мбайт. Такие управляющие устройства CE используются, например, в модулях ASM и SCM.

– MCUB (Module Control Unit type B) – блок управления модулем типа B, в этом случае используется МПр Интел80386 или совместимый с ним, имеющий возможность адресации к памяти емкостью 16 Мбайт. Такие управляющие устройства имеются в модулях P&LM, HCCM различных ACE-систем.

Терминальный интерфейс TI предназначен для:

– передачи и приема сообщений между TCE данного модуля и TCE других модулей;
– установления соединений между каналами двух ИКМ трактов от комплектов терминального устройства и каналами, ведущими к ЦКП (например, при передаче речи);
– приема тактовых и тональных сигналов от C&TM.

Для выполнения своих функций TI имеет 4 пары приемо-передающих портов (два из них для связи с ЦКП – 2^R и 4^M, два – для связи с терминальным устройством – 1^M и 3^M) и одна (5^M) пара приемных портов, обеспечивающих прием тактовых и тональных сигналов (рис. 8.3). TI также содержит пакетное ОЗУ (PRAM) емкостью 2 или 4 кБайта, служащее для приема и передачи пакетов данных, речи, акустических сигналов между приемными и передающими портами TI. Прием и передача сигналов через TI происходят под управлением собственного процессора.

В следующих разделах приводятся функциональные схемы некоторых модулей системы.

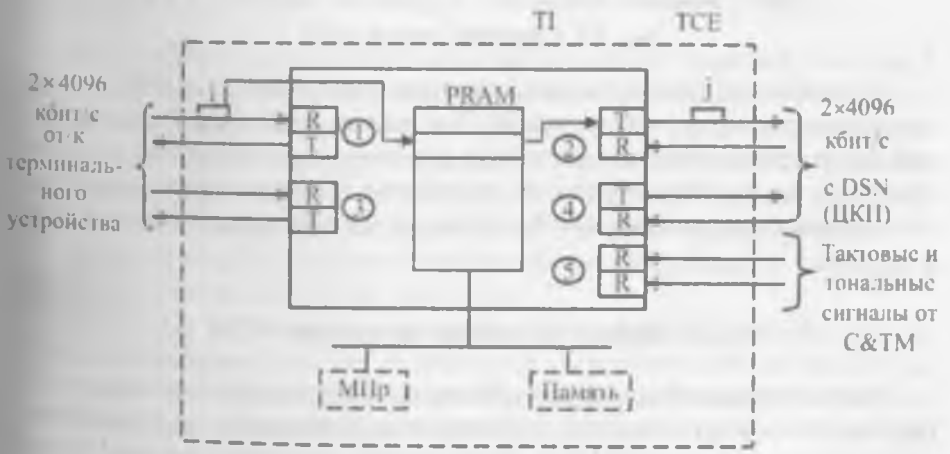


Рис. 8.3. **Структура терминального интерфейса**

8.1.3. Модуль аналоговых абонентских линий ASM

Модуль соединяет аналоговые абонентские соединительные линии с ЦКП. Каждый ASM обеспечивает подключение до 128 абонентских линий. ASM преобразует входящие сигналы в 32-канальные битовые потоки для передачи через ЦКП. Исходящие цифровые сигналы преобразуются в аналоговые сигналы, которые передаются к аналоговым абонентам. Каждая абонентская линия жестко относится к абонентской схеме, которая передает в оба направления не только речевые сигналы, но и управляющие сигналы TCE.

PDF Compressor Free Version

Каждый модуль (см. рис. 8.4) состоит из печатных плат ALCN, содержащих 16 абонентских комплектов AK. Генерирование вызывного тока осуществляется через плату RNGF, имеется также в составе модуля плата TAUC для выполнения функций тестирования и плата RLMC для сигнализации об авариях. На 12 модулей ASM приходится по две платы TAUC и RLMC.

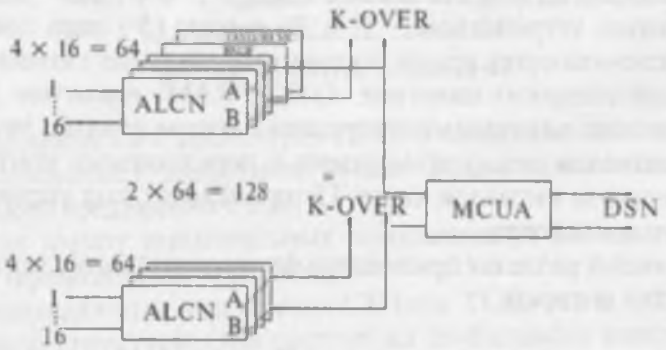


Рис. 8.4. **Структура модуля ASM**

В системе используется перекрестное включение (X-OVER) двух, так называемых, парных модулей. Это значит, что каждый абонентский комплект подключен не только к своему управляющему устройству TCE, но и к управляющему устройству TCE парного модуля, что обеспечивает надежную работу этих модулей при выходе одного TCE из строя.

8.1.4. Модуль служебных комплектов SCM

Этот модуль необходим для обнаружения и анализа кодов различных систем многочастотной сигнализации (например, многочастотных линейных кодов DTMF). Структурная схема модуля приведена на рис. 8.5.

SCM предоставляет сигналы, кодированные методом ИКМ, необходимые для многочастотной сигнализации, а также анализирует принимаемые тональные сигналы, приходящие с соединительных линий от абонентских аппаратов с тастатурным набором номера, и преобразует их в цифры.

Рис. 8.5. **Модуль SCM**

Альтернативное расположение модуля SCM содержит перемычку для конференц-связи, которая вставляется вместо одного из двух ИКМ-трактов в направлении TCE. Эта схема обеспечивает возможность конференц-связи для 6 групп, каждая из них максимально по 5 абонентов.

8.1.5. Модуль тактовых и тональных сигналов C&TM

Используется для предоставления основной тактовой частоты 8 МГц, которая затем распределяется по всем мультипортам и элементам управления, обеспечивая синхронную работу всей системы. Модуль, кроме этого, генерирует все акустические (тональные) сигналы для станции и содержит датчик времени. Каждая станция содержит два модуля CTM, работающие в режиме горячего резервирования.

Каждый модуль содержит терминальное оборудование тактовых и тональных сигналов и TCE (рис. 8.6).

Тактовые сигналы передаются во все модули станции по два сигнала одновременно для надежности. Переключение на параллельные ветви распределения тактового сигнала выполняется схемой селектора. Селектор автоматически переключается на другой сигнал, если модуль не получает его с выбранного источника тактового сигнала.

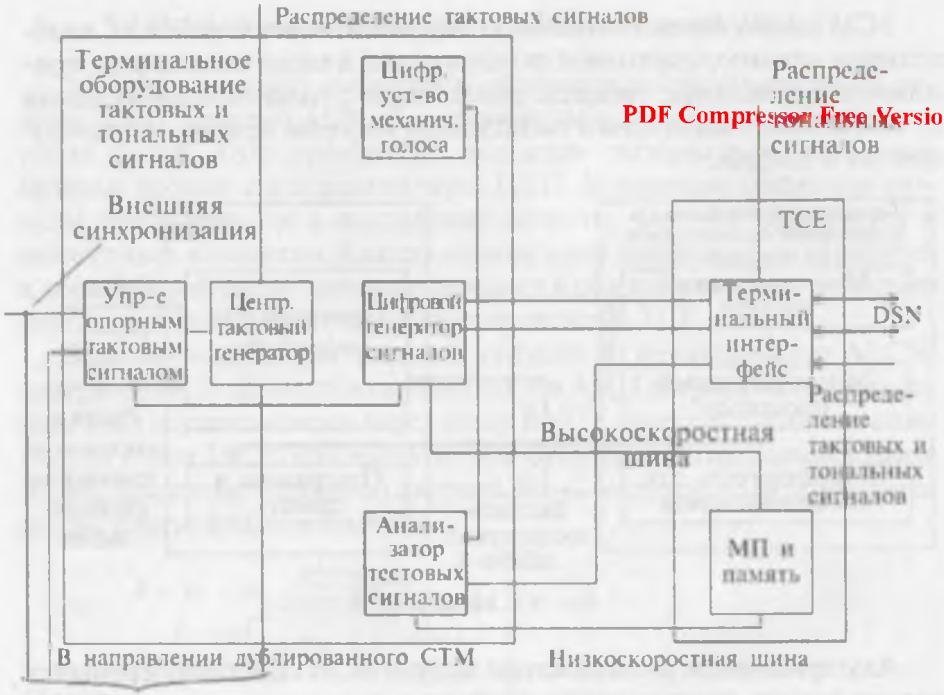


Рис. 8.6. **Модуль СТМ**

Для выполнения основных функций модуль C&TM содержит следующие функциональные блоки:

1. Управления датчиком опорных тактовых сигналов (4 опорных сигнала 2048 КГц в соответствии с рекомендациями МККТТ G.703).

2. Центральный генератор тактовых сигналов. Кратковременная стабильность 2 x 10-10 в день или стабильность, равная внешнему опорному источнику.

3. Генератор цифровых сигналов. Частоты тональных сигналов распределяются параллельно синхросигналам в виде определенных кодовых композиций (используя платы CLTD и RCLA). Каждый элемент управления принимает тональные сигналы из платы терминального интерфейса TI через порт № 5 и может выбрать соответствующий канал из двух приемников для передачи тонального сигнала по любому каналу в передающие порты TI. Тональные сигналы генерируются платой DSGA. Отсчеты различных тональных сигналов, так же, как и управляющие сигналы в цифровом виде хранятся в памяти PROM, расположенной на плате DSGA. Они могут легко изменяться для согласования частотного ассортимента с требованиями администрации.

4. Цифровое устройство механического голоса. По выбору имеется 1 или 2 платы механического голоса для генерирования записанных фраз. Речевые комбинации записаны в PROM в цифровом виде.

8.1.6. Модуль трактов ISDN ITM

Для абонентов с высокой нагрузкой, таких как, ISDN PABX, соединение со станцией происходит по первому доступу (30B+D). Модуль ITM является интерфейсом для таких пользователей.

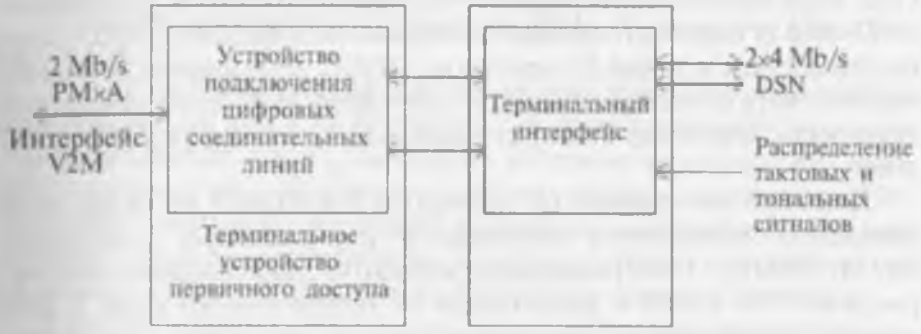


Рис. 8.7. **Модуль ITM**

Основными функциями модуля ITM являются:

1) подключение и преобразование канала B;
2) сигнализация на уровне 1 (канальном);
3) проведение функций уровней 2 и 3 протокола канала D;
4) контроль трактов со скоростью 2 Мбит/с;
5) контроль аварийных состояний удаленных устройств;
6) установление путей по DSN;
7) проведение функций с программным управлением;
8) генерирование отчетов об аварийных состояниях.

Модуль (см. рис. 8.7) состоит из терминального устройства первичного доступа (плата DTRI), УУ-платы MCUB. Платы ITM содержат ПО, необходимое для обработки на втором и третьем уровнях сигнализации E-DSS1 (см. раздел 3.2.2). В ITM выполняются преобразования кода HDB-3 в двоичный код, привязка к тактовой частоте, цикловая синхронизация, преобразование формата 8 бит в 16 бит. Сообщения сигнализации LAP-D анализируются в модуле, пройдя обработку второго и третьего уровней.

8.1.7. Модуль абонентов ISDN (ISM)

PDF Compressor Free Version

Выполняет функцию подключения максимально 64 ISDN-абонентов с базовым интерфейсом доступа к DSN (2B+D) через интерфейс UKO (линейный интерфейс для BA по медной паре). Сигнализация по D-каналу выполняется с помощью пакетного протокола X.25 с использованием той же пары проводов аналоговой абонентской линии.

Со стороны абонента можно подключать до 8 терминалов, подсоединенных непосредственно либо через плату терминального адаптера (TA), если терминалы не относятся к терминалам ISDN. Сообщения по D-каналу передаются блоками специального формата LAPD (процедура доступа к линии D) протокола HDLC. Этот формат позволяет организовать передачу или прием сообщений к/от более чем одного терминала, поскольку в нем указана область идентификатора последнего.

Для передачи данных со скоростью 144 Кбит/с по одной паре проводов, применяются линейные 3- и 4-уровневые коды (коды 4B/3T, 2B/1Q). Они уменьшают исходную информационную скорость на 75% и 50% в зависимости от используемого кода. В ISM происходит преобразование этих кодов в двоичный код. Кроме преобразования кодов в ISM происходит разделение двух направлений передачи и подавление эхо-сигналов.

Модуль состоит из 8 плат ISTA (окончание абонента ISDN типа APBA), каждая плата ISTA управляет 8 абонентами.

Так же, как и в аналоговом модуле ASM каждые два модуля ISM соединены способом X-OVER.

На плате ISTA расположены такие же схемы, как и на плате DTRI.

8.1.8. Модуль периферийных устройств и загрузки P&L

Модуль P&L выполняет восемь функций эксплуатации и технического обслуживания, а именно:

1. Обеспечивает возможность передачи данных между периферийными устройствами и индивидуального управления устройствами.

2. Контроль аварийных состояний.

3. Анализ аварийных сообщений и вызов процедур по техобслуживанию.

4. Осуществляет загрузку различных CE (ЭУ) станций во время инициализации станции и последующих индивидуальных перезагрузках.

5. Координирует процедуры обслуживания и управляет последовательностью тестов при профилактических работах и устранении неисправностей.

6. Управляет работой системы обмена информацией «человек – машина», принимая команды оператора и предоставляя результаты их выполнения.

7. Управляет периферийными устройствами хранения данных при перезагрузке, хранения оверлейных программ, данных учета стоимости и т.д. Этими ПУ являются накопители на магнитных лентах, магнитных и оптических дисках.

8. Управляет и координирует расширением системы.

В системе имеется всего два модуля P&L, так же, как и два модуля C&TM.

В S-12 предусмотрена аварийная система для индикации любого вида аварий (см. рис. 8.8). Аварийная система передает информацию о каждой ошибке, которая возникает внутри коммутационной станции, оператору или обслуживающему персоналу по индикатору. Индикаторы показывают категорию аварийного сообщения и тип или источник аварийного сообщения. Система учитывает аварийные сообщения, которые генерируются отдельными модулями системы.

Каждый модуль контролирует свои собственные аварийные состояния и передает аварийное сообщение по DSN в направлении модуля техобслуживания и периферийных устройств P&L. Аварийные сообщения протоколируются на печатающем устройстве и индицируются акустическими сигналами и лампочками на основной сигнальной панели.

8.1.9. Цифровое коммутационное поле S-12

ЦКП является основным элементом, обеспечивающим концепцию распределенного управления системы S-12. Оно обеспечивает временную коммутацию каналов разных групповых трактов. ЦКП в S-12 применяется не только для передачи речевой и другой информации пользователя, но и для обмена сообщениями (данные процессоров) между модулями.

Поле имеет так называемую свернутую структуру, при которой все модули подключены к одной стороне поля. Для соединения между двумя модулями внутри поля соединительный тракт должен повернуть в некоторой точке, называемой точкой отражения (ТО).

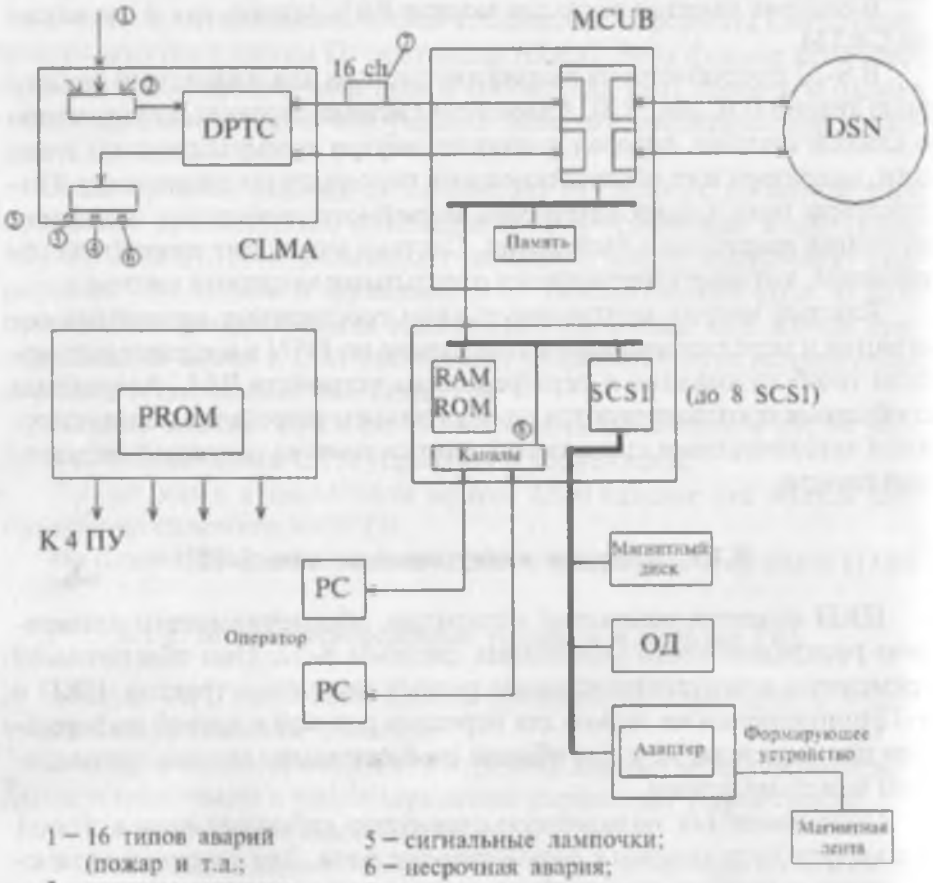
ЦКП S-12 имеет сложную многозвенную структуру, в основу которой положен цифровой коммутационный элемент ЦКЭ (DSE –

Digital Switching Element) или, как его еще называют, мультипорт, обеспечивающий коммутацию под воздействием собственных управляющих устройств.

PDF Compressor Free Version

Мультипорт объединяет 16 приемопередающих портов, связанных общей шиной (рис. 8.9). Команды на коммутацию поступают от СЕ вызывающего модуля по каналам ИКМ-трактов. Конструктивно мультипорт представляет собой печатную плату (PBA-SWCH).

Общая шина разделена во времени так, что в течение каждого временного канала каждый порт получает доступ к любому другому порту, в том числе и к самому себе.



1 – 16 типов аварий (пожар и т.д.;
2 – входные сигналы;
3 – рабочее состояние;
4 – срочная авария;
5 – сигнальные лампочки;
6 – несрочная авария;
7 – чтение аварий (команд по 16 каналу);
8 – последовательные каналы.

Рис. 8.8. **Структура модуля P&L**

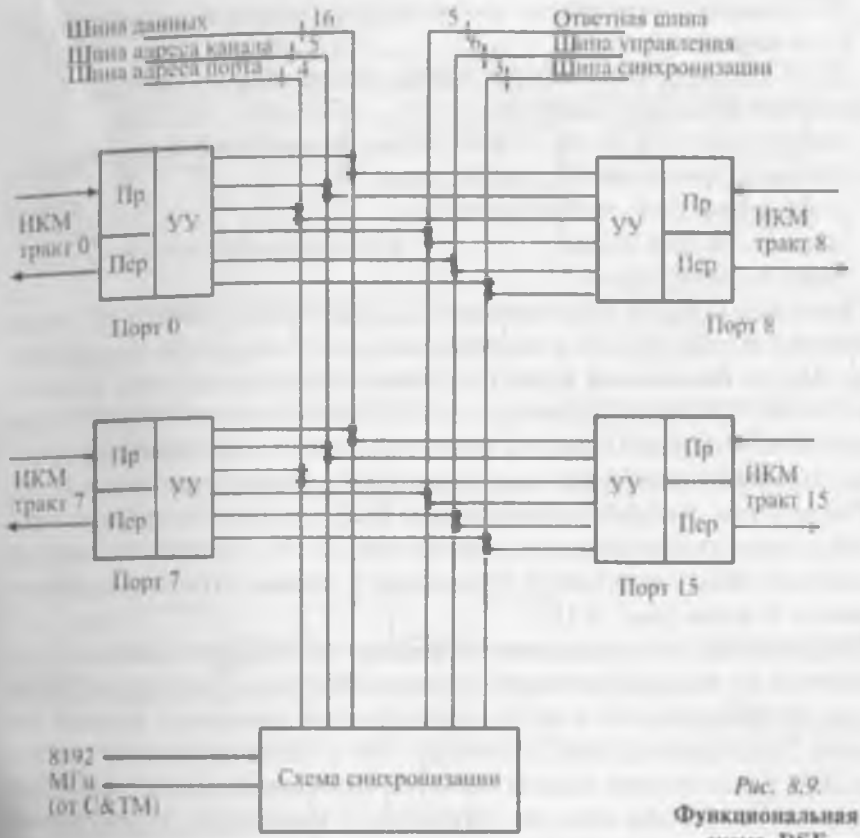


Рис. 8.9.
Функциональная схема DSE

Мультипорт выполняет пространственно-временную коммутацию – пространственную коммутацию трактов (портов) и временную коммутацию каналов по команде управления, сформированной СЕ вызывающего модуля.

Команда управления состоит из 16-разрядного слова, назначение битов которого следующее:

0. 1 – биты управления (протокола);
2 – не используется;
3 – 6 – номер – (адрес) порта;
7 – 10 – функция *«выбрать»*;
11 – 15 – номер (адрес) канала.

Значение бита протокола:

00 – команда *«канал не коммутируется»* (свободно);
10 – команда *«передается сообщение между СЕ»*;

01 – команда *«выбрать»* (подключить канал к исходящему порту);

11 – команда *«передаются данные пользователя»* (речь).

Значение функции *«выбрать»*:

PDF Compressor Free Version

любой порт с 8 по 11, любой канал } свободный поиск;
любой порт с 8 по 15, любой канал;

порт n или n+4, любой канал;
порт n, любой канал } направленный поиск;
порт n, канал m.

Структура команд управления и их количество зависят от места включения вызывающего и вызываемого модулей и от шага коммутации. Место включения влияет на точку отражения в поле. Команды до точки отражения задаются при свободном поиске, после – при направленном поиске. Процесс коммутации выполняется по координатам, задающимся при адресации модулей в коммутационном поле.

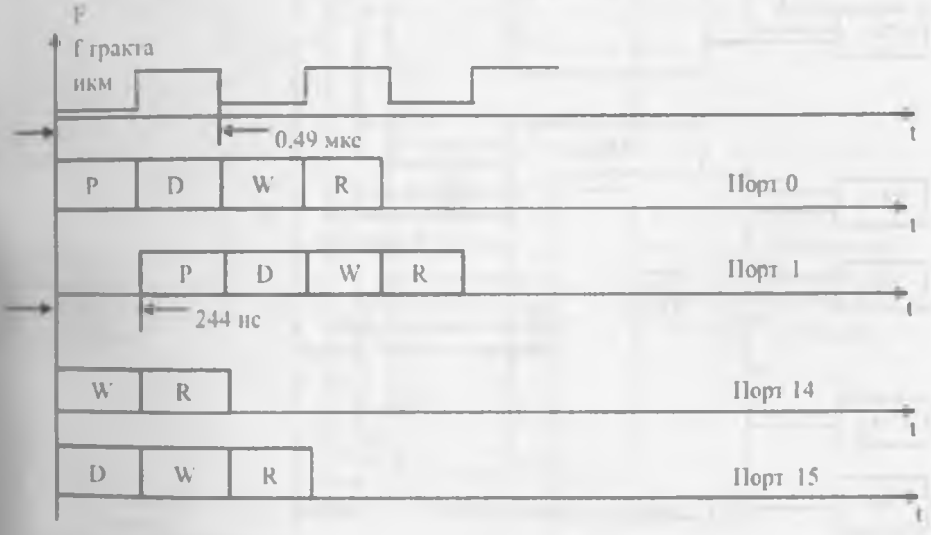
Рассмотрим процесс коммутации в DSE на примере одного приемного и одного передающего портов (рис. 8.10). Процесс коммутации данных между портами и обращение к шинам строго синхронизирован в 4 фазы (рис. 8.11).

Информация, поступающая по каналу *i* входящего тракта *x*, записывается во входящую память приемного порта. Состояние битов протокола сравнивается с их предыдущим состоянием в памяти состояния. Если предыдущее состояние «00» и биты протокола не изменились, то состояние канала остается свободным. Если состояние изменилось с «00» на «01», то необходимо выполнить коммутацию канала по информации функции *«выбрать»*. В зависимости от метода поиска (свободный или направленный) по данным команды управления УУ приемного порта выставляет адрес передающего порта (порт y) на шину адреса порта (фаза P). Каждый передающий порт содержит схему идентификации адреса порта. Если адрес порта назначения соответствует адресу данного порта, то во время фазы данных D произойдет передача канальной информации в выбранный передающий порт. Во время фазы записи W информация записывается в выходную память передающего порта. После чего по ответной шине передается адрес выбранного канала назначения в сторону приемного порта (во время фазы R).

В дальнейшем при передаче информации для данного соединения от приемного к передающему порту на шине адреса каналов будет устанавливаться номер этого канала (канал j).

ЦКП собирается из мультипортов так, чтобы обеспечивалась полная доступность всех модулей, включенных в него, при минималь-

Рис. 8.10. **Блок-схема коммутации между приемным и передающим портами DSE**



P – фаза выбора порта; W – фаза записи;
D – фаза данных; R – фаза считывания работы общей шины

Рис. 8.11. **Диаграмма работы общей шины**

ной вероятности внутренних блокировок. ЦКП состоит из ступени доступа (AS) и ступени ГИ (GS). Ступень доступа обеспечивает подключение модулей к коммутаторам ступени ГИ разных плоскостей, т к. ступень ГИ многозвенная и многоплановая (плоскостная). Чис-

ло звеньев и плоскостей ступени ГИ зависят от емкости системы и от требуемой пропускной способности, и может быть до 3-х звеньев, и до 4-х плоскостей (рис. 8.12).

Каждый модуль терминальный (ТМ) и системный (СМ) по двум трактам подключается к паре коммутаторов доступа ($AS_{(n)}$ и $AS_{(n+4)}$) ступени доступа.

PDF Compressor Free Version

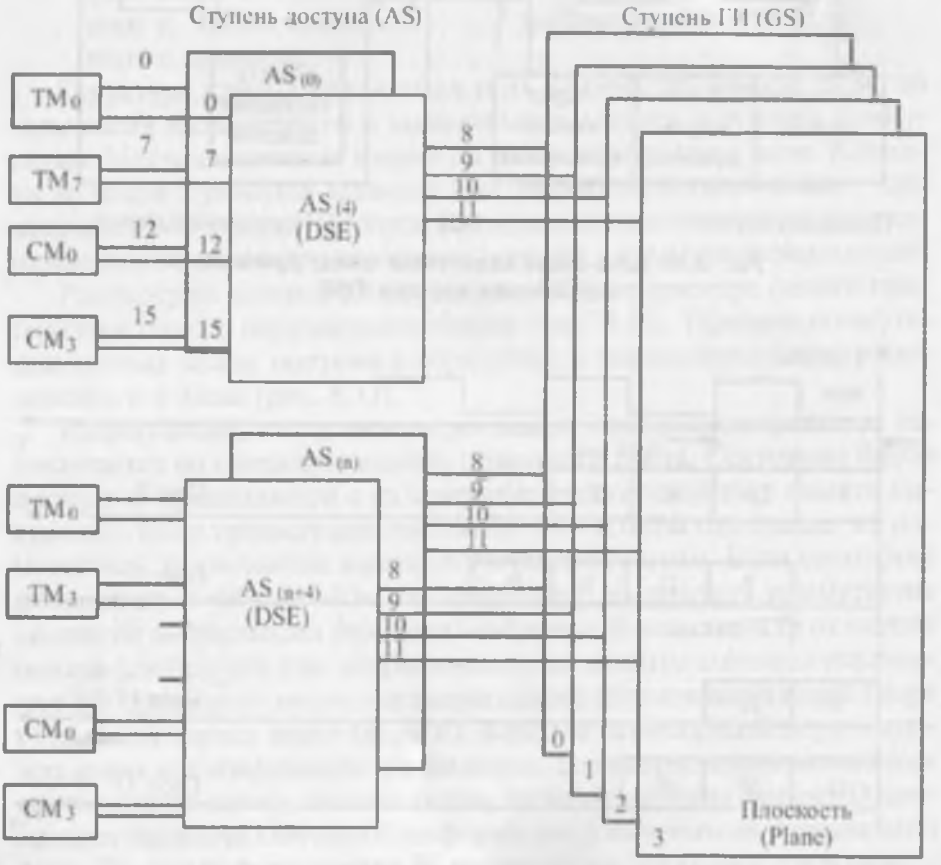


Рис. 8.12. **Принцип построения ЦКП S-12**

Каждый мультипорт (DSE) ступени доступа обеспечивает доступ ко всем плоскостям ступени ГИ.

Каждый терминальный модуль (ТМ) и системный модуль (СМ) (рис. 8.12) подключается к паре коммутаторов доступа AS в следующие порты: 0 7 – терминальные модули, 12 15 – системные модули.

Порты с 8 по 11 коммутаторов доступа предназначены для включения самих AS в коммутаторы ступени ГИ всех 4-х плоскостей (с 0 по 3 плоскость соответственно).

Таким образом, AS предназначен для подключения ТМ и СМ в коммутаторы ступени ГИ разных плоскостей для распределения поступающей нагрузки между плоскостями ГИ. Структура КП, при которой модули подключаются к паре AS, получила название *терминальный субблок* (TSU – Terminal SubUnit) (рис. 8.13). В зависимости от нагрузки, обслуживаемой модулями, к двум AS могут подключаться до 4 или до 8 терминальных модулей и до 4 системных модулей.

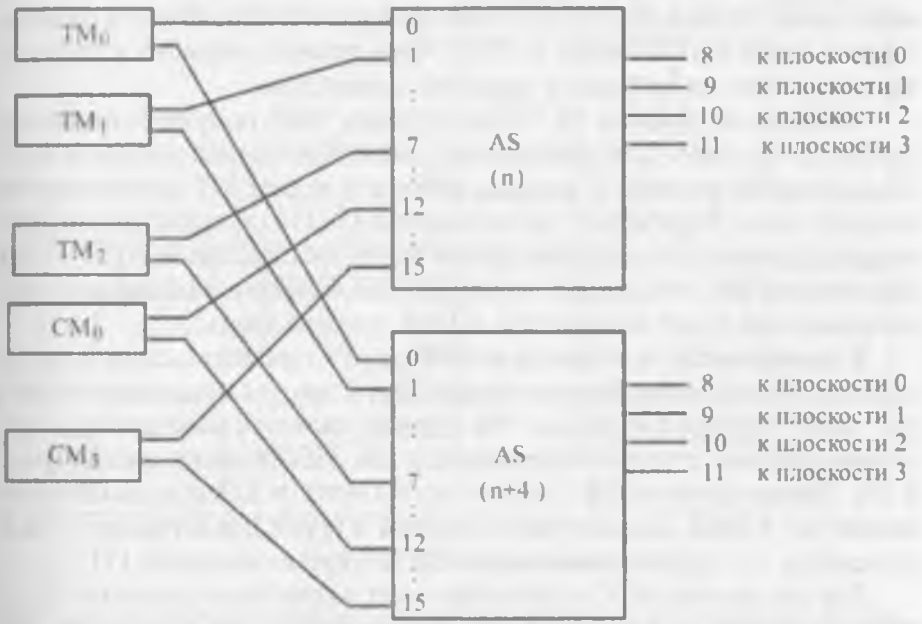


Рис. 8.13. **Структура терминального субблока (TSU)**

Ступень доступа может содержать до 1024 AS, образующих 512 пар.

Если модули включены в коммутатор доступа AS одного TSU, то соединение между ними может выполняться через этот AS без участия ступени ГИ. Для соединения между модулями разных TSU необходимо использовать ступень ГИ.

Группа из 4 TSU образует новую структуру КП, называемую *терминальным блоком* (TU – Terminal Unit). Для соединения AS используются DSE первой ступени ГИ – GS1.

При установлении соединения между модулями разных TSU одного TU используются соответствующие AS и общий DSE на ступени GS1. В терминальном блоке ТО является шина данных мультипорта первого звена GS1.

PDF Compressor Free Version

Применение одного DSE на ступени GS1 позволяет строить АТС малой емкости. Для возможности расширения емкости станции используются порты 8÷15 различных DSE на ступени GS1.

Построение коммутационных полей АТС средней и большой емкости предусматривает применение нескольких терминальных блоков. Поэтому появляется необходимость взаимодействия между ними, что достигается использованием коммутаторов второго звена (GS2) (рис. 8.14). В каждый DSE ступени GS2 включается до восьми терминальных блоков. Для увеличения пропускной способности поля на втором звене используется 8 DSE. Мультипорты первого и второго звена связаны по принципу «каждый с каждым».

Соединение восьми TU через ступень GS2 получило название *секции* (S-Section). Для межзвенной связи используются порты 8÷15 мультипортов первого и второго звеньев и порты 0÷7 мультипортов второго звена. Порты 8÷15 мультипортов GS2 используются для расширения емкости поля путем организации третьего звена (GS3). При соединении модулей разных терминальных блоков одной секции точка отражения будет находиться в DSE второго звена.

В зависимости от емкости в ЦКП могут применяться от 1 до 16 секций. Для взаимодействия секций друг с другом применяется третье звено ступени ГИ (GS3). Эта ступень является последней, и все порты DSE этой ступени используются для подключения секций (рис. 8.15). Третья ступень GS3 состоит из 8 групп, в каждую из которых входит по 8 DSE. Совокупность секций и групп представляет собой плоскость, т.е. группообразование ЦКП с тремя звеньями ГИ.

Для построения АТС на местных сетях в качестве оконечных станций, как правило, в ступени ГИ применяются две плоскости. На транзитных узлах и междугородных телефонных станциях – 3 или 4 плоскости. Плоскости между собой работают в режиме разделения нагрузки.

