КОНСАЛТИНГОВЫЙ ЦЕНТР

“КОНТЕЛ”

Широкополосная цифровая сеть интегрального обслуживания. Общие понятия, терминология и принципы построения

(Руководящий технический материал)

Санкт-Петербург

2001год

Содержание

Список принятых сокращений ... 3
Введение ... 4
1 Принципы интегрального обслуживания ... 5
1.1. Узкополосная цифровая сеть интегрального обслуживания ... 6
1.1.1. Общие принципы узкополосной ЦСИО ... 6
1.1.2. Термины и определения ... 10
1.1.3. Услуги, поддерживаемые узкополосной ЦСИО ... 22
1.1.4. Общие принципы создания узкополосной ЦСИО в составе ВСС РФ ... 24
1.2. Широкополосная цифровая сеть интегрального обслуживания ... 28
1.2.1. Общие принципы широкополосной ЦСИО ... 28
1.2.2. АТМ технология ... 29
1.2.3. Термины и определения ... 35
1.2.4. Услуги, поддерживаемые широкополосной ЦСИО ... 45
2. Сетевые аспекты широкополосной ЦСИО ... 50
2.1. Архитектура широкополосной ЦСИО ... 50
2.2. Интерфейсы пользователь-сеть в широкополосной ЦСИО ... 55
2.3. Функции и протоколы ... 57
2.4. Управление нагрузкой ... 61
3. Сигнализация в широкополосной ЦСИО ... 63
3.1. Принципы сигнализации ... 63
3.2. Протоколы сигнализации ... 64
4. Сценарии введения услуг широкополосной ЦСИО ... 67
4.1. Первый этап создания широкополосной ЦСИО ... 67
4.1.1. Использование одного АТМ-коммутатора ... 67
4.1.2. Установка нескольких АТМ-коммутаторов ... 68
4.1.3. Создание ядра сети АТМ ... 69
4.2. Второй этап создания широкополосной ЦСИО ... 70
4.2.1. Размещение АТМ-коммутаторов доступа ... 70
4.2.2. Замена коммутационных станций АТМ-коммутаторами ... 71
4.2.3. Расширение ядра сети АТМ ... 73
4.3. Третий этап создания широкополосной ЦСИО ... 74
4.3.1. Концепция сосуществования двух видов коммутации ... 74
4.3.2. Частичная АТМ-сеть ... 76
4.3.3. Полная АТМ-сеть ... 77
5. Взаимодействие Ш-ЦСИО с другими сетями и системами ... 78
5.1. Основные принципы согласования сетей ... 78
5.2. Согласование и взаимодействие Ш-ЦСИО с другими сетями ... 80
Заключение ... 83
Литература ... 83
ПРИЛОЖЕНИЕ. Перечень рекомендаций МСЭ по широкополосной ЦСИО ... 84

Список принятых сокращений

АМТС - автоматическая междугородная телефонная станция
АТС - автоматическая телефонная станция
ВСС РФ – взаимоувязанная сеть связи Российской Федерации
ГТС – городская телефонная сеть
МСЭ - Международный Союз Электросвязи
М-ЦСИО - мультиплексор основного доступа
КС - коммутационная станция
ККС - комбинированная коммутационная станция
ЛВС - локальная вычислительная сеть
ОАО - открытое акционерное общество
ОКС - общий канал сигнализации
РТМ - Руководящий Технический Материал
ТФОП - телефонная сеть общего пользования
УПАТС - учрежденческо-производственная АТС
ЦКУ - цифровой кроссовый узел
ЦСИО - цифровая сеть интегрального обслуживания
ЧНН - наибольшей нагрузки
Ш-ЦСИО широкополосная цифровая сеть интегрального обслуживания

INAP – подсистема Интеллектуальной сети
ISUP - подсистема интегрального обслуживания
MAP – подсистема мобильной связи
TCAP – подсистема поддержки транзакций

Введение

Работа “Широкополосная цифровая сеть интегрального обслуживания. Общие понятия, терминология и принципы построения” предназначена для инженерно-технического персонала, занимающегося разработкой и проектированием сетей электросвязи, в которых предполагается введение услуг Ш-ЦСИО. Цель этой работы заключается в том, чтобы сформулировать основные принципы построения широкополосной цифровой сети интегрального обслуживания (Ш-ЦСИО), изложив общие понятия и введя ряд необходимых терминов и определений.

Системные и технические основы Ш-ЦСИО для значительной части специалистов являются новыми. Поэтому авторы этой работы сочли целесообразным ввести в текст довольно обширный материал, дающий достаточно простое и понятное изложение этих основ.

Работа состоит из пяти глав. Первая глава “Принципы интегрального обслуживания” содержит два раздела. В первом разделе изложены основные понятия, касающиеся узкополосной цифровой сети интегрального обслуживания (ЦСИО) – термины и определения, поддерживаемые услуги, принципы построения сети. Второй раздел содержит аналогичные вопросы, касающиеся Ш-ЦСИО.

Вторая глава “Сетевые аспекты широкополосной ЦСИО” содержит четыре раздела. В первом разделе представлены архитектурные принципы Ш-ЦСИО. Второй раздел содержит основные характеристики интерфейсов пользователь-сеть в широкополосной ЦСИО. Протоколы, используемые в широкополосной ЦСИО, описаны в третьем разделе. Четвертый раздел посвящен вопросам управления нагрузкой в Ш- ЦСИО.

Третья глава “Сигнализация в широкополосной ЦСИО” состоит из двух разделов. Первый раздел представляет общие принципы сигнализации в Ш-ЦСИО. Протоколы сигнализации в Ш-ЦСИО изложены во втором разделе.

Четвертая глава “Сценарии введения услуг широкополосной ЦСИО” состоит из трех разделов. Предложено выделять три основных этапа в процессе создания Ш-ЦСИО. Каждый из трех разделов четвертой главы содержит описание принципов реализации широкополосной ЦСИО в рамках соответствующего этапа ее развития.

Пятая глава “Взаимодействие широкополосной ЦСИО с другими сетями и системами” содержит два раздела. Сперва сформулированы основные принципы согласования сетей. Далее показано, как эти принципы используются при решении задач сопряжения Ш-ЦСИО с другими сетями связи.

В разделе “Заключение” сформулированы основные результаты, составляющие содержание работы. В Приложении приведен перечень Рекомендаций Международного Союза Электросвязи МСЭ (ITU-T), касающихся различных аспектов широкополосной ЦСИО.

1 Принципы интегрального обслуживания

Назначение любой сети связи состоит в том, чтобы *обслуживать* своих пользователей, предоставляя им *услуги связи*. Телефонная сеть предоставляет *услуги телефонной связи*, телеграфная - *услуги телеграфной связи*, радиотрансляционная - *услуги звукового вещания*. Общий признак всех таких *специализированных по видам связи* сетей, обусловленный использованием в любой из них собственных ресурсов передачи и коммутации, заключается в том, что для доступа пользователя к услугам каждой из этих сетей необходимы *отдельные* средства (абонентские линии, протоколы доступа). Отличительный признак *сети интегрального обслуживания* состоит в том, что в ней объединены функции предоставления услуг связи самых разных видов, и, главное, в том, что доступ пользователя к любой из этих услуг (или даже к нескольким услугам одновременно) осуществляется одинаковым образом (то есть с использованием одних и тех же протоколов доступа) и всегда в одной и той же точке – точке доступа “пользователь-сеть”. Именно благодаря наличию такого объединенного (или, что то же самое, – *интегрального*) доступа ко всем услугам связи, предоставляемым сетью, обеспечивается *интегральное обслуживание пользователей*.

Таким образом, цифровая сеть интегрального обслуживания **(**ЦСИО или ISDN) – это цифровая сеть связи, обеспечивающая предоставление своим пользователям самых разных услуг связи, причем все эти услуги доступны каждому пользователю в одной и той же точке – точке интегрального доступа “пользователь-сеть”.

Принципиальное различие между *узкополосной* и *широкополосной* ЦСИО заключено в ресурсе (и, соответственно, в структуре) доступа “пользователь-сеть”. Ресурс этого доступа в узкополосной ЦСИО ограничен скоростью передачи 2,048 Мбит/с, а все стандартизованные варианты структуры доступа предусматривают разделение ресурса на отдельные каналы. В любой структуре доступа имеется группа информационных каналов (каналов B, каждый – со скоростью передачи 64 кбит/с) и один, общий для всех информационных каналов в доступе, сигнальный канал D, производительность которого, в зависимости от варианта структуры, составляет либо 16 Кбит/с, либо 64 Кбит/с. Ресурс доступа “пользователь-сеть” в широкополосной ЦСИО характеризуется скоростями передачи до нескольких сотен Мбит/с, и в нем, наряду с каналами B, могут быть организованы широкополосные каналы со скоростями передачи, обеспечивающими предоставление так называемых *широкополосных услуг*, например, услуг многопрограммного телевидения, услуг многопрограммного звукового вещания высокого качества, услуг высокоскоростной передачи данных и т.п.

1.1. Узкополосная цифровая сеть интегрального обслуживания

1.1.1. Общие принципы узкополосной ЦСИО

Решающим фактором, который определил основные принципы организации и технической реализации узкополосной ЦСИО, явилось совсем не сразу принятое (а можно сказать, выстраданное) решение строить цифровую сеть интегрального обслуживания на базе *цифровой телефонной сети*, максимально используя не только имеющиеся в ней физические ресурсы (системы передачи и коммутации, существующие абонентские линии и т.п.), но и основную идею автоматической телефонной связи – принцип *коммутации каналов*. Одно из преимуществ такого решения – возможность встраивать функции ЦСИО в существующие цифровые телефонные станции, сохраняя их обычных "телефонных" абонентов и включая в эти станции, по мере надобности, абонентов, заинтересованных в интегральном обслуживании. Тем самым исключается необходимость создавать новую сеть: ЦСИО как бы "врастает" в уже имеющуюся сеть, причем темп этого "врастания" вполне может быть согласован с динамикой роста спроса на услуги ЦСИО.

Прежде чем перейти к дальнейшему, необходимо сделать одно замечание терминологического характера, связанное с привычным нам словом "абонент". Слово это обозначает *подписчика*, то есть юридическое лицо, которое заключило договор с Администрацией сети о предоставлении ему услуг сети и об оплате этих услуг. Однако подписчик (то есть *абонент*) совсем не обязательно сам обращается к услугам сети – очень часто этими услугами пользуются другие лица (например, *абонентом* телефонной сети может быть некое предприятие, а *пользователями* ее услугами – сотрудники этого предприятия). В то же время технические средства, с помощью которых производится обращение к услугам сети, всегда находятся в распоряжении пользователя (более того, функции пользователя может выполнять автоматический терминал). По этой причине, применительно к ЦСИО, принято оперировать такими понятиями как *доступ пользователя к услугам сети, интерфейс "пользователь-сеть", информация пользователя* и т.п.

Примечание: Основные термины, относящиеся к узкополосной ЦСИО, и их определения даются в следующем параграфе. Некоторые другие понятия будут разъясняться в ходе изложения.

Теперь можно рассмотреть самое фундаментальное понятие ЦСИО – *доступ пользователя к сети*. Технические средства, обеспечивающие доступ, размещаются частично – у пользователя, частично – на станции; в этих средствах реализуются стандартные группы функций – *функциональные блоки* (см. рисунок 1.1, на котором показан один из примеров организации доступа). Функционально граница между пользовательской и сетевой частями доступа проходит через *опорную точку T*; в ней находится *интерфейс "пользователь-сеть"*, для которого определен *протокол доступа*.

Пример организации доступа
пользователь-сеть

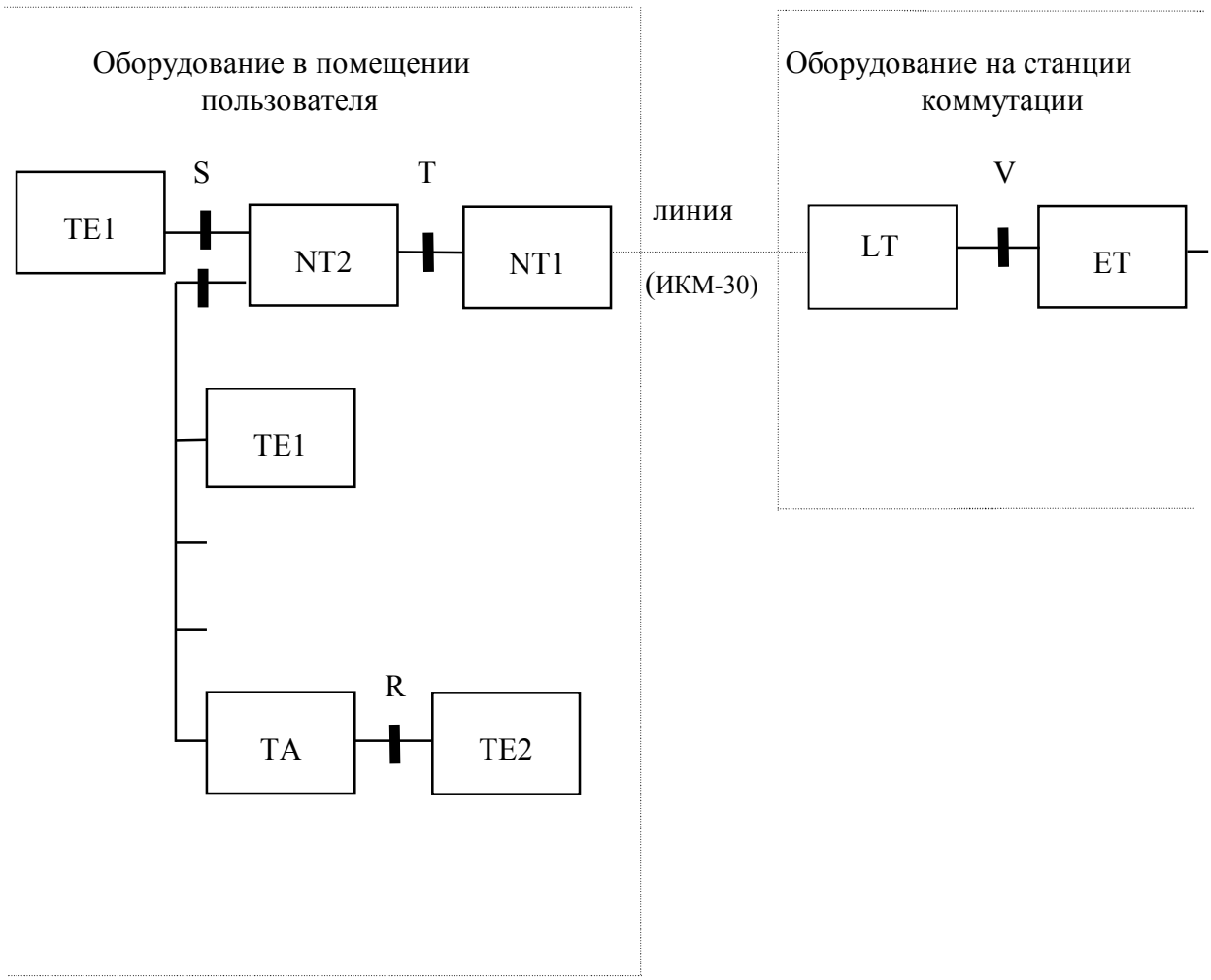


Рис.1.1

Выше уже упоминалось о *структуре* доступа. Рекомендации МСЭ, серия I, стандартизуют два вида структуры – *основной (базовый) доступ (2B+D)* и *доступ на первичной скорости (30B+D* или *23B+D)*. Протокол доступа, естественно, реализуется в сигнальном канале, т.е. в канале D, и является общим для обеих структур (некоторые различия касаются только функций 1-го уровня). Этот протокол (в уровне 3) обеспечивает обмен между терминалами пользователя и оборудованием сети сигнальной информацией, которая необходима для запроса основных и дополнительных услуг, нужных пользователю, для организации, поддержания и нарушения требующихся для этого соединений в ЦСИО. Сигнальная информация передается по каналу D в виде сигнальных сообщений. Поскольку один канал D является общим для группы каналов B, а моменты предоставления и завершения обслуживания по каждому из этих каналов чаще всего независимы, по каналу D проходят, произвольным образом чередуясь, сигнальные сообщения, которые относятся к коммутируемым связям, использующим разные каналы B. Чтобы можно было соотносить сигнальные сообщения с теми связями, к которым они относятся, в служебном поле каждого сообщения предусмотрен специальный информационный элемент – *метка соединения*, – идентифицирующий ту коммутируемую связь, которой соответствует это сообщение.

Следует отметить, что канал D служит не только для сигнализации, он может использоваться и для обмена между пользователями информацией в пакетном режиме, а также для передачи низкоскоростной информации (телесигнализации).

Возвратимся к рисунку 1.1, иллюстрирующему один из возможных вариантов организации доступа узкополосной ЦСИО. В правой части рисунка показано оборудование ЦСИО, размещаемое на станции (точнее, реализуемые в этом оборудовании функциональные блоки). Блок ET (Exchange Termination, то есть *станционное окончание*) правой стороной включается в основное оборудование АТС (на рисунке не показано) и выполняет все функции формирования доступа. В блоке ET формируется нужный вариант структуры доступа (в данном примере это структура 30B+D), реализуется протокол доступа и обеспечивается сопряжение доступа со станционным оборудованием и с его функциями. Блок LT (Line Termination – *линейное окончание*), связанный с ET через интерфейс V, выполняет функции сопряжения этого интерфейса с линией (в данном примере – с системой передачи ИКМ-30).

В левой части рисунка 1.1 показано оборудование (функциональные блоки), размещаемое у пользователя. Блок NT1 (Network Termination – *сетевое окончание*) обеспечивает сопряжение с линией и формирует интерфейс пользователь-сеть – интерфейс T, соответствующий структуре доступа, сформированной на станции (в данном случае – 30B+D), выполняя также необходимую коррекцию электрических сигналов, принимаемых от станции по линии. В качестве блока NT2 в рассматриваемом примере может использоваться коммутационное устройство типа учрежденческой АТС – блок NT2 преобразует информацию T-интерфейса 30B+D в информацию нескольких S-интерфейсов 2B+D, к которым подключаются терминалы TE (Terminal Equipment – *терминальное оборудование*) пользователя.

На рисунке показаны разные способы подключения терминалов. Например, возможно использование интерфейса одним многофункциональным терминалом (слева вверху). Возможно также использование четырехпроводной *S-шины* для подключения к одному S-интерфейсу нескольких (до восьми) терминальных устройств. Терминалы ЦСИО (т.е. такие, в которых предусмотрены функции протокола доступа ЦСИО) подключаются к шине непосредственно (TE1), а терминалы, ориентированные на иные протоколы (TE2), подключаются к ней через устройства TA (Terminal Adapter), осуществляющие сопряжение этих иных протоколов (в интерфейсе R) с протоколом ЦСИО.

Подчеркнем, что *доступ* пользователь-сеть формируется средствами ET, LT и NT1; *границей* между сетью и пользователем является *T-интерфейс*. Читателя не должен смущать тот факт, что блок NT1 размещается у пользователя – речь ведь идет о *логической* границе между *функциональными* блоками.

Как уже говорилось, в качестве станций коммутации ЦСИО используются обычные цифровые АТС, дополняемые, разумеется, необходимыми техническими средствами. Состав этих дополнительных средств не исчерпывается только что рассмотренными выше средствами формирования доступа пользователь-сеть, поскольку не менее важную, чем сигнализация по D-каналу, роль в узкополосной ЦСИО играет система межстанционной сигнализации.

Существует два принципа организации межстанционной сигнализации в коммутируемых сетях связи. Один из них, хорошо известный и привычный, основан на том, что для обмена между станциями сигнальной информацией, то есть служебными сигналами, нужными для организации, поддержания и нарушения соединения, в котором занимается определенный межстанционный канал, используется ресурс, закрепляемый именно за этим каналом. Такой принцип по-английски называется CAS (Channel Associated Signalling); хорошего русского названия нет, однако смысл, по-видимому, ясен из сказанного выше. Другой принцип межстанционной сигнализации основан на том, что для обмена между станциями сигнальной информацией используется специальный сигнальный канал, *общий* для некоторой группы каналов и/или соединений. Этот принцип по-английски называется CCS (Common Channel Signalling), а по-русски – *общеканальной сигнализацией* или *сигнализацией по ОКС*. (Напомним, что именно этот принцип используется в системе сигнализации по каналу D.)

В разные годы МККТТ разработал стандарты для разных систем межстанционной сигнализации, присвоив каждой системе порядковый номер. Системы сигнализации с номерами от 1 до 5 устроены по принципу CAS, а системы № 6 и № 7 – по принципу CCS. В системах №№ 1-5 существует разделение служебных сигналов на линейные и регистровые, а для их передачи предусмотрены специальные сигнальные частоты из диапазона 300-3400 Гц (разные для разных систем). В системах №№ 6 и 7 такое разделение сигналов существует разве лишь по традиции, поскольку *все без исключения сигналы* передаются одинаковым образом – в виде сигнальных сообщений – и воспринимаются одними и теми же устройствами. Эти две системы реализуются только на станциях с программным управлением, а вторая из них (№ 7) , к тому же, – только в сетях с цифровыми системами передачи.

Система сигнализации по ОКС №7, будучи наиболее современной, является универсальной в том смысле, что она ориентирована на использование в телефонных сетях, в сетях передачи данных, на стыках тех и других сетей с ЦСИО, а также в самой ЦСИО. Функциональная архитектура системы является многоуровневой, причем функции нижних уровней, которые вместе обеспечивают перенос сигнальных (и иных) сообщений от станции-отправителя до станции-получателя, образуют платформу, необходимую во всех вариантах использования системы, тогда как функции более высоких уровней, являющиеся в каждом из этих вариантов специфическими, выполняются всякий раз соответствующей *пользовательской* или *прикладной* подсистемой. В частности, для использования в ЦСИО названная платформа дополняется “сверху” *пользовательской подсистемой ISUP* (ISDN User Part) и *подсистемой управления сигнализационными соединениями SCCP* (Signalling Connections Control Part), обеспечивающей образование в сети ОКС виртуальных соединений для переноса через эту сеть низкоскоростной символьной информации пользователей, которой они могут обмениваться, например, в процессе телефонного общения. Разнообразные *прикладные подсистемы*, встраиваемые в систему № 7 (TCAP, MAP, INAP и другие), обеспечивают нужды технической эксплуатации сети ОКС, обмен служебной информацией между управляющими и коммутационными пунктами Интеллектуальной сети и т.п. Отметим важный факт: система № 7 является *открытой* в том смысле, что она разрешает, по мере надобности, вводить в нее новые, в том числе, и вновь создаваемые подсистемы.

1.1.2. Термины и определения

Приводимый здесь перечень терминов, относящихся, главным образом (но не только), к узкополосной ЦСИО, заимствован, вместе с определениями этих терминов, из Рекомендации I.112 МСЭ и представляет собой сокращенный перевод этой Рекомендации, дополненный в некоторых местах разъяснениями переводчика. Сокращения связаны, как правило, с тем, что ряд понятий из области ЦСИО достаточно подробно рассматривается в других разделах данной работы. Следует иметь в виду, что и термины, и определения на русском языке не являются ни стандартными, ни общепризнанными; стандартных пока вообще нет, а многие из употребляемых сегодня в литературе не выдерживают, на наш взгляд, никакой критики. Мы стремились к тому, чтобы термины были удобны и понятны.

Пользование связью (communication)

Обмен информацией в соответствии с согласованными между общающимися сторонами правилами.

Сигнал (signal)

Физическое явление, одна или несколько характеристик которого могут изменяться с целью представления информации.

Аналоговый сигнал (analogue signal)

Сигнал, в котором одна из характеризующих его величин непрерывно повторяет изменения другой физической величины, представляющей информацию.

Дискретный сигнал (discretely-timed signal)

Сигнал, образованный последовательностью элементов, каждый из которых имеет одну или несколько дискретно меняющихся во времени характеристик (например, таких как длительность, частота или фаза колебаний, амплитуда), могущих переносить информацию.

Цифровой сигнал (digital signal)

Дискретный сигнал, в котором информация представляется с помощью последовательности двоичных цифр (битов) или чисел (байтов), выражающих в двоичном коде значения, которые принимают в разные моменты времени элементы исходного дискретного сигнала.

Передача (transmission)

Действие, обеспечивающее транспортировку сигналов от одной точки к другой точке или к нескольким другим точкам.

Цифровая передача (digital transmission)

Передача цифровых сигналов с использованием цифрового канала или цифровых каналов.

Канал, канал передачи (channel, transmission channel)

Средства односторонней передачи сигналов между двумя точками.

Примечание 1 - Несколько каналов могут использовать ресурс одного и того же тракта; например, каждому каналу может отводиться определенная полоса частот или определенный временной интервал.

Примечание 2 - Термин может быть снабжен квалифицирующим его определением природы передаваемых сигналов, указанием ширины полосы, указанием скорости цифровой передачи или произвольным обозначением.

Цифровой канал, цифровой канал передачи (digital channel, digital transmission channel)

Средства односторонней передачи цифровых сигналов между двумя точками.

Связь, электросвязь (telecommunication)

Любая передача и прием сигналов, которые представляют символы, письмо, изображения со звуковым сопровождением или информацию любого другого рода, осуществляемая с помощью проводных, радио, оптических или иных электромагнитных систем.

Примечание переводчика - Вследствие многозначности русского слова "связь" в данной работе оно может также означать:

- общение между людьми или автоматами путем одностороннего, двустороннего или многостороннего обмена информацией с помощью сигналов (например, в выражении "широкие возможности связи");
- конкретный случай такого общения (например, в выражении "закончить связь с господином N");
- ресурс технических средств сети, обеспечивающий возможность такого общения (например, в выражении "предусмотреть связь между двумя станциями");
- ресурс технических средств сети, выделяемый для обеспечения конкретного случая такого общения (например, в выражении "предоставить пользователям требуемую связь").

Кроме того, слово "связь" используется в этой работе и в общеязыковых значениях ("смысловая связь", "причинно-следственная связь" и т.п.).

Канал связи (circuit, telecommunication circuit)

Комбинация двух каналов передачи, допускающая двустороннюю передачу сигналов между двумя точками для обеспечения одной связи.

Примечание 1 - Если связь по своей природе является односторонней (например, телевизионная передача на большое расстояние), то термин "канал связи" иногда используется для обозначения единственного канала передачи, обеспечивающего возможность такой связи.

Примечание 2 - По отношению к сети связи применение термина "канал связи" обычно ограничено; так называют канал (вместе с соответствующим оборудованием на его концах), непосредственно соединяющий два коммутационных устройства или две станции коммутации.

Примечание 3 - Канал связи может допускать передачу в обоих направлениях либо одновременно (дуплексно), либо не одновременно (симплексно).

Примечание 4 - Канал связи, используемый для передачи только в одном направлении, иногда называется односторонним каналом. Канал связи, используемый для передачи в обоих направлениях (неважно, одновременно или не одновременно), иногда называется двусторонним каналом.

Цифровой канал связи (digital circuit, digital telecommunication circuit)

Комбинация двух цифровых каналов передачи, допускающая двустороннюю цифровую передачу сигналов между двумя точками для обеспечения одной связи.

Примечание 1 - Если связь по своей природе является односторонней (например, телевизионная передача на большое расстояние), то термин "цифровой канал связи" иногда используется для обозначения единственного цифрового канала передачи, обеспечивающего возможность такой связи.

Примечание 2 - По отношению к сети связи применение термина "цифровой канал связи" обычно ограничено; так называют цифровой канал (вместе с соответствующим оборудованием на его концах), непосредственно соединяющий два коммутационных устройства или две станции коммутации.

Примечание 3 - Цифровой канал связи может допускать передачу в обоих направлениях либо одновременно (дуплексно), либо не одновременно (симплексно).

Примечание 4 - Цифровой канал связи, используемый для передачи только в одном направлении, иногда называется односторонним цифровым каналом. Цифровой канал связи,

используемый для передачи в обоих направлениях (неважно, одновременно или не одновременно), иногда называется двусторонним цифровым каналом.

Коммутация (switching)

Процесс создания такого последовательного соединения функциональных единиц, каналов передачи или каналов связи, которое требуется для транспортировки сигналов.

Цифровая коммутация (digital switching)

Коммутация с помощью средств, которые в каждый момент времени могут пребывать в любом одном из определенного множества дискретных состояний, с тем, чтобы обеспечить транспортировку цифровых сигналов.

Станция коммутации (exchange)

Совокупность устройств, несущих потоки нагрузки, ступеней коммутации, средств управления и сигнализации, а также других функциональных единиц в узле сети, которая обеспечивает создание соединений между абонентскими линиями, каналами связи и/или другими функциональными единицами в соответствии с индивидуальными запросами пользователей.

Цифровая станция коммутации (digital exchange)

Станция коммутации, которая коммутирует цифровые сигналы средствами цифровой коммутации.

Интегрированная цифровая передача и коммутация (integrated digital transmission and switching)

Непосредственное совмещение цифровой передачи и цифровой коммутации, обеспечивающее существование сквозного цифрового тракта передачи.

Услуга, услуга связи, обслуживание связью (service, telecommunication service)

То, что предлагается клиентам Администрацией или правомочной частной (ведомственной) эксплуатационной организацией в порядке удовлетворения конкретного требования к связи.

Примечание - Типичными видами обслуживания связью являются услуги доставки информации и услуги предоставления связи. В будущем могут быть определены и другие виды обслуживания.

Услуга доставки информации (bearer service)

Услуга, обеспечивающая возможность передачи сигналов между интерфейсами пользователь-сеть.

Примечание - Тип соединения ЦСИО, используемого для предоставления некоторой услуги доставки информации, может быть тем же, что и тип соединения, используемого для предоставления других видов обслуживания связью.

Услуга предоставления связи (teleservice)

Услуга, которая полностью реализует возможность (включая функции терминального оборудования) связи требуемого вида между пользователями в соответствии с протоколами, установленными для этого вида связи.

Услуга телесигнализации (teleaction service)

Вид обслуживания связью, который обеспечивает обмен между пользователем и сетью короткими сообщениями, требующими очень малой скорости передачи.