Таким образом, в ЦКП может применяться от двух до четырех плоскостей, в каждой плоскости может быть от одного до трех звеньев ступени ГИ.

При соединении двух модулей, включенных в разные секции, точка отражения будет находиться в DSE ступени GS 3.

В соответствии с командами «*выбрать*», формируемыми СЕ и передаваемыми в DSE соответствующих ступеней ЦКП, соединение че-

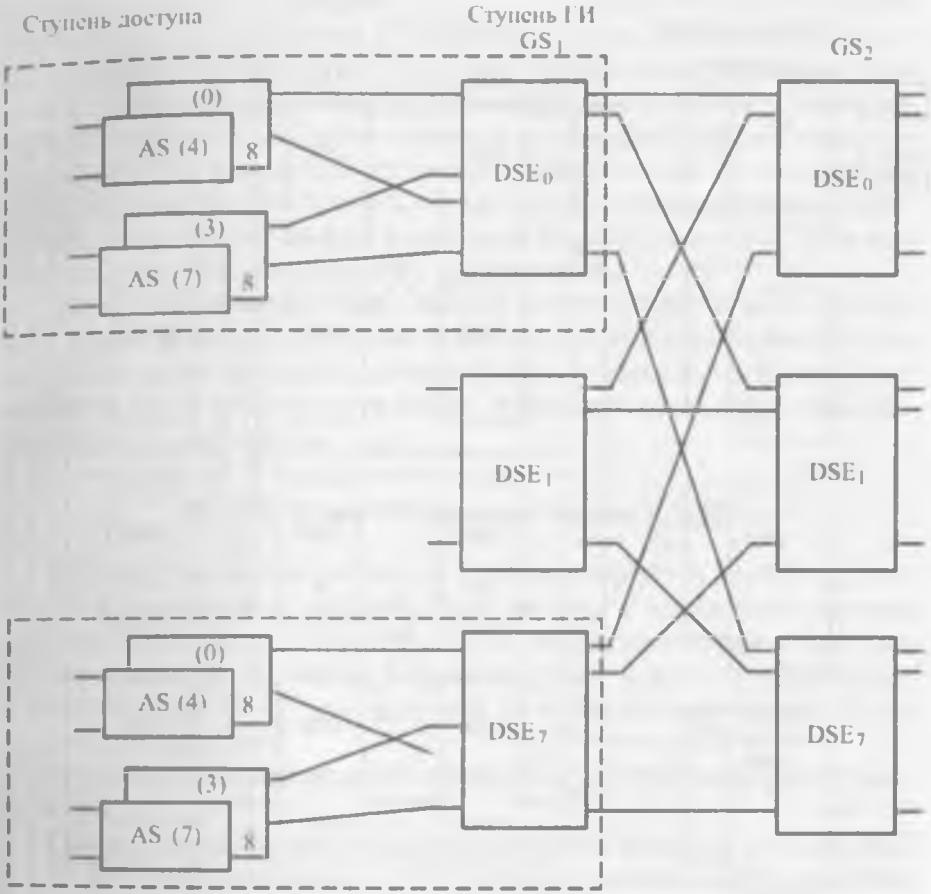


Рис. 8.14 **Структура секции**

рез поле будет устанавливаться последовательно, продвигаясь вплоть до точки отражения с целью достижения данного модуля.

Соединение будет устанавливаться по кратчайшему пути так, что для модулей, принадлежащих одному TSU, точка отражения будет находиться в DSE ступени доступа. Для модулей, принадлежащих, разным TSU одного TU, точка отражения будет находиться на ступени GS 1; для модулей, принадлежащих разным TU одной секции, точка отражения будет находиться на ступени GS 2, для модулей, принадлежащих разным секциям – на ступени GS 3. Это означает, что число используемых команд «выбрать» будет соответственно 1, 3, 5 или 7. Для определения пути через ЦКП необходимо учитывать адресацию всех модулей. Каждый модуль имеет сетевой (системный)

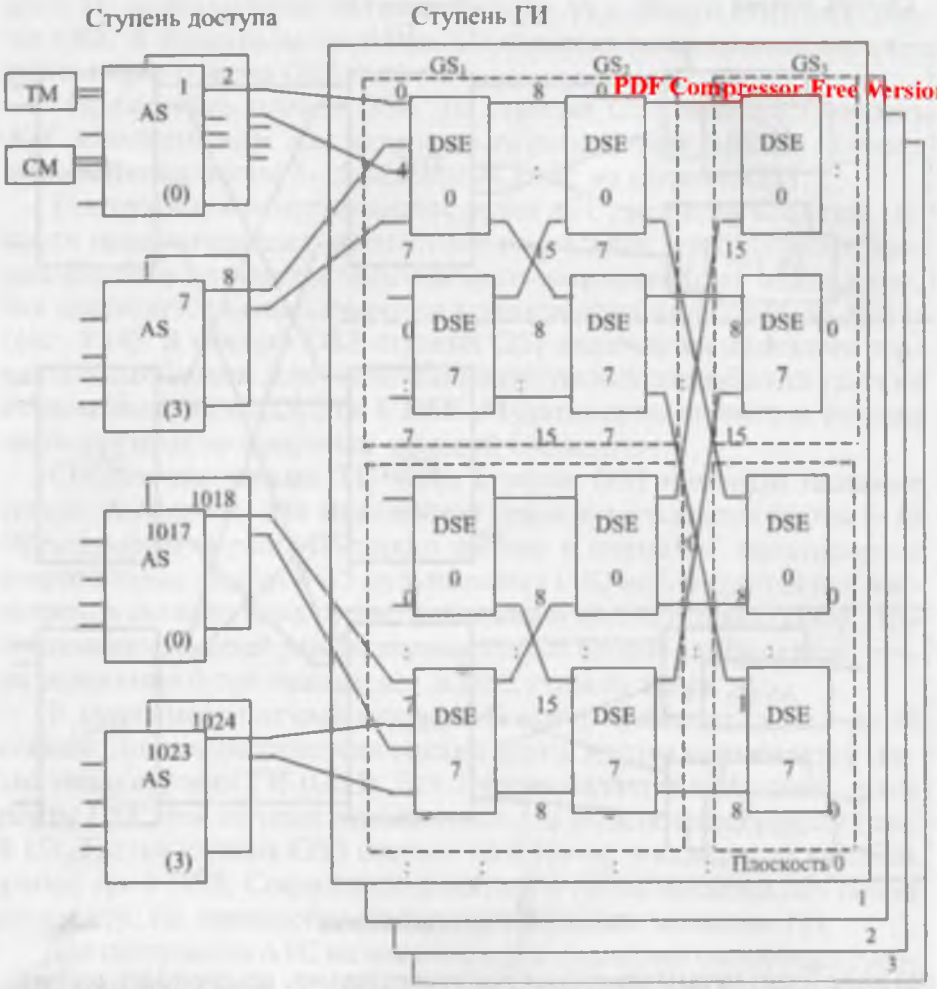


Рис. 8.15. **Группообразование ступени ГИ с тремя звеньями GS 1, 2, 3**

адрес NA (Network Address), который при адресации поля содержит 4 символа:

Z – номер порта в DSE ступени GS 3 (0÷15).

Y – номер порта в DSE ступени GS 2 (0÷7).

X – меньший номер порта в DSE ступени доступа (0÷3).

W – номер порта DSE ступени доступа, в который включен модуль (0÷7 или 12÷15).

Таким образом, максимальное число модулей системы S = 12 с тремя ступенями ГИ будет: 16 · 8 · 4 · 12 = 6144 модуля.

Каждая команда *«выбрать»* формируется при свободном искании (любой порт, любой канал) до точки отражения, при вынужденном – после точки отражения. Таким образом, управляющее устройство приемного порта само выбирает передающий порт (в соответствие с командой *«выбрать»*). В случае успешной коммутации передающий порт посылает в приемный сигнал подтверждения о том, что соединение будет установлено. В обратном случае сигнал подтверждения не передается, при этом входящий канал переходит в состояние *«нет подтверждения»*, что запоминается приемником.

Тогда участки соединения, занятые до получения сигнала «NACK» (нет подтверждения) теперь не нужны и они должны быть освобождены. Для этого процессор, который выдал команду *«выбрать»*, оповещается по 16 каналам всех ИКМ, использованных при установлении данного соединения.

8.1.10. Этапы обслуживания вызова в S-12

При обслуживании вызовов в S-12 используется группа системных и терминальных модулей. Тип вызова, а также используемая система сигнализации (для исходящего, входящего и транзитного вызовов) влияет на то, какие модули системы будут использоваться. Схема модулей S-12, участвующих в обслуживании вызова, представлена на рис. 8.16.

Рассмотрим процедуру обслуживания внутристанционного вызова.

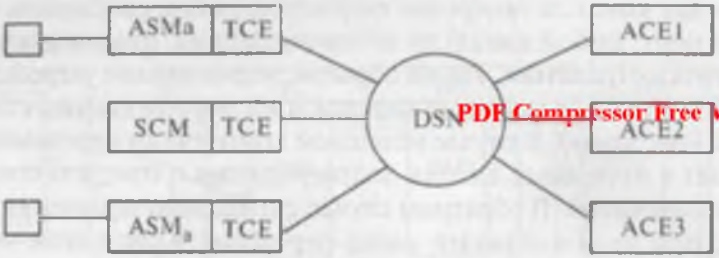
При внутристанционном вызове определим функции модулей ACE:

ACE1 – дополнительное УУ со стороны вызывающего абонента, оно предназначено для определения абонентской характеристики: тип абонентской линии (аналоговая, цифровая или ISDN), тип набора номера (импульсный, тональный, комбинированный), категория абонента (обычный, абонент УАТС, с приоритетом или без), активизированные службы ДВО, состояния абонентской линии и т.д.

ACE2 – дополнительное УУ, выполняющее общие функции координации вызова, определение свободных ресурсов системы (многочастотных приемников и передатчиков, модулей DTM, содержащих свободные каналы), определяет тип используемой системы сигнализации (CAS, ОКС7), состояние вызываемого абонента и т.п.

ACE3 – дополнительное УУ со стороны вызываемого абонента, выполняет те же функции что и ACE1, но для абонента В.

Рассмотрим процедуру обслуживания вызова между двумя обычными абонентами одной АТС (без использования служб ДВО). У



PDF Compressor Free Version

Рис. 8.16. **Схема модулей системы S12, участвующих в обслуживании внутристанционного вызова (тональный набор номера)**

абонента А используется аппарат с тональным набором. Абонент В свободен.

1 этап. Этап занятия, посылки сигнала «*Ответ станции*», выбора устройства приема цифр номера.

В момент поднятия трубки абонентом А происходит замыкание шлейфа его абонентской линии, что фиксируется путем сканирования контрольных точек элементом TCE в модуле ASMa. TCE формирует команду управления в ACE1, содержащую информацию о смене состояния линии и ее координаты. ACE1 по полученным координатам обращается в базу данных и определяет, что данная смена состояния является моментом поднятия трубки. После чего ACE1 определяет абонентскую характеристику абонента А. Так как набор номера тональный, то ACE1 обращается к ACE2 для определения и подключения свободного DTMF-приемника модуля SCM. Для этого ACE2 обращается в собственную базу данных и определяет координаты модуля SCM, содержащего свободный DTMF-приемник. После чего ACE2 активизирует необходимый модуль SCM и передает ему координаты ASMa, для того, чтобы можно было организовать тракт приема-передачи между этими модулями (тракт приема цифр номера, тракт передачи сигнала «*ответ станции*»).

2 этап. Прием и анализ цифр номера.

Абонент А, услышав сигнал «ОС», начинает набор цифр. 1-ая цифра в виде многочастотного кода поступает в DTMF-приемник модуля SCM, где преобразовывается из кодовой комбинации в цифру номера. Элемент управления модулями CSM фиксирует момент поступления 1-ой цифры и дает команду на отключение сигнала «ОС». 1-ая цифра номера в виде управляющей информации поступает в ACE2 для анализа полученной цифры. Результатом анализа является определение типа соединения (к АМТС, к УСС, местный вызов).

Кроме того, ACE2 определяет значность номера (для местного вызова) и количество необходимых цифр номера для выполнения дальнейшего анализа. По мере поступления оставшихся цифр номера ACE2 определяет тип вызова (внутристанционный) и состояние абонента B (свободен или занят).

3 этап. Посылка сигнала вызова и КПВ, разговор.

Если абонент B свободен, ACE2 определяет координаты абонента B (ASMB, АЛ), а также ACE, отвечающий за управление обслуживания вызова со стороны вызываемого абонента. ACE2 обращается в ACE3 с запросом на обслуживание вызова. Для этого ACE3 формирует команду управления элементами модуля ASMв для активизации вызывного сигнала абоненту B и сигнала КПВ абоненту A. После поднятия трубки вызываемым абонентом, в памяти ACE2 и ACE3 изменяется состояние его линии из «свободно» на «занято». ASMв проключает разговорный тракт между ним и модулем ASM абонента A через КП. Тем самым система переходит в состояние разговора. ACE3 обращается в ACE1 с информацией о начале разговора для возможности начала тарификации вызова.

4 этап. Отбой, разъединение, освобождение.

Рассмотрим отбой со стороны вызываемого абонента. Абонент B первый положил трубку, что фиксируется путем сканирования контрольной точки его абонентской линии. Элемент управления ASM абонента B формирует команду ACE3 об изменении состояния вызываемого абонента. ACE3 определяет момент отбоя вызывающим абонентом. После чего формируются команды управления в следующие модули:

1) в ACE2 – команда о смене состояния АЛ абонента B, после которого ACE2 обращается в собственную базу данных и переводит состояние абонента B из состояния «*занят*» в «*свободен*». Тем самым абонент B становится доступным для других вызовов.

2) в ACE1 – команда о смене состояния АЛ абонента B, после которой ACE1 заканчивает процесс тарификации вызова и дает команду элементу управления ASMa о необходимости генерации сигнала «*занято*». Для этого ТСЕ модуля ASMa коммутирует сигнал «*занято*» вызывающему абоненту.

Абонент A кладет трубку, и действия следующие за этим аналогичны действиям для момента отбоя вызываемым абонентом. ACE2 переводит состояния абонента A из состояния «*занят*» в состояние «*свободен*». Все модули и тракты системы, участвующие в обслуживании данного вызова, освобождаются.

8.2. C&C08 фирмы Huawei

8.2.1. Характеристика системы C&C08

PDF Compressor Free Version

Цифровая коммутационная система с программным управлением C&C08 – это интегрированная коммутационная платформа, применяемая в качестве АТС на телефонной сети общего пользования ТфОП и цифровой сети с интеграцией услуг ISDN, в ведомственных сетях связи, на междугородней и международной сетях связи. Кроме того, C&C08 может быть использована как платформа для построения интеллектуальной сети, сетей поддержки (сети сигнализации, сети синхронизации, сети управления TMN), сетей мобильной связи (GSM, DECT), абонентского доступа AN (абонентского радиодоступа WLL, сети абонентского оптического доступа HONET).

C&C08 имеет модульную структуру и может предоставлять до 800000 интерфейсов абонентских линий или до 180000 интерфейсов соединительных линий. Для удовлетворения различных требований сети C&C08 может работать в различных режимах: в режиме коммутационного модуля SM, в режимах различных удаленных коммутационных модулей (RSM, RSA) и в режиме модуля обработки услуг SPM с большим количеством комплектов соединительных линий.

Режимы SM и SPM подходят для местной оконечной станции, транзитной станции, междугородней станции, шлюзовой станции межсетевой связи, международной станции и т.д., в средних и больших городах. Режимы работы с удаленными модулями подходят для использования в сетях с относительно рассредоточенными абонентами.

Пример использования коммутационной системы C&C08 в сети показан на рис. 8.17.

Для реализации своих функций C&C08 имеет полный набор открытых сигнальных и сервисных интерфейсов большой емкости:

1) Z-интерфейс аналоговых абонентских линий;

2) Интерфейсы ISDN (BRI = 2B + D, интерфейс базового доступа и PRI = 30B + D, интерфейс первичного доступа);

3) Интерфейс V5 (унифицированный интерфейс сети абонентского доступа);

4) PHI (интерфейс обработки пакетов);

5) A-интерфейс соединительных линий;

6) Интерфейсы LAN (Ethernet 10 Мбит/с и FDDI 100 Мбит/с);

7) Интерфейс с внешним тестовым оборудованием;

8) Интерфейс дистанционного технического обслуживания;

9) Интерфейс с центром биллинга;

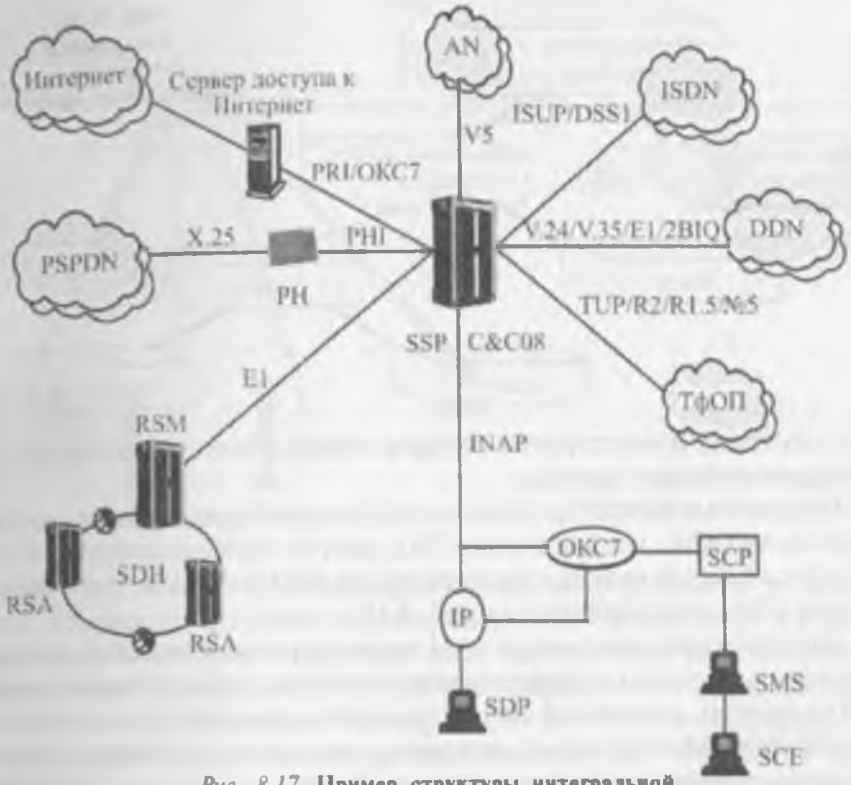


Рис. 8.17. **Пример структуры интегральной сетевой платформы C&C08**

10) Интерфейсы SDH 155,52 Мбит/с.

C&C08 может иметь встроенную оптическую систему передачи SDH. Сигналы между коммутационными модулями АТС передаются по оптоволоконному кабелю, возможна также связь при помощи стандартного интерфейса E1 по медному кабелю.

8.2.2. Структура оборудования C&C08

Оборудование АТС C&C08 имеет модульную иерархическую структуру. Все аппаратные средства разделены на четыре уровня (рис. 8.18). На низшем уровне находятся схемные платы, выполняющие различные функции. Выше уровнем находится кассета (полка), содержащая ряд схемных плат, объединенных по функциональному признаку. Из функциональных кассет состоят модули различных видов, каждый из которых может выполнять определенные функции. Различные модули, их количество и номенклатура составляют коммутационную сис-

Рис. 8.18. **Модульная структура аппаратных средств**

PDF Compressor Free Version

тему, функции и интерфейсы которой определяются конфигурацией и предназначением системы.

Вся система C&C08 состоит из следующих компонентов: модуля управления (AM), модуля связи (CM), модуля обработки услуг (SPM), модуля совместно используемых ресурсов (SRM) и коммутационного модуля (SM), как показано на рис. 8.19.

Административный модуль AM управляет установлением межмодульных соединений и обеспечивает открытую структуру управления хост-системой, состоящей из центрального коммутатора и компьютерной сети. AM состоит из основного модуля управления (FAM) и вспомогательного модуля управления (BAM).

FAM управляет установлением соединений между модулями всей системы; для установления любого соединения между модулями SM и SPM требуется передача сообщений через FAM, который управляет коммутацией в реальном времени, поддерживает центральную базу данных размещения глобальных номеров, выполняет серийное искание соединительных линий и осуществляет управление ресурсами.

FAM реализует также интерфейсы между главным процессором станции и терминалами эксплуатации и технического обслуживания; эти интерфейсы аппаратно объединены с CM и вместе называются FAM/CM или для краткости – AM.

BAM обеспечивает взаимосвязь между коммутационной системой и открытой сетевой системой в режиме «клиент/сервер» через непосредственное подключение к FAM посредством интерфейса Ethernet. Таким образом, он является центральным элементом для соединения станции C&C08 и компьютерной сети. BAM обеспечивает интерфейсы Ethernet для доступа нескольких рабочих станций и интерфейсы V.24 (RS-232)/V.35 для подключения к центру NM и центру тарификации.

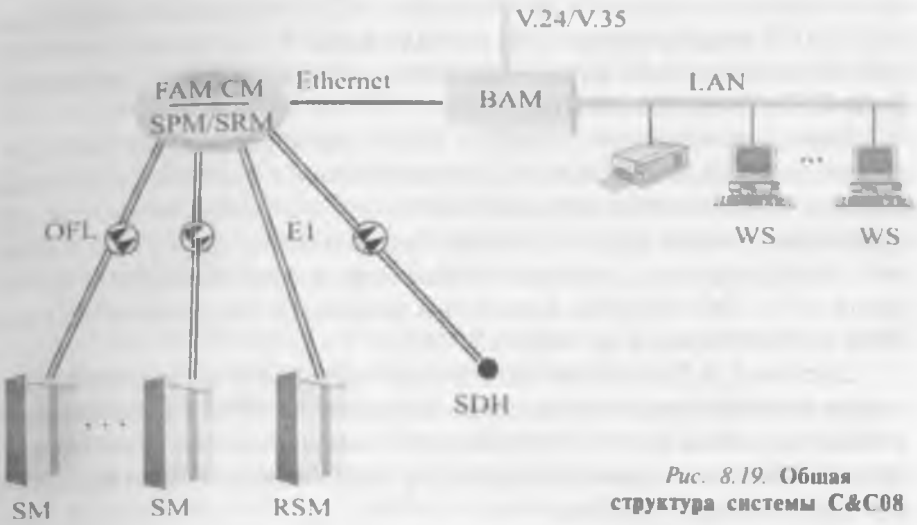


Рис. 8.19. **Общая структура системы C&C08**

BAM представляет собой ядро системы эксплуатации и технического обслуживания коммутационной системы C&C08. BAM управляет, поддерживает и контролирует хост-систему, которая называется также терминальной системой, являясь сервером в составе аппаратных средств. Он использует программное обеспечение терминальной системы и работает на базе операционной системы Windows NT, предоставляя эксплуатационные интерфейсы GUI и MMI для легкого и удобного управления системой.

Модуль связи CM обеспечивает соединения между речевыми каналами и звеньями сигнализации соответствующих модулей. Любое соединение речевых каналов между модулями SM должно проходить через центральное коммутационное поле CNET. CM обеспечивает такие внешние интерфейсы, как интерфейсы соединительных линий E1/T1, интерфейсы STM-1, волоконно-оптические интерфейсы 40 Мбит/с для подключения модулей SM.

Любое соединение речевых каналов между модулями SM/SPM должно также проходить через центральное коммутационное поле.

Модуль обработки услуг SPM выполняет функции коммутационного модуля, но имеет более высокую производительность. SPM встроен в штатив AM/CM. Этот модуль использует внешние интерфейсы AM/CM, а также центральную базу данных. Поэтому данный модуль имеет более высокие производительность и степень интеграции, чем SM. Кроме того, он поддерживает в основном режим организации сети соединительных линий большой емкости и обрабатыва-

ет услуги, относящиеся к применению ИКМ, например, сигнализацию ОКС7, сигнализацию CAS, сигнализацию V5, сигнализацию PRA/PHI. SPM может быть непосредственно соединен с BAM через интерфейс TCP/IP 10/100 Мбит/с.

PDF Compressor Free Version

Модуль совместных ресурсов SRM предоставляет модулю SPM все ресурсы, необходимые для обработки услуг, включая тональные сигналы, приемник номеров двухчастотной тональной сигнализации, приемопередатчик многочастотной сигнализации, средства телефонной конференцсвязи, средства отображения номера вызывающего абонента и т.д. Эти ресурсы совместно используются всеми модулями SPM всей станции, а не одним SPM.

Система C&C08 разработана в виде модульной конструкции, допускающей поблочное добавление модулей SM/SPM в качестве компоновочных блоков. AM/CM реализует межмодульную связь распределенных коммутационных полей для образования коммутационной системы большой емкости.

8.2.3. Конфигурация системы

Коммутационная система C&C08 имеет три варианта конфигурации:

1) коммутационная система большой/средней емкости, применяется для местной оконечной станции, транзитной станции, междугородной станции и шлюзовой станции в больших и средних городах;

2) автономная станция малой емкости, применяется для оконечной АТС в средних и малых городах или районах;

3) конфигурация с различными удаленными модулями, применяется для организации сетей в областях со сравнительно невысокой плотностью абонентов.

В C&C08 90 % функций обработки вызовов и технического обслуживания осуществляется в коммутационном модуле SM, который является основой построения станции. Модуль обработки услуг SPM также является основным модулем C&C08, но является коммутационным модулем высокой производительности. Он выполняет такие функции, как обработка вызовов, управление распределенными базами данных, управление распределенными ресурсами и операции технического обслуживания.

Модуль SM соединяется с AM/CM двумя парами оптических кабелей третичной группы, интерфейсом E1 или системой передачи SDH, а модуль SPM является частью AM/CM. Оба модуля могут гибко расширяться до необходимой емкости в блочном режиме.

Существуют следующие конфигурации системы – в режиме коммутационных модулей SM, в режиме модулей обработки услуг SPM, совместного использования режимов SM и SPM. Поэтому рассмотрим подробнее первые два вида конфигурации системы.

Конфигурация системы только с коммутационными модулями SM. SM может выполнять все функции установления соединений и коммутации в пределах модуля, функции коммутации между модулями SM производятся совместно с центральным коммутационным полем в модуле AM/CM.

Типы SM:

- при комплектации интерфейсами абонентских линий – коммутационный модуль абонентских линий USM;
- при комплектации интерфейсами соединительных линий – коммутационный модуль соединительных линий TSM;
- при комплектации интерфейсами абонентских линий и соединительных линий – комбинированный коммутационный модуль абонентских/соединительных линий UTM;
- при комплектации интерфейсом ACD и интеллектуальных услуг – интеллектуальный коммутационный модуль ISM, обеспечивающий такие услуги, как автоматическое распределение вызовов (ACD), а также организация на его основе системы информационных услуг, речевого почтового ящика, справочных услуг о телефонных номерах, системы приема жалоб о неисправностях.

В зависимости от расстояния до модуля AM/CM модуль SM может быть местным или удаленным. Кроме удаленных коммутационных модулей RSM возможно использование удаленных модулей без внутренней коммутации (выносов) RSA, подключаемых по интерфейсу E1 к коммутационным модулям SM или RSM.

Типовые конфигурации коммутационных модулей системы C&C08 приведены в табл. 8.1.

RSM соединяется с центральной станцией с помощью оптических кабелей или с помощью стандартного интерфейса E1 (2 Мбит/с) с использованием внутреннего протокола. Такой подход обеспечивает следующие преимущества: использование существующих сетей передачи; упрощение построения крупномасштабных местных сетей большой емкости с небольшим количеством станций.

Удаленные коммутационные модули системы и их основные характеристики приведены в табл. 8.2.

RSA представляет собой удаленный абонентский модуль малой емкости, в котором использована технология ISDN (30B+D). Каж-

Таблица 8.1

Типовые конфигурации коммутационных модулей SM системы C&C08

PDF Compressor Free Version

Тип модуля	Модуль в составе коммутационной системы			Автономный модуль		
	Аналоговые абонентские линии (ASL)	Цифровые соединительные линии (DT)	Число стативов	Аналоговые абонентские линии (ASL)	Цифровые соединительные линии (DT)	Число стативов
USM	6688	-	4			
TSM	-	1440	1		1920	1
UTM	4560	480	4	5472 3648 1824	480	4 3 2

дый RSA обеспечивает подключение до 1216 абонентов, при этом каждые 304 абонента совместно используют два тракта ИКМ для образования субмодуля. При использовании другого коэффициента концентрации такой субмодуль может обслуживать 608 абонентов.

Таблица 8.2

Удаленные коммутационные модули C&C08

Удаленный модуль/блок C&C08		Емкость каждого Модуля/ блока	Коэффициент концентрации	Наличие функции независимой коммутации	Соединение с опорной станцией	Максимальное расстояние от опорной станции
Удаленный коммутационный модуль	RSM	До 6688	4:1,6:1,8:1 (по потребности)		Оптическое волокно	50 км
	RSMII	2000 ~ 6688	4:1,6:1,8:1 (по потребности)	Есть	Система передачи ИКМ	Определяется системой передачи
Удаленный абонентский модуль	RSA	304 ~ 1216	4:1,6:1,8:1 (по потребности)	Нет	ИКМ 30B+D	Определяется системой передачи

Два тракта ИКМ работают в режиме взаимной поддержки. 16-й временной интервал потока данных ИКМ используется для передачи сигнализации в режиме LAPD. RSA может осуществлять удаленный доступ к своей коммутационной системе через каналы ИКМ и оптическую систему передачи, или через две пары телефонных линий типа HDSL (высокоскоростная цифровая абонентская линия).

К коммутационному модулю SM могут подключаться аналоговая абонентская линия ASL, цифровая абонентская линия DSL, цифровая соединительная линия DT.

Функции обработки вызовов модуля SM включают в себя: определение источника вызова; генерацию сигнала «*ответ станции*»; прием и анализ номера; управление вызовом.

Общая структура коммутационного модуля SM приведена на рис. 8.20.

Интерфейсные блоки адаптированы к применению различных аналоговых и цифровых абонентских линий, соединительных линий, межстанционных систем передачи и межсетевых соединений.

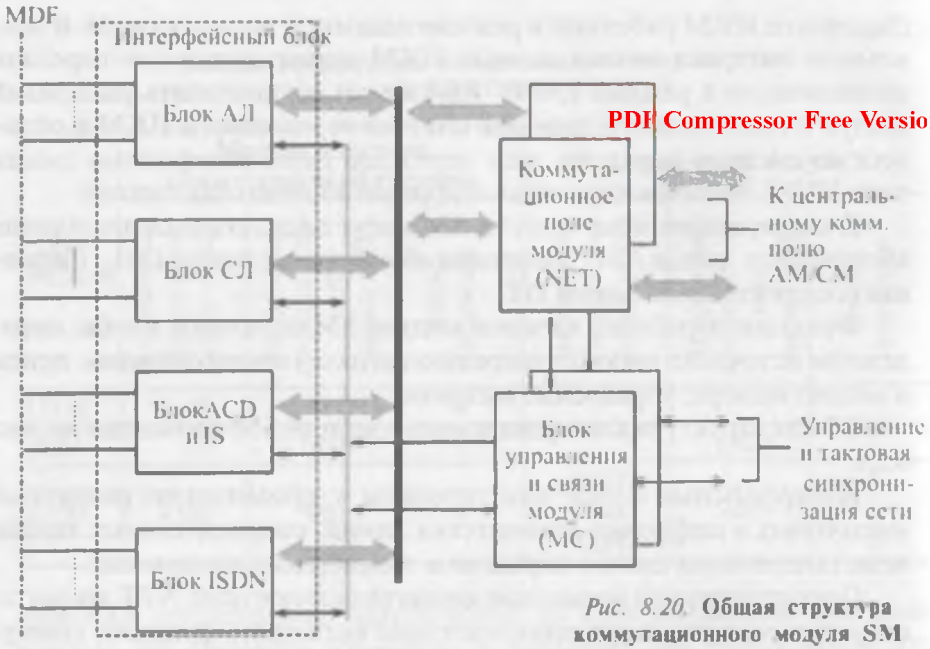
Одноступенчатое временное коммутационное поле NET коммутационного модуля может самостоятельно выполнять функцию коммутации между абонентами данного модуля и взаимодействовать с центральным коммутационным полем CNET модуля AM/CM для выполнения функции коммутации между абонентами разных SM одной системы C&C08, или абонентами системы C&C08 и других АТС. Коммутационное поле NET – это поле временного типа емкостью 4K×4K. В настоящее время оно реализуется на основе 4 микросхем (ASIC) временного коммутационного поля 2K×2K серии SD509 разработки компании Huawei. Каждая ASIC выполняет коммутацию временных интервалов с общей шины HW 2.048 Мбит/с. Коммутационное поле работает в режиме «горячего резервирования».

Различают коммутационные модули абонентских линий, соединительных линий и комбинированные коммутационные модули.

Конфигурация системы только с модулями обработки услуг SPM. SPM встроен в AM/CM и предоставляет услуги всех типов через интерфейсы E1 или оптические интерфейсы SDH, обеспечиваемые модулем AM/CM.

SPM следует использовать вместе с AM/CM. Его нельзя применять при организации сети в качестве SM для одномодульной станции. Типичные конфигурации системы с SPM приведены в табл. 8.3.

Несмотря на то, что модуль SPM встроен в AM/CM, он построен по модульному принципу, поэтому расширение можно обеспечить путем добавления модулей SPM.