Примечание - Примерами услуг телесигнализации являются: передача сигналов тревоги, передача дистанционных команд, передача предупредительных сигналов.

Обслуживание по запросу (demand service, demand telecommunication service)

Вид обслуживания связью, при котором тракт связи создается почти немедленно в ответ на запрос пользователя, производимый средствами сигнализации пользователь-сеть.

Обслуживание по заказу (reserved circuit service)

Вид обслуживания связью, при котором тракт связи создается в момент времени, заранее определяемый пользователем, в ответ на запрос пользователя, производимый средствами сигнализации пользователь-сеть.

Примечание - Пользователь может заранее определять также и длительность связи или момент, когда тракт связи должен быть нарушен.

Предоставление постоянного канала (permanent circuit service)

Вид обслуживания связью, при котором тракт связи создается по запросу абонента с помощью эксплуатационной или административной команды.

Примечание - Нарушение тракта связи производится аналогично его созданию.

Атрибут услуги (service attribute)

Специфицируемая характеристика услуги связи.

Примечание - Чтобы охарактеризовать отличия одной услуги связи от других, одному или нескольким ее атрибутам может присваиваться одно или несколько определенных значений.

Звено, звено передачи (link, transmission link)

Средства передачи между двумя точками, имеющие специфицированные характеристики передачи.

Примечание - Обычно указывается тип звена передачи или характеристика его пропускной способности, например, радиозвено, звено по коаксиальной паре, звено передачи 2,048 кбит/с.

Цифровое звено, цифровое звено передачи (digital link, digital transmission link)

Совокупность средств цифровой передачи цифрового сигнала со специфицированной скоростью между двумя цифровыми кроссами (или эквивалентными им устройствами).

Примечание 1 - Цифровое звено содержит одну или несколько цифровых секций и может включать в себя средства мультиплексирования и/или демультиплексирования, но не средства коммутации.

Примечание 2 - Термин может сопровождаться квалифицирующими указаниями на среду распространения, например, "цифровое звено передачи по линии спутниковой связи".

Примечание 3 - Если не оговаривается иное, этот термин обычно относится к обоим направлениям передачи.

Примечание 4 - Для обозначения формирования, образованного несколькими последовательно соединенными цифровыми звеньями, особенно если оно связывает между собой группы оборудования, которые являются источниками и приемниками цифрового сигнала специфицированной скорости, иногда используется термин "цифровой тракт".

Узел коммутации (node, switching node)

Пункт, в котором осуществляется коммутация.

Примечание - Термин "узел" иногда используется для обозначения пункта, в котором каналы соединены между собой средствами, отличными от коммутационных. В подобных случаях применяется подходящая квалифицирующая характеристика, например, "узел синхронизации", “кроссовый узел”.

Узел цифровой коммутации (digital switching node)

Узел, в котором осуществляется цифровая коммутация.

Сеть, сеть связи (network, telecommunication network)

Множество узлов и соединительных звеньев, предусматривающее организацию соединений между двумя или более определенными точками с целью обеспечить связь между ними.

Цифровая сеть, интегральная цифровая сеть (digital network, integrated digital network)

Множество цифровых узлов и цифровых звеньев, в котором используется интегрированная цифровая передача и коммутация для создания цифровых соединений между двумя или более определенными точками с целью обеспечить связь между ними.

Сеть интегрального обслуживания (integrated services network)

Сеть, предусматривающая или обеспечивающая предоставление нескольких разных видов обслуживания связью.

Цифровая сеть интегрального обслуживания, ЦСИО (integrated services digital network, ISDN)

Сеть интегрального обслуживания, предусматривающая цифровые соединения между интерфейсами пользователь-сеть.

Соединение (connection)

Последовательная цепь каналов передачи или каналов связи, коммутационных и других функциональных единиц, составляемая в сети с целью создать условия передачи сигналов между двумя или несколькими точками для обеспечения одной определенной связи.

Цифровое соединение (digital connection)

Последовательная цепь цифровых каналов передачи или цифровых каналов связи, цифровых коммутационных и других функциональных единиц, составляемая в сети с целью создать условия передачи цифровых сигналов между двумя или несколькими точками для обеспечения одной определенной связи.

Коммутируемое соединение (switched connection)

Соединение, образуемое путем коммутации.

Примечание - Коммутируемое соединение может быть использовано как при обслуживании по запросу, так и при обслуживании по заказу.

Некоммутируемое соединение (non-switched connection)

Соединение, образуемое без использования коммутации, например, с помощью кроссовых устройств.

Внутристанционное соединение (exchange connection)

Соединение, образуемое на станции коммутации между станционными окончаниями двух или нескольких каналов передачи или каналов связи.

Соединение ЦСИО, ЦСИО-соединение (ISDN connection)

Соединение, образуемое в ЦСИО между определенными интерфейсами ЦСИО.

Атрибут соединения, атрибут ЦСИО-соединения (connection attribute,

ISDN connection attribute)

Специфицируемая характеристика ЦСИО-соединения.

Примечание - Чтобы охарактеризовать отличия одного соединения от других, одному или нескольким его атрибутам может присваиваться одно или несколько определенных значений.

Тип соединения, тип ЦСИО-соединения (connection type, ISDN connection type)

Описание множества ЦСИО-соединений, состоящее из заданных значений одного или нескольких атрибутов ЦСИО-соединения.

Элемент соединения, элемент ЦСИО-соединения (connection element, ISDN connection element)

Часть ЦСИО-соединения, имеющая заданные значения одного или нескольких атрибутов ЦСИО-соединения.

Коммутируемый элемент ЦСИО-соединения (switched ISDN connection element)

Элемент ЦСИО-соединения, образуемый путем коммутации.

Некоммутируемый элемент ЦСИО-соединения (non-switched ISDN connection element)

Элемент ЦСИО-соединения, образуемый без использования коммутации.

ЦСИО-соединение "точка-точка" (point-to-point ISDN connection)

ЦСИО-соединение, образуемое между двумя определенными интерфейсами ЦСИО.

ЦСИО-соединение "точка-группа точек" (point-to-multipoint ISDN connection)

ЦСИО-соединение, образуемое между определенным интерфейсом ЦСИО и несколькими другими определенными интерфейсами ЦСИО.

Пользователь, пользователь сети связи (user, user of a telecommunication network)

Человек или автомат, которому абонент поручил пользоваться услугами и/или технико-эксплуатационными возможностями сети связи.

Доступ пользователя, доступ пользователь-сеть (user access, user-network access)

Средства, с помощью которых пользователь соединяется с сетью, чтобы пользоваться услугами и/или технико-эксплуатационными возможностями этой сети.

Функция (function)

Множество процессов, определенных с целью достижения заданной цели.

Примечание - Функции могут быть упорядочены в соответствии с логической иерархией.

Уровень (layer)

Концептуальная область, которая содержит в себе одну или несколько функций, располагающихся между верхней и нижней логическими границами в иерархии функций.

Примечание - В базисной модели Взаимодействия Открытых Систем (модели ВОС или OSI - Open Systems Interconnection) предусмотрено семь уровней.

Протокол (protocol)

Формальное описание процедур, предусмотренных для обеспечения взаимодействия между двумя или несколькими функциями одного и того же уровня иерархии функций.

Протокол доступа (access protocol)

Определенное множество процедур, принятое для интерфейса в заданной опорной точке между пользователем и сетью с тем, чтобы пользователь был способен пользоваться услугами и/или технико-эксплуатационными возможностями этой сети.

Протокол пользователь-пользователь (user-user protocol)

Протокол, принятый двумя или несколькими пользователями для обеспечения связи между ними.

Интерфейс (interface)

Общая граница двух соединенных одна с другой систем.

Интерфейс пользователь-сеть (user-network interface)

Интерфейс между терминальным оборудованием и сетевым окончанием, где используются протоколы доступа.

Межуровневый интерфейс (layer interface)

Интерфейс между смежными уровнями в иерархии уровней.

Физический интерфейс (physical interface)

Интерфейс между двумя аппаратными блоками.

Спецификация интерфейса (interface specification)

Формальное описание типа, количества, формы и последовательности взаимосвязей и взаимодействий в интерфейсе между двумя соединенными одна с другой системами.

Спецификация физического интерфейса (physical interface specification)

Формальное описание механических, электрических, электромагнитных и оптических характеристик взаимосвязей и взаимодействий в интерфейсе между двумя соединенными одна с другой группами аппаратных средств.

Канал доступа (access channel)

Фиксированная часть ресурса средств передачи информации, выделяемая в интерфейсе пользователь-сеть и имеющая заданные характеристики.

Примечание 1 - Термин "канал передачи", подразумевающий только одностороннюю работу, обычно используется в сокращенной форме "канал". Термин "канал доступа", используемый в случае двусторонней работы через интерфейс, заменять сокращенной формой "канал" нельзя.

Примечание 2 - Термин "канал доступа" может быть снабжен квалифицирующей характеристикой, например, обозначением H, B или D; в этом случае целесообразна сокращенная форма термина: "H-канал (канал H)", "B-канал (канал B)" или "D-канал (канал D)".

Примечание 3 - Если не определено иначе, характеристики канала доступа в интерфейсе пользователь-сеть предполагаются двусторонними симметричными. Если эти характеристики являются односторонними, применяется термин "односторонний канал доступа".

Структура интерфейса ЦСИО пользователь-сеть (ISDN user-network interface structure)

Число и типы каналов доступа в интерфейсе ЦСИО пользователь-сеть.

Реальный ресурс доступа ЦСИО (ISDN access capability)

Число и типы каналов доступа в интерфейсе ЦСИО, реально могущих быть использованными для связи.

Функциональный блок (functional group)

Группа функций, которые могут выполняться одним аппаратным блоком.

Терминальное оборудование (terminal equipment, TE)

Оборудование, в котором предусмотрены функции, нужные пользователю для ввода в действие протоколов доступа. В TE реализуется функциональный блок, расположенный на пользовательской стороне интерфейса пользователь-сеть.

Сетевое окончание (network termination, NT)

Функциональный блок, расположенный на сетевой стороне интерфейса пользователь-сеть

Опорная точка (reference point)

Концептуальная точка, в которой примыкают друг к другу два не перекрывающихся функциональных блока.

Базисная конфигурация (reference configuration)

Совокупность функциональных блоков и опорных точек, иллюстрирующая возможные схемы организации сети.

Многоточечный доступ (multipoint access)

Доступ пользователя, в котором несколько терминалов обслуживаются одним сетевым окончанием.

Конфликт доступа (access contention)

Конфликт между запросами в сетевом окончании многоточечного доступа.

Разрешение конфликта доступа (access contention resolution)

Способ выхода из ситуации с конкурирующими запросами в сетевом окончании многоточечного доступа.

Основной (базовый) доступ (basic access, basic rate access)

Доступ со структурой, содержащей в интерфейсе пользователь-сеть два канала B и один канал D (со скоростью передачи битов, равной 16 Кбит/с).

Доступ на первичной скорости (primary rate access)

Доступ со структурой, содержащей в интерфейсе пользователь-сеть 30 (или 23) каналов B и один канал D (со скоростью передачи битов, равной 64 Кбит/с).

Линейное окончание (line termination, LT)

Функциональный блок, размещенный на станции коммутации и содержащий, как минимум, функции передачи и приема сигналов цифровой системы передачи между станцией и абонентской установкой.

Станционное окончание (exchange termination, ET)

Функциональный блок, размещенный на станции коммутации и содержащий, как минимум, функции уровней 2 и 3 на сетевой стороне T-интерфейса.

Непосредственный доступ (direct access)

Доступ, организованный таким образом, что цифровая секция системы передачи между станцией и абонентской установкой подключается на станции непосредственно к станционному окончанию ET в опорной точке V_1 (основной доступ) или V_3 (доступ на первичной скорости).

Удаленный доступ (remote access)

Доступ, организованный таким образом, что цифровая секция системы передачи от абонентской установки подключается к станционному окончанию ET не непосредственно, а через мультиплексор или через концентратор.

Сигнализация (signalling)

Обмен информацией, предназначенной для создания соединений в сети связи, для управления ими и для решения задач технической эксплуатации.

Сигнализация по индивидуальному каналу (channel-associated signalling, CAS)

Метод сигнализации, при котором сигнальная информация, относящаяся к потоку нагрузки одного канала связи, передается либо по этому же каналу, либо по закрепленному за ним постоянно сигнальному каналу.

Сигнализация по общему каналу (common channel signalling, CCS)

Метод сигнализации, при котором сигнальная информация, относящаяся к большому числу каналов связи или функций, или к задачам технической эксплуатации сети, передается по одному сигнальному каналу в виде адресованных сообщений.

Сигнализация во временно́м интервале канала связи (in-slot signalling)

Сигнализация, относящаяся к индивидуальному каналу и использующая один из временны́х интервалов этого канала, отводимый для нее постоянно или периодически.

Сигнализация во временны́х интервалах вне канала связи (out-slot signalling)

Сигнализация, относящаяся к индивидуальному каналу и использующая один или несколько временны́х интервалов, не принадлежащих этому каналу.

Сигнализация в канальном интервале (speech digit signalling)

Разновидность сигнализации по индивидуальному каналу, когда все временны́е интервалы этого канала, предназначенные для передачи кодированной речи, периодически отводятся для целей сигнализации.

Канал эксплуатационного управления, сервисный канал (C-channel)

Дополнительный ресурс передачи, предусматриваемый в опорной точке или в интерфейсе (или предоставляемый системой передачи) и предназначенный для поддержки функций технической эксплуатации.

Деактивизация (deactivation)

Функция, обеспечивающая перевод системы или некоторой ее части в нерабочий режим или в частично нерабочий режим, когда мощность, которую потребляет система от источника электропитания, становится минимальной.

Активизация (activation)

Функция, обеспечивающая перевод системы или некоторой ее части из режима ограниченного потребления мощности в нормальный рабочий режим.

Одноступенчатая активизация (one-step activation)

Процесс, который выполняется по одной команде и включает в себя последовательность действий, необходимых для активизации как системы цифровой передачи по линии, так и интерфейса пользователь-сеть.

Двуступенчатая активизация (two-step activation)

Процесс, выполняющийся по двум последовательным командам, первая из которых приводит к действиям, активизирующим систему цифровой передачи по линии, а вторая – к действиям, активизирующим интерфейс пользователь-сеть.

1.1.3. Услуги, поддерживаемые узкополосной ЦСИО

Услуги, предусматриваемые ЦСИО, делятся на две группы – *основные услуги* и *дополнительные услуги*; последние названы так потому, что они не могут быть предоставлены самостоятельно – любая из них предоставляется в дополнение к той или иной основной услуге, расширяя возможности связи, получаемые при пользовании этой основной услугой.

Рекомендациями МККТТ (МСЭ) определено три класса *основных услуг*: *услуги доставки информации*, *услуги предоставления связи* и *услуги телесигнализации*. Мы остановимся только на услугах двух первых классов: во-первых, именно они представляют наибольший интерес, а во-вторых, услуги телесигнализации в Рекомендациях серии I пока не проработаны.

Услуги доставки информации обеспечивают возможность передачи сигналов между интерфейсами пользователь-сеть, используя для этой цели имеющиеся в сети средства передачи и коммутации. Доставка возможна либо в *режиме коммутации каналов*, либо в *режиме коммутации пакетов*, последний возможен с использованием либо канала B, либо канала D. Нужный пользователю режим, а также требования к характеристикам средств доставки, специфицируются в передаваемом по каналу D сигнальном сообщении “запрос связи” с помощью *атрибутов услуги доставки* (например, “пакетный режим, канал D, производительность M пакетов/с” или, например, “канальный режим, звуковые частоты в диапазоне 3,1 Кгц”). В соответствии с содержанием запроса в сети организуется соединение ЦСИО с характеристиками, отвечающими заданным значениям атрибутов.

Не приводя здесь, для краткости, перечня всех услуг доставки, отметим только, что возможности доставки информации в узкополосной ЦСИО ограничены как ресурсами самой сети, так и ресурсами доступа пользователя к сети: для доставки информации может быть предоставлена либо часть ресурса канала D, либо канал B, либо N каналов B ($N \leq 2$ в основном доступе, $N \leq 30$ в доступе на первичной скорости), либо цифровой тракт 2 Мбит/с.

Услуги предоставления связи поддерживаются совместно средствами сети и средствами терминального оборудования пользователя; обязательная функция сети – сформировать подходящую для запрошенного вида связи услугу доставки информации, однако в ряде случаев участие сети не ограничивается только этим (простейший пример – предоставление пользователю связи с сетевой автоинформационной системой). Узкополосная ЦСИО предоставляет пользователям такие, например, виды связи, как телефонная связь, связь с обменом данными, обмен звуковой информацией в диапазоне 3,1 Кгц или 7 Кгц, факсимильная связь (аппаратов групп III или IV) и т.п., причем любой вид связи может предоставляться по запросу, по заказу или с использованием постоянного канала.

Основная услуга, как правило, предоставляется в своей *базовой форме* (basic call), то есть в форме, гарантирующей стандартный минимально необходимый для данной услуги набор возможностей связи. Расширение возможностей обеспечивается при обращении пользователя к *дополнительным услугам*. Для каждой основной услуги существует, вообще говоря, свой список дополнительных услуг, хотя некоторые дополнительные услуги приложимы более чем к одной основной услуге. Ниже, для примера, дается сокращенный перечень дополнительных услуг телефонной связи:

- Предоставление информации о плате за связь (текущей или в конце связи)
- Определение номера вызывающего пользователя
- Определение номера вызванного пользователя
- Запрет пользователем предоставления информации об его номере
- Прослеживание злонамеренных вызовов
- Переадресация соединений (при занятости, при неответе, безусловная)
- Удержание соединения
- Присвоение одному доступу нескольких номеров
- Присвоение нескольким доступам одного номера
- Субадресация (цифры, идентифицирующие конкретные терминалы в доступе)
- Соединение для справки (без нарушения текущей связи)
- Посредничество
- Конференцсвязь
- Перевод связи к другому пользователю
- Ответ на вызов с другого аппарата
- Замкнутые группы пользователей
- Сигнализация пользователь-пользователь.

Часть этих дополнительных услуг предоставляется оперативно по запросу пользователя, другая часть заказывается заранее и программируется с помощью эксплуатационных команд техническим персоналом.

1.1.4. Общие принципы создания узкополосной ЦСИО в составе ВСС РФ

Введение услуг ЦСИО в России началось в тот период развития местных (городских и сельских) телефонных сетей, когда они содержали как аналоговые, так и цифровые коммутационные станции (КС). Более того, не все типы цифровых КС могут (без определенной модернизации аппаратно-программных средств) поддерживать услуги ЦСИО. В этих условиях возможны три основных варианта введения услуг ЦСИО.

Первый вариант состоит в том, что на территории данной местности создается «наложенная» сеть, в рамках которой предлагаются новые услуги связи, в том числе – и услуги ЦСИО. Примером такого решения может служить любая сеть коммерческого Оператора. Задачи построения ЦСИО в рамках «наложенной» сети решаются ее Оператором с учетом принципов образования соответствующей телекоммуникационной системы. В процессе развития телефонной сети общего пользования (ТФОП) необходимо определить принципы сопряжения двух ЦСИО (см. рисунок 1.2), которое может осуществляться на местном и на междугородном уровнях.

Принципы сопряжения двух ЦСИО

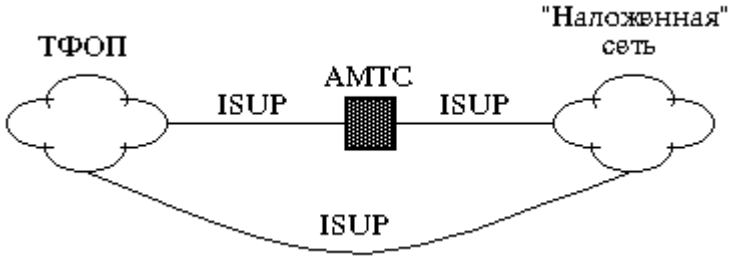


Рис. 1.2

Взаимодействие двух ЦСИО через цифровую автоматическую междугородную телефонную станцию (АМТС) будет осуществляться в том случае, если лицензией на создание «наложенной» сети предусмотрено выделение ей своего зонового кода АВС. Для установления соединения между корреспондирующими интерфейсами пользователь-сеть, находящихся в разных ЦСИО, обе сети должны связываться с АМТС цифровыми трактами и использовать систему общеканальной сигнализации с пользовательской подсистемой интегрального обслуживания (ISUP).

Если «наложенная» сеть включается в ТФОП на местном уровне, то взаимодействие двух ЦСИО не требует привлечения ресурсов АМТС. Но использование общеканальной сигнализации с подсистемой ISUP также является обязательным условием для взаимодействия корреспондирующих интерфейсов пользователь-сеть, находящихся в разных ЦСИО.

Второй вариант предусматривает формирование ЦСИО в рамках местной телефонной сети. На рисунке 1.3 показан фрагмент городской телефонной сети (ГТС),

содержащий две цифровые станции – КС1 и КС2 и две аналоговые станции – КС3 и КС4. Предполагается, что к моменту введения услуг ЦСИО только КС1 способна поддерживать необходимые функции.

Фрагмент ГТС, в котором вводятся услуги ЦСИО

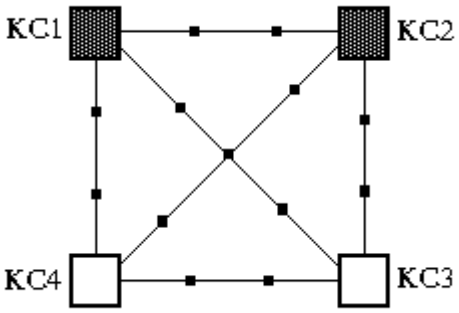


Рис. 1.3

На рисунке 1.4 показан первый этап создания ЦСИО, когда для введения соответствующих услуг может быть использована только одна станция – КС1, соединенная с другими КС цифровыми трактами.

Первый этап создания ЦСИО

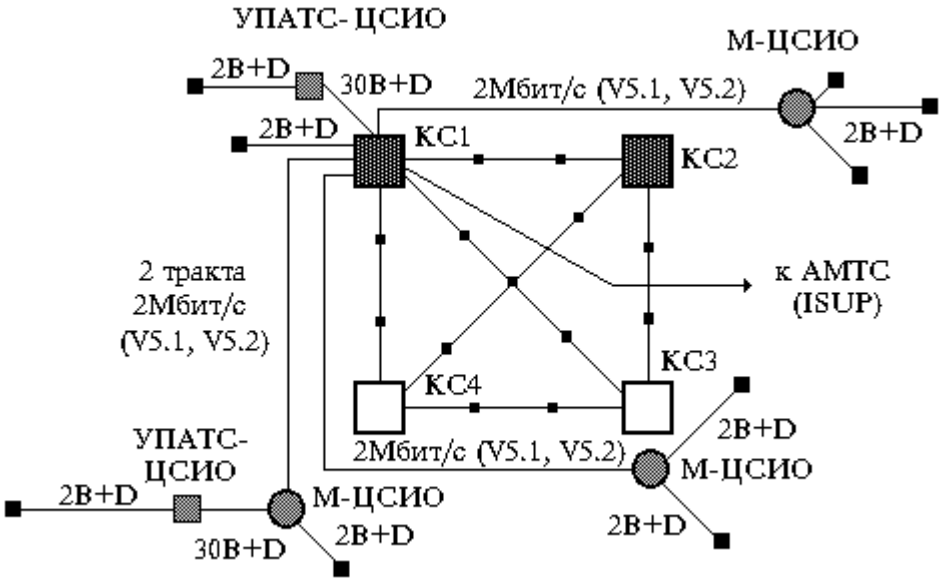


Рис. 1.4

В зоне обслуживания КС1 показаны два варианта подключения пользователей ЦСИО – посредством индивидуальных линий, которые переносят цифровой поток между интерфейсом пользователь-сеть и линейным окончанием (структура доступа 2В+D), и через учрежденческо-производственную станцию (УПАТС) с функциями ЦСИО, доступ которой к КС1 имеет структуру 30В+D.

В зоне обслуживания КС2 устанавливается мультиплексор основного доступа ЦСИО (М-ЦСИО). Такой мультиплексор обеспечивает подключение от 10 до 12 интерфейсов основного доступов. Мультиплексор подключается к оборудованию КС1 посредством цифрового тракта 2 Мбит/с. Интерфейс между мультиплексором и КС1 может соответствовать спецификациям V5.1 или V5.2; последний вариант используется в том случае, если мультиплексор выполняет функции, превышающие требования ЦСИО.

Аналогичное подключение подразумевается для пользователей ЦСИО, расположенных в зоне обслуживания КС3. В зоне обслуживания КС4 показано включение в мультиплексор, помимо линий основного доступа, еще и УПАТС, поддерживающей функции ЦСИО. Стык между УПАТС и мультиплексором должен иметь конфигурацию 30B+D, в связи с чем между КС1 и М-ЦСИО должны использоваться два цифровых тракта по 2 Мбит/с каждый.

На втором этапе создания ЦСИО (рисунок 1.5) КС2 становится способной поддерживать услуги ЦСИО и аналоговое оборудование КС3 заменяется на цифровое. Пользователи ЦСИО, расположенные в зонах обслуживания КС2 и КС3, могут переключаться в «свои» станции.

Второй этап создания ЦСИО

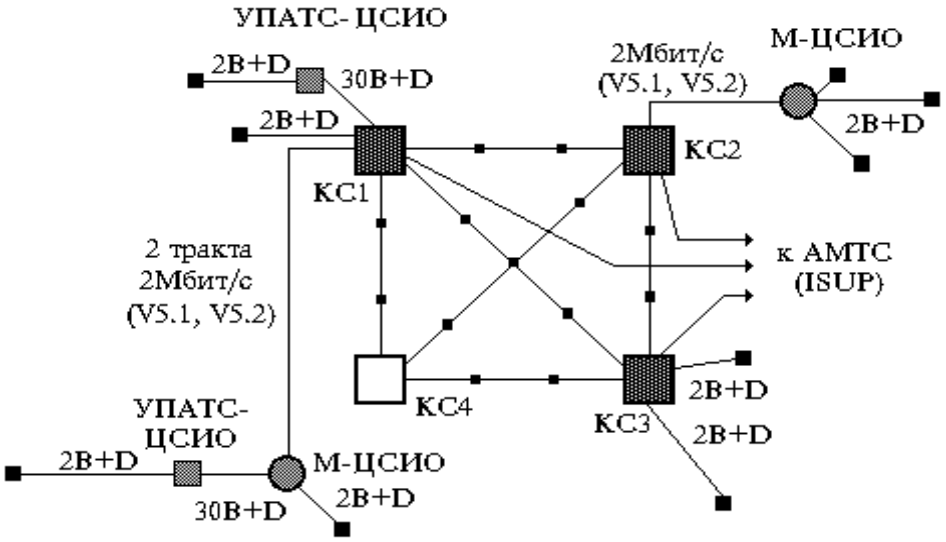


Рис. 1.5

Для КС2 показано решение, когда мультиплексор основного доступа остается в эксплуатации, а для КС3 – когда пользователи ЦСИО подключаются к соответствующим станционным окончаниям этой КС непосредственно (по индивидуальным линиям).

Третий этап создания ЦСИО (см. рисунок 1.6) соответствует времени построения полностью цифровой ГТС, в которой все КС могут поддерживать функции интегрального обслуживания. Для КС4 показано решение, которое предусматривает разделение УПАТС

и мультиплексора основного доступа. Эти элементы включаются в КС4 разными трактами, каждый из которых может иметь свой интерфейс для взаимодействия со станционным оборудованием.

Третий этап создания ЦСИО

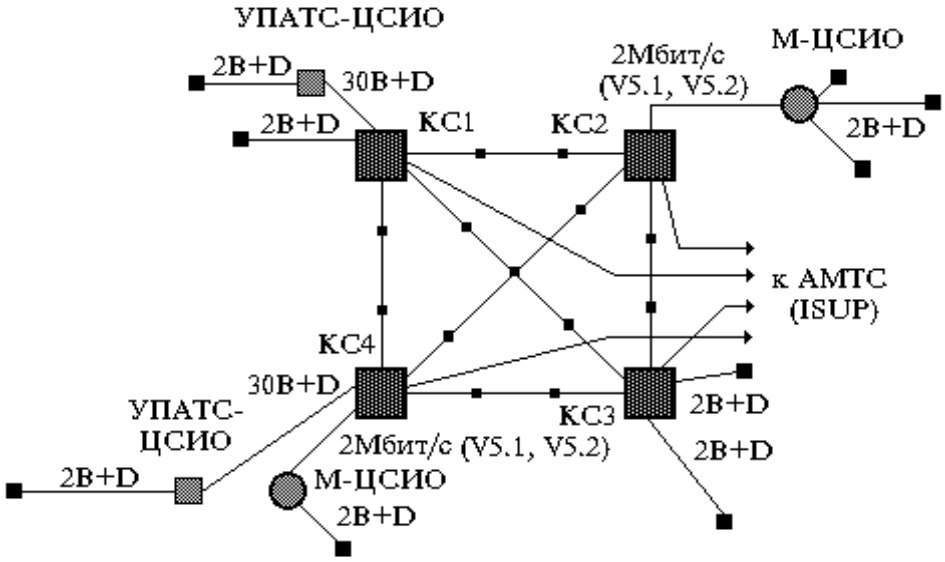


Рис. 1.6

Использование мультиплексоров основного доступа практикуется многими Операторами ТФОП в развитых странах для предоставления услуг ЦСИО тем пользователям, которые расположены в зоне обслуживания аналоговых КС.

Третий вариант создания ЦСИО - введение услуг ЦСИО как в рамках «наложенной» сети, так и в местной цифровой телефонной сети. Фактически такое решение может рассматриваться как разумное сочетание первого и второго вариантов.