PDF Compressor Free Version

Рис. 8.20. **Общая структура коммутационного модуля SM**

Таблица 8.3

Типичные конфигурации системы C&C08 (с SPM)

Число соединительных линий	Число модулей обработки услуг	Число стативов
30720	8	5
61440	16	7
92160	24	9

8.2.4. Внешние интерфейсы

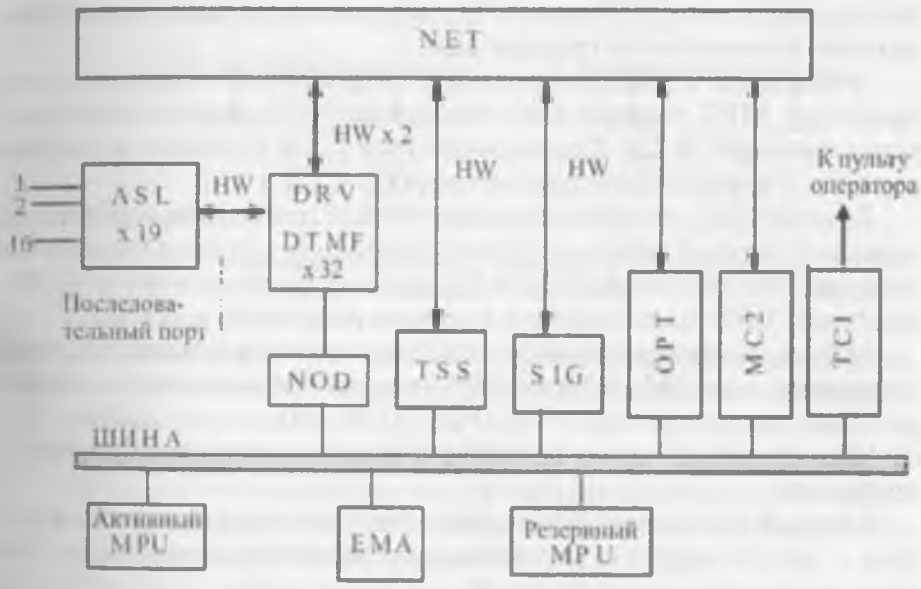
Двухпроводные аналоговые Z-интерфейсы. Коммутационный модуль абонентских линий USM системы C&C08 предназначен для подключения аналоговых и цифровых абонентских линий. На рис. 8.21 показана реализация Z-интерфейса в коммутационном модуле абонентских линий USM.

В C&C08 платой аналоговых абонентских линий ASL реализуются функции, так называемых, Z-интерфейсов. В этом случае двухпроводные аналоговые интерфейсы могут подключаться к аналоговым абонентским аппаратам, к УАТС или линейному концентратору.

Станция C&C08 обеспечивает интерфейсы аналоговых абонентских линий в SM и удаленном модуле, а модуль обработки услуг SPM может обеспечивать интерфейсы аналоговых абонентских линий посредством соединения с удаленным адаптером абонентских линий RSA.

Параметры Z-интерфейса:

- питание – 48 В;
- сопротивление шлейфа – 2 кОм;
- посылка вызывного сигнала 25±3 Гц, напряжением U = 75 ± 5 В;
- прием цифр номера импульсным способом;
- прием цифр номера многочастотным способом;
- компаундирование по законам А, μ;
- тестирование портов и АЛ.



HW – Магистраль (интерфейс) со скоростью 2048 кбит/с, которая обеспечивает внутренние звенья сигнализации и речевые каналы для станции. Могут также использоваться интерфейсы со скоростями, например, 8192 кбит/с

Рис. 8.21 **Блоки Z-интерфейсов в модуле абонентских линий**

Блок абонентских линий модуля USM содержит платы ASL и/или DSL, DRV, TSS и SIG. Платы аналоговых абонентских линий ASL реализуют функции BORSHCT. На каждые 608 абонентских линий ASL требуется одна плата TSS.

Плата управления блоком абонентских линий и приема двухтонального набора DRV содержит процессор управления CPU и многочастотные DTMF– приемники. Если требуется функция речевой почты, то взамен одной платы ASL может использоваться плата интерфейса речевого почтового ящика AVM.

PDF Compressor Free Version

Плата SIG обеспечивает посылку тональных сигналов абонентам и речевых сообщений автоинформатора.

Коммутационное поле модуля NET использует две шины речевых каналов HW, подключенных к каждому базовому абонентскому блоку и используемых в качестве каналов коммутации временных интервалов. Кроме назначения каждому базовому абонентскому блоку, шины HW коммутационного поля NET должны быть также назначены плате тональных сигналов SIG, плате тестирования абонентских линий TSS, а также использоваться для связи с центральным коммутационным полем CNET в AM/CM для совместного выполнения коммутации межмодульной информации.

Управление USM организовано по 3-уровневому иерархическому принципу: MPU главный узел управления NOD подчиненный узел управления (рис. 8.22). Под подчиненным узлом понимается процессор CPU в плате абонентских линий ASL.

Каждый блок абонентских линий с целью повышения надежности управляется двумя главными узлами управления в режиме разделения нагрузки. Эти два главных узла выбираются на различных платах NOD. Две платы DRV также работают в режиме разделения нагрузки.

MPU – это центральный (главный) процессор в основных блоках управления всех SM. В блоке MPU модуля SM применяется центральный процессор типа 80586/PENTIUM. Объем его памяти – до 64 MB, что обеспечивает достаточно высокую производительность процессора.

Главный процессор MPU обрабатывает полученную им информацию о работе модуля и управляет работой подчиненных узлов для выполнения следующих функций:

- приема информации от абонентских и соединительных линий через узлы управления NOD и выдачи на узлы NOD соответствующих команд;
- управления платой тональных и речевых сигналов SIG в соответствии с состоянием абонентской линии;
- управления платой частотной сигнализации MFC в соответствии с состоянием абонентских и соединительных линий.
- управления платой коммутационного поля NET при установлении соединений;

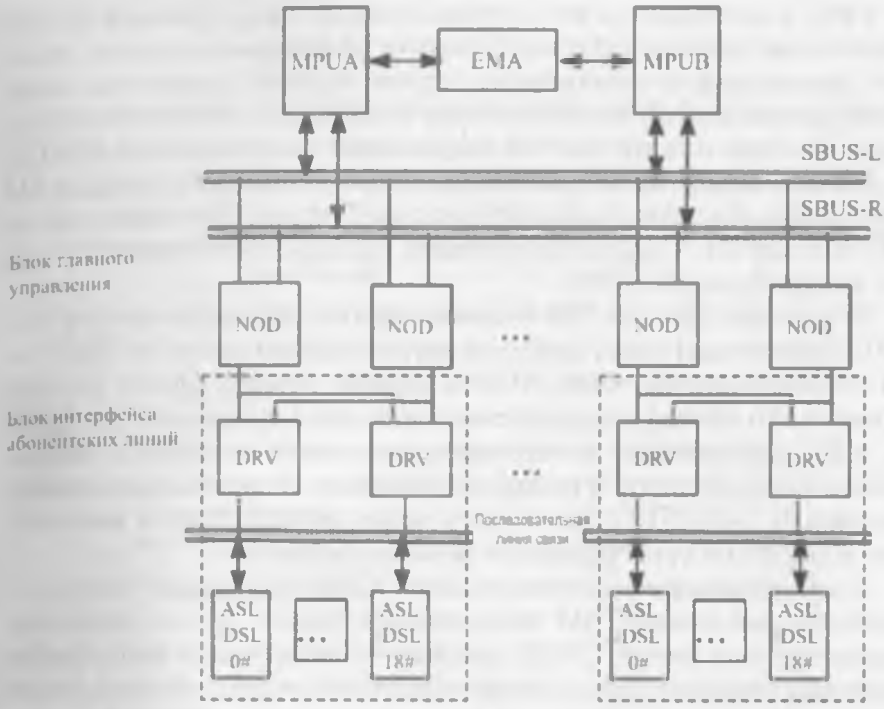


Рис. 8.22. **Блок-схема структуры управления в коммутационном модуле абонентских линий USM**

- осуществления связи в режиме почтового ящика с остальными коммутационными модулями системы через платы связи (MC2, MCC);
- осуществления связи с BAM через последовательные порты HDLC и обеспечение загрузки программного обеспечения MPU;
- переключения плат MPU с активного режима на резервный и горячего резервирования данных MPU через EMA.

Надежность системы повышена за счет применения двух процессоров в режиме «горячего резерва». Плата управления переключением MPU (EMA) осуществляет вспомогательную функцию горячего резервирования и управляет переключением между платами процессоров.

Плата главного узла управления межмодульной связью NOD является мостом связи между MPU и подчиненными узлами; он передает команды MPU различным подчиненным узлам и сообщает MPU о состоянии подчиненных узлов. Главный узел NOD через последовательный порт в симметричном режиме связывается с CPU соответствующих схемных плат.

CPU, содержащиеся во внутримодульных интерфейсных блоках управления, которые работают в режиме разделения нагрузки, образуют динамическую мультипроцессорную систему управления. Связь между процессорами осуществляется в режиме почтового ящика методом отображения внутренней оперативной памяти (shadow RAM).

PDF Compressor Free Version

Вызовы между абонентами внутри коммутационного модуля SM коммутируются только одноступенчатым Т-коммутационным полем NET в этом SM. Соединение речевых каналов обрабатывается так, как показано на рис. 8.23.

Когда один абонент SM вызывает другого абонента того же SM, MPU запрашивает плату драйвера двухтональных сигналов DRV через главный узел на плате NOD о приеме номера. После анализа вызываемого номера и определения свободного временного интервала, MPU дает команду коммутации временных интервалов номера вызывающего абонента и номера вызываемого абонента плате коммутационного поля NET. После этого между вызывающим и вызываемым абонентами устанавливается речевое соединение.

А-интерфейсы соединительных линий. Коммутационный модуль соединительных линий TSM предназначен только для подключения соединительных линий. C&C08 реализует стандартные А-интерфейсы цифровых соединительных линий первичной группы, которые разрешается подключать к другим станциям с помощью цифровых систем передачи первого уровня (систем ИКМ). Доступны два режима: 2048 кбит/с (E1) и 1544 кбит/с (T1) с числом временных интервалов 32 и 24, соответственно. В А-интерфейсе коммутационная система C&C08 может обеспечивать стандартные системы сигнализации R2; № 5; № 7; протокол INAP.

При конфигурации с SM стандартный А-интерфейс обеспечивается платой интерфейсов соединительной линии DTF. Каждая плата DTF имеет два порта ИКМ. Для обеспечения сигнализации R2, R1.5, SS5 и сигнализации ОКС7 плата DTF действует совместно с платой MFC. Для обеспечения общеканальной сигнализации ОКС7 плата DTF взаимодействует с платой LAP. Поскольку коммутационные модули TSM не имеют интерфейса абонентских линий, основной блок управления не нуждается в плате тональных сигналов SIG.

Платы LAP, MFC имеют программное обеспечение для различных видов сигнализации, в которых устанавливается путем смены чипов (firmware). Это ПО может поддерживать обработку протоколов различных частотных методов сигнализации MFC (1ВСК, 2ВСК, код «2 из 6» и др.), системы сигнализации ОКС № 7, PRI (30B+D), интерфейса V5.2 и интерфейса пакетной обработки (PHI).

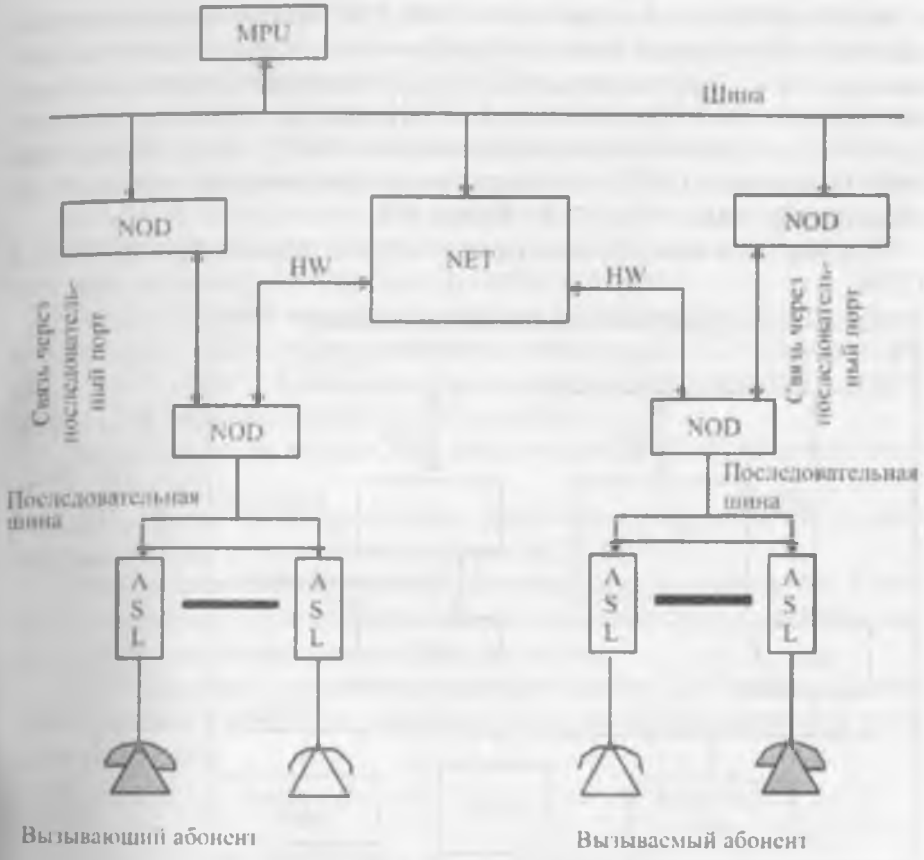


Рис. 8.23. **Схема процесса установления соединения для вызовов внутри SM**

Платой MFC реализуются следующие функции:

- посылка многочастотных регистровых сигналов в прямом и обратном направлении на противоположную станцию через коммутационное поле согласно командам MPU;
- прием и идентификация многочастотных регистровых сигналов от входящей соединительной линии через коммутационное поле и сообщение результатов MPU;
- возможность одновременной обработки 32 многочастотных регистровых сигналов;
- самопроверка рабочего состояния платы после сброса питания или принудительного сброса MPU, проверка работы платы на закольцованную соединительную линию (loop-back).

Платы обработки сигнализации ОКС7 (LAP_NO7), обработки протокола V5.2 (LAP_V5), обработки протокола 30B+D (LAP_30B+D)

и обработки пакетного протокола (LAP_PHI) имеют идентичную аппаратную структуру и имеют общее название *«плата обработки протокола* LAP». Перечисленные выше различные разновидности функциональных плат образуются путем загрузки различного программного обеспечения обработки протоколов: OKC7, V5.2, 30B+D или PHI. Одна плата LAP может выполнять один или два протокола из следующих: OKC7, V5.2, 30B+D или PHI.

PDF Compressor Free Version

На рис. 8.24 показан интерфейс соединительной линии OKC7 в UTM.

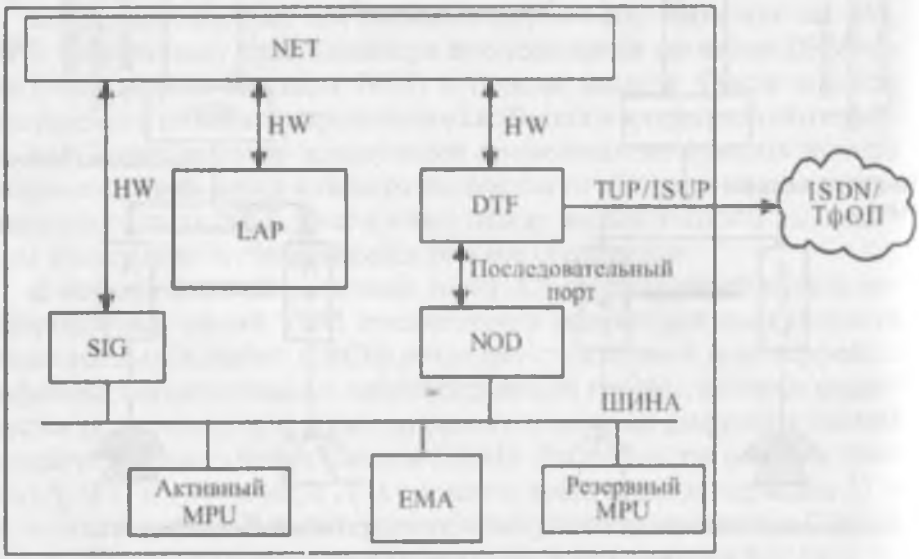


Рис. 8.24. **Структурная схема интерфейса соединительной линии OKC7 в режиме SM**

8.2.5. Модуль управления и связи

Модуль управления и связи AM/CM может поддерживать несколько модулей SM/SPM, причем каждый из этих модулей функционирует относительно независимо. Отказ одного из модулей SM или SPM повлияет на обслуживание абонентских линий только данного модуля, а работоспособность остальных модулей не нарушится.

Отличительное свойство модуля AM/CM – коммутационное поле высокой емкости CNET (емкостью 128 K), которое обеспечивает обслуживание от 8000 АЛ/2000 СЛ до 800000 АЛ/120000 СЛ.

AM/CM может использоваться в качестве независимого коммутатора со встроенными модулями SPM и SRM. Подобная система мо-

жет предоставлять интерфейсы стандартных СЛ и доступа, и может подключаться к любому коммутационному оборудованию со стандартными интерфейсами E1/T1 и STM-1.

Взаимодействие модуля AM/CM с модулями SM осуществляется по специальному внутреннему оптическому интерфейсу 40,96 Мбит/с или с удаленным коммутационным модулем RSM по интерфейсу E1.

В AM/CM поддерживаются различные виды входных сетевых синхросигналов (например, 2,048 Мбит/с, 2,048 МГц и 8 кГц), что отвечает требованиям различных сетей синхронизации.

Модуль AM/CM состоит из модулей CPM (модуль центрального процессора), CKM (модуль тактового генератора), CCM (модуль управления и связи), CNET (модуль центрального коммутационного поля), LIM (модуль линейного интерфейса).

Общая структура аппаратных средств модуля AM/CM представлена на рис. 8.25.

CPM обеспечивает хранение и обработку глобальных системных данных, а также управление платами AM/CM.

CKM обеспечивает синхронизацию системы по отношению к сети верхнего уровня, а также вырабатывает опорные синхросигналы, используемые различными модулями в системе.

CCM передает управляющую информацию для межмодульной связи; данные управления межмодульной связью направляются в модули через сеть.

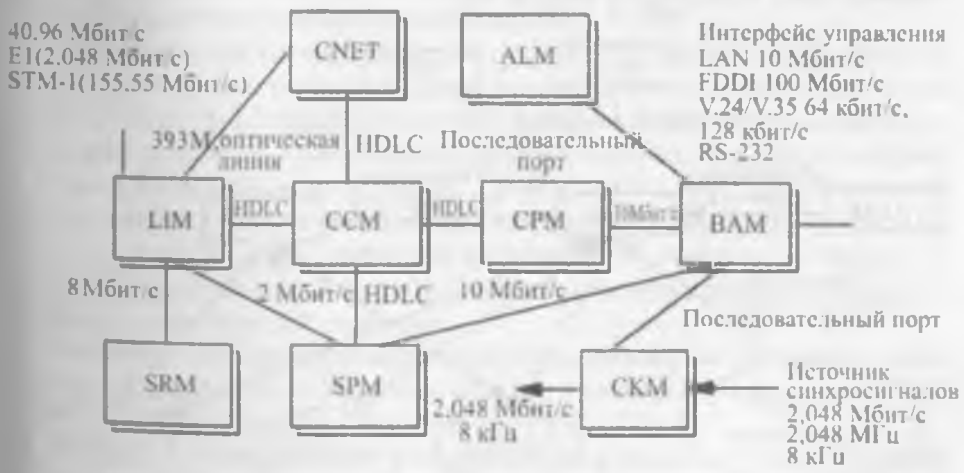


Рис. 8.25. **Общая структура аппаратных средств AM/CM**

LIM производит мультиплексирование/демультиплексирование данных услуг и данных сигнализации; кроме того, этот модуль выполняет функцию системного линейного интерфейса передачи управляющих данных для поддержки взаимодействия AM/CM с различным сетевым оборудованием. LIM также предоставляет служебный интерфейс для связи с модулями SPM и SRM, обеспечивающий интеграцию SPM и SRM с AM/CM.

PDF Compressor Free Version

Приведем описание функциональных модулей.

В состав модуля CPM входят платы AMP (транзитный пункт связи), CDP (плата обработки центральной базы данных), BCP (плата управления шиной) и ALM (аварийная панель). Обобщенная функциональная схема этого модуля представлена на рис. 8.26. Все платы AMP, CDP и BCP работают в режиме «активный/резервный».

Плата AMP подключается к BAM через сетевой интерфейс 10 Мбит/с. Для связи используется протокол TCP/IP; взаимодействие с другими модулями осуществляется через CCM по магистрали 2,048 Мбит/с. Плата AMP представляет собой транзитный пункт связи между AM/CM и BAM, обеспечивающий централизованное управление всей системой. Плата AMP выполняет:

1. Обслуживание плат и управление ими в модуле AM/CM;
2. Установку данных в режиме онлайн при взаимодействии с модулем BAM;
3. Сбор и обработку всех аварийных сигналов в системе;
4. Загрузку части программного обеспечения хоста AM/CM, например CDP, BCP,NCC, BAC и т.д.

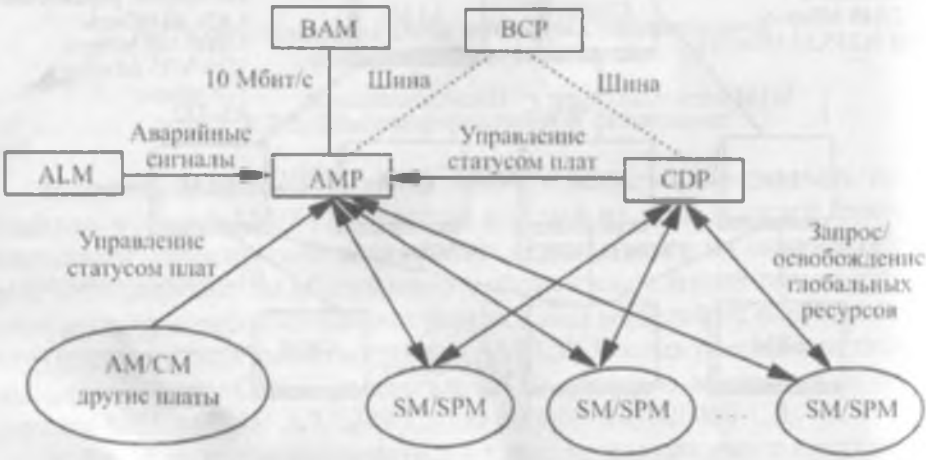


Рис. 8.26. **Обобщенная функциональная схема модуля CPM**

Плата CDP является платой обработки центральной базы данных. CDP обеспечивает хранение информации обо всех абонентских и соединительных линиях. CDP участвует в централизованном управлении глобальными данными SM в AM и SM, а также в параллельной загрузке SM и т.д.

Плата BCP является платой управления шиной. BCP обеспечивает связь между AMP и CDP по шине передачи данных.

Плата ALM получает информацию о различных параметрах окружающей среды для текущего контроля внешних условий в машинном зале (например, температуры и влажности) и вырабатывает аварийные сигналы при выходе за пороговые значения.

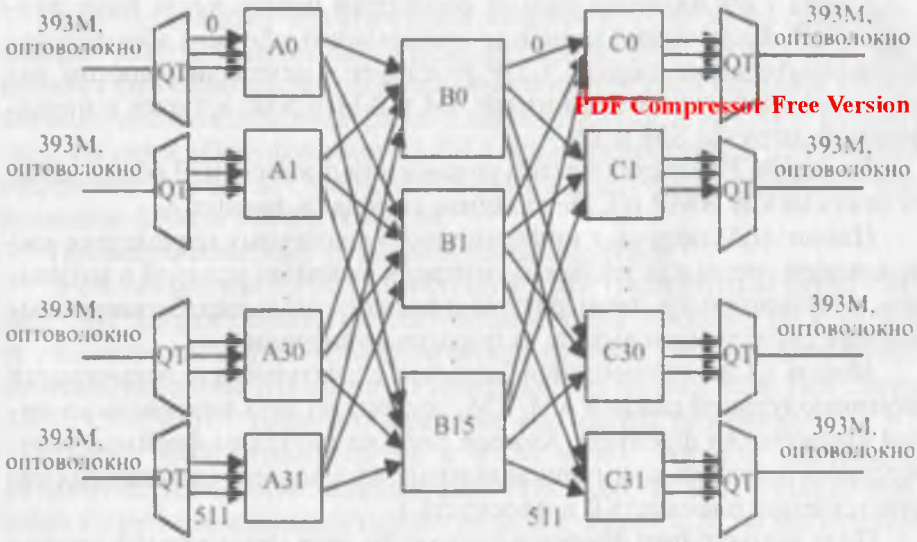
Модуль CCM, являющийся базисной структурой для организации внутримодульной связи в AM/CM, состоит из двух независимых полей коммутации фреймов. Каждое поле коммутации фреймов соответствует одной их коммуникационных плоскостей, называемых соответственно плоскость 0 и плоскость 1.

Поле коммутации фреймов состоит из двух независимых коммуникационных плоскостей. Каждая плоскость поддерживает 56 внутренних входных магистралей 2,048 Мбит/с и 56 внутренних выходных магистралей 2,048 Мбит/с; для каждой магистрали задействуется 32 временных интервала. Скорость передачи по одному HDLC-каналу составляет nx64 кбит/с (где n – число занимаемых временных интервалов, n=1...32). В одной магистрали (HW) может существовать несколько HDLC-каналов. Каждые 4 магистрали могут поддерживать максимум 32 HDLC-канала, таким образом, общее число HDLC-каналов одной плоскости составляет $56 \times 8 = 448$.

Центральное коммутационное поле CNET (см. рис. 8.27) является центральным полем коммутации, емкость которого может достигать 128 K (131070×131070 TS), отвечает за коммутацию речевых каналов, а также узкополосных каналов передачи данных. Его емкость может плавно наращиваться от 16 K до 128 K с шагом 16 K. CNET имеет 64 пары внешних высокоскоростных оптоволоконных каналов (HOLF), из которых 32 пары являются активными волокнами, а другие 32 пары – резервными. В каждой паре одно волокно предназначено для приема, другое – для передачи.

Поле CNET представляет собой трехступенчатое временное коммутационное поле, состоящее из двух уровней периферийного КП (SNU) и одного уровня центрального КП (CNU).

Каждое периферийное коммутационное поле состоит из 32-х блоков одноступенчатых полей временной коммутации емкостью 4 K. Четыре одноступенчатых T-поля по 4 K, относящихся к первому уров-



PDF Compressor Free Version

A0~A31 и C0~C31 – блоки одноступенчатых Т-полей 4К
B0~B31 – блоки Т-полей 8 К COPY

Рис. 8.27. **Структура трехуровневого коммутационного поля CNET**

ню, а также n полей, относящихся к третьему уровню, находятся на одной плате SNU. Центральное коммутационное поле состоит из 16 блоков 8K COPY T (4 одноступенчатых Т-поля с перекрытием по 4 К). На одной плате размещается два блока Т-полей 8 К COPY. Такая плата называется блоком центрального коммутационного поля CNU.

Блок QT является блоком высокоскоростной передачи. Этот блок обеспечивает подключение полки центрального коммутационного поля к интерфейсной полке по высокоскоростному оптическому каналу 393 Мбит/с, что позволяет значительно снизить объем соединительного монтажа между центральным коммутационным полем и интерфейсным модулем LIM.

Плата управления коммутационным полем NCC отвечает за распределение временных интервалов и управление соединениями для коммутационного поля.

Плата SNU выполняет функции коммутации первого и третьего уровней сервисного коммутационного поля. Кроме того, плата SNU обеспечивает оптоэлектрическое преобразование для обработки сигнала, получаемого по волоконно-оптическому кабелю из LIM.

Плата CNU выполняет функции коммутации второго уровня сервисного коммутационного поля.

Поскольку платы CNU и SNU не оборудованы процессорами, они управляются NCC через шины и плату BDR. Плата NCC в аппаратной части является платой SPC (процессорный элемент услуг), имеющей 3 процессора.

Плата BDR – предназначена для проведения сигнала по шине, что улучшает возможности шины NCC. BDR проводит сигналы на шинах данных, адресов и управления, поступающие в каждый сетевой блок (CNU, SNU) для реализации функции управления полем.

8.2.6. Процедура обслуживания вызовов

Подсистема обработки вызовов C&C08 представляет собой прикладную подсистему на основе операционной системы OS и подсистемы управления базой данных DBMS, которая отвечает за обработку соединений для предоставления услуг ТфОП, услуг передачи данных, услуг ISDN и услуг IN. Подсистема обработки вызовов является интегрированной системой, соответствующей различным спецификациям ITU-T и ETSI.

Подсистема обработки вызовов состоит из функциональных модулей трех типов:

1) функциональных модулей управления вызовами CCB;

2) функциональных модулей управления ресурсами RMM, используемых для управления оборудованием DTMF, приемопередающим оборудованием межстанционной связи и управления сетью;

3) функциональных модулей обработки сигнализации SPM, служащих для управления обработкой сигнализации по выделенному каналу и общеканальной сигнализации.

Подсистема обработки вызовов взаимодействует с ОС и СУБД (DBMS) только в режиме передачи сообщений, а обращение к базе данных осуществляется в асинхронном режиме. С помощью стандартного интерфейса запроса данных C&C08 подсистема обработки вызовов может легко получать доступ к связанным с вызовами данным всех типов, не зная местоположение базы данных и режима доступа к ней.

Для удобства рассмотрения разделим обработку вызова на следующие фазы: фазу инициирования вызова, фазу передачи с перекрытием, фазу установления соединения, фазу приема вызова, фазу разговора и фазу разъединения. Переходы вызова из одной фазы в дру-

гую отражают изменения состояний центра управления вызовами. Фаза инициирования вызова начинается с получения вызова модулем SPM источника и посылки запроса на установление соединения в CCB. В фазе передачи с перекрытием управление переходит к CCB. В фазе установления соединения и приема вызова управление вызовом осуществляется модулем SPM назначения до тех пор, пока соединение не будет установлено, и вызов не перейдет в фазу разговора. В фазе разъединения разговорный тракт и другие ресурсы освобождаются.

PDF Compressor Free Version

Фаза инициирования вызова. Когда комплект ASL обнаруживает сигнал «*снятия трубки*», процессор абонентских портов (CPU на плате ASL) сообщает о данном событии MPU через процессор связи группы абонентов (CPU на плате NOD).

Получив сообщение о событии Setup, абонентская сторона MPU осуществляет поиск информации о вызывающем абоненте в базе данных. Если вызов разрешен, CCB переводится в занятое состояние, абонентская сторона переводится в состояние инициированного вызова, и в сторону сети посылается сообщение Setup. Если у вызывающего абонента установлен телефонный аппарат с тональным набором номера, должен быть назначен приемник DTMF.

MPU сообщает портовому процессору о получении ответа на запрос установления соединения и указывает ему на необходимость посылки вызывающему абоненту уведомляющего тонального сигнала (например, сигнала ответа станции или специального сигнала ответа станции).

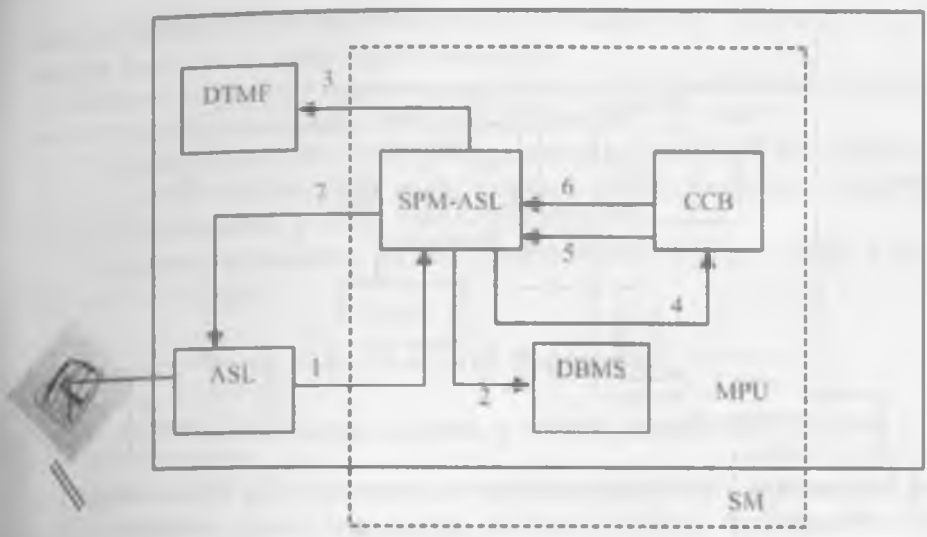
На рис. 8.28 показана блок-схема обработки внутристанционного вызова в фазе инициирования.

Фаза передачи с перекрытием. После получения первой цифры номера приемник отключает сигнал ответа станции, и вызов переходит в фазу передачи с перекрытием.

После получения определенного количества цифр MPU обрабатывает принятую информацию. Обращаясь к DBMS, CCB анализирует префикс номера, на основании чего классифицирует вызов как внутристанционный и определяет длину номера. После получения достаточного количества цифр приемник DTMF освобождается, и вызов переходит в фазу установления соединения.

Фаза установления соединения. CCB осуществляет поиск информации о вызываемом абоненте в базе данных и посылает на вызываемую сторону сообщение занятия.

На вызываемой стороне определяется состояние оборудования вызываемого абонента. Если вызываемый абонент свободен, он опо-



1. Сообщение о снятии трубки;
2. Запрос абонетских данных;
3. Подключение приемника DTMF;
4. Запрос CCB;
5. Сообщение SETUP;
6. Сообщение Setup Ack;
7. Посылка сигнала ответа станции.

Рис. 8.28. **Внутристанционный вызов: фаза инициирования**

вещается и отмечается как находящийся в состоянии приема входящего вызова. Одновременно модулю CCB сообщается о том, что вызываемый абонент оповещается вызывным сигналом. Убедившись в том, что посылка вызова производится, CCB посылает вызываемому абоненту сигнал контроля посылки вызова. Соединение переходит в фазу приема вызова.

Фаза приема вызова. На рис. 8.29 показана блок-схема фазы приема внутристанционного вызова. При обнаружении сигнала «*снятия трубки*» вызываемым абонентом комплект ASL отключает вызывной сигнал и посылает в сторону сети сообщение Connect.

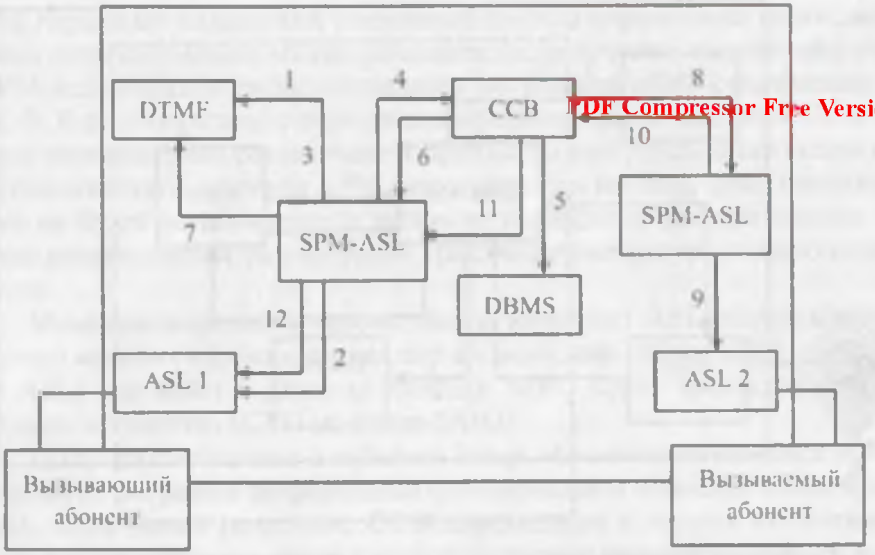
CCB прекращает подачу сигнала контроля посылки вызова вызывающему абоненту и проключает речевой тракт между вызывающим и вызываемым абонентами. Вызов переходит в фазу разговора.