1.2. Широкополосная цифровая сеть интегрального обслуживания

1.2.1. Общие принципы широкополосной ЦСИО

Принципы широкополосной ЦСИО в решающей степени определяются спецификой спроса на широкополосные услуги связи, требованиями, которые обусловлены этой спецификой, и особенностями, присущими широкополосным услугам. Привычный для проектных организаций подход к прогнозированию, или, хотя бы, к приблизительной оценке спроса на услуги (интенсивность трафика абонентской линии в час наибольшей нагрузки - ЧНН) оказывается несостоятельным, по крайней мере, в том отношении, что нагрузка эта при пользовании широкополосными услугами обладает новыми, непривычными характеристиками. Дело не только в том, насколько часто могут поступать от пользователей запросы связи, и не только в том, как долго обслуживается такой запрос, но еще и в том, какого рода услуга (услуги) запрашивается.

Пусть, например, ресурс доступа к услугам широкополосной ЦСИО составляет 155 Мбит/с, причем пользователь может запрашивать как узкополосные (до 2 Мбит/с), так и широкополосные услуги (что может потребовать самых разных скоростей передачи, вплоть до всего ресурса доступа, и, следовательно, занимать соответствующий ресурс сети). Предсказывать количественное соотношение между запросами, требующими того или иного ресурса, сегодня никто не умеет (хотя бы по той причине, что спрос этот не стабилизировался, да и вряд ли станет стабильным в ближайшее время, поскольку сам спектр широкополосных услуг постоянно расширяется). Разные услуги широкополосной связи очень сильно различаются как по интенсивности запросов связи, так и по длительности обслуживания этих запросов.

Кроме того, разные пользователи в разных случаях могут предъявлять разные требования к характеристикам качества обслуживания, а так называемые услуги “мультимедиа”, предусматривающие одновременный обмен (в любых сочетаниях) речевой информацией, данными, видеоинформацией, текстами и информацией о неподвижных изображениях, даже будучи предоставленными одному пользователю, предъявляют разные требования к качеству обслуживания в отношении информации разных видов. Все это говорит о необходимости обеспечить достаточную *гибкость средств предоставления услуг* широкополосной связи.

Другая группа требований к широкополосной ЦСИО связана с тем, что ее услуги должны быть *гибкими с точки зрения эксплуатационного управления*. И дело не только в требованиях, связанных с нуждами эксплуатационных организаций, но еще и в том, что значительная часть возможностей такого управления должна быть доступна пользователям сети (им необходимо приспосабливать характеристики услуг к своим требованиям, организовывать собственные виртуальные сети и контролировать характеристики работы таких сетей, управляя, если требуется, соответствующими сетевыми ресурсами).

Все это ставит задачу использовать в широкополосной ЦСИО принципы, которые могли бы обеспечить:

- создание интерфейса “пользователь-сеть” с таким ресурсом, который допускает предоставление услуг со скоростями передачи информации порядка 135-155 Мбит/с, не исключая при этом возможность предоставления услуг и с гораздо меньшими скоростями;
- предоставление как услуг, требующих постоянных скоростей передачи, так и услуг с переменными скоростям;
- одновременное предоставление услуг, предъявляющих разные требования к характеристикам качества обслуживания (задержек и потерь);
- возможность предоставления связей в конфигурациях “точка - точка”, “точка - группа точек” и “группа точек - группа точек”;
- возможность предоставления услуг “мультимедиа”;
- максимально возможную эффективность использования сетевых ресурсов.

Основными принципами широкополосной ЦСИО являются:

- использование в качестве опорной (backbone, в прежней терминологии – первичной) сети, которая реализована на базе волоконно-оптических линий и цифровых систем передачи, соответствующих синхронной цифровой иерархии (SDH, Synchronous Digital Hierarchy);
- формирование сети доступа и транзитной сети (в прежней терминологии – вторичной сети) на базе асинхронного режима переноса информации (ATM, Asynchronous Transfer Mode);
- наличие гибкой (меняющейся в соответствии с запросами пользователя) структуры доступа пользователь-сеть, использующей “меточные” (см. п.1.2.3) интерфейсы и предусматривающей применение высокоинтеллектуальных пользовательских терминалов;
- использование АТМ-технологии для целей сигнализации и эксплуатационных целей;
- создание максимально простой структуры опорной и транзитной сетей.

Таким образом, общие принципы широкополосной ЦСИО предполагают отказ от традиционного в телефонии (и широко используемого в узкополосной ЦСИО) *режима коммутации каналов* и переход к использованию *для всех услуг* (в том числе, узкополосных) *асинхронного режима переноса информации АТМ*.

1.2.2. АТМ технология

До сих пор упоминались, в том или ином контексте, два режима переноса информации – *с коммутацией каналов* и *с коммутацией пакетов*. Надо сказать, что каждому из этих режимов (в их классической форме) присущи определенные достоинства и определенные недостатки. Сравнение двух названных режимов по некоторым показателям дается в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Характеристики канального и пакетного режимов переноса информации

Характеристики	Коммутация каналов	Коммутация пакетов
Функциональные уровни интерфейса пользователь-сеть, работающие на фазе переноса информации ⇓ Пригодность к высоким скоростям переноса	Уровень 1 ⇓ Хорошая	Уровни 1 -3 ⇓ Плохая
Мультиплексирование ⇓ Скорости передачи, доступные пользователю ⇓ Пригодность для услуг мультимедиа	Позиционное ⇓ Фиксированный набор скоростей ⇓ Плохая	По меткам ⇓ Гибко изменяемая скорость ⇓ Хорошая
Использование ресурсов сети ⇓ Эффективность использования ресурсов	Постоянная скорость на все время связи ⇓ Плохая	Скорость в соответствии с темпом передачи ⇓ Хорошая
Программная обработка ⇓ Затраты на обработку	Только при организации и при нарушении связи ⇓ Малые	При переносе каждого пакета ⇓ Большие

Таблица показывает, что именно там, где канальный режим плох, пакетный режим хорош, и наоборот. Однако, как легко заметить, все недостатки режима пакетной коммутации связаны с тем обстоятельством, что *каждый* пакет в *каждом* узле коммутации должен обрабатываться программными средствами, и на это, естественно, тратится время. Названное обстоятельство способствовало созданию принципов и средств так называемой *быстрой коммутации пакетов*, а также принципов и средств *коммутации кадров* 2-го уровня, что значительно уменьшило время программной обработки соответствующих информационных блоков в пунктах коммутации, но не смогло дать таких скоростей, которые нужны для широкополосной ЦСИО. Дальнейшего роста скорости коммутации информационных блоков удалось достичь, исключив их программную обработку в узлах коммутации, для чего понадобилось создать технологию, позволяющую применять в этих узлах обработку таких блоков *только аппаратными средствами*.

Это потребовало мер, позволяющих решать аппаратными средствами задачи выделения блоков в потоке битов и задачи определения принадлежности каждого блока к той или иной коммутируемой связи. Все нужные для этого средства и предусматривает *АТМ-технология*. Характерные черты АТМ состоят в следующем.

- Биты информационного потока любого типа, как непрерывного, так и прерывистого, размещаются в информационных блоках фиксированной длины 53 байта. Каждый такой блок снабжается “заголовком” (первые 5 байтов из 53-х), содержащим *метку*. Блок, вместе с заголовком, по-английски называется *cell* или *ATM-cell*. Хороший русский термин пока не придуман (такие часто употребляемые в технической литературе слова как “ячейка”, “клетка” и др., хотя и близки основным словарным значениям слова “cell”, но не выражают существа понятия, а, скорее, наоборот, противоречат ему). По аналогии с привычным термином *пакет*, мы будем в данной работе называть этот блок *конвертом* или *АТМ-конвертом*. Отметим, что такое название отражает главные признаки рассматриваемого информационного блока:
  - его функцию как объекта, в котором переносится информация;
  - стандартный (фиксированный) размер и формат;
  - наличие заголовка (его назначение аналогично назначению надписи на почтовом конверте), который (и только который) анализируется в пунктах транзита.
- Темп следования конвертов, транспортирующих информацию одного пользователя, соответствует тому, как этот пользователь ее генерирует (быстро или медленно, с постоянной или с переменной скоростью), а потому АТМ-конверты могут служить средством переноса информации *любого типа*.
- Благодаря фиксированному размеру конвертов, их заголовки в непрерывном потоке конвертов располагаются в строго определенных временных позициях, что дает возможность для выделения конвертов (то есть для определения границ между ними) использовать простые счетчики, аналогичные тем, которые служат для выделения каналов в системах коммутации каналов. Такой механизм обеспечивает высокую скорость выделения конвертов.
- Функции обработки протокола АТМ в сети и в терминалах пользователей существенно проще аналогичных функций, необходимых при коммутации пакетов (имеется в виду классическая система, определенная МСЭ в Рекомендации Х.25), благодаря чему достигается высокая скорость доставки информации.

- Упрощенные протоколы высокоскоростной коммутации выполняются быстро работающими аппаратными, а не медленно работающими программными средствами.

Технологическая основа реализации перечисленных характеристик состоит в том, что:

- системы передачи по волоконно-оптическим линиям обеспечивают высокую достоверность информации, что исключает необходимость контроля и исправления ошибок, а также повторной передачи дефектных блоков на участках между узлами коммутации; такие процедуры предусматриваются только в терминалах пользователей;
- успехи СБИС-технологии позволяют выпускать экономичные элементы коммутации с малым потреблением мощности и со скоростями коммутируемых битовых потоков, измеряемыми десятками Гбит/с;

Для мультиплексирования и для коммутации режим АТМ использует метки в заголовках конвертов. Принцип *формирования АТМ-конвертов* иллюстрирует рис.1.7, принцип *мультиплексирования по меткам* – рис.1.8, принцип *коммутации по меткам* – рис. 1.9. Чтобы смысл рисунков был вполне ясен, рассмотрим механизм размещения пользовательской информации в конвертах, а также транспортный механизм АТМ и некоторые связанные с ним понятия.

Информация, передаваемая одним пользователем другому в процессе связи между ними, представляет собой непрерывный или прерывистый поток битов, следующих один за другим с постоянной или с меняющейся скоростью (ясно, что характеристики такого потока зависят от вида информации и от способа ее цифрового представления). Принципы, используемые в АТМ, предусматривают разделение исходного потока битов на одинаковые по числу битов фрагменты и размещение каждого такого фрагмента в информационном поле одного *конверта*, заголовок которого снабжается меткой, идентифицирующей данную коммутируемую связь, так что все конверты с информацией, относящейся к этой связи, имеют в каждом звене передачи одну и ту же метку.

Битовая скорость передачи конвертов обычно значительно больше средней скорости, с которой следуют биты исходного потока одной коммутируемой связи, так что в последовательности конвертов с информацией, относящейся к этой связи, образуются промежутки. Сущность *мультиплексирования по меткам* состоит в том, что названные промежутки заполняются конвертами, в которых переносится информация, относящаяся к другим коммутируемым связям, и которые снабжены другими метками. В промежутки, оставшиеся незаполненными после мультиплексирования, вводятся так называемые “пустые” конверты, так что в каждом звене передачи формируется непрерывный поток конвертов, *вплотную прилегающих* друг к другу. Именно вследствие того, что поток конвертов оказывается в этом смысле непрерывным, создаются условия, позволяющие производить разделение конвертов аппаратными, а не программными средствами.

Принцип формирования конвертов ATM

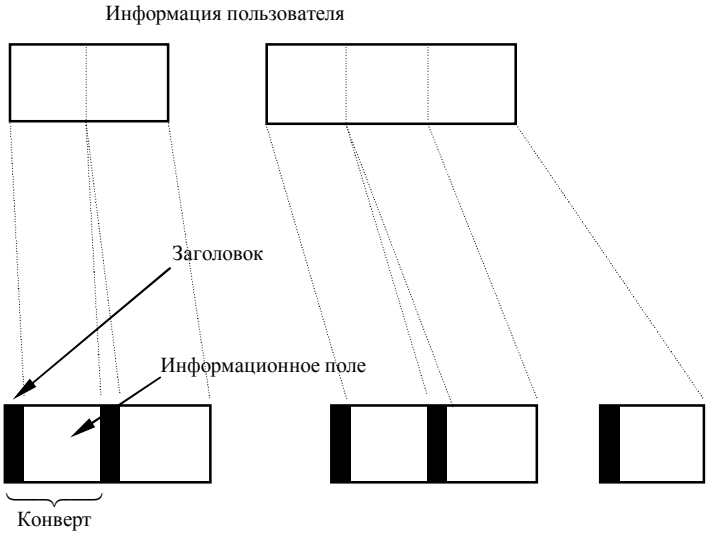


Рис.1.7

Мультиплексированная транспортировка конвертов

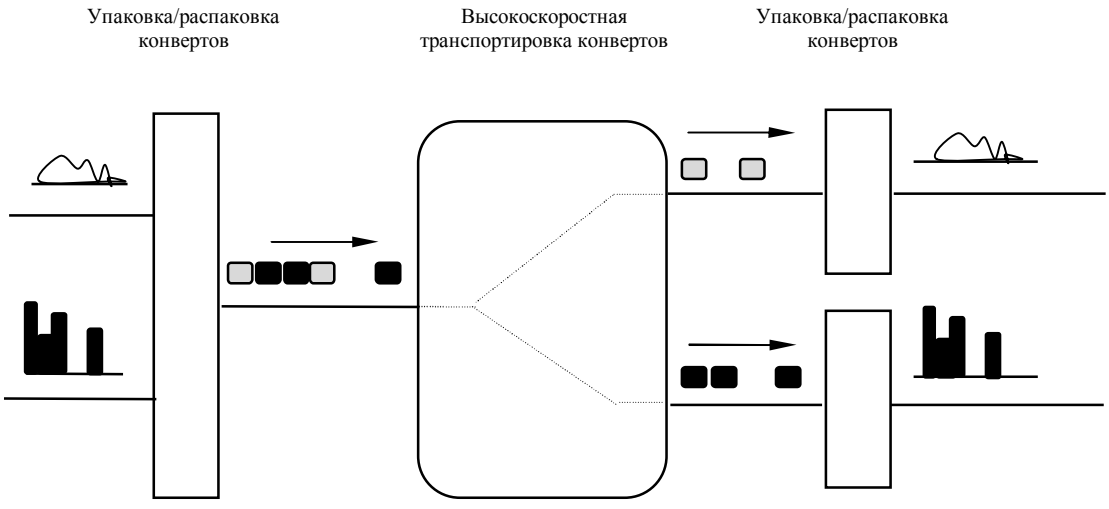
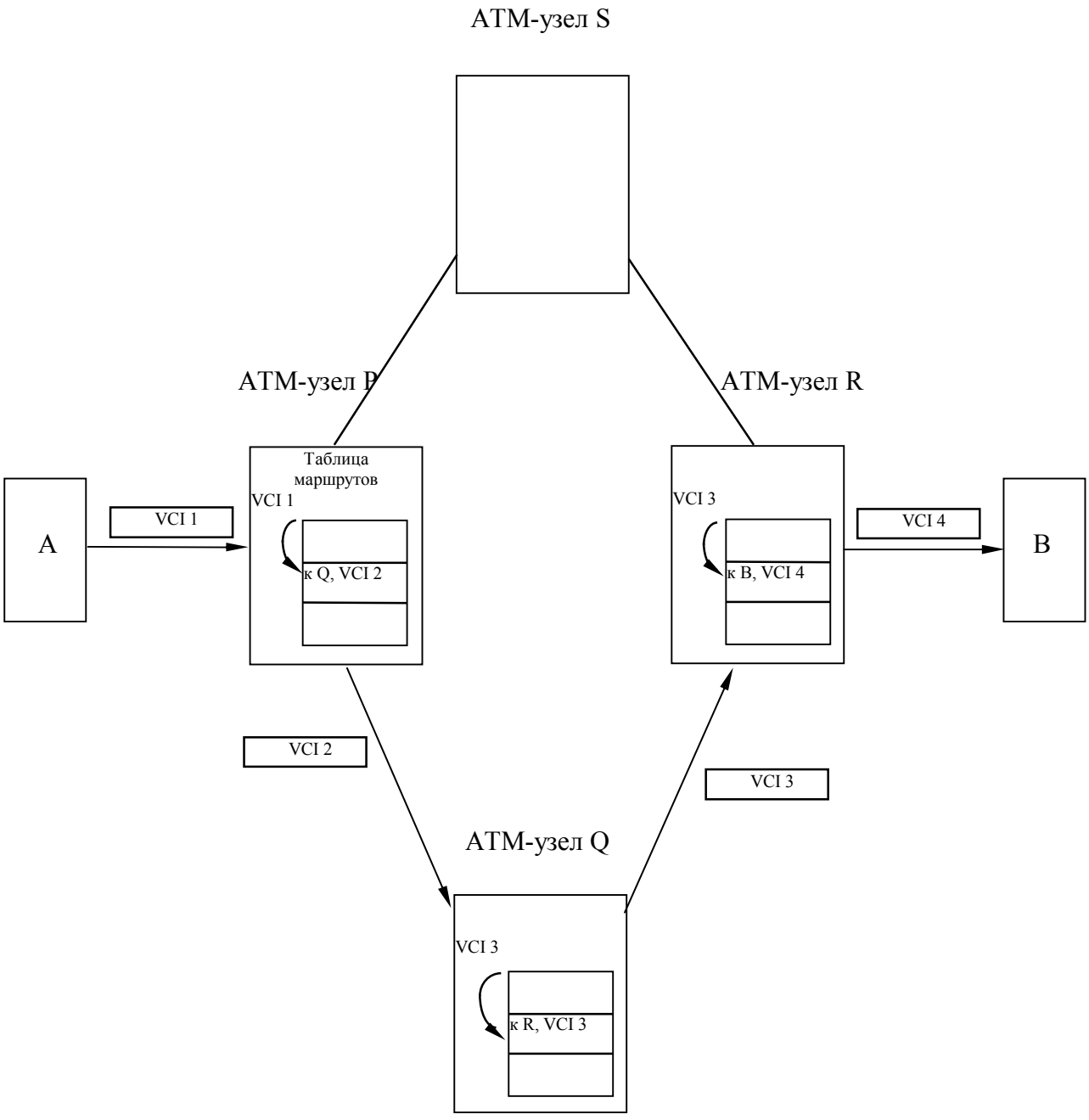