Фазы разговора и разъединения. На рис. 8.30 показана блок-схема фаз разговора и разъединения внутристанционного соединения.

Когда комплект ASL обнаруживает сигнал отбоя со стороны вызывающего абонента, он посылает CCB запрос на разъединение.

Если CCB подтверждает, что соединение может быть разъединено (в режиме разъединения со стороны вызывающего абонента), он по-

PDF Compressor Free Version



1. Первая цифра;
2. Прекращение посылки сигнала ответа станции;
3. Следующие цифры номера;
4. Сообщение Information;
5. Анализ префикса;
6. Сообщение обработки вызова (Call processing);
7. Освобождение DTMF;
8. Сообщение Setup;
9. Посылка вызывного сигнала вызываемому абоненту;
10. Сообщение оповещения (Alerting);
11. Сообщение Alerting;
12. Прослушивание сигнала контроля посылки вызова.

Рис. 8.29. **Внутристанционный вызов: фаза приема вызова**

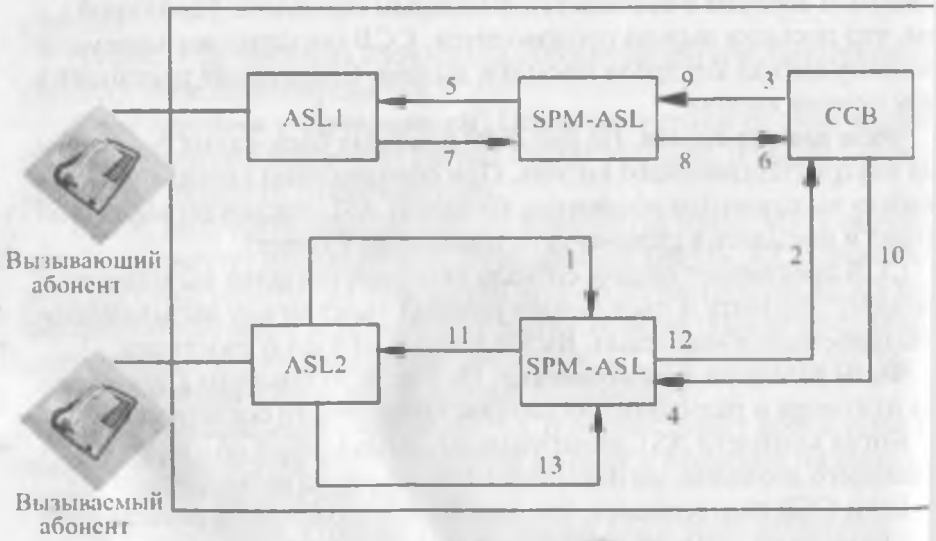


Рис. 8.30. **Внутристанционный вызов: фазы разговора и разъединения**

сылает модулям SPM вызывающего и вызываемого абонентов сообщение индикации разъединения вызова.

После приема сообщения разъединения модуль SPM вызывающего абонента переходит в свободное состояние.

После приема сообщения разъединения модуль SPM вызываемого абонента посылает вызываемому абоненту сигнал *«занято»* и запускает таймер передачи этого тонального сигнала.

Вызываемый абонент вешает трубку, и его SPM переходит в свободное состояние.

8.3. NEAX-61E фирмы NEC

8.3.1. Основные характеристики и область применения NEAX-61

Система NEAX-61E японской корпорации NEC представляет собой цифровую коммутационную систему большой емкости, обеспечивающую реализацию различных прикладных функцией коммутационных сетей. Цифровая АТС типа NEAX-61 начала эксплуатироваться с 1979 года.

Комплекс оборудования системы предназначен для использования на сельских, городских, междугородних и международных сетях. Возможно применение концентраторов как на СТС, так и на ГТС. Оборудование системы обеспечивает взаимную связь со всеми типами АТС и АМТС. Максимальная емкость системы на местных сетях – 350000 абонентских и 18450 магистральных линий, на междугородних и международных сетях – 60000 магистральных линий. Емкость концентратора составляет 4096 абонентских линий.

Система может работать с аналоговыми и цифровыми системами передачи, использующимися в качестве соединительных линий; поддерживать любые имеющиеся на сегодняшний день системы сигнализации как с однотипным, так и с неоднотипным коммутационным оборудованием – наиболее используемыми системами сигнализации R1, R1.5, R2, ОКС № 7.

NEAX-61 позволяют включать различные источники информации:

- обычных абонентов по аналоговым линиям;
- абонентов сети ISDN по цифровым линиям с базовым доступом (2B+D), где B – информационный канал 64 кбит/с, D – канал сигнализации 16 кбит/с;
- линии от УАТС – учрежденческих АТС, линии от концентраторов для подключения групп удаленных абонентов и т.п.

NEAX-61 взаимодействует с другими АТС на телефонной сети общего пользования (ТфОП), а также с оборудованием на сетях с пакетной коммутацией (сеть передачи данных), на сотовых сетях, широкополосных сетях и т.д.

PDF Compressor Free Version

Во все виды станций могут включаться как обычные абоненты, так и абоненты с приоритетом в обслуживании вызова, те и другие могут использовать простые дисковые и кнопочные ТА, а также многофункциональные ТА с импульсным, частотным или комбинированным способом набора номера. NEAX-61 обеспечивает своим абонентам поддержку широкого набора служб ДВО – дополнительных видов обслуживания, таких как будильник, переадресация вызовов, подключение к занятому абоненту и т.д. Абонентам может присваиваться до 20 категорий обслуживания вызова (без приоритета, с приоритетом различного уровня, бесплатный вызов и т.д.).

Система разработана на основе модульной структуры, состоит из независимых модулей аппаратных средств и программного обеспечения. NEAX-61 использует квазираспределенный принцип управления. В ней предусмотрено раздельное управление модулями оборудования и стандартный способ взаимодействия с коммутационной и процессорными подсистемами. Это позволяет упростить обслуживание и облегчает выполнение действий, направленных на обнаружение и устранение отказов. Модульная структура обеспечивает построение станций в широком диапазоне емкости.

Архитектура NEAX-61 может классифицироваться как квази-распределенная, поскольку она организует эксплуатационное управление системой через хост-процессор технической эксплуатации. Коммутационное поле построено по принципу время – пространство – пространство – время (T-S-S-T).

8.3.2. Структурная схема станции NEAX-61E

Станция NEAX-61E состоит из четырех базовых подсистем:

1. Прикладная подсистема;
2. Подсистема коммутации;
3. Процессорная подсистема.
4. Подсистема эксплуатации и техобслуживания.

Прикладная подсистема обеспечивает стандартный интерфейс между ТфОП и коммутационной и процессорной подсистемами. Она содержит несколько типов служебных интерфейсов, через которые осуществляется управление функционированием оконечных комплектов и обеспечивается взаимодействие с подсистемой коммутации.

Подсистема коммутации предназначена для выполнения соединений входных коммутируемых каналов с выходными коммутируемыми каналами с целью установления речевых трактов для вызовов и состоит из дублированных коммутационных полей с временным уплотнением. Процессорная подсистема управляет обработкой вызовов, выполняет задачи по эксплуатации и техническому обслуживанию и функции CCS.

Подсистема эксплуатации и технического обслуживания обеспечивает взаимодействие «человек – машина», позволяющее выполнять ввод команд и вывод данных в целях административного управления и регламентного технического обслуживания, а также обеспечивает возможность контроля функционирования системы, тестирования соединительных и абонентских линий.

Архитектура аппаратных средств показана на рис. 8.31. Линейные модули LM и модули соединительных линий TM находятся в прикладных подсистемах и на рисунке не показаны. Коммутационные модули обеспечивают коммутацию по принципу TSST и управляются с помощью процессоров обработки вызова CLP, которые обеспечивают выполнение практически всех функций обработки. Вся информация об обработке вызова хранится в локальной и общей памяти и доступна всем процессорам CLP. Процессор технической эксплуатации OMP обеспечивает техобслуживание системы и поддерживает работу всех CLP.

8.3.3. Прикладная подсистема

Прикладная подсистема взаимодействует с подсистемой коммутации путем посылки мультиплексных сигналов по 128 каналам со скоростью передачи 8,448 Мбит/с. Прикладная подсистема состоит из следующих функциональных блоков (см. рис. 8.32):

- интерфейс аналоговой абонентской линии LM
- интерфейс аналоговой соединительной линии
- цифровой интерфейс передачи (DTI)
- интерфейс удаленного концентратора
- CCS-интерфейс (интерфейс OKC7)
- ISDN-интерфейсы – интерфейс базового доступа BRI, интерфейс первичного доступа PRI, интерфейс сети с коммутацией пакетов PNI.

Аналоговые АЛ подключаются к системе через модуль абонентских линий LM. Модуль LM содержит абонентские комплекты AK и поддерживает стандартный набор функций BORSCHT. На каждой

Рис. 8.31. **Архитектура NEAX-61 компании NEC**

PDF Compressor Free Version

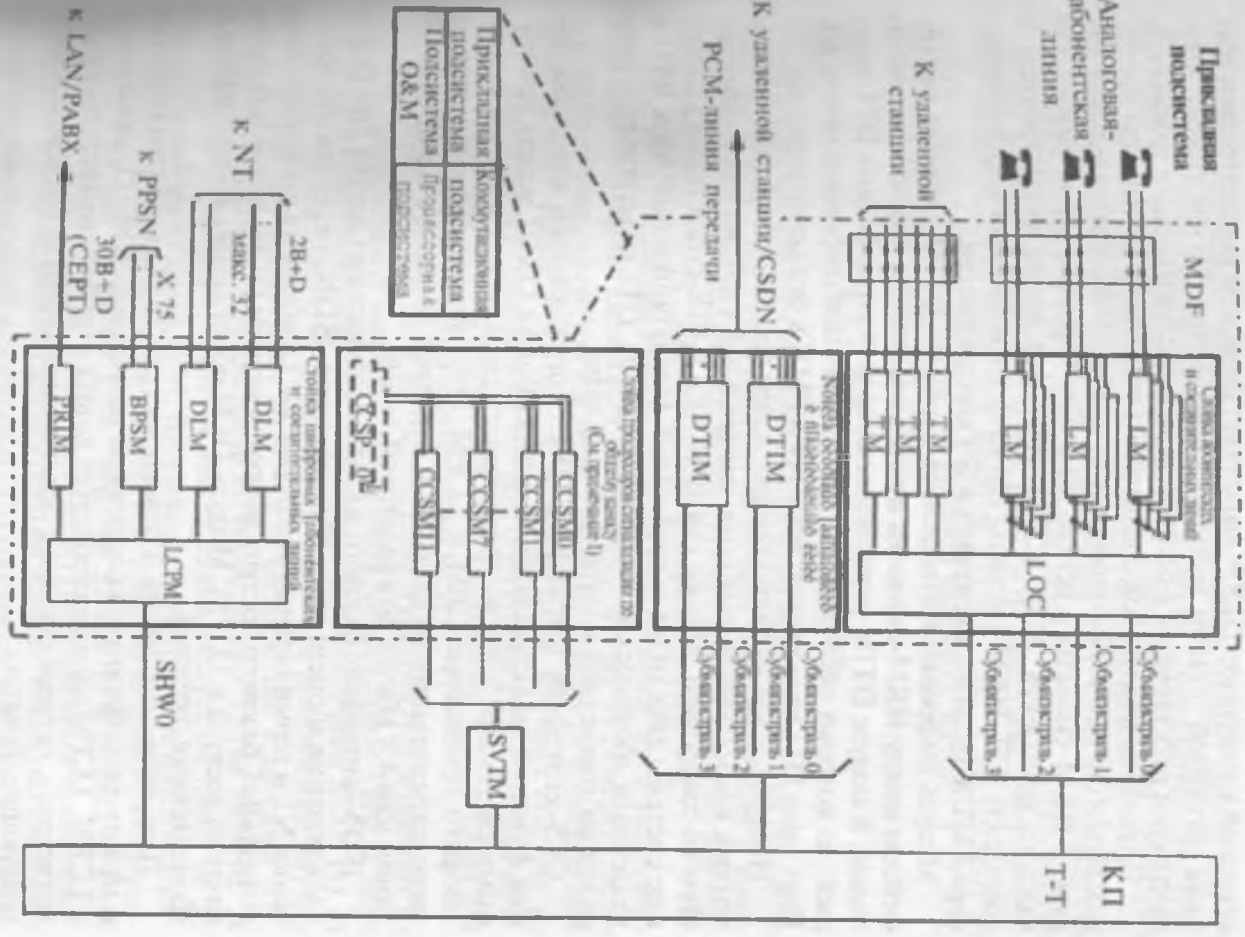


Рис. 8.32. **Блок-схема прикладной подсистемы**

печатной плате устанавливаются 4 или 8 абонентских комплектов LC, кодеки и интерфейсные схемы для контроллеров. Цифровой або-

нентский коммутатор DLSW выполняет функцию концентрации трафика до первой стадии мультиплексирования. Коэффициент концентрации регулируется в соответствии с обслуживаемым трафиком.

PDF Compressor Free Version

Интерфейс аналоговой соединительной линии предназначен для преобразования сигналов, поступающих от аналоговой соединительной линии, в ИКМ-сигналы с использованием кодеков, назначаемых для каждого комплекта. АЦП и ЦАП преобразования выполняются в комплекте СЛ. ИКМ-сигналы 120 каналов первичного мультиплексора PMUX мультиплексируются без концентрации.

Модуль цифровых интерфейсов передачи DTIM является интерфейсом между ИКМ-линиями и непосредственно коммутационным полем. В модуле DTIM устанавливаются до 8 интерфейсов DTI, каждый из которых обслуживает один первичный цифровой поток E1. Пять схем DTI мультиплексируются в PMUX без концентрации.

Интерфейс удаленного концентратора предназначен для подключения к коммутационному полю центральной станции удаленных систем по цифровым линиям связи. В NEAX-61E существуют удаленные системы двух типов – удаленный коммутационный блок RSU и удаленный абонентский блок RLU. Схема DTI объединяет в себе функции оконечной и интерфейсной схем.

CCS-интерфейс (интерфейс ОКС7) предназначен для выполнения функций межстанционной сигнализации ОКС7 между удаленными системами, а также обеспечивает связь между модулем управляющего процессора CPM и LCPM. Этот интерфейс обслуживает звено сигнализации со скоростью передачи 64 кбит/с по цифровой линии или 4,8 кбит/с по аналоговой линии.

ISDN-интерфейс базового доступа поддерживает доступ 2B+D для подключения абонентского оборудования ISDN, т.е. сетевого окончания NT и терминальных адаптеров TA. Основными компонентами интерфейса базового доступа являются модули DLM, интерфейс первичного доступа и LCPM. Модуль DLM обслуживает U-интерфейс с абонентскими линиями.

Подключенные линии базового доступа 2B+D концентрируются и мультиплексируются в первичную магистраль 30B+D, связанную с LCPM. LCPM мультиплексирует линии первичного доступа в субмагистраль, которая связана с подсистемой коммутации и выполняет следующие функции:

- извлечение пакетов D-канала из сообщений D-канала;
- логический интерфейс с модулем коммутатора пакетов PSM;
- выполнение определенных операций по обработке вызовов с коммутацией каналов.

ISDN-интерфейс первичного доступа обеспечивает доступ 30B+D для подключения абонентского оборудования. Схема интерфейс первичного доступа приведена на рис. 8.33. Данный интерфейс образуют модуль интерфейса первичного доступа PRIM и модуль LCPM.

Интерфейс сети с коммутацией пакетов PNI, обслуживаемый обработчиком пакетов PH, позволяет абонентам ISDN получать доступ к базам данных, подключенным к PSPDN посредством соединительных линий X.75. Обработчик пакетов PH (см. рис. 8.34) состоит из модуля коммутации пакетов на базовой скорости BPSM и LCPM, функции которого описаны выше.

8.3.4. Подсистема коммутации

Конфигурация подсистемы коммутации представлена на рис. 8.35. Каждое ИКМ-слово считывается из буфера в соответствии с инструкциями, поступающими от схемы управления первичного временного коммутатора (T) в контроллере речевых трактов SPC.

После выполнения первой ступени коммутации, пространственный коммутатор (S1) посылает ИКМ-слово в одну из 24 передающих соединительных магистралей JHW. Пространственный коммутатор S представляет собой вентильную матрицу 6×24, которая состоит из двух матриц 6×12. Входы этих матриц соединены друг с другом множественным образом, в результате чего коммутатор S делится на два модуля пространственного коммутатора SSM.

Коммутационное поле КП имеет блочную структуру и состоит из двух дублированных модулей временной коммутации TSM и двух дублированных модулей пространственной коммутации SSM. Из 24 субмагистралей JHW 2–8 субмагистралей – для соединений внутри КП, остальные магистрали JHW – для соединений с другими КП. Скорость передачи по магистрали JHW составляет 32,768 Мбит/с. 24 магистрали JHW распределены между двумя модулями SSM, по 12 магистралей на каждый SSM. Вторичный пространственный коммутатор (S2) также представляет собой вентильную матрицу 24×6 и разбивается на две матрицы 12×6. Массив S2 соответствующего SSM пропускает ИКМ-слово, поступающее из определенной принимающей JHW и определенного временного интервала, и направляет его во вторичный временной коммутатор (T2) требуемой магистрали. ИКМ-слова, поступающие от коммутатора S2, записываются в буферную память T2 в соответствии с порядком следования временных интервалов. Затем, в соответствии с командой управляющей схемы T2, каждое ИКМ-слово передается во вторичный демультиплексор

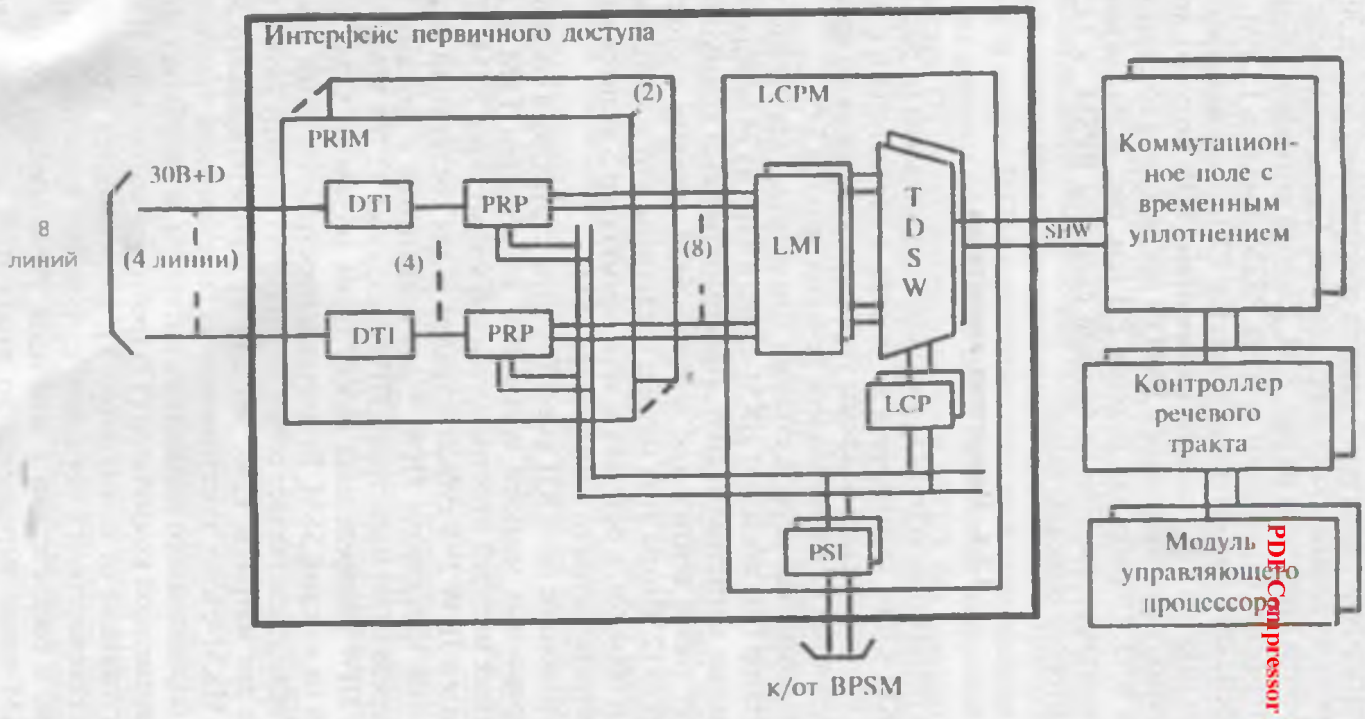
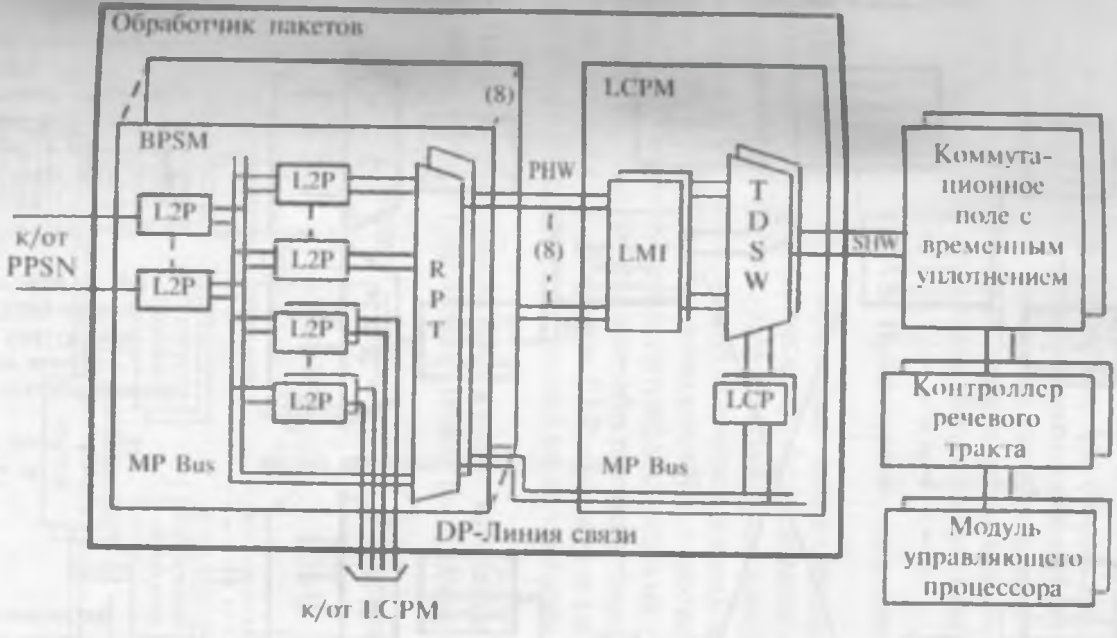


Рис. 8.33. **Интерфейс первичного доступа**

PDFCompressor Free Version



BPSM – модуль коммутации пакетов на базовой скорости
DP – импульсный НН
L2P – процессор уровня 2
LCP – абонентский управляющий процессор
LCPM - модуль абонентского управляющего процессора
LMI – интерфейс модуля АЛ
MPBUS – пакетная шина
PHW – первичная магистраль
PPSN – сеть коммутации пакетов общего пользования
RPT – повторитель
SHW – субмагистраль
TDSW - временной коммутатор

Рис. 8.34. **Обработчик пакетов**

HW – магистраль
JHW – соединительная магистраль
SDMUX – вторичный демультиплексор
SHW – Субмагистраль
O&M – Соединительная магистраль ЭиТО
SMUX – Вторичный Мультиплексор

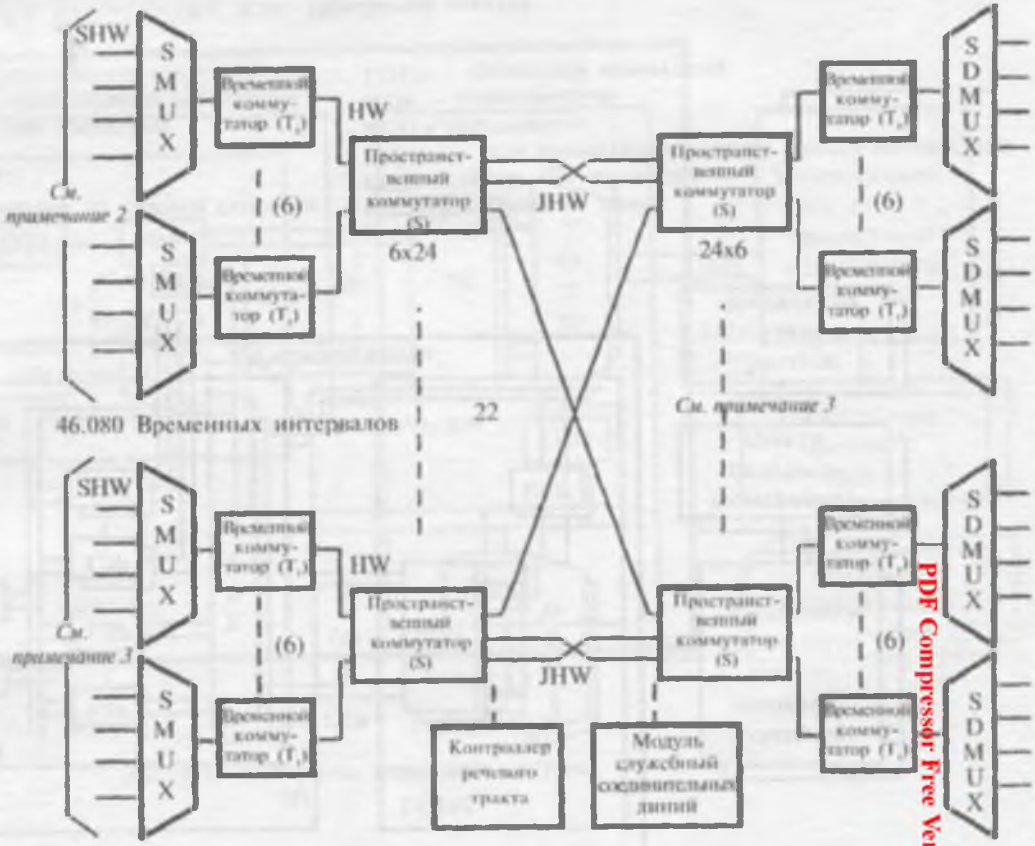


Рис. 8.35. **Структура подсистемы коммутации**

Примечания:

1. 128 КИ × 4 субмагистрали = 512 КИ мультиплексированный сигнал на выходе каждого SMUX. 120 речевых каналов × 4 субмагистрали = 480 каналов.
2. Суммарная ёмкость по временному уплотнению для каждого КП 3,072 коммутируемых временных КИ. 2880 КИ – каналы передачи сообщений.
3. Доступны макс. 22 КП.

PDF Compressor Free Version

SDMUX, который распределяет ИКМ-слова по четырем субмагистралям в 120 каналов. Контроллеры SPC в каждом КП дублируются. Задачей SPC является управление занятием/освобождением речевых трактов в пределах соответствующего коммутационного поля и обеспечение интерфейса, служащего для обмена управляющей коммутационной информацией между коммутационными полями и CLP. Также контроллеры SPC собирают различную информацию, относящуюся к техническому обслуживанию, предназначенную для процессора эксплуатации и технического обслуживания OMP.

8.3.5. Процессорная подсистема

Процессорная подсистема выполняет обработку вызовов, задачи по эксплуатации и техническому обслуживанию и обработку сигнализации ОКС7. На рис. 8.36 показано, как каждый дублированный CLP управляет одним коммутационным полем с временным уплотнением. SPC каждой сети взаимодействует с соответствующим связанным CLP по выделенному интерфейсу речевых трактов SPI. Интегрированная системная шина обеспечивает передачу данных между процессорами CLP. В каждом CLP содержится собственная память, в которой хранится карта состояний занят/свободен сетевых и абонентских устройств.

Процессорная подсистема состоит максимум из 32 процессоров CP, из которых 31 процессор может быть процессором CLP и/или

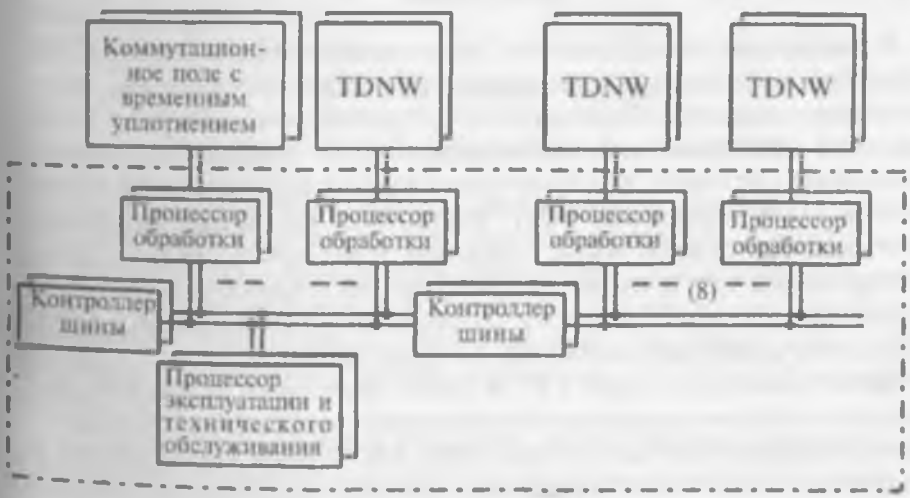


Рис. 8.36. **Структура процессорной подсистемы**

CCSP процессором (процессоры ОКС7), а еще один – процессором OMP. Системная шина, управляемая контроллером шины BC, обеспечивает связь между процессорами CP.

PDF Compressor Free Version

Процессор обработки задач по эксплуатации и техническому обслуживанию (OMP-процессор) выполняет как автоматически, так и по требованию, подпрограммы технического обслуживания в интересах административного управления системой. В состав процессора входит контроллер, в котором хранятся коды полномочий по классам обслуживания.

SS7 процессор (процессоры ОКС7) обеспечивает выполнение внутренней коммутации, а также внешней коммутации между станциями. При внутренней коммутации происходит установление и выполняется управление ISDN-вызовами, как речевыми, так и пакетными. Внутренняя коммутация также обеспечивает управление вызовами между центральной системой и удаленными станциями. Внутренняя сигнализация SS7 обеспечивает внутристанционное магистральное управление вызовами.

Сетевой CLP процессор используется для внутренних применений SS7. На внешней сигнализация ОКС7 лежит задача межстанционного магистрального управления вызовами. Выделенный CCSP-процессор осуществляет обработку применений ОКС7, использующихся для функций межстанционного обмена.

8.3.6. Подсистема эксплуатации и технического обслуживания

В подсистеме эксплуатации и технического обслуживания OMP процессор выполняет подпрограммы ТО как самостоятельно, так и по запросу оператора. Подключение устройств ввода/вывода к OMP позволяет облегчить выполнение операций по административному управлению системой. К устройствам ввода/вывода относятся – терминалы ТО и управления MAT, накопители на магнитных лентах MTU, главные пульты MCSL, дисковые накопители DKU и строчные принтеры LP. В целях организации интерфейса и взаимодействия с центром эксплуатации и технического обслуживания в OMP подсистему может быть добавлен контроллер связи.

Пульт линейных тестов LTC и пульт системных тестов STC используются для тестирования абонентских и соединительных линий. Система вывода отчетов об аварийных состояниях программных и аппаратных средств предназначена для вывода сообщений на дисплей аварийной информации ALDISP. Кроме выведения на терминалы

операторов сообщений об обнаружении отказов и отчетов диагностических программ, система отчетов об аварийных состояниях может также изолировать неисправное оборудование.

8.3.7. Пример обслуживания внутристанционного вызова

Рассмотрим очень упрощенное описание обслуживания в NEAX-61 внутристанционного вызова.