Рис.1.8

Перенос конвертов ATM на основе
значений VCI в заголовке конверта



VCI - идентификатор виртуального канала

Рис.1.9

Рассмотрим теперь принцип *АТМ-коммутации*. Сеть АТМ содержит группу АТМ-узлов, соединенных посредством цифровых *звеньев* между собой (по той или иной схеме) и с группами оборудования пользователей. Для организации связи между двумя пользователями в сети создается *виртуальное АТМ-соединение*; оно составляется из *виртуальных каналов* в звеньях, нужных для того, чтобы образовать путь, по которому проходит это соединение. На основе служебной информации, доставляемой средствами системы сигнализации, для каждого соединения в соответствующих узлах АТМ создаются записи в таблицах маршрутов, причем записи эти существуют только в течение времени существования соединения (программные средства узла АТМ используются только при создании и при нарушении соединения). Как можно видеть на рисунке 1.9, конверты с идентификатором VCI 1, принимаемые узлом P от пользовательского терминала A через звено A-P, в соответствии записью в таблице маршрутов снабжаются в узле P новой меткой (идентификатором VCI 2) и направляются к узлу Q через звено P-Q; узел Q преобразует (по записи в таблице маршрутов) идентификатор VCI 2 в идентификатор VCI 3, направляя все соответствующие конверты к узлу R через звено Q-R; наконец, узел R, преобразуя VCI 3 в VCI 4, переправляет (через звено R-B) конверты с информацией пользователя A к терминалу пользователя B.

Таковы, вкратце, общие идеи АТМ-технологии. Несколько более подробно эти идеи будут изложены ниже, в разделах 2 и 3.

1.2.3. Термины и определения

Приводимый здесь перечень терминов, относящихся к широкополосной ЦСИО, заимствован, вместе с определениями этих терминов, из Рекомендации I.113 МСЭ и представляет собой сокращенный перевод из текста этой Рекомендации, дополненный в некоторых местах разъяснениями переводчика. Сокращения связаны, главным образом, с тем, что ряд понятий из области широкополосной ЦСИО достаточно подробно рассмотрен в других разделах данной работы.

Примечание – Запись вида "асинхронный (режим) перенос(а) информации" означает, что наряду с полным вариантом термина "асинхронный режим переноса информации" может применяться и сокращенный – "асинхронный перенос информации".

Широкополосный(ая) (broadband)

Услуга или система, для которой требуются каналы со скоростью передачи выше первичной скорости.

Информационная скорость, поддерживаемая услугой (service bit rate)

Та скорость, с которой пользователь может передавать свою информацию при пользовании данной услугой.

Услуга с постоянной информационной скоростью (constant bit rate service)

Услуги этого типа характеризуются тем, что поддерживаемая ими информационная скорость специфицируется некоторой константой.

Услуга с переменной информационной скоростью (variable bit rate service)

Услуги этого типа характеризуются тем, что поддерживаемая ими информационная скорость специфицируется статистическими параметрами, определяющими пределы, в которых эта скорость может изменяться.

Услуга без соединения, обслуживание без соединения (connectionless service)

Услуга или вид обслуживания, предусматривающие перенос информации между обслуживаемыми пользователями без применения процедур создания сквозной коммутируемой связи.

Примечание - Обслуживание без соединения может использоваться при предоставлении как интерактивных, так и распределительных услуг.

Комбинированный документ (mixed document)

Документ, который может содержать текстовую информацию, графическую информацию, данные, информацию о неподвижных и подвижных изображениях, а также речевую аннотацию.

Мультимедийная услуга (multimedia service)

Услуга, дающая пользователям возможность одновременного обмена информацией нескольких типов (текстовой, графической, звуковой, неподвижными и подвижными изображениями).

Вещательный(ая) (broadcast)

Значение атрибута услуг "конфигурация связи", определяющее однонаправленное распределение информации ко всем пользователям.

Многоточечный(ая) (multipoint)

Значение атрибута "конфигурация связи", означающее, что в этой связи участвует более двух сетевых окончаний.

Распределение информации (distribution, distribution application)

Использование широкополосной услуги или канала для переноса звуковой или видеоинформации к пользователю или к нескольким пользователям, которые не будут производить дополнительной обработки этой информации.

Предоставление информации (contribution, contribution application)

Использование широкополосной услуги или канала с целью переноса звуковой или видеоинформации к пользователю для дополнительной обработки и последующего распределения.

Дополнительная обработка (post-production processing)

Дальнейшая обработка предоставленной звуковой и видеоинформации с целью изменить ее форму или представление перед окончательным использованием.

Интерактивная услуга (interactive service)

Услуга, предоставляющая средства двустороннего обмена информацией между пользователями или между пользователем и главной ЭВМ. Интерактивные услуги делятся на три класса: диалоговые услуги, услуги обмена сообщениями и услуги обращения к банкам данных.

Диалоговая услуга (conversational service)

Интерактивная услуга, которая предусматривает двустороннюю связь путем сквозного переноса информации в реальном времени от пользователя к пользователю или между пользователем и главной ЭВМ.

Услуга обмена сообщениями (messaging service)

Интерактивная услуга, которая обеспечивает связь пользователь-пользователь через устройства памяти с буферизацией, выполнением функций "почтового ящика" и/или функций реорганизации сообщений (например, их редактирования, обработки и преобразования).

Обмен видеосообщениями (videomessaging)

Услуга обмена сообщениями, обеспечивающая перенос информации о подвижных изображениях.

Услуга обращения к банку данных (retrieval service)

Интерактивная услуга, которая обеспечивает возможность доступа к информации, хранящейся в центрах баз данных. Эта информация передается к пользователю только по его запросу. Обращение к информации может осуществляться индивидуально, то есть так, что моментом начала передачи информационной последовательности управляет пользователь.

Услуга обращения к звуковым записям (sound retrieval service)

Обращение к музыкальной или иной звуковой информации, осуществляемое по запросу пользователя.

Услуга распределения (distribution service)

Услуга, характеризующаяся однонаправленным потоком информации от данного пункта в сети к (нескольким) другим пунктам. Услуги распределения делятся на два класса: без индивидуального управления и с индивидуальным управлением.

Услуга распределения с индивидуальным управлением (distribution service with user individual presentation control)

Услуга распределения, при которой информация организована как последовательность циклически повторяющихся информационных блоков, так что пользователь имеет возможность выбирать нужный блок и управлять началом и порядком следования информации.

Услуга распределения без индивидуального управления (distribution service without user individual presentation control)

Услуга распределения, при доступе к которой пользователь не имеет возможности управлять началом и порядком следования информации.

Телевидение обычного качества (existing-quality television)

Телевидение, соответствующее стандартам для 625 или 525 строк, как, например, NTSC, PAL и SECAM.

Телевидение улучшенного качества (enhanced-quality television)

Телевидение с качеством, превосходящим то, которое обеспечивается телевидением обычного качества, но меньшим, чем качество телевидения высокой четкости.

Режим переноса информации (transfer mode)

Аспекты, касающиеся передачи, мультиплексирования и коммутации в сети связи.

Асинхронное мультиплексирование, асинхронное временное мультиплексирование (asynchronous time-division multiplexing)

Способ мультиплексирования, при котором используемый ресурс средств передачи представляет собой последовательность не назначаемых заранее временных интервалов, заполняемых фрагментами информации с учетом фактической мгновенной потребности каждого пользователя. В этом случае терминальное оборудование (то есть пользователь) назначает текущее значение скорости передачи битов, которое может быть любым, в том числе, меняющимся во время связи. Способ реализует меточную структуру в циклическом интерфейсе или в меточном интерфейсе с самовыделением.

Синхронное мультиплексирование, синхронное временно́е мультиплексирование (synchronous time-division multiplexing)

Способ мультиплексирования, обеспечивающий синхронный режим переноса информации.

Асинхронный (режим) перенос(а) информации (asynchronous transfer mode, ATM)

Режим переноса информации, предусматривающий организацию информации в виде фрагментов, которые размещаются в “конвертах”; режим является асинхронным в том смысле, что частота следования “конвертов” зависит от скорости передачи информации. Термин может снабжаться квалифицирующей характеристикой с возможными значениями "статистический" или "детерминированный".

Синхронный (режим) перенос(а) информации (synchronous transfer mode, STM)

Режим переноса информации, периодически предоставляющий каждому соединению битовое слово фиксированной длины.

Режим переноса с коммутацией каналов, канальный режим переноса (circuit transfer mode)

Режим переноса информации, при котором функции передачи и коммутации реализуются путем закрепления каналов за соединениями на все время их существования.

Пакет (packet)

Информационный блок, идентифицируемый меткой в уровне 3 модели ВОС.

Режим переноса с коммутацией пакетов, пакетный режим переноса (packet transfer mode)

Режим переноса информации, при котором функции передачи и коммутации реализуются пакетным способом, так что сетевые ресурсы передачи и коммутации динамически разделяются между несколькими соединениями.

Детерминированный асинхронный режим переноса информации (ATM deterministic transfer mode)

Разновидность асинхронного режима переноса информации, когда на все время коммутируемой связи пользователю предоставляется ресурс средств переноса, специфицируемый для данной услуги по максимальному значению.

Статистический АТМ, статистический асинхронный режим переноса информации (statistical ATM)

Разновидность асинхронного режима переноса информации, когда на все время коммутируемой связи пользователю предоставляется ресурс средств переноса,

специфицируемый для данной услуги по таким параметрам как среднее значение, пиковое значение, стандартное отклонение.

Блок (block)

Информационная единица, состоящая из заголовка и информационного поля.

Самовыделяющийся блок (self-delineating block)

Блок, обладающий таким свойством, что его границы могут быть установлены путем анализа самого блока. Для выделения блоков могут служить определенные комбинации или флаги, помещаемые в начале каждого из них.

Производительность (throughput)

Число информативных битов блока, переносимых в одном направлении за единицу времени.

Полезная нагрузка блока (block payload)

Содержащиеся в блоке биты с информацией пользователя.

Конверт (cell)

Блок фиксированной длины, идентифицируемый меткой в уровне АТМ базисной модели протокола широкополосной ЦСИО.

Разделение конвертов (cell delineation)

Идентификация границ между соседними конвертами в потоке конвертов.

Заголовок, заголовок конверта (header, cell header)

Биты в конверте, отведенные для функций, которые необходимы для переноса через сеть полезной нагрузки конверта.

Кадр (frame)

Блок переменной длины, идентифицируемый меткой в уровне 2 модели ВОС.

Физический сегмент (physical frame)

Любой из сегментов, на которые последовательно разделен логический поток битов в интерфейсе.

Цикл (periodic frame)

Элемент ресурса передачи, который повторяется в интервалах одинаковой продолжительности (например, 125 мкс) и может быть выделен по отметкам, вводимым в поток битов с фиксированной периодичностью.

Циклический интерфейс (framed interface)

Интерфейс, в котором последовательность битов разделена на периодически повторяющиеся циклы. Каждый цикл делится фиксированным образом на части, составляющие вспомогательный ресурс и полезный ресурс.

Полезный ресурс интерфейса (interface payload)

Часть битового потока в циклическом интерфейсе, могущая быть использованной для предоставления услуг связи. В полезный ресурс входят также биты, используемые для сигнализации любого вида.

Вспомогательный ресурс интерфейса (interface overhead)

Часть битового потока, остающаяся после выделения полезного ресурса интерфейса. Вспомогательный ресурс может использоваться для основных целей (например, для синхронизации циклов в интерфейсе, отводимом нескольким пользователям) или для служебных целей (например, для контроля характеристик работы).

Скорость интерфейса, скорость передачи битов в интерфейсе (interface rate, interface bit rate)

Общая скорость передачи битов в интерфейсе, например, скорость передачи битов на границе между физическим уровнем и физической средой.

Полезная информационная скорость (information payload capacity)

Скорость передачи битов в интерфейсе минус ресурс, используемый для вспомогательной информации. Скорость передачи битов, составляющих полезный ресурс интерфейса.

Нагрузочный модуль (payload module)

Такая часть полезного информационного ресурса интерфейса, в которой целиком содержится один или несколько каналов.

Сетевой межузловой интерфейс (network node interface)

Интерфейс между двумя узлами сети (например, между полукомплектами оборудования синхронного цифрового мультиплексирования, между станциями цифровой коммутации).

Широкополосный доступ (broadband access)

Доступ ЦСИО, содержащий хотя бы один канал со скоростью выше первичной или обеспечивающий эквивалентную скорость передачи информации.