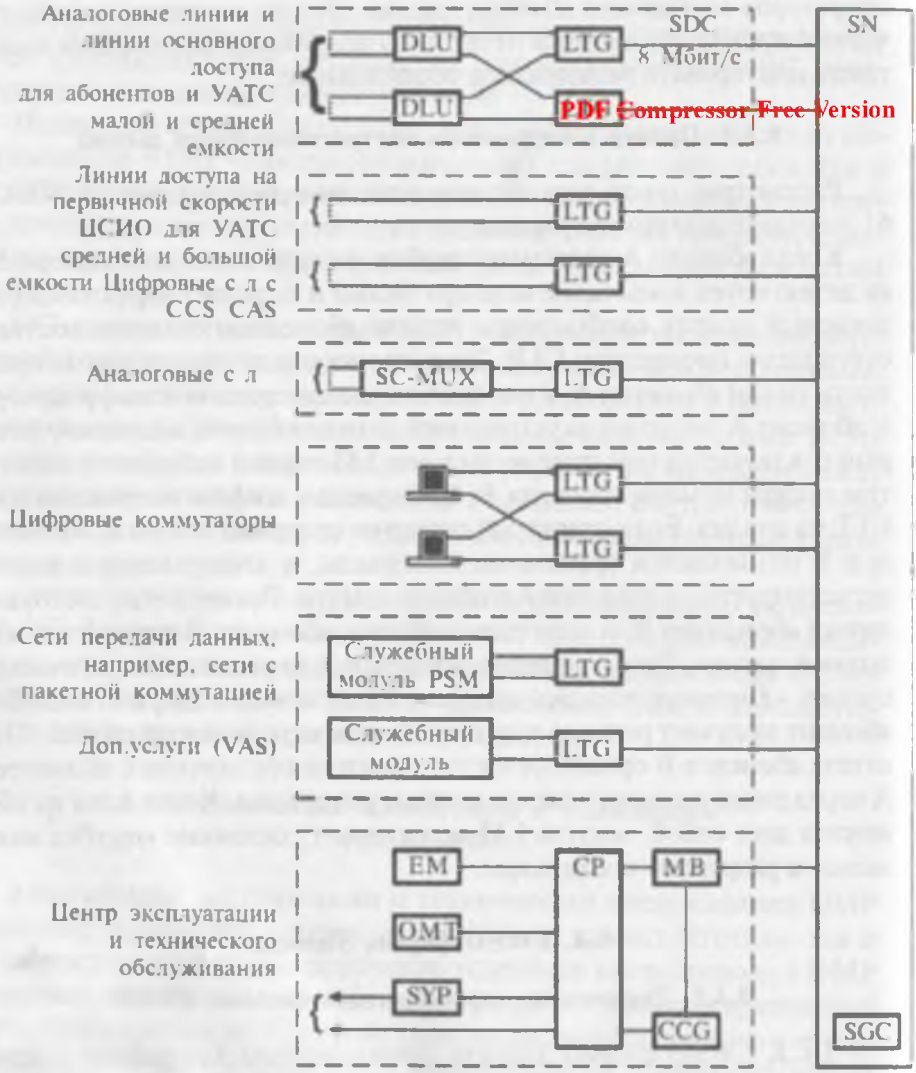
Когда абонент А поднимает трубку, модуль линейного интерфейса детектирует замыкание шлейфа линии и передает через коммутационный модуль сообщение о вызове абонентом станции соответствующему процессору CLP. Этот процессор подтверждает исправность линии абонента А, к нее подключается приемник цифр номера, и абонент А получает акустический сигнал «*Ответ станции*», который отключается при приеме модулем LM первой набранной абонентом цифры номера абонента В. Набираемые цифры направляются к CLP на анализ. Если принятый номер не содержит ошибки, абоненту А и В назначаются временные интервалы, и информация о вызове регистрируется в локальной и общей памяти. Проверяется состояние линий абонентов В, и если она свободна, абоненту В передается вызывной сигнал. Одновременно абоненту А передается акустический сигнал «*Контроль посылки вызова*». Если номер содержит ошибку, абонент получает речевое извещений или акустический сигнал. При ответе абонента В организуется его сквозное соединение с абонентом А через ранее назначенные временные интервалы. Когда один из абонентов дает отбой, модуль LM детектирует состояние «*трубка положена*» и разрушает соединение.

8.4. EWSD фирмы Siemens

8.4.1. Технические характеристики системы EWSD

ЦСК EWSD фирмы Siemens предназначена для работы в качестве оконечной, узловой станции на местной, междугородней и международной сетях. Система взаимодействует со всеми существующими сетями связи (сотовые сети, ISDN и т.д.). Емкость системы плавно меняется в пределах до 250000 абонентских линий и до 60000 соединительных линий. Рабочее напряжение – 48 (60) яВ постоянного тока.

Аппаратное обеспечение построено по модульному принципу, что обеспечивает надежность и гибкость системы. Аппаратные средства подразделяются на подсистемы (рис. 8.37).



PDF Compressor Free Version

Рис. 8.37. **Схема взаимодействия подсистем EWSD**

Из блок-схемы основных компонентов EWSD, видно, что система обеспечивает доступ различным типам линий (аналоговым и цифровым) для организации связи с другими коммутационными узлами на сети с использованием систем сигнализации R2, N5, ОКС7 и др.

В систему могут подключаться обычные абоненты, учрежденческие АТС, таксофонные линии. На основе EWSD возможна реализация широкого спектра служб ДВО абонентам (сокращенный набор

номера, переадресация вызова, служба «будильник» и т.д.), а также служб пользователей ЦСИО при одновременной организации передачи телефонных вызовов, данных, изображений.

Основные подсистемы:

1) доступа – цифровой абонентский блок (DLU) и линейная группа (LTG);

2) коммутации – коммутационное поле (SN);

3) сигнализации по общему каналу – управляющее устройство сети сигнализации по общему каналу (CCNC);

4) координации – координационный процессор (CP).

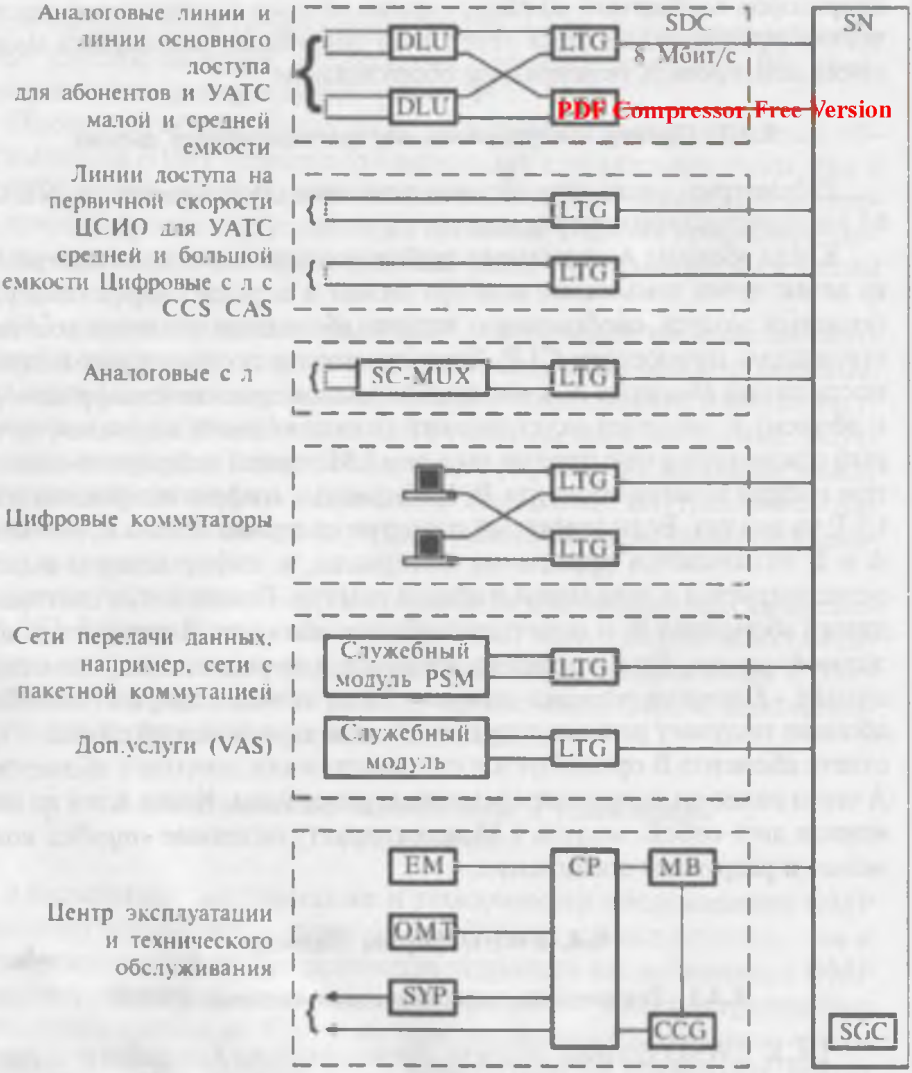
Каждая подсистема имеет, по крайней мере, один собственный процессор. Принцип распределительного управления в системе обеспечивает распределение функций между отдельными ее частями с целью обеспечения равномерного распределения нагрузки и минимизации потоков информации между отдельными подсистемами. Функции, определяемые окружающей средой сети, обрабатываются DLU и LTG (рис. 8.37).

Подсистема CCNC функционирует как транзитный узел сигнального трафика системы ОКС 7. Функция КП (SN) заключается в установлении соединения между абонентскими и соединительными линиями в соответствии с требованиями абонентов.

Устройства управления подсистемами независимо друг от друга выполняют практически все задачи, возникающие в их зоне. Только для системных и координационных функций, таких как выбор маршрута, им требуется помощь процессора CP. Координационный процессор CP выполняет функции координации соединения – анализ цифр номера, выбор маршрута и др., а также системные функции в процессе эксплуатации и техобслуживания – взаимодействие с оператором (через OMT), архивирование данных и др. Для согласования работы CP и других устройств служит буфер сообщений MB. Устройство генерации тактовых сигналов CCG вырабатывает все необходимые тактовые частоты. Блок внешней памяти EM содержит все необходимые данные по эксплуатации и техобслуживанию системы, а также данные, полученные в процессе работы системы. Все аварийные состояния системы отображаются на системной панели сигнализации аварийных состояний SYP.

Блок управления групповой коммутации (SGC) управляет процессом коммутации в коммутационном поле SN.

Программное обеспечение (ПО) организовано с ориентацией на выполнение определенных задач соответственно подсистемам EWSD. Внутри подсистемы ПО имеет функциональную структуру. Операци-



PDF Compressor Free Version

Рис. 8.37. **Схема взаимодействия подсистем EWSD**

Из блок-схемы основных компонентов EWSD, видно, что система обеспечивает доступ различным типам линий (аналоговым и цифровым) для организации связи с другими коммутационными узлами на сети с использованием систем сигнализации R2, N5, ОКС7 и др.

В систему могут подключаться обычные абоненты, учрежденческие АТС, таксофонные линии. На основе EWSD возможна реализация широкого спектра служб ДВО абонентам (сокращенный набор

номера, переадресация вызова, служба «будильник» и т.д.), а также служб пользователей ЦСИО при одновременной организации передачи телефонных вызовов, данных, изображений.

Основные подсистемы:

1) доступа – цифровой абонентский блок (DLU) и линейная группа (LTG);

2) коммутации – коммутационное поле (SN);

3) сигнализации по общему каналу – управляющее устройство сети сигнализации по общему каналу (CCNC);

4) координации – координационный процессор (CP).

Каждая подсистема имеет, по крайней мере, один собственный процессор. Принцип распределительного управления в системе обеспечивает распределение функций между отдельными ее частями с целью обеспечения равномерного распределения нагрузки и минимизации потоков информации между отдельными подсистемами. Функции, определяемые окружающей средой сети, обрабатываются DLU и LTG (рис. 8.37).

Подсистема CCNC функционирует как транзитный узел сигнального трафика системы ОКС 7. Функция КП (SN) заключается в установлении соединения между абонентскими и соединительными линиями в соответствии с требованиями абонентов.

Устройства управления подсистемами независимо друг от друга выполняют практически все задачи, возникающие в их зоне. Только для системных и координационных функций, таких как выбор маршрута, им требуется помощь процессора CP. Координационный процессор CP выполняет функции координации соединения – анализ цифр номера, выбор маршрута и др., а также системные функции в процессе эксплуатации и техобслуживания – взаимодействие с оператором (через OMT), архивирование данных и др. Для согласования работы CP и других устройств служит буфер сообщений MB. Устройство генерации тактовых сигналов CCG вырабатывает все необходимые тактовые частоты. Блок внешней памяти EM содержит все необходимые данные по эксплуатации и техобслуживанию системы, а также данные, полученные в процессе работы системы. Все аварийные состояния системы отображаются на системной панели сигнализации аварийных состояний SYP.

Блок управления групповой коммутации (SGC) управляет процессом коммутации в коммутационном поле SN.

Программное обеспечение (ПО) организовано с ориентацией на выполнение определенных задач соответственно подсистемам EWSD. Внутри подсистемы ПО имеет функциональную структуру. Операци-

онная система состоит из программ, приближенных к аппаратным средствам и являющихся обычно одинаковыми для всех коммутационных станций. Программы пользователя зависят от конкретного проекта и варьируются в зависимости от конфигурации станции. Современная автоматизированная технология, жесткие правила разработки ПО, а также язык программирования CHILL, C++, Assembler, (в соответствии с рекомендациями МККТТ) обеспечивают функциональную ориентированность программ, а также поэтапный контроль процесса их разработки.

PDF Compressor Free Version

Механическая конструкция обеспечивает простой и гибкий монтаж, экономичное техобслуживание и гибкое расширение системы. Ее главными блоками являются:

- съемные модули стандартизированных размеров;
- модульные кассеты, в которых модули устанавливаются с передней стороны, а кабели – с задней;
- штативы с защитной обшивкой, организованные в штативные ряды;
- съемные кабели требуемой длины, оснащенные соединителями и прошедшие испытание.

8.4.2. Структура и функции DLU

Блоки цифровых линий DLU служат для подключения абонентов в систему EWSD. Блоки DLU могут эксплуатироваться как локально, т.е. в станции, так и дистанционно, т.е. на удалении от нее вблизи групп абонентов.

DLU подключается к КП EWSD с помощью линейных групп LTGB или LTGF посредством трактов (первичных цифровых потоков – PDC) со скоростью 2048 кбит/с и 4096 кбит/с соответственно.

В один DLU подключается до 950 абонентских линий (статив 2450) или до 880 (DLUB – статив 2130) с декадным или многочастотным способом набора номера: таксофоны, линии УАТС малой и средней емкости, линии базового доступа ЦСИО (2B + D), интерфейс V 5. 1, высокоскоростные АЛ (UDSL – универсальная ассиметричная цифровая АЛ, SDSL – ассиметричная цифровая АЛ), выделенные линии 2 Мбит/с для реализации internet-доступа.

Главными элементами DLU являются следующие функциональные блоки (рис. 8.38):

1. Модули абонентских линий (SLM), которые бывают двух видов:
   - SLMA – для подключения аналоговых АЛ,
   - SLMD – для подключения линий ISDN (2B+D);

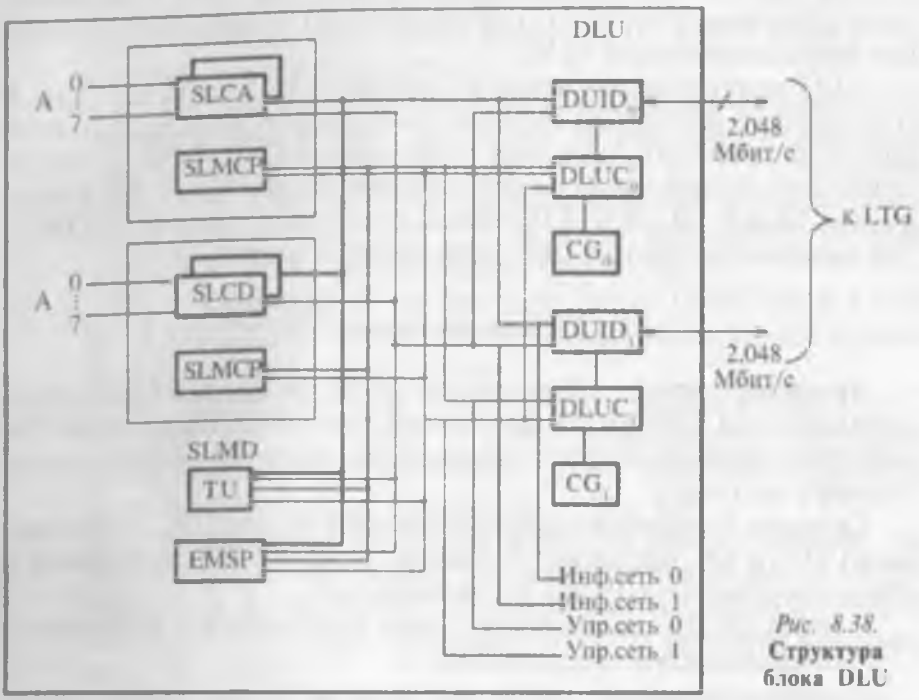


Рис. 8.38. **Структура блока DLU**

2. Два цифровых интерфейса (DIUD) для подключения систем передачи PDC с LTG;

3. Два устройства управления блоком DLU (DLUC);

4. Две сети 4096 кбит/с для передачи информации пользователя между модулями АЛ SLM и DIUD;

5. Испытательный блок (TU) для тестирования телефонных аппаратов, абонентских линий и отдельных элементов DLU;

6. Оборудование для работы DLU в аварийном режиме (EMSP), обеспечивающее возможность выполнения внутренних вызовов между абонентами одного DLU при обрыве соединения с LTG;

7. Устройство синхронизации внутри DLU (CG) для согласования потоков приема-передачи.

Абонентские линии непосредственно включаются в абонентские комплекты SLCA (SLCD). SLCA соединены с двумя интерфейсами DIUD посредством двух информационных сетей со скоростью 4096 кбит/с через сеть 0 с DIUD0 и через сеть 1 с DIUD1 (рис. 8.42) Каждая сеть имеет 64 канала для передачи данных пользователя (речь) в обоих направлениях передачи.

При подключении аналоговых АЛ в DLU или через него выполняются функции BORSCHT. Процессор SLMCP выполняет управление функциями модуля SLM.

PDF Compressor Free Version

DLU могут подключаться к линейной группе B (LTG(B)), F (LTGF(B)), G (LTGG(B)) по одной, двум, или четырем линиям PDC (ИКМ-30, ИКМ-24). Локальное подключение к LTGF(B), LTGG(B) может быть организовано по двум линиям со скоростью 4096 кбит/с каждая. Между DLUB и LTG используется сигнализация по ОКС7. Для надежности каждый DLU подключается к двум LTG.

8.4.3. Линейная группа LTG

Линейная группа – оборудование согласования внешнего окружения системы EWSD с дублированным коммутационным полем SN, выполняет функции мультиплексирования цифровых потоков, включенных в систему.

Скорость передачи информации на магистралях SDC, соединяющих LTG и SN, составляет 8 Мбит/с. Каждая LTG подключена к обеим плоскостям поля. В LTG включаются:

- через DLU – абонентские линии (аналоговые и цифровые с базовым доступом сети ISDN);
- непосредственно – цифровые соединительные линии, линии доступа (30B + D) на первичной скорости ЦСИО, цифровые коммутаторы, УАТС большой емкости;
- через мультиплексор SC-MUX – аналоговые соединительные линии.

Тип LTG зависит от типа включаемых линий, а также от способа передачи информации и используемой системы сигнализации (CAS, ОКС № 7).

Для различных типов линий и их комбинаций требуется LTG разной комплектации. Различают следующие типы LTG:

- LTG B используется для подключения DLU. В LTG B включаются одна или две DLU. В LTG B могут также включаться линии от учрежденческих телефонных станций через первичный доступ BRI (2B+D). При этом сигнализация в 16-м канале осуществляется в соответствии с протоколом D-канала.
- LTG C – для подключения соединительных линий, использующих различные системы сигнализации и уплотненных аппаратурой ИКМ-30. Максимальное число ИКМ-30, которое можно включить в LTG C равно четырем. В LTG C могут также включаться линии от учрежденческих телефонных станций.

– LTG B:OSS – для подключения рабочих мест операторов цифровых коммутаторов (DSB). К двум LTG B:OSS можно подключить максимум 60 DSB.
– LTG D – для подключения цифровых систем передачи и цифровых соединительных линий при организации международной, междугородней и спутниковой связи. В LTG D при необходимости могут применяться эхозаградители и эхокомпенсаторы. В линейную группу LTG D можно включить до четырех линий ИКМ-30 с сигнализацией CAS и ОКС 7.
– LTG F выполняет те же функции, что и LTGF (B) и LTGF (C). LTGC, LTGF (B) и LTGF(C) размещаются вместе в одной однорядной модульной кассете.
– LTG G выполняет те же функции, что и группы LTGB LTGC, и LTGB:OSS. В отличие от LTGF в однорядной модульной кассете размещаются две группы LTGG. В будущем в проектах будет использоваться, в основном, группа LTGG.
– LTG H является устройством обработки пакетов данных, оно осуществляет сбор данных D-канала, поступающих от ISDN-абонентов, и подключает отдельные пакеты данных к соответствующим пунктам назначения. Скорость передачи информации – 64 кбит/с.

В общем виде линейная группа состоит из следующих функциональных блоков (рис. 8.39):

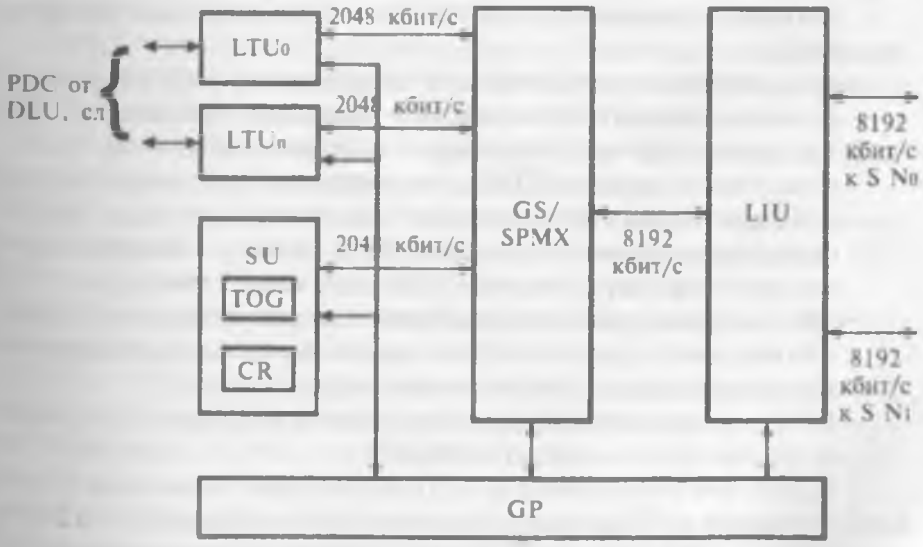


Рис. 8.39. **Общая структура линейной группы**

1) блок подключения линий LTU;
2) групповой переключатель GS или речевой мультиплексор SPMX;
3) групповой процессор GP;
4) сигнальный блок SU;
PDF Compressor Free Version
5) модуль интерфейса между линейной группой и коммутационным полем LIU.

Рассмотрим функции отдельных блоков в LTG.

1. Блок подключения линий LTU осуществляет согласование подключенных линий с внутренним интерфейсом линейной группы. LTU является логическим блоком и может включать в себя:

- цифровой интерфейс (DIU), который согласовывает цифровой тракт ИКМ-30 или ИКМ-24 с внутренним циклом PCM и осуществляет текущий контроль передачи информации в HDB-3 коде;
- блок конференц-связи, модуль B (COUB), который служит для соединения от трех до восьми речевых каналов при организации конференц-связи между абонентами;
- индивидуальную схему цифрового автоинформатора (INDAS), он генерирует стандартные индивидуальные сообщения, используется в LTG B, LTG C, LTG F и LTGG;
- кодовый приемник (CR), который используется в LTU, если емкость сигнального комплекта SU становится недостаточной для использования CR;
- цифровой модуль подключения оператора (OLMD), поддерживающий до восьми портов для включения цифровых линий от OSS;
- автоматическое испытательное оборудование (ATE) для тестирования соединительных линий и тональных генераторов TOG.

2. Сигнальный блок SU содержит служебные комплекты:

- тональный генератор (TOG), генерирующий тональные частоты для выполнения внутристанционных проверок, а также при посылке сигналов «ответ станции», КПВ, зуммера «занято» и других акустических сигналов в цифровом виде;
- CR – кодовые приемопередатчики которые служат для приема или передачи адресной информации многочастотным кодом, назначаются только на время ввода цифр;
- CTC – модуль приемника для контроля непрерывности, применяется для сигнализации ОКС7.

3. Групповой переключатель (GS) обеспечивает включение разговорных трактов в LTG, подачу акустических и тональных сигналов от генератора TOG, включение трактов при организации конференц-

связи. Для этого в него включаются до 16 речевых уплотненных линий (2048 кбит/с).

4. Речевой мультиплексор (SPMX) используется вместо GS в тех линейных группах, в которые включаются только цифровые соединительные линии. SPMX не содержит логики конференц-связи и имеет до 14 речевых уплотненных линий.

5. Блок интерфейса между линейной группой и коммутационным полем системы (LIU) преобразует информационный поток 8192 кбит/с, поступающий от GS/SPMX в две параллельные уплотненные линии 8192 кбит/с, ведущие к дублированному коммутационному полю. При выходе из строя активной стороны поля LIU продолжает передачу информации по второй линии 8192 кбит/с через другую сторону поля. LIU синхронизирует информацию, принятую из КП, по внутренней системе тактирования линейной группы (от генератора CCG). Кроме того, LIU выполняет внутристанционную проверку соединения через КП.

6. Групповой процессор (GP) является управляющим блоком линейной группы, согласовывает информацию, поступающую от окружения станции с внутренним информационным стандартом системы. GP осуществляет управление всеми функциональными блоками линейной группы. GP включает в себя функциональные блоки, изображенные на рис. 8.40.

Назначение отдельных элементов управляющей системы GP следующее:

SMX – сигнальный мультиплексор – объединяет информацию от управляющих потоков из LTU, SU, GS в уплотненную линию 2048 кбит/с SIHO/1 и передает ее в блок PMU и наоборот.

PMU – блок памяти процессора, в качестве этого блока используется 32-разрядный процессор и память на 4 Гбайта.

DLC 0,1 – управление каналами передачи данных, осуществляет обмен данными между LTG и CP по двум каналам управления LIU O/1 со скоростью 64 кбит/с по HDLC-процедуре.

GCG – групповой генератор тактовой частоты, обеспечивает LTG всеми необходимыми частотами.

SILCB – управляющее устройство звена сигнализации, модуль B является процессором ввода-вывода по HDLC-процедуре и выполняет управление двумя каналами передачи данных со скоростью 64 кбит/с.

WDU – блок сторожевой схемы, с помощью таймеров осуществляет текущий контроль выполнения программ в PMU.

CG: DIU-24 – генератор тактовой частоты 1544 кбит/с (ИКМ-24).

PDF Compressor Free Version

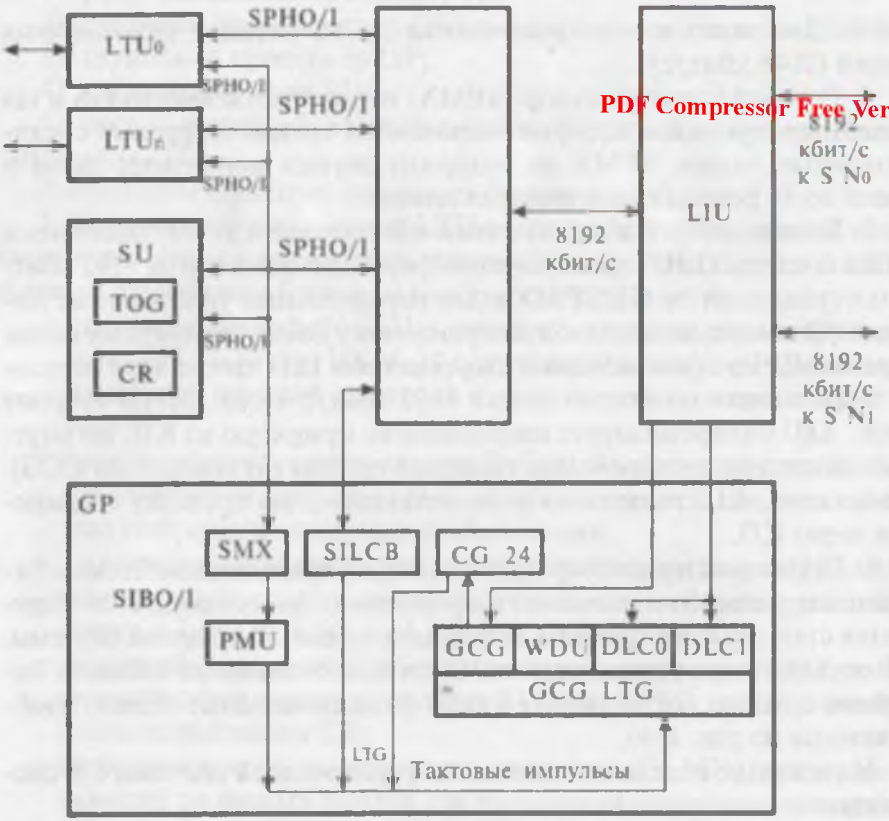


Рис. 8.40. **Функциональные блоки группового процессора линейной группы**

8.4.4. Коммутационное поле системы EWSD

КП соединяет подсистемы LTG, CP и CCNC друг с другом. Оно обеспечивает полную доступность линейных групп друг к другу, CP или блока CCNC с каждой LTG.

КП EWSD является дублированным и состоит из двух сторон (плоскостей): SN0 и SN1. Главная его задача состоит в подключении соединений между группами LTG в процессе обслуживания вызовов. Причем, каждое соединение подключается через обе половины (плоскости) поля, так что в случае отказа в распоряжении всегда имеется резервное соединение.

В EWSD применяются: КП SN и КП SN(B).

Поле SN(B) представляет собой новую разработку. Оно отличается целым рядом усовершенствований, к которым относятся меньшая

занимаемая площадь, более высокая доступность и сниженная потребляемая мощность.

В зависимости от количества линейных групп, включенных в поле, применяются следующие структуры КП:

– КП на 504 LTG (SN: 504 LTG);
– КП на 252 LTG (SN: 252 LTG);
– КП на 126 LTG (SN: 126 LTG);
– КП на 63 LTG (SN: 63 LTG);
– КП на 15 LTG (SN: 15 LTG).

Благодаря модульному принципу построения структура поля может изменяться, постепенно наращиваясь при необходимости.

КП состоит из ступеней временной коммутации – TSG, и ступеней пространственной коммутации – SSG.

КП на 63 LTG (SN:63 LTG) и на 15 LTG (SN: 15 LTG) применяются в станциях средней емкости и имеют структуру:

– одна ступень временной коммутации, входящая (TSI);
– одна ступень пространственной коммутации (SSM);
– одна ступень временной коммутации, исходящая (TSO).

КП (SN: 504 LTG), (SN: 252 LTG), (SN: 126 LTG) применяются в станциях большой емкости и имеют структуру:

– одна TSI;
– три SSM;
– одна TSO.

Эти ступени временной и пространственной коммутации размещаются в модулях TSM и SSM, в которых также используются интерфейсы для компенсации разницы времени распространения сигнала через подключенные уплотненные линии (8192 кбит/с). Таким образом, они осуществляют фазовую синхронизацию входящей информации в уплотненных линиях. Модуль TSM содержит ступени TSI и TSO. Посредством ступеней временной коммутации информационные октеты (байты информации) могут изменять временной интервал и уплотненную линию между входом и выходом (рис. 8.41).

Посредством ступеней пространственной коммутации октеты могут менять уплотненные линии между входом и выходом, но при этом сохраняются в одном и том же временном интервале.

Каждая ступень групповой пространственной и временной коммутации SSG и TSG имеют свое собственное управляющее устройство, которое состоит из двух модулей управления:

– управляющее устройство коммутационной группы (SSG);
– модуль интерфейса между SSG и блоком буфера сообщений MBU (LIM).

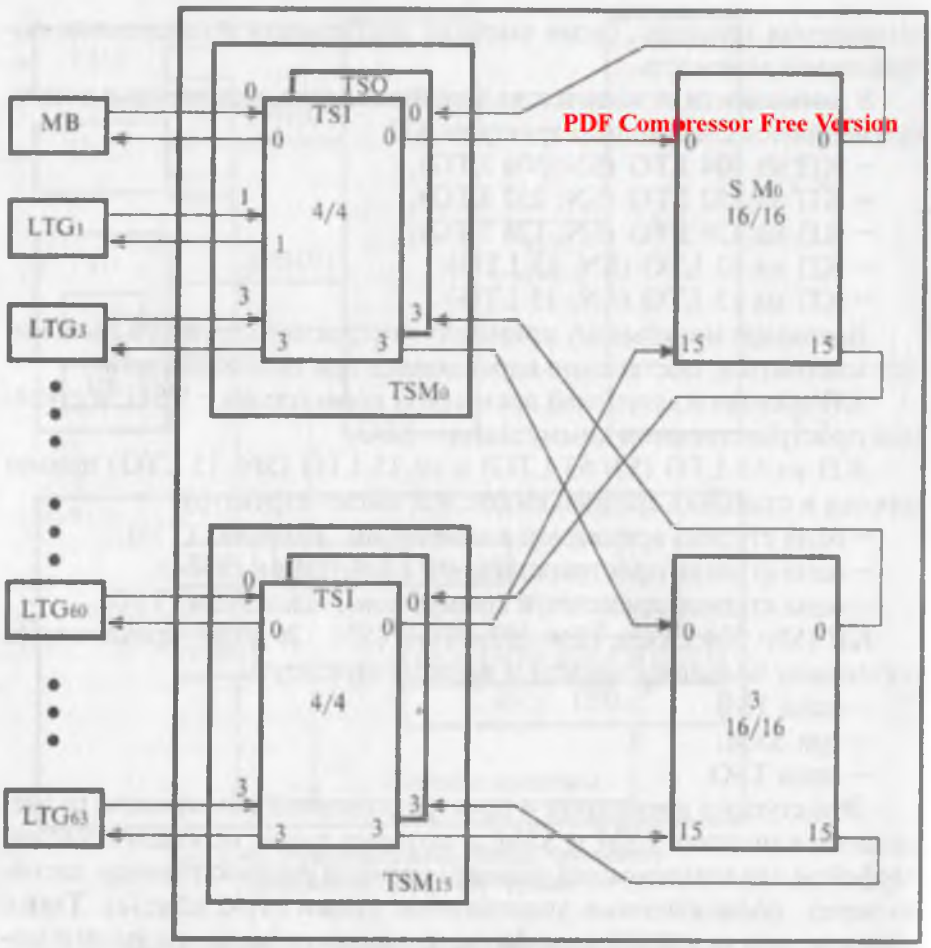


Рис. 8.41. **Структура КП системы EWSD на 63 LTG (SN: 63 LTG)**

Благодаря высокой скорости и качеству передачи данных КП способно подключать соединения для различных видов служб связи.

Одно соединение для организации связи между оконечными терминалами абонентов A и B используется двумя связанными между собой путями, проходящими через КП с зеркально симметричными параметрами (от A к B и от B к A).

В координационный процессор CP постоянно поступает информация о состоянии участков соединяющего тракта. CP в свою очередь передает контрольную и установочную информацию в управляющее устройство коммутационного поля SGC.

8.4.5. Обслуживание вызова в системе EWSD

В системе предусматривается обслуживание любого типа вызова: местного (исходящего, входящего, внутристанционного), междугороднего, к узлу спецслужб.

Для этого задействуются линейные группы и блоки DLU, необходимые для каждого типа вызова.

Рассмотрим процесс обслуживания вызова на примере внутристанционного соединения между обычными абонентами.

Процесс обслуживания внутристанционного вызова можно разделить на следующие этапы:

1) занятие – определение момента поднятия трубки абонентом А, посылка сигнала *«ответ станции»*;

2) прием и анализ цифр номера;

3) определение абонента В, посылка «КПВ» и сигнала вызова, разговор;

4) отбой, разъединение и освобождение.

Рассмотрим пример обслуживания вызова без использования служб ДВО, в котором участвуют два обычных абонента (без приоритета), у абонента А используется телефонный аппарат с тональным набором номера.

При обслуживании внутристанционного вызова в системе EWSD участвуют модули, представленные на рис. 8.42.

Примем, что все комплекты, модули, управляющие устройства, относящиеся к вызывающему абоненту (абоненту А), на схемах и в объяснении будут указываться с индексом А, а все устройства со стороны вызываемого абонента (абонента В) – будут, соответственно с индексом В.

Кроме того, в системе EWSD перед посылкой акустических сигналов абонентам или при подготовке трактов передачи речевой информации между отдельными блоками сначала выполняется внутристанционная проверка, т.е. проверяется готовность того или иного тракта (например, при выполнении коммутации через КП системы и т.д.). Внутристанционная проверка выполняется от генератора TOG до приемника CR через необходимые модули системы.

Рассмотрим поэтапно процесс обслуживания внутристанционного вызова.

Этап 1.

1. Вызывающий абонент поднимает трубку или нажимает на кнопку ТА.

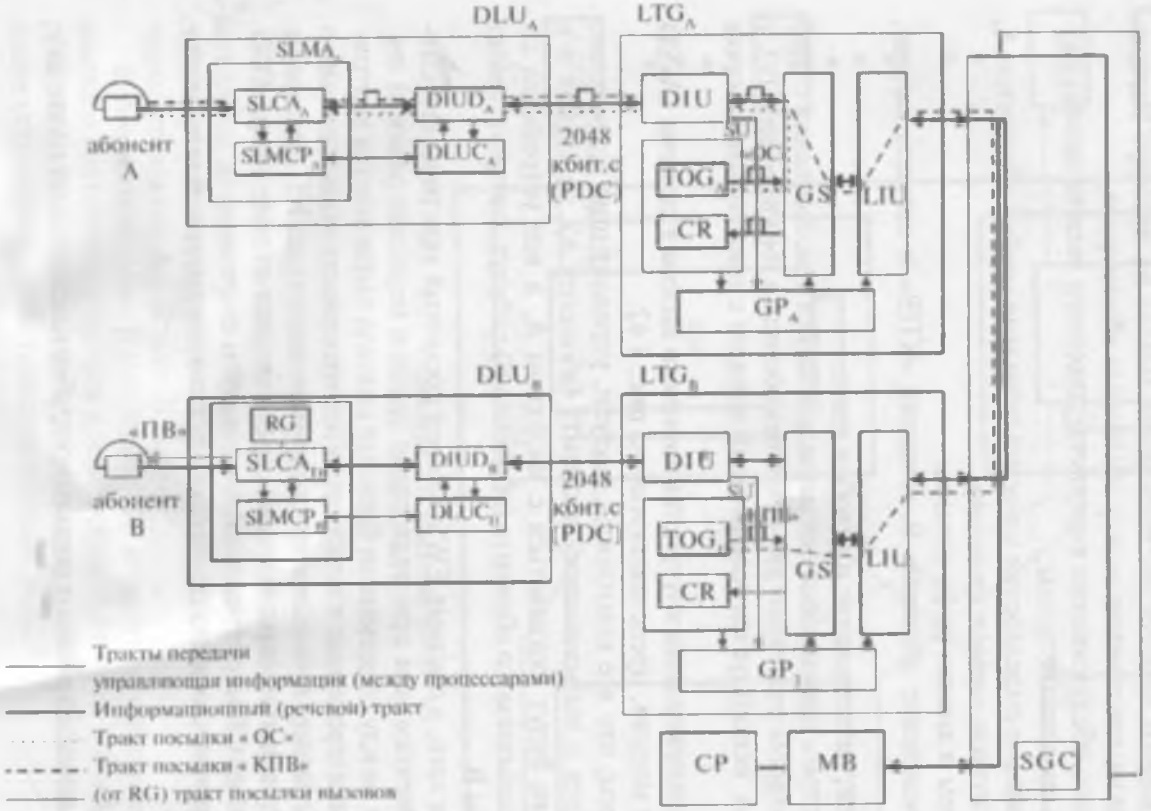


Рис. 8.42. **Схема взаимодействия модулей системы EWSD при обслуживании внутристанционного вызова**

PDF Compressor Free Version

2. $SLMCP_A$ обнаруживает при сканировании контрольных точек в SLCA замыкание шлейфа абонентской линии.

$SLMCP_A$ формирует сообщение, содержащее информацию о поступлении запроса на соединение и линейный номер абонентской линии.

3. $DLUC_A$ направляет сообщение – запрос на обслуживание вызова в через DIUD и DIU.

4. GP_1 обращается в базу данных и определяет абонентскую характеристику вызывающего абонента (категорию, тип абонентской линии, тип номеронабирателя и т.д.), назначает временной интервал и сообщает об этом в $SLMCP_A$.

SLCA – комплект аналоговых абонентских линий.

SLMCP – процессор модуля аналоговых абонентских линий

5. $SLMCP_A$ загружает временной интервал в $SLCP_A$.

6. GP_1 проключает тракт между коммутатором GS_1 из LTC_A в $SLCA_1$ и обратно в для проверки тракта приема – передачи.

7. После успешного выполнения проверки дает команду о проключении тракта между DIU и CR для процедуры набора номера. CR готов к приему номера.

8. GP_A дает команду GS_A о проключении канала для посылки сигнала «ОС» от генератора TOG в TA абонента А.

Этап II.

1. Абонент А набирает первую цифру номера CR_A принимает и преобразует ее. Цифра передается в GP_A, который дает команду о прекращении посылки сигнала «ОС».

2. GP_A добавляет необходимую служебную информацию к полученной первой цифре и передает ее в CP.

3. CP анализирует первую цифру номера на установление вида соединения (местное, междугороднее, к узлу спец. служб). Если соединение местное, то CP определяет значность номера и необходимое количество цифр для определения типа вызова (внутристанционный или исходящий). Передает эту информацию в GP_A.

4. GP_A после получения от CR необходимого количества цифр номера, передает их в CP.

5. CP определяет, что вызов внутристанционный и после получения оставшихся цифр номера определяет абонентскую линию, блок и линейную группу вызываемого абонента. Определив свободность абонента В. CP в своей памяти отмечает состояние абонента В как «занятый», т.е. недоступным для поступления других соединений.

Этап III.

1. СР обращается к GP_B с запросом на обслуживание вызова для абонента В. Проверяется абонентская характеристика вызываемого абонента и назначается временной интервал для соединения.

PDF Compressor Free Version

2. СР дает команду SGC о проключении соединительного пути через КП (SN) между LTG_A и LTG_B после выполнения внутристанционной проверки этого пути для определения качества передачи.

3. GP_B дает команду о выполнении проверки приемо-передающего тракта до $SLCA_B$.

4. После успешного выполнения проверки GP_B дает команду о проключении канала TOG_B через GS_B и КП в LTG_B для посылки сигнала «КПВ».

5. Одновременно GP_B дает команду $SLCA_B$ об активизации посылки вызывного сигнала (от генератора RG).

6. Абонент В принимает вызов путем снятия трубки или нажатием кнопки на ТА. При сканировании $SLCA_B$ процессором $SLMCP_B$ обнаруживается замыкание шлейфа.

7. $SLMCP_B$ передает информацию о замыкании шлейфа в DLU_B.

8. $DLUC_B$ отключает посылку вызова и передает сообщение в GP_B.

9. GP_B отключает сигнал «КПВ», проключает разговорный тракт и информирует процессор GP_A о начале разговора.

10. GP_A начинает процесс тарификации вызова (учет стоимости разговора).

Этап IV.

1. По окончании разговора абонента В первый кладет трубку.

2. В $SLCA_B$ изменяется состояние линии – шлейф разомкнут.

3. Процессор $SLMCP_B$ после сканирования $SLCA_B$ сообщает об изменении состояния линии $DLUC_B$.

4. $DLUC_B$ информирует GP_B о размыкании шлейфа абонентской линии вызываемого абонента.

5. GP_B формирует команду управления об окончании разговора и разрушает разговорный тракт.

6. GP_A дает команду GS о проключении канала от TOG на посылку сигнала «*зуммер занято*», или обнаруживается, что абонент А еще не дал отбой.

7. GP_A прекращает процесс тарификации и передает данные учета стоимости разговора в СР.

8. GP_A и GP_B дают информацию в СР о размыкании разговорного тракта.

9. СР дает команду в SGC о разрушении разговорного тракта через КП – освобождение тракта приема – передачи.

8.5. DTS-1100A, DTS-3100 фирмы Daewoo

8.5. 1. Характеристики систем DTS-1100A, DTS-3100

Цифровые коммутационные системы DTS-1100A, DTS-3100 спроектированы и произведены компанией Daewoo Telecom Ltd. (Юж. Корея).

ЭАТС DTS-3100 предназначена для применения на любых уровнях построения сети [местная (ГТС, СТС), междугородняя, международная] в качестве местных – оконечных, районных, узловых; транзитных, междугородных и международных станций. DTS-1100A может использоваться в качестве местной и узловой станции.

Емкость системы может плавно меняться в пределах до 120 тысяч абонентских линий и до 60,5 тысяч соединительных линий для DTS-3100 и до 8,192 абонентских линий и 1,080 соединительных линий для DTS-1100A.

Максимальная емкость станции DTS-3100 обеспечивает нагрузку 26,000 Эрланг и до 1,200,000 попыток вызовов в час наибольшей нагрузки. DTS-1100A обеспечивает коммутацию в 1,200 Эрланг и до 100,000 попыток вызова в час наибольшей нагрузки.

Системы могут работать с аналоговыми и цифровыми системами передачи, использующимися в качестве соединительных линий; поддерживать любые имеющиеся на сегодняшний день системы сигнализации как с однотипным, так и с неоднотипным коммутационным оборудованием – наиболее используемыми системами сигнализации R1, R1.5, R2, ОКС № 7.

DTS-1100A и DTS-3100 позволяют включать различные источники информации:

- обычных абонентов по аналоговым линиям;
- абонентов сети ISDN по цифровым линиям с базовым доступом (2B+D), где B – информационный канал 64 кбит/с, D – канал сигнализации 16 кбит/с;
- линии от УАТС – учрежденческих АТС, линии от концентраторов для подключения групп удаленных абонентов и т.п.

DTS-1100A и DTS-3100 взаимодействуют с другими АТС на телефонной сети общего пользования (ТфОП), а также с оборудованием на сетях с пакетной коммутацией (сеть передачи данных), на сотовых сетях, широкополосных сетях и т.д.

В оба вида станций могут включаться как обычные абоненты, так и абоненты с приоритетом в обслуживании вызова, те и другие могут использовать простые дисковые и кнопочные ТА, а также многофун-

кциональные ТА с импульсным, частотным или комбинированным способом набора номера. Станции обеспечивают своим абонентам поддержку широкого набора служб ДВО – дополнительных видов обслуживания, таких как будильник, переадресация вызовов, подключение к занятому абоненту и т.д. Абонентам может присваиваться до 20 категорий обслуживания вызова (без приоритета, с приоритетом различного уровня, бесплатный вызов и т.д.).

PDF Compressor Free Version

DTS-1100A и DTS-3100 используют цифровую технологию в управлении системой и ее работе, программные средства выполнены на микропроцессорах. Работа DTS-3100 основана на иерархическом принципе построения.

Функция контроля выполняется процессором высокого уровня и процессором нижнего уровня. Процессор высокого уровня называется *главным процессором* (MP) и управляет функциями на высоком уровне, такими как: обработка вызова, расшифровка вызова, коммутационный контроль, контроль аварийного устройства, эксплуатация и управление. Процессор нижнего уровня называется *линейным процессором* (LP), он управляет функциями нижнего уровня, такими как: мониторинг и анализ системной телефонии, и обработка сигнала в режиме реального времени.

8.5.2. Структура оборудования системы DTS-1100A

DTS-1100A состоит из трех подсистем (рис. 8.43):
- подсистемы коммутации доступа (ASS);
- подсистемы удаленного доступа (RSS);
- подсистемы ввода /вывода (IOS),

а также модуля сигнализации общего канала (CSM) для сигнализации ОКС7 (CSS7).

Подсистема ввода/вывода (IOS) – это система для обеспечения интерфейса с оператором, в качестве операторского терминала используется персональный компьютер. Функции IOS: программа загрузки ASS, резервные данные, запоминание и анализ данных об оплате, сообщения о состоянии дисплея и коммуникация человек – машина с оператором. Подсистема коммутации доступа (ASS) является основной частью системы DTS-1100A. Максимальное число ASS в DTS-1100A три, каждая ASS имеет различные функциональные модули такие как модуль доступа (AM), коммутационный модуль (SM), модуль сигнализации и проверок (STM), и модуль контроля (CM).

Модуль контроля (CM) имеет 2 уровня иерархии и состоит из главного процессора и линейных процессоров (см. рис. 8.44).

Главный процессор MP содержит 32-битовый микропроцессор, который выполняет функции управления высокого уровня – обработку данных вызова, расшифровку номера, управление коммутацией и централизованной системой функций управления и администрации. Главный процессор взаимодействует с линейным процессором (LP) и контроллером межстанционного устройства, используя соединение B-шины и соединения T-шины, процессор ввода-вывода (IOP) для функций управления и процессор общей сигнализации (CSP) для системы сигнализации ОКС7. Главный процессор отвечает за настройку и контроль многочастотного приемника DTMF, а также испытательного оборудования для абонентской линии и СЛ. Он анализирует полученные цифры, сигналы и контролирует испытательное оборудование. Для контроля коммутационной сети главный процессор использует L-шину. Линейный процессор (LP) имеет 16-битовый процессор и отвечает за нижний уровень и операции в режиме реального времени – восприятие и анализ состояния передачи от средств телефонии. Линейный процессор LP сканирует, анализирует и управляет состоянием абонентской линии АЛ, соединительной линии СЛ и передает эту информацию в главный процессор MP. Линейный процессор LP контролирует межофисный сигнал под руководством главного процессора. Каждый линейный процессор управляет 512 АЛ и 120 цифровыми СЛ. Если требуются аналоговые СЛ, LP может обслужить до 128 аналоговых СЛ одновременно с 120 цифровыми СЛ. Система может вмещать до 6 линейных процессоров.

Модуль доступа (AM) состоит из следующих функциональных блоков (см. рис. 8.43):

- аппаратное обеспечение интерфейса аналоговой линии (ALIH);
- аппаратное обеспечение линейного интерфейса ISDN (ILIH);
- аппаратное обеспечение интерфейса аналоговой межстанционной соединительной линии (ATIH);
- аппаратное обеспечение цифровой межстанционной соединительной линии (DTIH);
- концентратор цифровой линии (DLC).

Обычный (нормальный) абонент, таксофон и учрежденческая АТС объединены на плате абонентской линии высокой плотности, принадлежащей к ALIH. Цепь использует программируемое усиление приема/передачи сопротивления на вводе и балансный контур, которые соответствуют рекомендациям ITU G.712 и G.517 по характеристикам передач. Существуют различные типы плат линейного интерфейса, предназначенные для абонентской линии, таксофона и учрежденческой АТС.

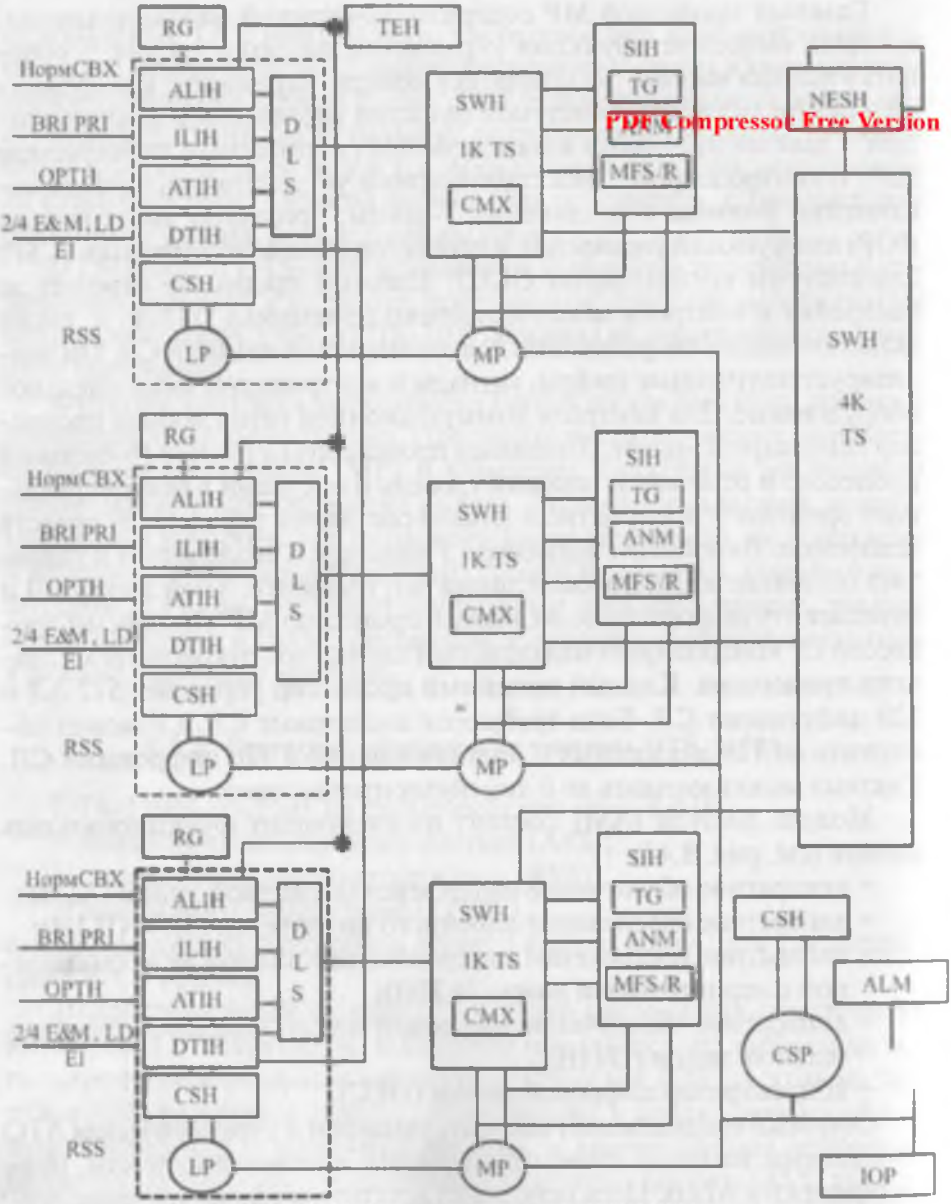


Рис. 8.43. **Структура модулей DTS1100A**

К линейным панелям ISDN модуля ILIH может быть подключен интерфейс базового доступа BRI и интерфейс первичного доступа PRI. Существует два типа панелей: один для типа 2B + D, другой для 30B + D.

В зависимости от типа сигнала аналоговой соединительной линии были разработаны различные типы печатных плат (PBA). LP контролирует ATIH по шине L и обеспечивает СЛ различными типами сигнализации (шлейфовая, импульсный/тоновый набор номера, одночастотная линейная сигнализация 2600 Гц для связи с центральной станцией на СТС).

Цифровой линейный интерфейс (DTI) модуля DTIH снабжен двумя различными версиями печатных плат (PBA) – 2E1 и 4E1 (в соответствии со стандартами CEPT и рекомендациями CCITT (ITU, МСЭ)). Также DTIH обеспечивает канальную сигнализацию в соответствии со стандартом межстанционной сигнализации отдельно взятой страны. PBA имеет свой 8-битовый микропроцессор, контролирующий сигнальные данные и осуществляет самопроверку. Он также имеет приемопередающий чип, который повышает надежность и компактность платы.

Концентратор цифровой линии – это модуль оборудования, обеспечивающий организацию речевого тракта между центральным временным коммутатором (TSW) и АЛ/СЛ. DLC состоит из мультиплексора, демультиплексора, речевой памяти и контрольной памяти. DLC осуществляет функции коммутации 1,024 временных интервалов, концентрацию и является интерфейсом линейного процессора.

DLC разделен на две функции: временного коммутатора и концентратора. Функция временного коммутатора – прием последовательных данных со скоростью 2048 кбит/с от 32-разрядной магистрали и демультиплексирования 8192 кбит/с параллельных данных. DLC оборудован 32-разрядными шинами данных, которые состоят из 16 абонентских подмагистралей, 4 соединительных под-магистралей и 8 временных интервалов для обеспечения концентрации в соотношении 4x1. DLC выполняет следующие функции:

- взаимодействие с линейным процессором;
- контрольная память (2 кВ x 16 бит);
- чтение контрольной памяти;
- запись контрольной памяти;
- модуль разрешения доступа в контрольную память;
- мультиплексирование/демультиплексирование;
- речевая память (2 кВ x 8 бит);
- самотестирование речевого тракта.

Коммутационный модуль SW состоит из функциональных блоков (см. рис. 8.43). В их числе временной коммутатор (TSW) блок конференц-связи (CMX) и аппаратное обеспечение для синхронизации сети (NESH).

Временной коммутатор TSW – это центральное коммутационное устройство аппаратного обеспечения, он работает под контролем главного процессора. TSW осуществляет коммутацию временных каналов и взаимосвязь между АЛ, СЛ и сигнальным устройством генератора тона. Он также обеспечивает соединение между тестирующим оборудованием и АЛ для установки тестового тракта. Все соединения к TSW используют подмагистраль, где мультиплексируются 32 временных канала. Существует два временных коммутатора – 1К и 4К. Временной коммутатор 1К контролируется главным процессором MP. Временной коммутатор 4К не принадлежит ни к одному из главных процессоров. Временной коммутатор 4К используется для тракта между подсистемами коммутации доступа, он обеспечивает 1К временных ячеек для каждого 1К временного коммутатора. Все коммутационные устройства дублированы. TSW имеет следующие характеристики:

PDF Compressor Free Version

– временная коммутация в ASS или T-T-T между ASS;
– полная доступность;
– распределение времени смежным блокам;
– временная коммутация 1К × 1К и 4К × 4К;
– самотестирование и тестирование шлейфа;
– возможность выбора дублированных модулей;
– функция АЦП;
– метод мультизаписи;
– самодиагностика.

Блок конференц-связи CMX осуществляет функции мультикоммутации для обеспечения конференц-связи и вызова по трем направлениям. Он работает под контролем главного процессора. Существуют несколько вариантов для конференц-связи:

– три абонента могут быть объединены в одну группу для трехстороннего разговора;

– до 27 каналов могут быть использованы для трехстороннего разговора, когда для осуществления конференц-связи, абоненты могут быть объединены в одну группу;

– до 24 каналов можно использовать одновременно, в одном ASS.

Модуль NESH генерирует тактовые импульсы (импульсы синхронизации) для уменьшения эффекта отклонения частоты импульсов, сдвига передачи и фазового дрожания, которое может вызвать скольжение. Эталонная частота тактовых импульсов от коммутационной системы составляет 2,048 Мгц. Для синхронизации работы АТС DTS1100A с внешней сетью используется метод master-slave. NESH получает два эталонных импульса от сети, один из которых служит для сравнения, генерирует импульсы и распределяет их по устрой-

ствам. В случае выхода из строя эталонных тактовых импульсов, автоматически выбираются новые импульсы.

Модуль сигнализации и тестирования (STM) включает в себя функциональные блоки (см. рис. 8.43):

– многочастотный приемо-передатчик (MFSR);
– генератор тона (TG);
– генератор сообщений (ANM);
– модуль тестового оборудования (TEH);
– генератор звонка (RG).

Многочастотный приемопередатчик (MFSR) – это модуль оборудования, обрабатывающий МЧ-сигналы, поступающие от абонентов и СЛ, он работает под контролем сигнального процессора. MFSR подключен к TSW через подмагистрали. MFSR имеет множество каналов, каждый из которых способен принять на себя все функции MFSR, т.е. DTMF – приемник для абонентов с тоновым и комбинированным номеронабирателем ТА, R1/R2 – приемо-передатчик для внутристанционной регистровой сигнализации.

Генератор тона TG выполняет функции генерации звуковых сигналов – тональный набор, сигнал «*занято*», сигнал перегрузки и т.д. Выдача сигналов абоненту происходит под контролем главного процессора MP. Сигналы генерируются путем считывания с таблицы звуковых сигналов, хранящейся в памяти ПЗУ модуля. При необходимости можно изменить частоты, тактовые сигналы и уровни путем внесения изменений в ПЗУ (ROM). Максимальная производительность TG – 32 типа сигналов.

Генератор сообщений ANM выполняет функцию передачи сообщений абоненту, он работает под контролем главного процессора MP. Возможна перезапись каждого сообщения путем изменения в ПЗУ (ROM). Максимальная производительность ANM – 16 типов сигналов, максимальная длительность каждого сигнала – 12 с.

Модуль тестового оборудования TEH подсоединяется к контуру абонентской цепи и может тестировать состояние внешней абонентской цепи. Это оборудование определяет следующие состояния линии:

– открытое, короткое замыкание, сообщение на линии, земля на линии, тест прошел нормально;
– тестирование телефонного аппарата абонента (DP – ТА с декадным НН, DTMF – ТА с многочастотным НН);

TEH измеряет электрическое состояние между контуром и заземлением АЛ, когда она занимается абонентом. Измеряются следующие параметры:

– напряжение постоянного/переменного тока (DC, AC);

– емкостное сопротивление;
– сопротивление линии;
– тестирование телефонного аппарата с декадным НН (частота импульсов, цифры номера, коэффициент действия);
PDF Compressor Free Version
– тестирование телефонного аппарата с многочастотным НН (цифры номера).

Тестирующее оборудование может определить состояние внутренних линий и тестирует контур АЛ до интерфейса ALIH. Измеряются следующие параметры:

– характеристики передачи и искажения речевого сигнала;
– возвратные потери;
– сопротивление шлейфа, постоянному току DC;
– определение импульсного или многочастотного набора (DTMF);
– установление вызова и разъединение.

Генератор звонка RG обеспечивает поступление сигнала вызова к абоненту под контролем линейного процессора. RG включает в себя генератор синусоидальной волны, выпрямитель, контрольную цепь выходного напряжения, цепь выходного контроля и цепь нулевого пересечения для генерации синусоидального потока звонков.

Модуль ввода-вывода (IOM) состоит из процессора ввода-вывода (IOP) и IOT-терминала. Процессор ввода-вывода IOP – это процессор специального назначения. Он контролирует входные и выходные устройства системы – привод ленты картриджа, привод жесткого диска, CRT, принтера и привод аварийной панели. На IOP возложены следующие функции:

– сброс и загрузка программы;
– резервная запись данных;
– резервная запись данных об оплате и их анализ;
– резервная запись статистических данных;
– контроль ввода-вывода и резервная запись;
– привод аварийной панели (ALMH).

IOT (операционно-обслуживающий терминал) – это персональный компьютер, на котором записана специальная программа для обеспечения интерфейса система – оператор.

Модуль общей сигнализации состоит из процессора общей сигнализации CSP и модулей общей сигнализации CSH. Процессор общей сигнализации CSP, как и LP, содержит 16-разрядный микропроцессор, отвечает за обработку в режиме реального времени сигнализации ОКС7 (например, отправка и получение информации, ее анализ). CSP взаимодействует с MP. Один CSP-процессор контролирует 4 терминала звена сигнализации и докладывает о состоянии в MP.

Модуль общей сигнализации CSH выполняет функцию 2-уровневого сигнального звена ОКС7 подсистемы MTP. Модуль CSH работает под контролем CSP. Он обеспечивает цифровое и аналоговое звено данных сигнализации SL. CSH имеет дублирование по типу n+k. Соединение с интерфейсом цифровой линии происходит со скоростью 64 кбит/с.

8.5.3. Структура оборудования DTS-3100

Система DTS 3100 физически состоит из следующих подсистем (типов модулей): подсистемы доступа к коммутации (ASS), подсистемы сети взаимосвязи (INS) и подсистемы центрального контроля (CCS). Структурная схема DTS-3100 приведена на рис. 8.44.

Подсистема доступа к коммутации ASS предназначена для определения вызова, образования и освобождения канала связи между абонентами и ASS, а также для посылки и приема сигналов. Она состоит из следующих компонентов:

- ASP (процессор доступа к коммутации), осуществляет надзор за периферийными процессорами, которые контролируют различные устройства, собирает информацию об оплате и обслуживает ASS;
- ASMP (процессор эксплуатации доступа к коммутации), обеспечивает аварийную сигнализацию аппаратного обеспечения в ASS и выполняет функции внешней и внутренней проверки;
- ASI (интерфейс аналогового абонента), соединяет аналогового абонента;
- RG (генератор звонка), подает ток на абонентскую линию;
- TSL (звено временной коммутации), соединяет и разъединяет временную коммутацию. Также преобразует электрические сигналы в оптические сигналы и наоборот для передачи сообщений между ASS и INS;
- LSI (интерфейс местных услуг), посылает и принимает различные сигналы и образует абонентов и СЛ;
- DTI/DCI (цифровой интерфейс T1/ цифровой интерфейс CEPT), соединяет цифровые СЛ при помощи сигнального метода T1/ CEPT.

Подсистема сети взаимосвязи INS предназначена для анализа цифр номера, образования и освобождения канала связи между несколькими ASS и выполнения функции синхронизации сети. Данный тип модулей включает в себя следующие компоненты:

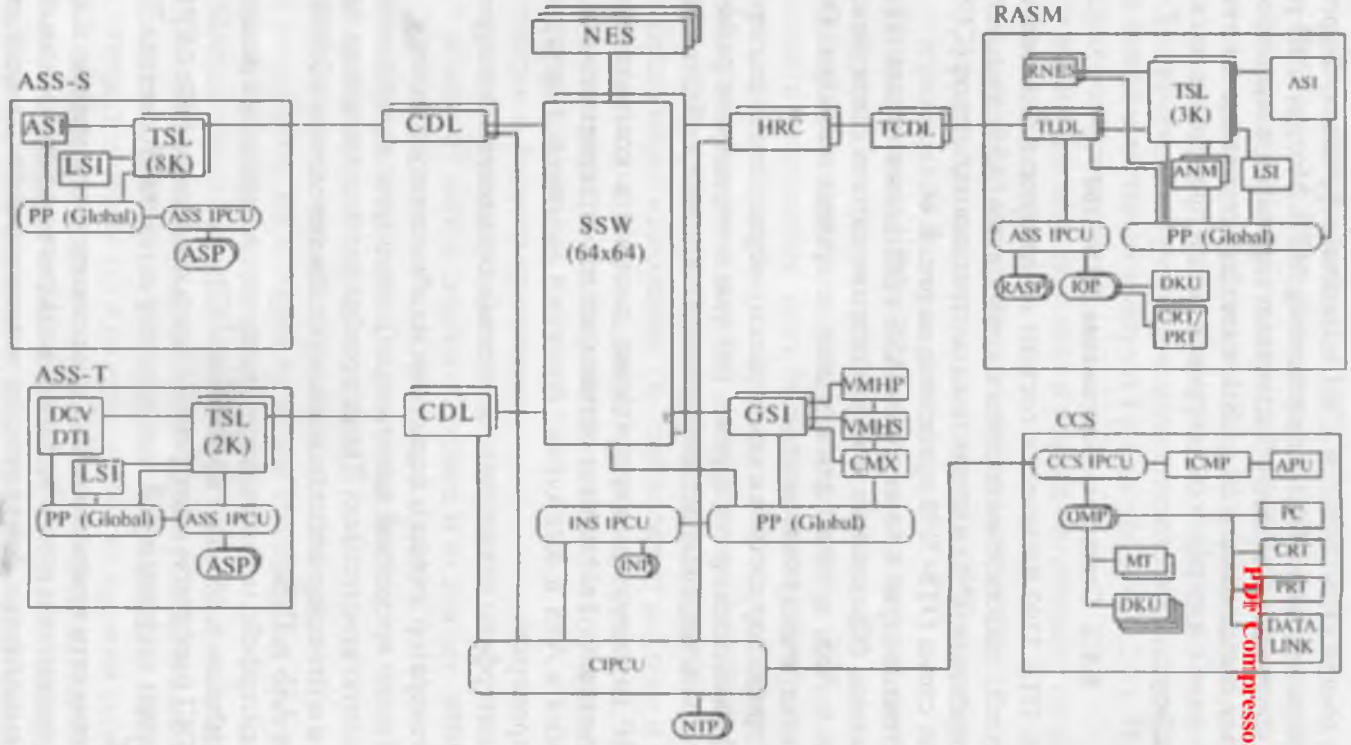


Рис. 8.44. **Структурная схема DTS-3100**

PDF Compressor Free Version

– INP (процессор сети взаимосвязи), который просматривает и обрабатывает речевой тракт в пределах пространственной коммутации;
– NTP (процессор трансляции чисел), анализирующий полученные цифры и контролирующий маршрутизацию для управления сетью;
– SSW (пространственная ситуация) – соединяет и разъединяет пространственную коммутацию;
– CDL (звено центральных данных), оно преобразует электрические сигналы в оптические сигналы и наоборот для передачи сообщений между INS и ASS;
– NES (синхронизация сети), выполняет функцию синхронизации сети и связана с национальной сетью синхронизации;
– VMH (обработка голосового сообщения), записывает и воспроизводит голосовые сообщения для службы объявлений;
– CMX (конференц-смеситель), осуществляет трехсторонний вызов и конференц-вызов;
– GSI (интерфейс глобальных услуг), обеспечивает речевые тракты в направлении SSW для предоставления таких глобальных услуг, как VMH и CMX.

Подсистема центрального контроля CCS предназначена для выполнения функций надзора и эксплуатации системы, а также для приема статической информации. В ее составе следующие компоненты:

– OMP (процессор эксплуатации и процессор человек – машина), который выполняет обслуживание на уровне системы. Также принимает статическую информацию и информацию об оплате для записи на магнитную ленту и диск;
– ICMP (процессор эксплуатации INS и CCS), который обеспечивает аварийную сигнализацию аппаратного обеспечения в INS и CCS и панель аварийной сигнализации. Также выполняет функцию тестирования СЛ;
– APU (блок панели аварийной сигнализации), является управляющей программой аппаратного обеспечения для аварийной сигнализации и определяет статус аварии под управлением ICMP.

CCS выполняет функции техобслуживания и управления на уровне системы. CCS имеет такие системные блоки ввода/вывода, как принтеры, терминалы дисплеев, магнитная лента и диски.

Подсистема доступа к коммутации удаленных абонентов RASM является аналогом ASS для обслуживания удаленных абонентов, ко-

торые находятся в нескольких местностях с ограниченными функциями эксплуатации.