Канал широкополосной связи (broadband communication channel)

Стандартная часть полезной информационной скорости, доступная для пользования услугами ЦСИО. Канал широкополосной связи существует только во время сеанса связи, а организуется с помощью сигнальной процедуры или процедуры эксплуатационного управления. Его производительность может быть детерминированной или статистической.

Меченый канал (labelled channel)

Упорядоченное во времени множество битовых групп, несущих полезную нагрузку блоков с одинаковыми метками.

Детерминированный меченый канал (labelled deterministic channel)

Меченый канал, который в каждом из следующих один за другим интервалов времени одной и той же длины содержит, в среднем, одно и то же число блоков.

Статистический меченый канал (labelled statistical channel)

Меченый канал, в котором количество битов полезной нагрузки в следующих друг за другом блоках случайно и/или случайны длины этих блоков.

Мультиплексирование по меткам (labelled multiplexing)

Мультиплексирование меченых каналов путем объединения в группы блоков, принадлежащих разным каналам.

Меточный интерфейс с самовыделением (self-delineating labelled interface)

Интерфейс, в котором весь поток битов является результатом мультиплексирования по меткам путем объединения в группы самовыделяющихся блоков из разных меченых каналов.

Меточная структура интерфейса (labelled interface structure)

Структура интерфейса, в которой все услуги и сигнализация обеспечиваются с использованием меченых каналов. Такая структура может быть устроена в циклическом интерфейсе или в меточном интерфейсе с самовыделением.

Позиционный канал (positioned channel)

Канал, занимающий битовые позиции, которые образуют фиксированные периодические группы (например, каналы B, H и D в интерфейсах пользователей ЦСИО).

Позиционная структура интерфейса (positioned interface structure)

Структура, в которой для всех услуг и для сигнализация используются позиционные каналы. Такая структура может существовать только в циклическом интерфейсе.

Гибридная структура интерфейса (hybrid interface structure)

Структура интерфейса, содержащая как меченые, так и позиционные каналы.

Уровень виртуального канала (virtual channel lever, VC-level)

Система понятий в архитектуре Ш-ЦСИО, используемая для описания однонаправленной транспортировки конвертов АТМ с одним и тем же уникальным значением идентификатора VCI (Virtual Channel Identifier).

Звено виртуального канала (virtual channel link)

Средство однонаправленной транспортировки АТМ-конвертов от точки, где назначается VCI, до точки, где этот VCI удаляется или заменяется.

Соединение в уровне виртуального канала (virtual channel connection)

Последовательная цепь звеньев виртуального канала между двумя точками, в которых осуществляется доступ к уровню адаптации AAL.

Уровень виртуального тракта (virtual path level, VP-level)

Система понятий в архитектуре Ш-ЦСИО, используемая для описания однонаправленной транспортировки конвертов АТМ в каналах с общим идентификатором VPI (Virtual Path Identifier).

Звено виртуального тракта (virtual path link)

Группа звеньев виртуальных каналов с общим VPI, транспортирующих АТМ-конверты от точки, где назначается VPI, до точки, где этот VPI удаляется или заменяется.

Соединение в уровне виртуального тракта (virtual path connection)

Последовательная цепь звеньев виртуального тракта между точкой, где назначаются VCI, и точкой, где эти VCI удаляются или заменяются.

Физический сигнальный канал (physical signalling channel)

Физический канал (например, D-канал), предназначенный для передачи сигнальной информации. Он может также использоваться и для передачи информации других видов.

Логический сигнальный канал (logical signalling channel)

Логический канал с определенной максимальной скоростью, предназначенный для передачи сигнальной информации и содержащийся внутри информационного канала или физического сигнального канала.

Сигнальный виртуальный канал (signalling virtual channel)

Виртуальный канал, служащий для транспортировки сигнальной информации.

Метасигнализация (meta-signalling)

Процедура организации, проверки и уничтожения сигнальных виртуальных каналов.

Кроссовый узел виртуальных трактов, кроссовый узел VP (VP cross connect)

Сетевой элемент, в котором производится кроссовая коммутация звеньев виртуальных трактов, то есть пересчет значений VPI; этот узел управляется функциями плоскости эксплуатационного управления.

Коммутатор виртуальных трактов, коммутатор VP (VP switch)

Сетевой элемент, в котором звенья виртуальных трактов коммутируются под управлением функций плоскости оперативного управления.

Кроссовый узел виртуальных каналов, кроссовый узел VC (VC cross connect)

Сетевой элемент, в котором производится кроссовая коммутация звеньев виртуальных каналов; в нем заканчиваются соединения виртуальных трактов и производится пересчет значений VCI; этот узел управляется функциями плоскости эксплуатационного управления.

Коммутатор виртуальных каналов, коммутатор VC (VC switch)

Сетевой элемент, в котором соединения виртуальных трактов заканчиваются, а звенья виртуальных каналов коммутируются под управлением функций плоскости оперативного управления.

Кроссовый узел виртуальных трактов/каналов, кроссовый узел VP-VC
(VP-VC cross connect)

Сетевой элемент, который может работать как кроссовый узел виртуальных трактов и/или виртуальных каналов.

Коммутатор виртуальных трактов/каналов, коммутатор VP-VC (VP-VC switch)

Сетевой элемент, который может работать как коммутатор виртуальных трактов и/или виртуальных каналов.

Транзитная задержка (transit delay)

Разница во времени между моментом, когда первый бит адресного поля кадра проходит через одну из заданных границ, и моментом, когда последний бит закрывающего флага кадра проходит через вторую из этих границ.

1.2.4. Услуги, поддерживаемые широкополосной ЦСИО

Отметим сразу, что широкополосная ЦСИО предоставляет пользователям не только услуги, требующие очень высоких скоростей передачи информации, но и все услуги узкополосной ЦСИО. Поэтому содержание данного параграфа, в той степени, в какой это имеет смысл, относится как к широкополосным, так и к узкополосным услугам.

Существуют две большие категории услуг ЦСИО – *интерактивные услуги* и *услуги распределения*. В составе *интерактивных услуг* имеются:

- *диалоговые услуги* (телефония, видеоконференцсвязь и т.п.); обеспечивается обмен информацией в реальном времени;
- *услуги обмена сообщениями* (электронная почта, речевая почта и т.п.); обеспечивается обмен информацией с ее промежуточным хранением и, возможно, с промежуточной обработкой;
- *услуги обращения к информационным банкам* (базы данных, видео по запросу); нужная информация передается из банка пользователю только по его запросу.

В состав *услуг распределения*, предусматривающих передачу информации из центра к неопределенно большому количеству пользователей, входят две группы услуг:

- *без индивидуального управления* (телевизионное или звуковое вещание); информация передается из центра ко всем владельцам соответствующих приемных устройств, включенных в сеть, непрерывно; пользователь имеет возможность доступа к этому информационному потоку, но он не может управлять моментами начала и последовательностью предоставления ему отдельных “сюжетов” – как правило, он “попадает” не в начало нужного ему сюжета, а в случайную точку внутри случайно встретившегося сюжета;
- *с индивидуальным управлением*; информация передается из центра к большому числу пользователей в виде последовательности циклически повторяющихся сюжетов; пользователь может назначать очередность, в которой они должны ему предоставляться, причем, всякий раз, – с начала.

Как и в случае с узкополосной ЦСИО, применительно к широкополосной ЦСИО уместны понятия *услуги доставки информации* и *услуги предоставления связи*. Рисунок 1.10 показывает, как соотносятся эти понятия с семиуровневой моделью взаимодействия открытых систем (моделью OSI - Open Systems Interconnection), а на рисунках 1.11 и 1.12 показаны те области, в которых действуют те и другие услуги. В отношении услуг предоставления связи отметим, что бывают случаи, когда сеть предоставляет только

услуги доставки, а функции верхних уровней целиком реализуются во взаимодействующих терминалах пользователей (рисунок 1.12a); бывают случаи, когда по одну сторону доступа функции верхних уровней выполняет терминал, а по другую сторону доступа – некоторые сетевые системы (рисунок 1.12b); наконец, бывает так, что в реализации услуги предоставления связи двум пользователям участвуют оба терминала и функции верхних уровней, размещенные в сети (рисунок 1.12c).

В отношении услуг доставки информации в широкополосной ЦСИО важно отметить следующее. В силу рассмотренных в предыдущих п.п. особенностей широкополосной связи, а также с учетом возможностей асинхронного режима переноса (ATM), применительно к услугам доставки принята классификация и система атрибутов, отличная от используемой в рамках узкополосной ЦСИО. Рекомендации F.811 и F.812 определяют пять категорий широкополосных услуг доставки информации, четыре из которых ориентированы на создание виртуальных соединений (BCOB – Broadband Connection Oriented Bearer services), а одна (BCLB – Broadband ConnectionLess Bearer services) не предусматривает создание соединений:

- BCOB-A: постоянная скорость, не меньшая, чем в узкополосной ЦСИО; без ограничений (т.е. без ограничивающих требований к характеру потока битов).
- BCOB-B: переменная скорость с ориентацией на перенос видеоинформации.
- BCOB-C: ориентация на перенос пакетов X.25, кадров 2-го уровня и т.п.
- BCOB-X: ориентация на правила размещения информации в конвертах, определяемые пользователем.
- BCLB: связь с обменом данными без создания логических соединений, то есть, например, связь между локальными вычислительными сетями (LAN).

Рассмотрим некоторые аспекты и характеристики услуг широкополосной ЦСИО. Прежде всего, обратимся к аспектам, относящимся к характеристикам предоставляемой пользователю скорости, с которой он может передавать свою информацию.

Если вернуться к свойствам и возможностям узкополосной ЦСИО, то, как мы знаем, базовой для допустимых скоростей в ней является скорость 64 Кбит/с, что позволяет использовать скорости передачи вплоть до первичной скорости (в системе европейских стандартов – до 2,048 Мбит/с). В широкополосной ЦСИО допустимые скорости передачи на два порядка выше. Существенно, однако, не только это обстоятельство, а также то, что широкополосная ЦСИО обеспечивает передачу информации не обязательно с постоянной (CBR – Constant-Bit-Rate), но и с меняющейся (VBR – Variable-Bit-Rate) скоростью. Более того, пользователь широкополосной ЦСИО, заказавший при запросе связи постоянную скорость передачи, может, если это нужно, изменить свои требования во время связи, воспользовавшись возможностями системы сигнализации (такого рода возможности рассматриваются ниже в разделе 3). Нормальным, однако, является случай, когда пользователь задает характеристики нужной ему скорости передачи при запросе связи. Если заранее известно, что эта скорость не является постоянной, при запросе задаются ее некоторые статистические характеристики, в частности, максимально нужная скорость.

Другая сторона вопроса – характеристики качества обслуживания. Здесь обычно бывают важны требования к вероятности потери конверта и к характеристикам задержек конвертов (средняя длительность и вариация), а также требования к соответствию масштабов времени в передаваемой и в принимаемой информации. Все характеристики

Модель OSI и основные услуги ЦСИО

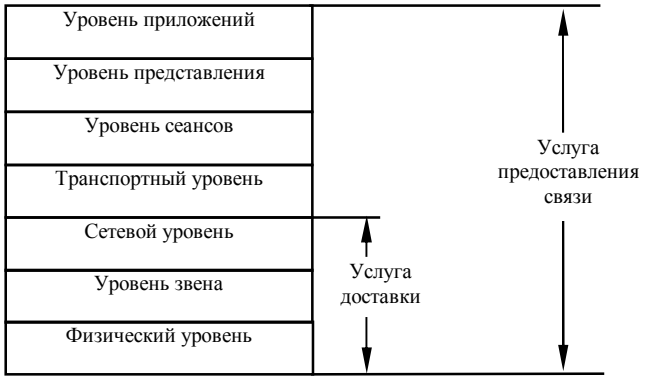


Рис.1.10

Область действия услуг
доставки информации

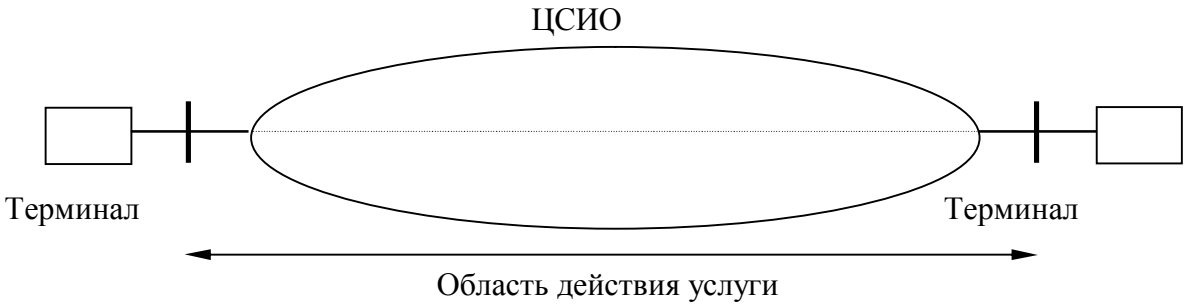


Рис.1.11

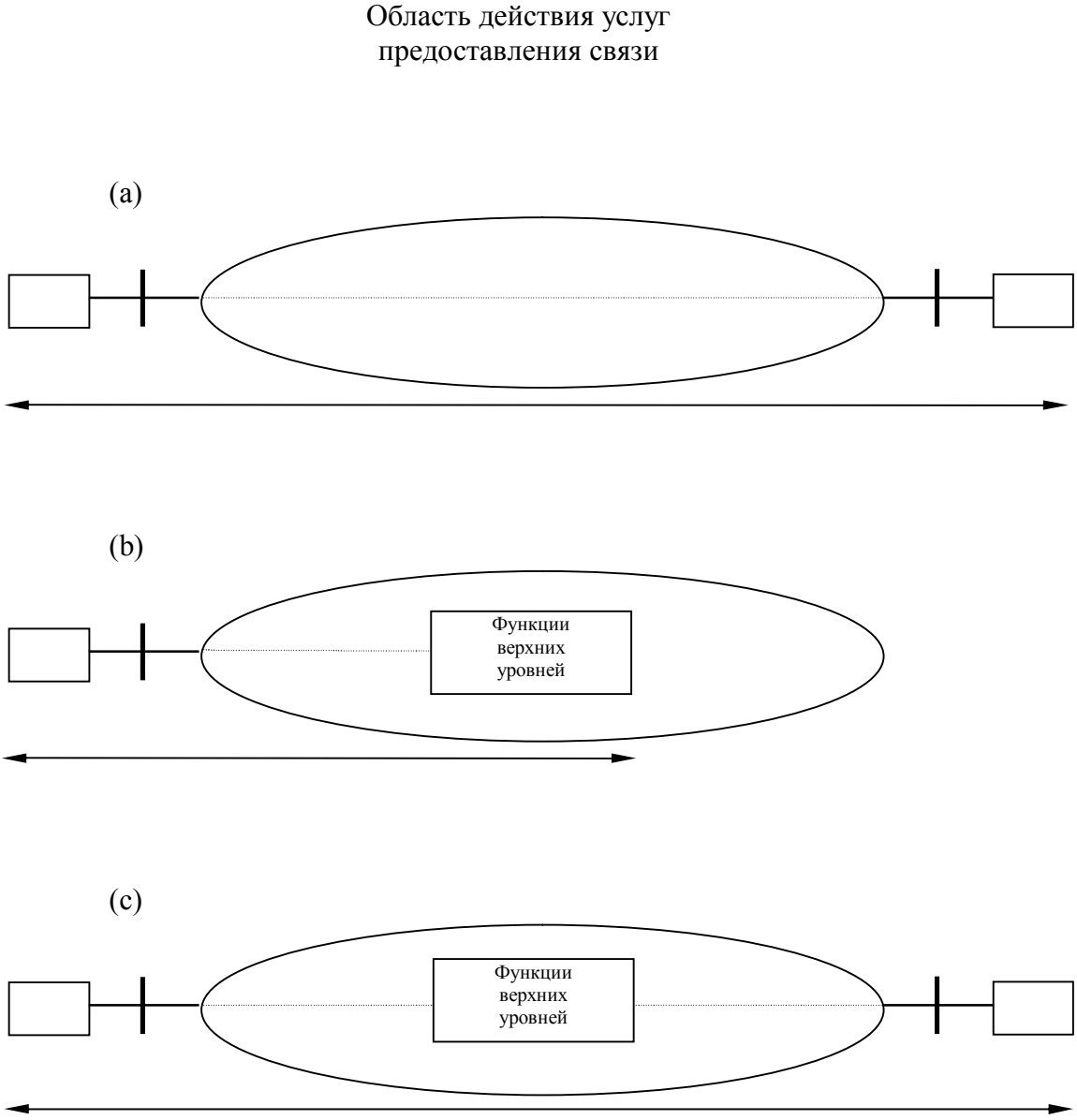

Область действия услуг
предоставления связи
(a)
(b)
Функции
верхних
уровней
(c)
Функции
верхних
уровней

Рис.1.12

качества затребованной услуги согласовываются между пользователем и сетью, как правило, в процессе запроса связи, хотя, как только что говорилось в отношении основных характеристик услуги, возможны изменения требований к качеству обслуживания и в процессе связи.