Взаимосвязь между RASM и коммутационным полем SSW осуществляется постоянно через 1.544/2.048 каналы ИКМ (максим. 80Т1/64E1) и волоконно-оптические каналы. RASM мультиплексирует информацию и сигналы контроля от удаленных абонентских линий для передачи в другие подсистемы. При нормальных условиях абонентам RASM обеспечиваются все услуги, предлагаемые абоненту центральной частью ДТС-3100. В аварийной ситуации абонентам RASM предоставляется большинство услуг, за исключением некоторых спецуслуг.

PDF Compressor Free Version

Структура RASM похожа на структуру ASS, но для работы в аварийных условиях добавлены некоторые устройства и процессоры:

- RNES (синхронизация выносной сети) для синхронизации RASM;
- TLDL (звено данных местной межстанционной магистрали) для связи ИКМ с центральной ДТС-3100;
- LGSI (интерфейс местных и глобальных услуг) для услуги автоответчика при аварийной ситуации;
- IOP (процессор ввода/вывода), диски, VDT и принтер для выполнения подобных функций ОМР центральной ДТС-3100. RASM имеет 1 диск для записи данных тарификации и данных ввода/вывода, а также блоки программного обеспечения для процессоров при подготовке к работе в аварийных условиях.

Подсистема коммутационная сети SSW имеет структуру В-П-В (время – пространство – время). Блок временной коммутации расположен в ASS, а блок пространственной коммутации – в INS. ASS, соединяюшая абонентские линии и/или СЛ, выполняет функции сигнализации и обработки вызовов. Взаимосвязь между каждой из ASS и INS осуществляется через волоконно-оптическое звено (FOL).

DTS-3100 имеет иерархическую структуру модулей. Функции контроля, обработка вызовов, функции техобслуживания и управления, распределены между различными микропроцессорами, которые расположены в двухуровневой контрольной иерархии. Процессоры нижнего уровня называются *периферийными процессорами* (PP), а процессоры высшего уровня – *главными процессорами* (MP).

Главный процессор MP выполняет при наименьшей затрате реального времени такие задачи высокого уровня, как обработка информации вызовов, трансляция номеров, контроль коммутации групп, техобслуживание и управление системой. Главный процессор Motorola

68030 имеет 32-разрядную шину данных и память ОЗУ 32 Мбайт. Главный процессор имеет 100 % резервирования, работая в режиме активный/горячий резерв.

Периферийный процессор отвечает за выполнение задач низкого уровня в режиме реального времени, такие, как проверка и анализ телефонных устройств или контроль устройств ввода/вывода. Периферийный процессор имеет 32-разрядную шину данных и память ОЗУ 4 Мбайт. Периферийный процессор работает в режиме распределенной нагрузки и имеет дублирование (активный/горячий резерв).

8.6. Удаленный абонентский концентратор «Коинот Эл-СГМ»

Удаленный абонентский концентратор «КоинотЭл-СГМ» (УАК) является системой цифровой коммутации с временным разделением каналов. Применяется в качестве оборудования абонентского доступа (выноса), подключаемого к телефонной сети общего пользования ТфОП по цифровым соединительным линиям Е1 согласно МСЭ-Т G.703.6/G.704 с протоколами R1.5 или PRI (EDSS1).

Абонентский концентратор служит для телефонизации многоквартирных домов, крупных жилых комплексов с оказанием смешанных (аналого-цифровых) услуг связи, деловых центров, сельских населенных пунктов и коттеджных поселков.

Концентратор обеспечивает возможность установления следующих видов связи:

- автоматическая внутренняя связь с любым абонентом станции;
- автоматическая исходящая связь с абонентами других станций;
- автоматическая входящая связь от абонентов других станций;
- автоматическая исходящая связь к вспомогательным и справочно-информационным службам;
- исходящая автоматическая зоновая, междугородная и международная связь;
- входящая автоматическая зоновая, междугородная и международная связь;
- производственные виды связи (факсимильная связь, передача телеинформации, диспетчерская связь);
- передача данных (с помощью факсимильных аппаратов; через Internet посредством Dial-up).

Концентратор «КоинотЭл-СГМ» имеет емкость от 16 до 416 телефонных номеров с возможностью обеспечения таких видов связи, как телефон, факс, Internet. Концентратор подключается к цифро-

вым АТС любых систем по аналоговым АЛ (ab-линия), возможно также прямое подключение к цифровым АТС по стыку E1 G.703.6/ G.704 с сигнализацией R1.5 [14] или PRI (EDSS1). В концентраторе используется динамическая концентрация, встроенная система самодиагностики и оповещения об авариях.

PDF Compressor Free Version

Концентратор обеспечивает работу в следующих режимах:

– внутренняя коммутация разрешена – соединения между абонентами, подключенными к концентратору или группе концентраторов, образующей абонентский вынос, осуществляются без участия ЦАТС ТфОП;

– внутренняя коммутация запрещена – все соединения между абонентами, подключенными к концентратору или группе концентраторов, образующей абонентский вынос, осуществляются только через линии E1 с ЦАТС ТфОП.

Комплект модулей УАК «КоинотЭл-СГМ», используя каналы управления, обеспечивает:

– задание параметров модемов, контроль качества модемных соединений;
– удаленное управление параметрами комплекта абонентского оборудования УАК, в том числе – назначение типа сигнализации, разрешение или запрет внутренней коммутации, задание префикса абонентского выноса номеров и номеров абонентов и пр.;
– разрешение или запрет включения абонентской линии, назначение категории, разрешение использования абонентами дополнительных видов обслуживания (ДВО);
– удаленное измерение параметров выбранной абонентской линии;
– обновление программного обеспечения аппаратуры абонентского оборудования УАК;
– получение информации об установлении соединений абонентами абонентского оборудования УАК, формирование биллинговой информации и передача ее для использования в биллинговый центр (реализуется на последующих этапах работ по отдельному ТЗ).

Концентратор «КоинотЭл-СГМ» выполняет следующие функции дополнительных видов обслуживания (ДВО):

– сокращенный набор номера (до 10 номеров);
– прямой вызов с задержкой «*Горячая линия*»;
– будильник (продолжительность звонка 1 мин. 40 сек.);
– ограничение исходящей связи самим абонентом в трех вариан-

тах (запрет исходящей связи, запрет исходящей междугородней связи, запрет исходящей международной связи);
– ограничение входящей связи самим абонентом;
– безусловная переадресация;
– АОН (автоматический определитель номера) – только для сигнализации E-DSS1;
– вторая линия – только для сигнализации E-DSS1.

Конструкция всех сборочных единиц концентратора обеспечивает расширение обслуживаемой емкости по принципу «модуль – каркас – шкаф» до 832 абонентских линий. На рис. 8.45 показана схема установки модулей УАК в каркас. Модуль управления и кросс-коннекта СМУ осуществляет конфигурирование концентратора и управление им. Терминал управления взаимодействует с модулем СМУ через порт RS-232 или по сетевому каналу управления.

Рис. 8.45. **Схема установки модулей УАК в каркас**

Модуль СМУ отвечает за:
– изменение и сохранение текущих настроек;
– поддержку таблицы кросс-коннекта и обработку сигнализации R1.5 и E-DSS (PRI);
– реализацию до 4-х линейных стыков (E1 G.703/G.704 2048 кбит/с);
– реализацию порта Ethernet 10Base-T (функции прозрачной передачи, фильтрации L2 и маршрутизации L3 на 4 направления (1×LAN + 4×WAN / каналы N×64 кбит/с));
– прием и выдачу синхросигналов согласно выставленным приоритетам;
– организацию каналов управления по выделенному ресурсу потоков E1 или по IP-сети;
– реализацию SNMP-агента;
– контроль за работой с выдачей аварийной информации на светодиодные индикаторы, «сухие контакты» разъема лицевой панели и в систему управления;

– выполнение функций ДВО.

Модуль АК-16 обеспечивает выполнение следующих функций:

– образует интерфейс 16 аналоговых абонентских линий;

PDF Compressor Free Version

– осуществляет преобразование входящего аналогового голосового сигнала в цифровой поток с помощью речевого кодека G.711;

– осуществляет аналого-цифровое преобразование голосовых данных в соответствии с А-законом стандарта G.711;

– поддерживает импульсный и тональный набор номера;

– допускает сопротивление абонентского шлейфа до 2 кОм;

– измеряет параметры абонентской линии.

Управление и конфигурирование УАК реализуется через программное обеспечение СГМ-Manager или в режиме терминального управления. Управление концентратором производится локально через порт RS232 на модуле управления СМУ или удаленно по каналу управления через порт RS232 на модеме, установленном в АТС.

Программное обеспечение концентратора позволяет выполнение следующих функций управления и конфигурирования:

– задание параметров модемов, контроль качества модемных соединений;

– управление параметрами комплекта абонентского оборудования УАК, в том числе – назначение типа сигнализации, разрешение или запрет внутренней коммутации, задание префикса абонентского выноса номеров и номеров абонентов и пр.;

– разрешение или запрет включения абонентской линии, назначение категории, разрешение использования абонентами дополнительных видов обслуживания (ДВО);

– удаленное измерение параметров выбранной абонентской линии;

– обновление программного обеспечения аппаратуры абонентского оборудования концентратора.

На рис. 8.46 приведена схема применения концентратора с использованием одного потока E1, 1 блока УАК-А с модулем СМУ2.

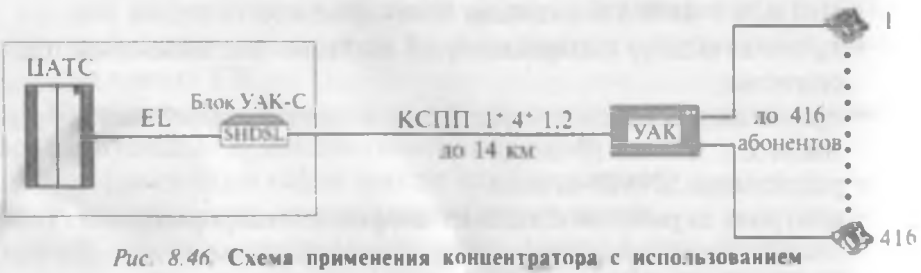


Рис. 8.46. **Схема применения концентратора с использованием одного потока E1, 1 блока УАК-А с модулем СМУ2**

По сетевой архитектуре УАК может соединяться в топологии «дерево» и «цепь». Для организации канала связи между УАК и АТС могут быть использованы линейные порты: E1 2048 кбит/с, SHDSL-модуль передачи по медным линиям, модуль передачи по ВОЛС, а также различные специализированные системы передачи по медному кабелю, цифровые РРЛ или оптические PDH– и SDH-мультиплексоры, использующие для соединения с УАК стандартный первичный стык (интерфейс E1 G.703/704).

УАК предоставляет один, два или четыре внешних E1 интерфейсов. На рис. 8.47 показана схема применения нескольких УАК в разных поселках через медный кабель (КСПП) и ВОЛС с использованием двух потоков E1. Максимальное расстояние соединения со скоростью 2048 кбит/с на медном кабеле 4,5 км – для кабеля с сечением провода 0,4 мм, 14 км – для кабеля с проводом 1,2 мм. Возможно увеличение дальности связи до 24км при использовании дополнительных двух регенераторов SHDSL-SHDSL (типа EL-MOD-RG). На рис. 8.48 показана схема применения нескольких УАК, установленных в разных поселках, через медный кабель КСПП и ВОЛС с использованием регенераторов.

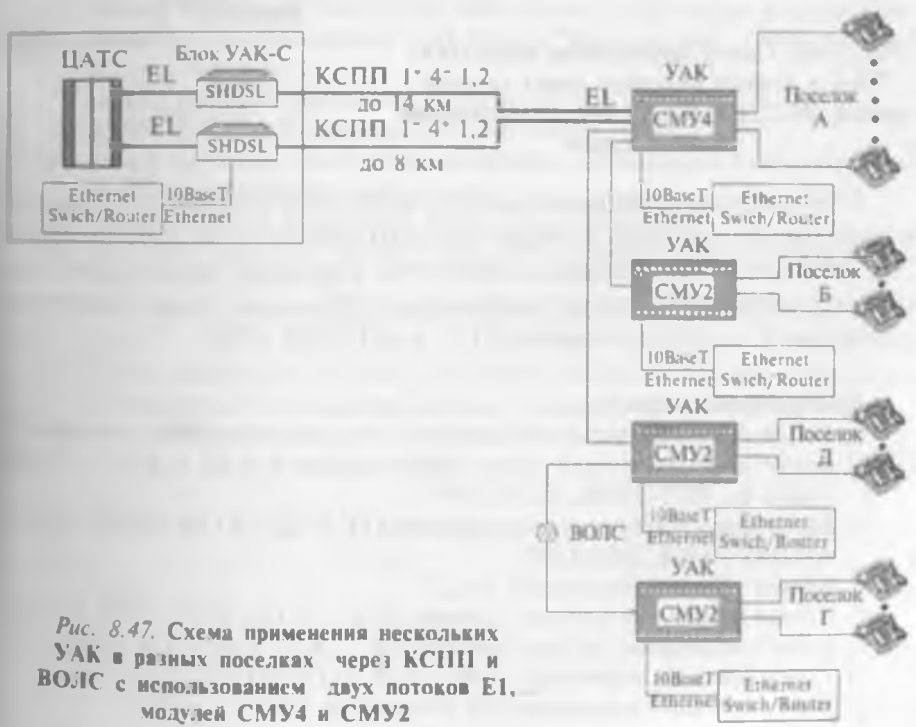
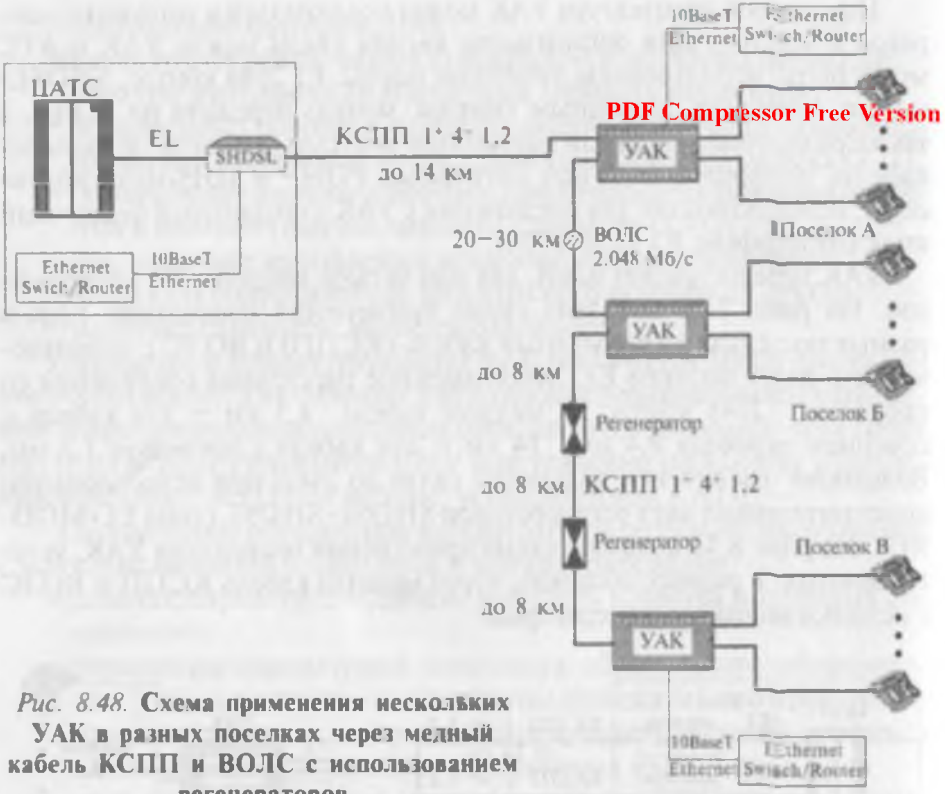


Рис. 8.47. **Схема применения нескольких УАК в разных поселках через КСПП и ВОЛС с использованием двух потоков E1, модулей СМУ4 и СМУ2**



PDF Compressor Free Version

Рис. 8.48. **Схема применения нескольких УАК в разных поселках через медный кабель КСПП и ВОЛС с использованием регенераторов**

УАК предоставляет возможность построения абонентского выноса в виде распределенной телефонной сети емкостью до 1000 номеров. Эта сеть может образовывать линейную или древовидную структуру и может быть подключена, например, к городской телефонной сети потоками E1 с сигнализацией R1.5, или EDSS1 (PRI).

Контрольные вопросы

1. *Какая автоматическая телефонная станция называется цифровой?*
2. *Какие виды абонентов могут подключаться к S-12, C&C08, EWSD, NEAX-61, DTS-1100A, DTS-3100?*
3. *Какие типы соединений обслуживает АТС S-12, C&C08, EWSD, NEAX-61, DTS-1100A, DTS-3100?*
4. *Какова область применения S-12?*
5. *Каково назначение модулей системы ASM, C&TM, DTM, OIM, HCCM?*
6. *Каково назначение модулей системы P&L, SCM, RIM, TTM, ISDN_SM?*
7. *Какой принцип управления использует ЭАТС S-12?*
8. *Какой принцип построения КП использует S12?*

9. *Какие элементы S12 задействованы в каждом этапе обслуживания внутристанционного вызова?*
10. *Какова область применения C&C08?*
11. *Какие функции выполняет модуль управления и связи AM/CM в C&C08?*
12. *Какие функции выполняет модуль управления и связи AM/CM, если он используется в качестве независимого коммутатора со встроенными модулями SPM и SRM CM в C&C08?*
13. *Из каких модулей на аппаратном уровне состоит AM/CM CM в C&C08?*
14. *Какие функции выполняют функциональные модули CPM, CKM, CCM, CNET, LIM CM в C&C08?*
15. *Какую структуру имеет центральное коммутационное поле CNET CM в C&C08?*
16. *Какие элементы C&C08 задействованы на каждом этапе обслуживания внутристанционного вызова?*
17. *Какова область применения EWSD?*
18. *Что известно о назначении модулей системы LTG, DLU, SN, GP, CP?*
19. *Какой принцип управления использует ЭАТС EWSD?*
20. *Какой принцип построения КП использует EWSD?*
21. *Какие элементы EWSD задействованы на каждом этапе обслуживания внутристанционного вызова?*
22. *Какова область применения NEAX-61?*
23. *Каково назначение прикладной подсистемы, подсистемы коммутации, процессорной подсистемы, подсистемы эксплуатации и технического обслуживания?*
24. *Какой принцип управления использует ЭАТС NEAX-61?*
25. *Какой принцип построения КП использует NEAX-61?*
26. *Какие элементы NEAX-61 задействованы на каждом этапе обслуживания внутристанционного вызова?*
27. *Какова область применения DTS-1100A, DTS-3100?*
28. *Из каких основных частей состоит цифровая система коммутации DTS-1100A, DTS-3100?*
29. *Что представляет собой управляющее устройство DTS-1100A, DTS-3100?*
30. *Какие элементы DTS-1100A, DTS-3100 задействованы на каждом этапе обслуживания внутристанционного вызова?*

9. ПРИНЦИПЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЦИФРОВЫХ АТС

PDF Compressor Free Version

9. 1. Общие положения

Техническое обслуживание электронных станций разработано для обеспечения экономичного и высококачественного функционирования с использованием автоматической диагностики неисправностей, проводимой оборудованием станции так, чтобы дефекты могли быстро обнаруживаться, изолироваться и устраняться с минимальным влиянием на обслуживаемую нагрузку. Все это обеспечивает высокую эффективность станции, которая определяется следующими параметрами:

- системная доступность;
- обработка вызовов;
- количество установленных соединений;
- средняя продолжительность отказа;
- количество отказов линий;
- общие затраты времени на техническое обслуживание линий в течение года;
- затраты времени квалифицированного персонала на выполнение станционных работ.

Мероприятия по техническому обслуживанию, выполняемые персоналом станции, могут быть разделены на два типа:

- плановые мероприятия (обслуживание);
- корректирующие мероприятия (ликвидация аварийных ситуаций и текущий ремонт).

Плановые мероприятия технического обслуживания состоят в первую очередь из периодического тестирования станции и профилактического обслуживания периферийного оборудования.

Профилактическое обслуживание выполняется для следующих типов оборудования: персональный компьютер, принтер, накопитель на магнитной ленте, главная панель аварий. В табл. 9. 1 приведены рекомендуемые интервалы для запланированных заданий, выполняемых на устройствах ввода/вывода станции.

Система корректирующего техобслуживания разделяется на 4 части:

– обнаружение сбоев, анализ и информирование о сбое;
– защита станции (реконфигурирование);
– тестирование (локализация сбоя);
– генерация аварийных сигналов и сообщений оператору.

Программные сбои регистрируются в соответствующем управляющем элементе, аппаратные – в терминальных устройствах. Некоторые типы сбоев требуют немедленных защитных действий, другие анализируются системой техобслуживания, третьи вызывают включение аварийной сигнализации или формирование соответствующего рапорта.

Таблица 9. 1

Рекомендуемые интервалы для запланированных заданий техобслуживания, выполняемых на устройствах ввода/вывода АТС

Тип устройства	Задание	Продолжительность	Периодичность
Персональный компьютер	Проверка функционирования и чистка	1 час	Раз в 2 месяца
Принтер	Проверка функционирования и чистка	1 час	Раз в неделю
Накопитель на магнитной ленте	Визуальный осмотр и чистка Проверка функционирования и чистка	1 час 1 час	Раз в 2 месяца Раз в 6 месяца
Главная панель аварий	Проверка функционирования	0.5 часа	Раз в две недели

Связь между элементами управления находится под постоянным контролем. При обнаружении ошибок, сбоев памяти и невозможных состояний в отдельном элементе управления происходит его перезапуск или отмена затронутых задач.

Для защиты от последствий сбоя неисправное оборудование автоматически изолируется от станции. Изоляция, а также последующая инициализация может быть выполнена и под управлением оператора.

Тестовое ПО гарантирует, что любой аппаратный сбой или несоответствие в данных будут своевременно обнаружены. Тесты запускаются как автоматически в результате обнаружения сбоя, так и по запросу оператора или по заранее составленному расписанию.

Для обнаружения неисправностей оборудования станции применяются следующие методы контроля:

– контроль аварийной сигнализации (все точки сканирования аварийных сигналов аппаратуры постоянно контролируются);
– текущий контроль проверки четности и результатов сравнения запрос/ответ в сообщениях, которыми обмениваются блоки надежности;
PDF Compressor Free Version
– программные проверочные тесты контролируют ошибки, возникающие в работающих программах (попытки записи в защищенные области памяти, использование недопустимых параметров и. т. д.);– статусные проверки сравнивают содержимое памяти элементов управления со статусом оборудования, в котором оно должно находиться в соответствии с записью в программном обеспечении, а обнаруженные ошибки исправляются автоматически;
– рутинные тесты проверяют те части оборудования, которые не контролируются аварийной сигнализацией или текущим контролем; они являются частью планового технического обслуживания и могут запускаться персоналом станции или автоматически по установленному графику.

9.2. Станционная сигнализация аварийных состояний

Оборудование АТС обеспечивает передачу аварийных сигналов (не более 128) для следуюших видов оборудования:
– выносные абонентские блоки;
– УПАТС;
– оборудование данной АТС;
– электропитающие установки и токораспределительная сеть;
– системы передачи;
– линейно-кабельные сооружения;
– гражданские сооружения (пожарная и охранная сигнализация).

Информация о неисправностях разделяется по категориям срочности вмешательства и поступает в виде оптических и акустических сигналов в автоматном зале и в помещении обслуживающего персонала, а также отображается на печатающем устройстве и мониторе в виде сообщения.

Определены следующие категории срочности вмешательства:

1 категория – экстренное сообщение, неисправности должны быть устранены в кратчайшие сроки (немедленно);

2 категория – срочное сообщение, неисправности должны быть устранены в дневное и вечернее время, с 8 до 22 часов;

3 категория – малая срочность сообщения, устранение неисправности должно быть осуществлено в течение следующего рабочего дня;

4 категория – предупредительное сообщение. Эти ЗАНЯТИЯ персонал может проводить в течение двух– трех недель;

5 категория – информационное сообщение. Персонал принимает к сведению, а устранять может по мере необходимости.

При появлении сообщения о неисправности (отказе) обслуживающий персонал должен быстро обнаружить, локализовать и устранить повреждение с минимальным влиянием на трафик.

Подсистема оповещения имеет три уровня аварийных индикаторов:

- первичные индикаторы обеспечивают визуальную и звуковую индикацию обнаруженных неисправностей. Индикаторы располагаются на главной аварийной панели (МРА);
- вторичные индикаторы определяют категорию аварии, тип и место повреждения. Это рядные и стативные сигнальные лампы, а также распечатки, выводимые на видеотерминал или системный принтер;
- третичные индикаторы располагаются на отдельных блоках. Это светодиоды на печатных платах и преобразователях постоянного тока.

9.3. Контроль работоспособности оборудования станции

Основная цель контроля состоит в обеспечении постоянного обзора функционирования АТС и сети. Функции контроля можно классифицировать по типам объектов:

- отдельные линии;
- группы линий;
- модули;
- управляющие элементы;
- маршруты;
- абоненты.

Эти функции основываются на подсистеме измерений. Ряд показаний статистических счетчиков запрашивается, обрабатывается и сравнивается с некоторыми пороговыми значениями, которые могут быть изменены оператором посредством ММС. После сравнения принимаются следующие решения:

- активизация/деактивизация аварийных сигналов;
- устанавливаются и приводятся в отчетах некоторые индикаторы и коэффициенты;
- могут выполняться автоматические тесты на линиях.

Блок надежности – это совокупность оборудования, которое выполняет определенный набор функций. Блоки надежности организованы таким образом, что если хотя бы одна из функций не выполняется, то оставшиеся функции также не могут использоваться. Поэтому весь набор функций должен быть исключен из занятия. Блоки надежности организованы по иерархическому принципу таким образом, что при выходе из строя вышестоящего SBL вместе с ним автоматически выводятся из занятия нижестоящие зависимые блоки надежности

PDF Compressor Free Version

Стратегия технического обслуживания заключается в том, что неисправности устраняются путем замены неисправных элементов. Типовой элемент замены RIT (или ТЭЗ) является наименьшим блоком, который должен быть заменен (печатная плата, преобразователь напряжения, видеомонитор, и т. п.). Он является базовым элементом оборудования и может являться частью блока надежности или включать в себя несколько блоков.

Блок восстановления – это минимальная совокупность блоков надежности, которые должны быть выведены из занятия для того, чтобы можно было произвести замену ТЭЗа.

Для задания диагностических тестов необходимо пользоваться командой «*Запустить диагностический тест*» («TEST» DP 00011). Эта команда позволяет проверить:

– отдельный блок надежности (SBL);
– несколько блоков надежности.
– от 1 до 8 номеров директории (DN);
– соединительную линию (TK);
– логический элемент управления (LCE).

После успешного тестирования необходимо инициализировать блоки надежности при помощи команды «*Инициализировать блоки надежности*» («INITIALY» DP 00007).

Для проверки работоспособности блоков надежности лучше всего пользоваться командой «*Контроль блока надежности*» («VERIFY» DP 00014), которая является разновидностью диагностического теста. Эта команда включает в себя одновременно блокировку, проверку и инициализацию проверяемого блока надежности. При запуске этой команды блок надежности будет выведен из занятия и проверен. В случае, если проверка окажется успешной, блок надежности будет введен в работу, а в случае обнаружения сбоя будет установлено аварийное нерабочее состояние.

Для **тестирования абонентских линий** используется плата TAU разных модификаций (см. Раздел 8.1.3). Это – аппаратная часть, кото-

рая позволяет иметь гальванический доступ к линиям и линейным схемам. Она включает в себя все оборудование для тестирования электрических характеристик абонентских линий, линейного оконечного оборудования и станционного абонентского оборудования. Гнезда на плате TAU также допускают подключение дополнительных контрольно-измерительных приборов. Параметры абонентских линий приведены в таб. 9.2.

Таблица 9.2

Параметры абонентских линий

1	Собственное затухание, вносимое АЛ на частоте 1020 Гц, должно быть не более: – для кабеля с диаметром жил 0.5; 0.64; 0.7 мм 5.0 дБ – для кабеля с диаметром жил 0,45 мм 4,5 дБ – для кабеля с диаметром жил 0,32 мм 4,0 дБ	 5,0 дБ 4,5 дБ 4,0 дБ
2	Сопротивление шлейфа АЛ, включая сопротивление телефонного аппарата	Не более 1900 Ом
3	Емкость между проводами АЛ и между каждым проводом и землей	Не более 0.5 мкФ
4	Сопротивление изоляции между проводами АЛ и между каждым проводом и землей	Не менее 20 кОм
5	Модуль сопротивления цепи вызывного тока на частоте 25 Гц	От 4 до 20 кОм
6	Напряжение питания АЛ должно быть (минус на проводе «а» и плюс на проводе «в»).	В пределах от 44 до 72В
7	Ток питания микрофонной цепи при сопротивлении линии от 0 до 1800 Ом	В пределах 20—35 мА

Для выполнения теста абонентской линии необходимо пользоваться командой «*Выполнить ручной тест линии*» («EXE-REQ-MT» DP 00518). Данная команда позволяет выполнять и управлять ручным тестом линии на указанной аналоговой абонентской линии. Эта команда не только запускает тест, но управляет его выполнением и завершением.

Одновременно может быть протестировано максимум 10 линий.

Для **тестирования соединительных линий** в станции имеется модуль тестирования соединительных линий (ТТМ). Каждый модуль ТТМ содержит аппаратные и программные средства, обеспечивающие проверку функциональной сигнализации и систему передачи. Запросы на тестирование соединительных линий передаются на блок управления тестированием трактов, который проверяет правильность

PDF Compressor Free Version

Усовершенствованные порты тональных сигналов	TLSR	Еженедельно	
Тактовые и тональные сигналы	DTGE DAN MCT GCOP LLOF LLPF LLER CARSO	Ежедевно	
Передатчик/ приемник	DTMFR2A	Еженедельно	
Усовершенствоанный служебный комплект	SVCCH SVCCL	Еженедельно	
Усовершенствоанный служебный комплект	SVCCH SVCCL	Еженедельно	
Упрощенный мост конференц-связи	CONF	Еженедельно	
Анализатор тестовых сигналов	TSA	Ежедевно	Во время проведения этого теста не должны проводиться диагностические и рутинные тесты на все типы телефонных устройств, в том числе и на TAU
Цифровой тракт 12SO	12SOCH	Ежеквартально	Проводится во время наименьшей нагрузки. Перед проведением теста необходимо согласовать с оператором станции время проведения. Первоначально проводится тест на ROIM (резервный модуль интерфейса с оператором). После успешного завершения теста необходимо произвести переключение с основного модуля NOIM на резервный и осуществить тестирование основного модуля

Для создания рутинных тестов необходимо пользоваться командой *«Создать рабочий тест»* (например, для S12 «CREATE – RT» DP 00454).

Одним из задаваемых параметров является категория теста (TESTCAT), которая может быть:

– RT – рутинным тестом;
– TT – рутинным тестом тракта;
– LT – линейным тестом.

Эта команда позволяет создать различные тесты для:

– всех устройств одного типа (с указанием типа устройств DEVTYPE без указания адреса коммутационного поля NA и номера оборудования EN);
– группы устройств одного типа (с указанием DEVTYPE и NA);
– 1–8 устройств одного типа (с указанием DEVTYPE и EN);
– 1–8 телефонных номеров абонентов или ряда максимум из 8 последовательных телефонных номеров абонентов DN;
– 1–20 групп трактов (с указанием группы трактов и с указанием DEVTYPE или без него);
– 1–8 трактов одного типа (с указанием DEVTYPE и идентификатором группы трактов, а также его порядковым номером TK).

При задании теста по умолчанию выполняются все его сегменты, а для выполнения отдельного сегмента необходимо задавать его параметр (TSEGMENT). Весь список сегментов приведен в «Руководстве по вспомогательной информации по эксплуатации и техобслуживанию».

По окончании проведения теста выдается системное сообщение о результатах тестирования *«Рабочий тест – сообщение о результате сеанса»*. В этом сообщении помимо данных о тесте и тестируемых элементах, содержится информация:

– об общем числе проверенных элементов;
– о числе проверенных элементов, которые оказались исправными;
– о числе элементов, которые оказались неисправными;
– о числе элементов, не проверенных из-за занятости;
– о числе элементов, не проверенных из-за блокировки;
– о числе элементов, не проверенных по другим причинам.

В случае обнаружения неисправностей в сообщении содержится информация:

– о типе устройства (DEVTYPE);
– о сетевом адресе тестируемого объекта (NA);
– о номере устройства (NBR);
– о номере группы трактов (TKGNR);

– о причине ошибки (REASON).

Для подтверждения выявленных аппаратных неисправностей необходимо выполнить команду «*Контроль блока надежности*» («VERIFY»). Если проверка окажется успешной и неисправность не подтвердится, то устройство будет инициализировано и введено в работу. В случае подтверждения обнаруженной неисправности устройство будет переведено в аварийное нерабочее состояние. Ликвидация аварии осуществляется заменой неисправного ТЭЗа, описанной в разделе 9.7 («Текущий ремонт»). Если же замена ТЭЗа не привела к устранению неисправности, то необходимо обращаться в Сервис-Центр.

PDF Compressor Free Version

9.6. Техническое обслуживание аккумуляторных батарей

Состояние элементов аккумуляторных батарей и качество их соединения оказывает существенное влияние на надежность работы станции. Отказ хотя бы одного элемента батареи или незначительное повышение сопротивления в цепи питания может привести к сбоям в работе станции или ее полной остановке даже при кратковременных пропаданиях сетевого напряжения.

Для обеспечения надежной и безотказной работы батареи необходимо тщательно следить за ее состоянием. Рекомендуется вести оперативный журнал, в котором должны регистрироваться все действия, проводимые с аккумуляторной батареей, режим постоянного подзаряда, результаты всех измерений и т. п. Необходимо фиксировать все прерывания сетевого напряжения с указанием времени и тока разряда батареи.

Эксплуатация аккумуляторных батарей должна вестись в соответствии с рекомендациями для каждого конкретного типа элементов батареи. Напряжение постоянного подзаряда должно соответствовать средней температуре окружающей среды.

Батарею следует содержать чистой и сухой. Пыль и грязь с пластмассовых корпусов необходимо удалять только с применением чистой воды. Осмотр батареи и проверка качества соединения ее элементов производится не реже раза в месяц. Работы по контролю параметров аккумуляторной батареи и их периодичность приведены в табл. 9.4.

При определении емкости косвенным путем необходимо отключать батарею от источника постоянного тока. Затем в течение 2 часов проводится разряд батареи током 8 А и проверяется напряжение на каждом аккумуляторе. Оно должно быть не ниже номинального значения (2,0 В).

Таблица 9.4

Контроль параметров аккумуляторных батарей

Наименование контролируемых параметров	Периодичность измерения
Общее напряжение батареи	Ежемесячно
Напряжение на шинах постоянного тока и ток подзаряда	Ежемесячно и при изменении температуры окружающей среды
Напряжение на каждом аккумуляторе в режиме подзаряда	1 или 2 раза в год
Емкость батареи и напряжения на каждом аккумуляторе под нагрузкой	1 или 2 раза в год

Емкость батареи и качество соединения могут проверяться при переключениях станции на аккумуляторную батарею. При этом измеряется суммарное напряжение батареи и напряжение на каждом аккумуляторе. Занятия по контролю емкости батареи должны проводиться в соответствии с утвержденным планом в период наименьшей нагрузки станции. Непосредственно перед этим необходимо произвести полное резервирование ПО станции.

Для проведения работ по контролю емкости батареи можно воспользоваться длительным аварийным отключением питания. Если обнаружена неисправность одного из элементов, то необходимо отключить его от батареи, заменив резервным элементом, и попытаться устранить неисправность. При снижение емкости это достигается проведением тренировочных циклов заряд – разряд. При уменьшении напряжения на элементе ниже 2,1 В (в режиме постоянного подзаряда) необходимо провести уравнительный заряд повышенным напряжением, рекомендуемым для данного типа элементов. В результате уравнительного заряда напряжение на элементе должно стать не менее 2,1 В.

Если неисправность элемента батареи не устраняется, то он подлежит замене. Глубокий разряд аккумуляторной батареи может привести к выходу из строя ее элементов. Поэтому при длительных аварийных отключениях сети необходимо следить за процессом разряда батареи. Если станция не оборудована автоматической схемой отключения аккумуляторной батареи при снижении ее напряжения ниже допустимого значения, то необходимо подготовить станцию к отключению и произвести его вручную.

При длительном отключении аккумуляторной батареи или ее отдельных элементов для компенсации саморазряда необходимо перио-

дически производить подзаряд. Хранение батарей в разряженном состоянии не допускается.

PDF Compressor Free Version

9.7. Текущий ремонт

Корректирующее техобслуживание (ремонт) выполняется как на основе сигналов визуальной и звуковой сигнализации и служебных сообщений, так и по сообщениям от внешних источников, указывающих на наличие возможных неисправностей в станции.

Условия, требующие вмешательства, также могут быть обнаружены в результате проведения тестирования, планового техобслуживания и анализа данных о нагрузке.

В случае обнаружения неисправности процесс ремонта имеет следующие фазы:

- начальная фаза;
- фаза замены;
- фаза тестирования;
- заключительная фаза.

Начальная фаза ремонта выполняется для подготовки оборудования станции к удалению ТЭЗа. Например, для S12 она инициализируется персоналом станции командой MMC «*Запуск исправления конкретных ТЭЗов*» («REPAIR-START»), с предварительным определением местоположения данного ТЭЗа (RIT) с помощью команды «*Соответствия*» («TRANSLATE»). В результате выполнения этой команды оператор также получает информацию об источниках питания, подлежащих выключению при замене данного ТЭЗа.

После выдержки времени все блоки надежности, входящие в ремонтируемый блок, выводятся из работы с тем, чтобы нагрузка, обслуживаемая этим блоком, снизилась до минимума. Затем, если это необходимо, отключается питание.

На фазе замены обычно вручную производится замена печатной платы или другого вышедшего из строя элемента. Однако в более сложных ситуациях может потребоваться замена разъемов или кабелей.

После замены ТЭЗа необходимо выполнить команду «*Остановка исправления конкретных ТЭЗов*» («REPAIR-END»). Для того чтобы убедиться в том, что исходная неисправность устранена и не возникли новые неисправности, при помощи команды «*Контроль блока надежности*» («VERIFY») производится тестирование.

Заключительная фаза ремонта предназначена для включения в работу всех SBL, которые были отключены на начальной фазе. Она

выполняется по инициативе персонала станции с использованием команд MMC.

Неисправные ТЭЗы должны отправляться на специализированное предприятие, располагающее соответствующим оборудованием для их ремонта и последующего тестирования. К отправляемым ТЭЗам прилагаются дефектная ведомость и рапорт с результатами теста, который показал наличие неисправности.

После возвращения из ремонта ТЭЗ вводится в состав ЗИПа с составлением соответствующей записи в журнале учета ЗИПа.

9.8. Аварийные ситуации и действия персонала по их устранению

К серьезным аварийным ситуациям относятся аварии, связанные:
- с дисковой подсистемой;
- с системой электропитания и аккумуляторными батареями;
- с нестабильной работой модулей машинной периферии (автономные рестарты или перезагрузки, необычная реакция на ввод MMC-команд);
- с неисправностями системы распределения тактов и тонов;
- с потерей тарификации;
- с нарушением нормальной процедуры обработки вызовов.
- с быстрым ухудшением качества коммутационного поля (выход из строя более 2 плат КП в неделю);
- с увеличением количества рестартов на одном отдельно взятом модуле (более 5 рестартов в час);
- с пожаром, затоплением, землетрясением и любой безвозвратной потерей оборудования (хищением или разрушением элементов станции, повреждением кабелей и т.п).

При возникновении аварийной ситуации на станции начинает действовать подсистема аварийной сигнализации. Отчеты по аварийным сигналам направляются на какое-либо устройство вывода по каждому типу ошибок и аварийных сигналов.

Перечни аварийных сигналов и типов ошибок приведены в «Руководстве по вспомогательной информации по эксплуатации и техобслуживанию». Для некоторых типов ошибок указаны действия по процедурам задач, которые необходимо выполнить для устранения данной ошибки.

При появлении аварийного сообщения обслуживающий персонал должен быстро обнаружить, локализовать и устранить повреждение с минимальным влиянием на трафик.

Методика устранения повреждений описана в «Руководстве по процедурам задач по эксплуатации и техобслуживанию» в разделе «Задачи коррективного техобслуживания».

PDF Compressor Free Version

В связи с тем, что аварии, связанные с подсистемой тарификации, могут привести к полной потере информации о тарификации междугородних и международных разговоров и прекращению обслуживания этих вызовов, при возникновении таких аварий необходимо незамедлительно обращаться в Сервис-центр.

Аварии соединительных линий можно разбить на две основные группы:

- аварии модулей цифровых трактов;
- аварии систем передачи.

Причиной этих аварий могут быть не только неисправности на данной станции, но и неисправности на других станциях, поэтому существует несколько типов задач по их устранению. Проверка систем передачи осуществляется совместно с другими станциями. К модулю цифровых трактов подключается проверочная аппаратура, и проводятся измерения и тесты с целью локализации места аварии.

При возникновении аварий RSU необходимо определить, где произошла авария: на самой станции, в RSU или в системе передачи. При авариях первичных источников питания и станционной батареи необходимо незамедлительно обращаться в Сервис-центр.

Как уже было сказано, если аккумуляторная батарея находится в неисправном состоянии, то кратковременное пропадание сетевого напряжения (1–2 сек.) может привести к сбоям в работе станции или ее полной остановке. Такая авария опасна тем, что падение напряжения на станционных конверторах происходит по-разному, в зависимости от их реальной нагрузки и, в результате, часть элементов станции останется в рабочем состоянии, а в другой части произойдут отказы и сбои. В этом случае могут возникнуть блокировки в цифровом коммутационном поле, и даже полная перезагрузка станции не приведет к быстрому восстановлению ее работоспособности. Необходимо на короткое время полностью отключить электропитание станции, а затем произвести ее перезагрузку.

Среди прочих аварий наиболее часто наблюдаются аварии, связанные с обслуживанием абонентских и соединительных линий:

- внешняя авария на аналоговой линии;
- перенапряжение на шине тестирования АЛ;
- превышение порога продолжительности занятия;
- группа аварий, связанных с результатами наблюдения за состоянием соединительных линий.

Внешняя авария на аналоговой линии. как правило, возникает при коротком замыкании на АЛ. или в кроссе, а также при наличии внешних напряжений. Необходимо немедленно вывести комплект из обслуживания или поставить АЛ на изоляцию, а затем проверить ее состояние.

В случае аварии из-за превышения порогового значения времени занятия, проверяется занята ли данная линия разговором или повреждена. Результат проверки заносится в соответствующий журнал.

Контрольные вопросы

1. *Для чего предназначена система технического обслуживания и эксплуатации ЦСК?*
2. *Какими характеристиками обладает система эксплуатации и технического обслуживания?*
3. *Какие виды мероприятий по техническому обслуживанию вы знаете?*
4. *Какие методы выполнения операций технического обслуживания и эксплуатации в ЭАТС вы знаете?*
5. *Какие средства технического обслуживания и эксплуатации применяются в цифровых АТС?*
6. *В чем заключаются функции основных уровней технического обслуживания оборудования?*
7. *Как организована структура системы связи «человек — машина» C&C08?*
8. *На какие части подразделяются наборы MML-команд по функциональному признаку?*
9. *Для чего предназначена и как выполняется аварийная сигнализация в ЭАТС?*
10. *Для чего предназначены диагностические тесты, рутинные тесты?*
11. *Как выполняется контроль работоспособности станции?*
12. *Что входит в понятие тестирование абонентских линий, тестирование соединительных линий?*
13. *В чем заключается техническое обслуживание аккумуляторных батарей?*

PDF Compressor Free Version

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гольдштейн Б.С.* Системы коммутации. – СПб.: БВХ – Санкт-Петербург. 2003 – 318 с.

2. *Карташевский В.Г., Росляков А.В.* «Цифровые системы коммутации для ГТС». ЭКО-ТРЕНДЗ, 2008.

3. *Беллами Дж.* Цифровая телефония. Пер. с анг./под ред. А.Н. Берлина, Ю.Н.Чернышова-М.: Эко-трендз, 2004.-640 с.

4. *Гольдштейн Б.С.* Сигнализация в сетях связи. – М.: Радио и связь, 1997.

5. *Росляков А.В.* Общеканальная система сигнализации ОКС №7.-. М.: Эко-Трендз, 1999.

6. *Баркун М.А., Ходасевич О.Р.* Системы синхронной цифровой коммутации – М.: Радио и связь, 2003.

7. *Кожанов Ю.Ф.* Основы автоматической коммутации. Справочное пособие. С-П.: SIEMENS, 1999.

8. *Иванова Т.И.* Абонентские устройства и компьютерная телефония – М.: Эко-Трендз, 1999.

9. *Сон В.М., Садчикова С.А., Еркинбаева Л.Т., Абдужаппарова М.Б., Тверитина О.О.* Учебное пособие по дисциплине «Операционная система и программное обеспечение ЦСК (в системе S-12)». ТУИТ. 2003.

10. *Еркинбаева Л.Т. Абдужаппарова М.Б.* Цифровая система коммутации C&C08. Учебное пособие по дисциплине «Цифровые системы коммутации» для студентов, обучающихся по направлениям образования 5522200 «Телекоммуникация», 5140900 «Профессиональное образование (телекоммуникация)». Ташкент, ТУИТ. 2009.

11. *Садчикова С.А.* Операционная система и программное обеспечение цифровых систем коммутации. /Методическое пособие для студентов спе-

циальности 5А522202 «Сети. узлы связи и распределение информации». Ташкент, ТУИТ. 2008.

12. *Каюмова Г.А. Абдужаппарова М.Б. Конева Л.Р.* Основы телекоммуникаций. Учебное пособие для студентов по направлениям 5522000-Радиотехника. 5522100-Телевидение, радиосвязь, радиовещание, 5524400 – Мобильные системы связи. Ташкент, ТУИТ. 2008. 80с.

13. Техническое руководство «Цифровая коммутационная система с программным управлением C&C08», издательство фирмы Huawei, 2005.

14. Удаленный абонентский концентратор (УАК) «КоинотЭл-СГМ». KN 01.00.000. Техническое описание. Ташкент, 2008.

15. DATABASE. Handout. Bell Education Centre. 1993.

16. OPERATING SYSTEM. Handout. Bell Education Centre. 1993.

17. Цифровая коммутационная система NEAX61E. Описание системы. Выпуск 2.0. NEC Corporation, 1998.

18. DTS-3100 (Sub-System Description). Rev. 1. 1. Daewoo Telecom R&D Center. 1995.

PDF Compressor Free Version

ГЛОССАРИЙ

АИ	Ступень абонентского искания
АИМ	Амплитудно-импульсная модуляция
АЛ	Абонентская линия
АМТС	Автоматическая междугородняя телефонная станция
АОН	Автоматическое определение номера вызывающего абонента
АТС	Автоматическая телефонная станция
АТСДШ	Автоматическая телефонная станция декадно-шаговая
АТСК	Автоматическая телефонная станция координатная
АТСКУ	Автоматическая телефонная станция координатная усовершенствованная
АТСКЭ	Автоматическая телефонная станция квазиэлектронная
АЦП	Аналого-цифровое преобразование
БАЛ	Блок абонентских линий в АТСКЭ
БВК	Блок временной коммутации
БД	База данных
БИС	Большая интегральная схема
БПК	Блок пространственной коммутации
БСЛ	Блок соединительных линий в АТСКЭ
ВИМ	Временно-импульсная модуляция
ВОС	Модель взаимодействия открытых систем (модель OSI)
ВРК	Технология временного разделения каналов
ГИ	Групповой искатель; ступень группового искания
ГТС	Городская телефонная сеть
ДШИ	Декадно-шаговый искатель
ЗСЛ	Заказно-соединительная линия
ИЗУ	Информационное (речевое) запоминающее устройство (информационное ЗУ)
ИКМ	Импульсно-кодовая модуляция
КБ	Коммутационный блок
КИ	Канальный интервал
КП	Коммутационное поле
КСЛ	Комплект соединительных линий

МГИ	Маркер группового искания
МГС	Многократный герконовый соединитель .
МККТТ	Международный консультативный комитет по телефонии и телеграфии
МКС	Многократный координатный соединитель
МСЭ	Международный союз электросвязи
МФС	Многократный ферридовый соединитель
ОКС7	Общеканальная сигнализация № 7
ОС	Операционная система
ПО	Программное обеспечение
РЗУ	Речевое запоминающее устройство (речевое ЗУ)
РИА	Ступень регистрового искания
СК	Служебный комплект
СЛ	Соединительная линия
СЛМ	Соединительная линия, входящая к местной АТС от между городней станции
СРВ	Ступень распределения вызовов
СТС	Сельская телефонная сеть
СУБД	Система управления базой данных
СЦС	Сверхцикловой сигнал
ТА	Телефонный аппарат
ТО	Техобслуживание
ТфОП	Телефонная сеть общего пользования
УАТС	Учрежденческая автоматическая телефонная станция
УСС	Узел спецслужб
УУ	Управляющее устройство
ЦАП	Цифро-аналоговое преобразование
ЦКП	Цифровое коммутационное поле
ЦСК	Цифровые системы коммутации
ЦСП	Цифровые системы передачи
ЧНН	Час наибольшей нагрузки
ШИМ	Широтно-импульсная модуляция
ЭВМ	Электронная вычислительная машина
ЭУМ	Электронная управляющая машина
ЭУС	Электронная управляющая система
ACM	Address Complete Message. Сообщение о принятии полного адреса в ОКС7
ACE	Auxiliary Control Element. Вспомогательные (дополнительные) элементы управления в S12
AM	Administration module. Модуль управления в C&C08
AM/CM	Administration/communication module.

	Модуль администрирования/ коммуникации в C&C08
AMI	Alternate Mark Inversion. Код с чередующейся полярностью импульсов ЧПИ
ANM	Answer Message. Сообщение об ответе в ОКС7
AOC	Advice of charge. Функция извещения о тарификации для абонента (ДВО)
AS	Access Switch. Коммутатор доступа – элемент структуры ЦКП в S12
ASL	Analog Subscriber Lineboard. Плата аналоговых абонентских комплектов в C&C08
ASM	Analog Subscriber Module. Модуль аналоговых АЛ в S12
BAM	Back Administration Module. Вспомогательный модуль управления (системный модуль администрирования) в C&C08
BCC	Bearer Channel Connection Протокол назначения несущих каналов
BIB	Backward Indication Bit. Обратный бит индикации в MTP ОКС7
BORSCHT	Battery, Overload protection, Ringing, Supervision, Coding, Hybrid, Test. Функции, выполняемые абонентскими комплектами аналоговых АЛ цифровых АТС – функции электропитания B, защиты от перенапряжения O, посылки вызова R, контроля состояния шлейфа S, кодирования C, дифференциальной системы H и испытаний T
BS	Base station. Базовая станция
BSN	Backward Sequence Number. Обратный порядковы номер подтверждаемой MSU в MTP ОКС7
C&TM	Clock and Tone Module. Модуль тактовых и тональных сигналов в S12
CAMEL	Customized Applications for Mobile Network Enhanced Logic. Протокол расширенной логики услуг для пользователей мобильных сетей
CAP CAMEL	Application Part. Подсистема пользователя услуг IN в сотовых сетях ОКС7
CAS Channel	Associated Signaling. Сигнализация по отдельному каналу, закрепленному за речевым каналом
CCM	Central communication control frame. Центральная полка управления коммуникацией в C&C08
CCM	Communication and Control Module. Модуль управления и внутренних связей в C&C08
CCNC	Common Channel Network Control. Управляющее

PDF Compressor Free Version

	устройство сети сигнализации по общему каналу в EWSD
CIC	Circuit Identification Code. Код идентификации канала ОКС7
CKM	Clock synchronization frame. Полка синхронизации в C&C08
CM	Communication module. Модуль связи в C&C08
CNET	Central switching net frame. Центральная полка сети коммутации в C&C08
CP	Coordination Processor. Координационный процессор в EWSD
DB	Database. База данных
DBMS	Data Base Management system Система управления базой данных
DH	Device handler. Обработчик устройств
DLU	Digital Line Unit. Цифровой абонентский блок в EWSD
DNEH	Directory Number Equipment Hundred. Код сотенной группы абонентов на АТС
DNET	Directory Number Equipment Thousend. Код тысячной группы абонентов на АТС
DPC	Destination Point Code. Пункт назначения в ОКС7
DSE	Digital Switching Element. Цифровой коммутационный элемент ЦКЭ (мультипорт) – основа структуры ЦКП в S12
DSN	Digital Switching Network. Цифровое коммутационное поле в S12
DSS-1	Digital Subscriber Signaling 1. Разработанный ITU-T протокол цифровой абонентской сигнализации № 1
DTF	Digital trunk circuit board. Плата цифровых СЛ в C&C08
DTM	Digital Trunk Module. Модуль цифровых СЛ в S12
DTMF	Dual-Tone Multiple-Frequency. Двухтональная многочастотная сигнализация
DUP	Data User Part. Подсистема пользователя данных ОКС7
E1	Цифровой стандарт передачи со скоростью 2,048 Мбит/с (Европейский стандарт)
E-DSS1	Digital Subscriber Signaling 1. Разработанный ITU-протокол цифровой абонентской сигнализации № 1 (Европейский вариант)
FAM	Front Administration Module. Модуль управления в C&C08
FIB	Forward Indication Bit. Прямой бит-индикатор в MTP ОКС7

PDF Compressor Free Version

FISU	Full-in Signal Unit. Заполняющая сигнальная единица ОКС7
FMM	Finite message machine. Конечные автоматы сообщений — основной функциональный блок ПО ЭАТС
FSN	Forward Sequence Number. Порядковый номер передаваемой MSU ОКС7
GS1	Group Switch 1. Первое звено ступени ГИ ЦКП в S12
GS2	Group Switch 2. Второе звено ступени ГИ ЦКП в S12
GS3	Group Switch 3. Третье звено ступени ГИ ЦКП в S12
GSM	Global System for Mobile Communications. Глобальная система мобильной связи — стандарт сотовой связи
HCCM	High Common Channel Module. Модуль общего канала сигнализации (высокой производительности) в S12
HDB-3	High-Density Bipolar. Код высокой плотности следования единиц
I/O	Input/Output. Функции ввода/вывода
IAM	Initial Address Message. Начальное адресное сообщение ОКС7
IN	Intellegent Network. Интеллектуальная сеть
INAP	Intellegent Network Application Part. Подсистема пользователя интеллектуальной сети ОКС7
ISDN	Integrated Services Digital Network. Цифровая сеть с интеграцией служб
ISM	ISDN Subscriber Module. Модуль подключения абонентов сети ISDN с помощью базового доступа (2B+D) в S12
ISUP	Integrated Service User Part. Подсистема пользователя ISDN ОКС7
ITM	ISDN Trunk Module. Модуль соединительных линий сети ISDN с первичным доступом (30D+B) в S12
ITU	International Telecommunication Union. Международный союз электросвязи
ITU-T	International Telecommunications Union Standardization Sector. Сектор МСЭ по стандартизации телекоммуникаций
LAPD	Link access protocol for D-channels. Протокол доступа данных к D-каналу
LI	Length indicator. Индикатор длины сообщения в ОКС7
LIM	Line interface frame. Полка линейных интерфейсов в C&C08

LSIF	Logical Subscriber Identification. Логическая идентификация абонента – модуль ПО
LSSU	Link Status Signal Unit. Сигнальная единица состояния звена ОКС7
LTG	Line Trunk Group. Линейная группа в EWSD
MAP	Mobile Application Part. Подсистема пользователя сотовой сети ОКС7
MCB	Main control frame. Главная полка управления в C&C08
MDF	Main distributing frame. Оборудование кросса
MML	Man Machine Logic. Формализованный язык «человек – машина», специфицированный ITU-T.
MSU	Message Signal Unit. Значащая сигнальная единица ОКС7
MTP	Message Transfer Part. Подсистема передачи сообщений ОКС7
NRZ	Non Return to Zero. Код без возвращения к нулю
OFL	Optical fiber interface. Оптоволоконный интерфейс в C&C08
OIM	Operator Interface Module. Модуль интерфейса с оператором в S12
OMAP	Operation and Maintenance Application Part. Подсистема пользователя сети управления и техэксплуатации ОКС7
OPC	Originating Point Code. Код исходящего пункта сигнализации в ОКС7
OSI	Open System Interconnection. Модель взаимодействия открытых систем (модель ВОС)
P&LM	Peripherals and Load Module. Модуль машинной периферии и загрузки данных в S12
PCR	Preventive Cyclic Retransmission. Метод исправления ошибок путем превентивного циклического повторения
PDH	Plesiosynchronous Digital Hierarchy. Плезиохронная цифровая иерархия
PLMN	Public Land Mobile Network. Сеть наземной подвижной связи
PSTN	Public Switched Telephone Network. Телефонная сеть общего пользования ТфОП
QoS	Quality of Service. Качество обслуживания
RIM	Remote Interface Module. Модуль интерфейса с блоком удаленных абонентов RSU в S12

PDF Compressor Free Version

RSU	Remote Subscriber Module. Блок удаленных абонентов в цифровых АТС
RZ	Return to Zero. Код с возвращением к нулю
SAPI	Service Access Point Identificator. Точка доступа к услуге
SCCP	Signaling Connection Control Part. Подсистема управления сигнальными сообщениями ОКС7
SCM	Service Circuit Module. Модуль служебных комплектов в S12
SDH	Synchronous Digital Hierarchy. Синхронная цифровая иерархия
SI	Service Indicator. Индикатор службы в сообщении ОКС7
SIO	Service Indicator Octet. Байт служебной информации в сообщении ОКС7
SL	Signaling Link. Звено сигнализации ОКС7
SLS	Signaling Link-Set. Пучок звеньев сигнализации ОКС7
SM	Switching module. Модуль коммутации в C&C08
SN	Switching Network. Коммутационное поле в EWSD
SP	Signalling Point. Пункт сигнализации ОКС7
SPC	Signaling Point Code. Код пункта сигнализации ОКС7
SPM	Service Processing Module. Модуль обработки услуг в C&C08
SPM	Service processing frame. Полка обработки услуг в C&C08
SRM	Shared Resource Module. Модуль общих ресурсов (модуль совместно используемых ресурсов) в C&C08
SRM	Shared resource frame. Полка общих ресурсов в C&C08
SSF	SubService Field. Поле подвида службы в сообщении ОКС7
SSM	System Support Machine. Программы системной поддержки – модуль ПО, содержащий ряд процедур, выполняющих вспомогательные функции для одного или нескольких FMM.
STP	Signaling Transfer Point. Транзитный пункт сигнализации ОКС7
TCAP	Transaction Capability Application Part. Подсистема возможностей транзакций ОКС7
TCE	Terminal Control Element. Терминальные элементы управления в S12
TDF	Trunk Distributing Frame. Распределительный магистральный щит

TEI	Termination Equipment Identificator. Идентификатор терминала
TKG	Trunk Group. Транковая группа
TOC	Type of Call.Тип вызова
TRA	Trunk Resource Allocator. Распределитель ресурсов СЛ – модуль ПО
TRC	Trunk Resource Coordinator. Координатор ресурсов СЛ – модуль ПО
TRM	Trunk Resource Manager. Менеджер ресурсов СЛ – модуль ПО, отвечающий за управление ресурсами
TSM	Trunk Switching Module. Модуль, который предоставляет только транковый интерфейс (СЛ) в C&C08
TSU	Terminal SubUnit. Терминальный субблок – элемент структуры ЦКП в S12
TTM	Trunk Testing Module. Модуль тестирования СЛ транков в S12
TU	Terminal Unit. Терминальный блок – элемент структуры ЦКП в S12
UP	User Part. Специальные функциональные подсистемы пользователя ОКС7
USM	User Switching Module. Модуль, который предоставляет только интерфейс пользователей в C&C08
UTM	User & Trunk Switching Module. Модуль, который пре доставляет оба вида интерфейсов – транковый (СЛ) и пользователей в C&C08
WLL	Wireless Local Loop. Беспроводной абонентский доступ

PDF Compressor Free Version

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ....3

1. ОСНОВЫ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

1.1. Принципы передачи телефонной речи....6
1.2. Характеристика речевого сигнала и слухового восприятия....8
1.3. Разновидности трактов передачи и требования к ним....13
1.4. Оконечные абонентские терминалы....15
1.5. Принципы автоматической коммутации....21
1.5.1. Общая структура коммутационного узла....22
1.5.2. Элементная база систем коммутации....23
1.5.3. Принципы построения коммутационного поля....24
1.5.4. Структура коммутационного поля АТСДШ....26
1.5.5. Структура коммутационного поля АТСКУ....26
1.5.6. Структура коммутационного поля АТСКЭ....27
1.5.7. Принципы построения управляющих устройств АТС....27
1.6. Преимущества цифровых сетей передачи речи....34

2. ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ ПЕРЕДАЧИ РЕЧИ

2.1. Методы модуляции сигналов, применяемые в телекоммуникационной сети....38
2.2. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое представление сигнала....42
2.2.1. Дискретизация во времени....42
2.2.2. Квантование по уровню и кодирование....43
2.3. Принципы организации передачи сигналов с ИКМ, структура сигналов первичного цифрового канала (потока Е1) 47
2.4. Синхронизация....52
2.4.1. Синхронизация по тактовой частоте....52
2.4.2. Цикловая синхронизация....53
2.4.3. Сверхцикловая синхронизация....54
2.4.4. Сетевая синхронизация....57
2.5. Линейное кодирование....59

3. СИГНАЛИЗАЦИЯ В ТЕЛЕФОНИИ

3.1. Понятие сигнализации в телефонии....67
3.2. Абонентская сигнализация....69
3.2.1. Сигнализация по аналоговым двухпроводным АЛ (шлейфовая)....70
3.2.2. Система абонентской сигнализации по цифровым линиям ISDN DSS1 77

3.2.3. Интерфейс V.5. 1 ,V.5.2....86
3.3. Виды межстанционной сигнализации....92
3.4 Стандартизация сигнализации....97
3.5. Многочастотная (регистровая) сигнализация....98
3.6. Межстанционная сигнализация по выделенным сигнальным каналам (1BCK, 2BCK,CAS)....104
3.6.1. Система сигнализации R1....106
3.6.2. Система сигнализации R2....108
3.7. Система сигнализации ОКС7....116
3.7.1. Основные понятия и терминологияОКС7....116
3.7.2. Сеть сигнализации ОКС7....117
3.7.3. Базовая функциональная модель ОКС7....119
3.7.4. Функции подсистемы передачи сообщений (МТР)....123
3.7.5. Signaling Unit SU – сигнальные единицы....126
3.7.6. Подсистема ISUP....132
3.7.7. Процедура установления и разъединения базового соединения по ОКС7....134

4. ОБОБЩЕННАЯ СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЦИФРОВОЙ АТС

4. 1. Общие сведения 139
4.2. Структурная схема ЦСК....141
4.3. Функции и порядок обслуживания вызовов в цифровых АТС....143
4.4 Модуль аналоговых абонентских линий, функции BORSCHT....146
4.5. Модули аналоговых и цифровых соединительных линий....150
4.6. Диаграмма работы выделителя тактовой частоты (ВТЧ)....156
4.7. Преобразователи линейных сигналов....158
4.8. Опорная АТСЭ и концентратор....161

5. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ КОММУТАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ

5.1. Цифровое коммутационное поле ЭАТС....167
5.1.1. Пространственная коммутация....170
5.1.2. Временная коммутация....171
5.1.3. Пакетная коммутация....171
5.2. Блок пространственной коммутации БПК....173
5.2.1. Блок адресной информации БПК – БАИ....178
5.2.2. Пример построения БПК....180
5.3. Блок временной коммутации БВК....181
5.3.1. Пример построения БВК....188
5.3.2. Сверхуплотнение....190
5.4. Комбинированные коммутационные блоки (ЦКП) типа ВПВ, ПВП....195
5.5. Взаимосвязь прямого и обратного путей в ЦКП....197
5.6. Блок пакетной коммутации БПкК....200

6. ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ В ЦСК

6.1. Общие понятия....207
6.2. Способы управления в ЦСК....207
6.2.1. Централизованное управление....208
6.2.2. Децентрализованное управление....210
6.2.3. Иерархическое управление....211
6.2.4. Распределенное управление....216
6.3. Структура и принципы работы электронных управляющих устройств ЦСК....217

PDF Compressor Free Version

7. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЗЛОВ КОММУТАЦИИ

7.1. Основные понятия и требования к программному обеспечению ЦСК....222
7.2. Подсистемы программного обеспечения ЦСК....224
7.3. База данных....232
7.4. Операционная система....237
7.5. Тарификация....248
7.6. Обработка вызова....258
7.6.1 Алгоритм обслуживания исходящего вызова по ОКС7....264
7.6.2. Анализ префикса....265
7.6.3. Поиск СЛ (Trunk Search)....268
7.6.4. Идентификация вызываемого абонента....272
7.7. Техобслуживание и администрирование....274

8. ЦИФРОВЫЕ АТС

8.1. S12 фирмы Alcatel....281
8.1.1. Основные характеристики и область применения S-12....281
8.1.2. Структура модулей системы S-12....282
8.1.3. Модуль аналоговых абонентских линий ASM....288
8.1.4. Модуль служебных комплектов SCM....288
8.1.5. Модуль тактовых и тональных сигналов C&TM....289
8.1.6. Модуль трактов ISDN ITM....291
8.1.7. Модуль абонентов ISDN (ISM)....292
8.1.8. Модуль периферийных устройств и загрузки P&L....292
8.1.9. Цифровое коммутационное поле S-12....293
8.1.10. Этапы обслуживания вызова в S-12....303
8.2. C&C08 фирмы Huawei....306
8.2.1. Характеристика системы C&C08....306
8.2.2. Структура оборудования C&C08....307
8.2.3. Конфигурация системы....310
8.2.4. Внешние интерфейсы....314
8.2.5. Модуль управления и связи....320
8.2.6. Процедура обслуживания вызовов....325
8.3. NEAX-61E фирмы NEC....329
8.3.1. Основные характеристики и область применения NEAX....329

8.3.2. Структурная схема станции NEAX-61E.....330
8.3.3. Прикладная подсистема.....331
8.3.4. Подсистема коммутации.....335
8.3.5. Процессорная подсистема.....339
8.3.6. Подсистема эксплуатации и технического обслуживания.....340
8.3.7. Пример обслуживания внутристанционного вызова.....341
8.4. EWSD фирмы Siemens.....341
8.4.1. Технические характеристики системы EWSD.....341
8.4.2. Структура и функции DLU.....344
8.4.3. Линейная группа LTG.....346
8.4.4. Коммутационное поле системы EWSD.....350
8.4.5. Обслуживание вызова в системе EWSD.....353
8.5. DTS-1100A, DTS-3100 фирмы Daewoo.....357
8.5.1. Характеристика систем DTS-1100A, DTS-3100.....357
8.5.2. Структура оборудования системы DTS-1100A.....358
8.5.3. Структура оборудования DTS-3100.....365
8.6. Удаленный абонентский концентратор «Коинот Эл-СГМ» 369

9. ПРИНЦИПЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЦИФРОВЫХ АТС

9.1. Общие положения.....376
9.2. Станционная сигнализация аварийных состояний.....378
9.3. Контроль работоспособности оборудования станции.....379
9.4. Диагностические тесты.....381
9.5. Рутинные тесты.....384
9.6. Техническое обслуживание аккумуляторных батарей.....388
9.7. Текущий ремонт.....390
9.8. Аварийные ситуации и действия персонала по их устранению.....391
ЛИТЕРАТУРА 394
ГЛОССАРИЙ.....396

PDF Compressor Free Version

Эшмурадов Абдимурад Менгташевич,
Садчикова Светлана Александровна,
Зайнутдинова Нафиса Анварбековна

СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ

Учебник для студентов
высших учебных заведений

Редактор ***Георгий Хубларов***
Художественный редактор ***Яшарбек Рахимов***
Технический редактор ***Елена Толочко***
Младший редактор ***Гульбайра Ералиева***
Корректор ***Умида Раджабова***

Номер лицензии AI № 163. 09.11.2009. Подписано в печать 13 ноября 2013 года. Формат 60×84 1/16. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Условных печатных листов 23,71. Учетно-издательских листов 24.07. Договор № 80–2013. Тираж 300 экз. Заказ № 68–9. Цена договорная.

Издательско-полиграфический творческий дом имени Чулпана Узбекского агентства по печати и информации. 100129. г. Ташкент, ул. Навои, 30. Телефон (371) 244-10-45. Факс (371) 244-58-55.

Отпечатано в типографии ООО «TAFAKKUR-BO'STONI». 10000, г. Ташкент, улица Чилонзор, 1.

PDF Compressor Free Version

Cho'lpon nomidagi
nashriyot-matbaa ijodiy uyi

ISBN 978-9943-05-608-4