Заметим, что существует целый ряд вопросов, касающихся предоставления средствами широкополосной ЦСИО разнообразных видеоуслуг (интерактивных и распределительных), услуг связи с обменом данными (как ориентированных на создание соединений, так и не предусматривающих их создания, использующих технологию коммутации кадров 2-го уровня или иную технологию быстрой коммутации пакетов, обеспечивающих поддержку протоколов IP и др.), а также ряд вопросов, связанных с взаимодействием между широкополосной и узкополосной ЦСИО. За недостатком места мы не будем подробно рассматривать эти вопросы, а лишь приведем некоторые имеющие к ним отношение сведения в следующих ниже разделах, посвященных сетевым аспектам широкополосной ЦСИО, принципам сигнализации и взаимодействию широкополосной ЦСИО с другими сетями, в том числе, с узкополосной ЦСИО.

2. Сетевые аспекты широкополосной ЦСИО

Широкополосная цифровая сеть интегрального обслуживания (Ш-ЦСИО) должна обеспечивать предоставление наиболее экономичным образом услуг с такими скоростями передачи информации, которые на несколько порядков превышают скорости, используемые в сетях передачи данных и, тем более, в телефонных сетях. Кроме того, как уже отмечалось, Ш-ЦСИО должна наиболее экономичным образом отвечать условиям неопределенности спроса на услуги широкополосной (да и узкополосной) связи. Выполнение этих двух требований базируется на двух вещах – на использовании мощных систем передачи и на применении эффективного и универсального механизма транспортировки информации.

Необходимая производительность средств передачи достигается благодаря использованию волоконно-оптических линий и систем передачи, строящихся в соответствии со стандартами синхронной цифровой иерархии (SDH). Следует, однако, отметить, что транспортный механизм, основанный на *синхронном режиме переноса информации (STM)*, который естественным (и привычным) образом вписывается в SDH, не может экономично обеспечить транспортировку информации с сильно различающимися скоростями (от 64 Кбит/с до 150 и более Мбит/с) и, помимо того, требует прогнозирования (с хорошей точностью) количественных характеристик запросов услуг, для предоставления которых нужны те или иные скорости передачи. Единственной состоятельной альтернативой режиму STM является *асинхронный режим переноса информации (ATM)*.

Таким образом, базу Ш-ЦСИО составляют две технологии – SDH и ATM. Именно благодаря им имеется возможность достаточно экономично строить широкополосную сеть связи. Отметим, однако, что разрабатывается и техника применения ATM-технологии с непосредственным использованием ресурса оптического волокна (без SDH-систем передачи).

2.1. Архитектура широкополосной ЦСИО

Рассмотрим общую идею архитектуры Ш-ЦСИО. Она базируется на том, что функции переноса информации, делятся на несколько уровней. Нижний уровень образуют функции переноса битов через физическую среду (например, функции системы передачи, соответствующей SDH). Выше, один над другим, расположены два уровня логических соединений – *уровень виртуальных трактов* и *уровень виртуальных каналов*. В принципе, достаточно было бы иметь только уровень виртуальных каналов (VC – Virtual Channels), так как именно VC нужны для предоставления услуг. Однако, что особенно существенно в больших сетях, введение уровня виртуальных трактов (VP – Virtual Paths) позволяет разгрузить транзитные узлы, исключая необходимость обработки в них отдельных коммутируемых связей, и дает возможность строить эти узлы гораздо более экономично.

При использовании ATM вместо STM множество трактов с физически фиксированной иерархией скоростей заменяется множеством трактов с логически

назначаемыми характеристиками, не имеющим никакой иерархической структуры. VP/VC переносят информацию с произвольно назначаемыми пользователями скоростями и характеристиками качества обслуживания. Коммутация VP/VC производится интегрированными коммутационными средствами, что позволяет свести к минимуму количество типов узлов в сети и, тем самым, упростить ее структуру. Кроме того, оказывается возможной динамическая система назначения производительности трактов и направлений с учетом колебаний характеристик потоков нагрузки (а также и с учетом неисправностей, возникающих в сети), что делает сеть исключительно гибкой и живучей.

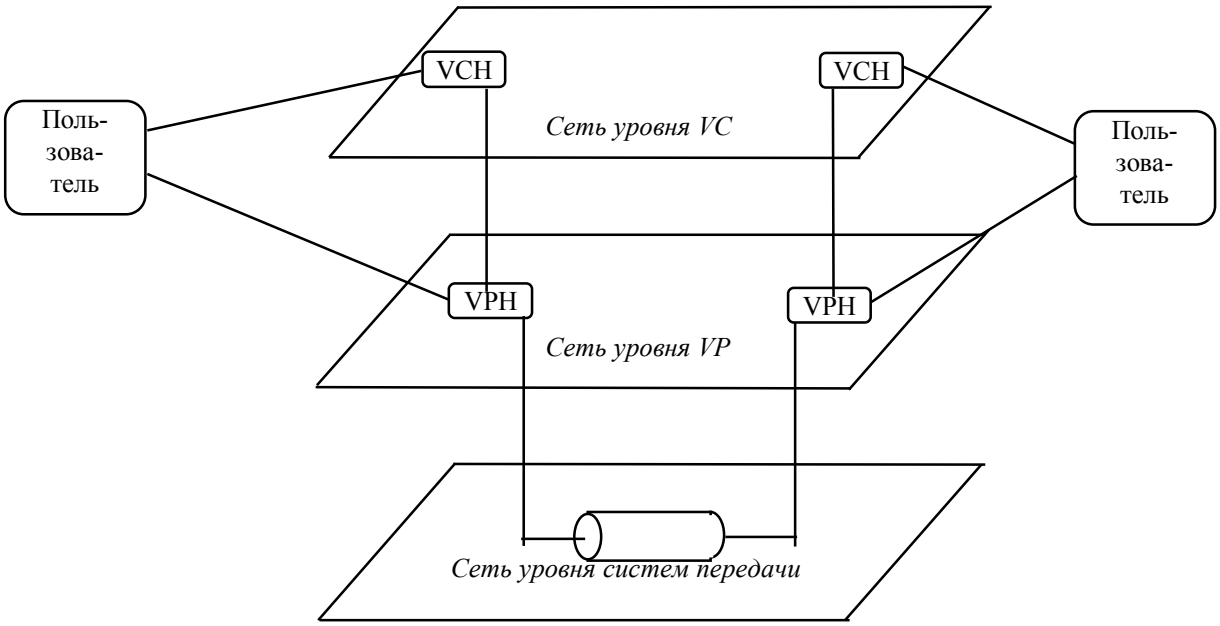
Рассмотренную трехуровневую архитектуру широкополосной сети иллюстрирует рисунок 2.1. Уровень VC образует сеть, предоставляющую пользователям услуги, уровень VP образует надежную опорную (backbone) сеть, а нижний уровень обеспечивает использование физической среды для передачи битов. Важно заметить, что средства уровня систем передачи могут совместно использоваться и сетью на базе ATM, и существующими сетями на базе STM. Более детальное представление об архитектуре Ш-ЦСИО дает рисунок 2.2, где показаны две группы уровней – уровни ATM и уровни цифровой передачи. Первую группу составляют уровень VC и уровень VP, вторую группу образуют уровень цифрового тракта, уровень цифровой секции и (самый нижний) уровень регенерационного участка. Каждый уровень предоставляет вышерасположенному уровню *соединение*, составленное из *звеньев*, которые тот “не видит”, а использует ресурсы этого соединения в качестве звена собственного соединения (самый нижний уровень содержит всего один неделимый элемент, ресурсы которого он и предоставляет вышележащему уровню для использования в его соединении).

Соединение в каждом уровне содержит *конечные точки* и (за исключением самого нижнего уровня) *промежуточные точки*. Конечные точки соединения некоторого уровня (кроме самого верхнего), соответствуют паре промежуточных точек на концах звена в соединении вышележащего уровня. Применительно к группе уровней ATM промежуточная точка VP-соединения образуется в кроссовом узле ATM, а конечная точка VP-соединения – в узле ATM-коммутации; в свою очередь, промежуточная точка VC-соединения создается в узле коммутации ATM, а конечная точка VC-соединения – в ATM-терминале. VP-соединение используется для образования VC-звена.

Идентификатор VCI идентифицирует для данного VP-соединения одно определенное VC-звено, тогда как идентификатор VPI идентифицирует всю группу VC-звеньев, использующих ресурс одного и того же VP-соединения. Говоря иначе, виртуальный тракт содержит пучок VC-звеньев с одинаковыми парами конечных точек. Функции маршрутизации VP реализуются в кроссовых узлах, а функции маршрутизации VC – в узлах коммутации.

В заключение этого раздела целесообразно привести общие сведения о структуре протокола Ш-ЦСИО. Разделение функций протокола на отдельные уровни является важной концепцией спецификации взаимодействия открытых систем, в том числе, сигнальных или эксплуатационно-технических протоколов. Общая структура протокола Ш-ЦСИО развивает структуру протоколов узкополосной ЦСИО, основанную на принципах OSI. Структура протокола Ш-ЦСИО показана на рисунке 2.3. Как и в узкополосной ЦСИО, структура содержит плоскость пользователя, плоскость оперативного управления и плоскость эксплуатационного управления.

Архитектура Ш-ЦСИО



VCH - средства уровня виртуального канала

VPH - средства уровня виртуального тракта

Рис.2.1

Иерархическое соотношение уровней

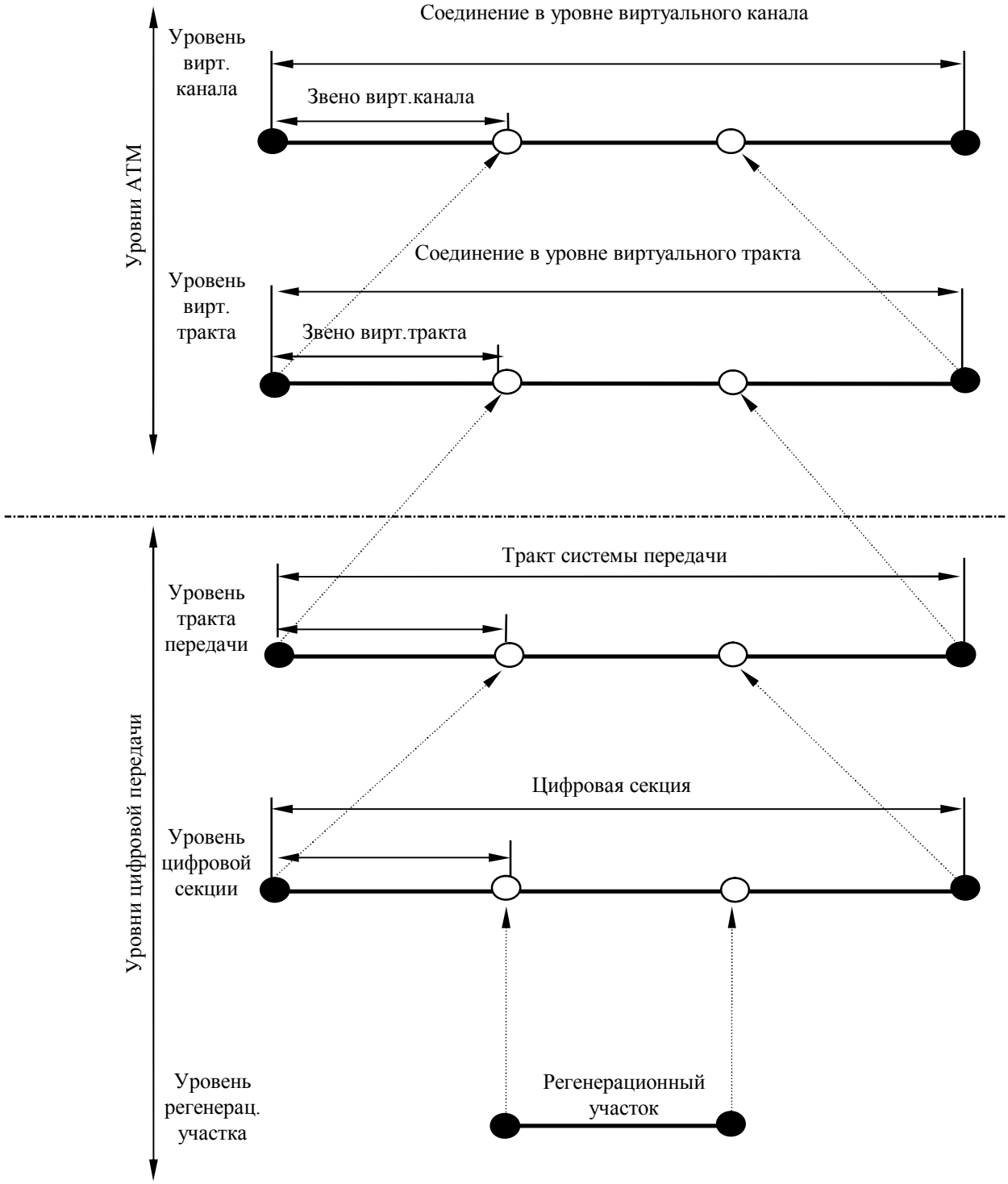


Рис.2.2

Структура протокола Ш-ЦСИО

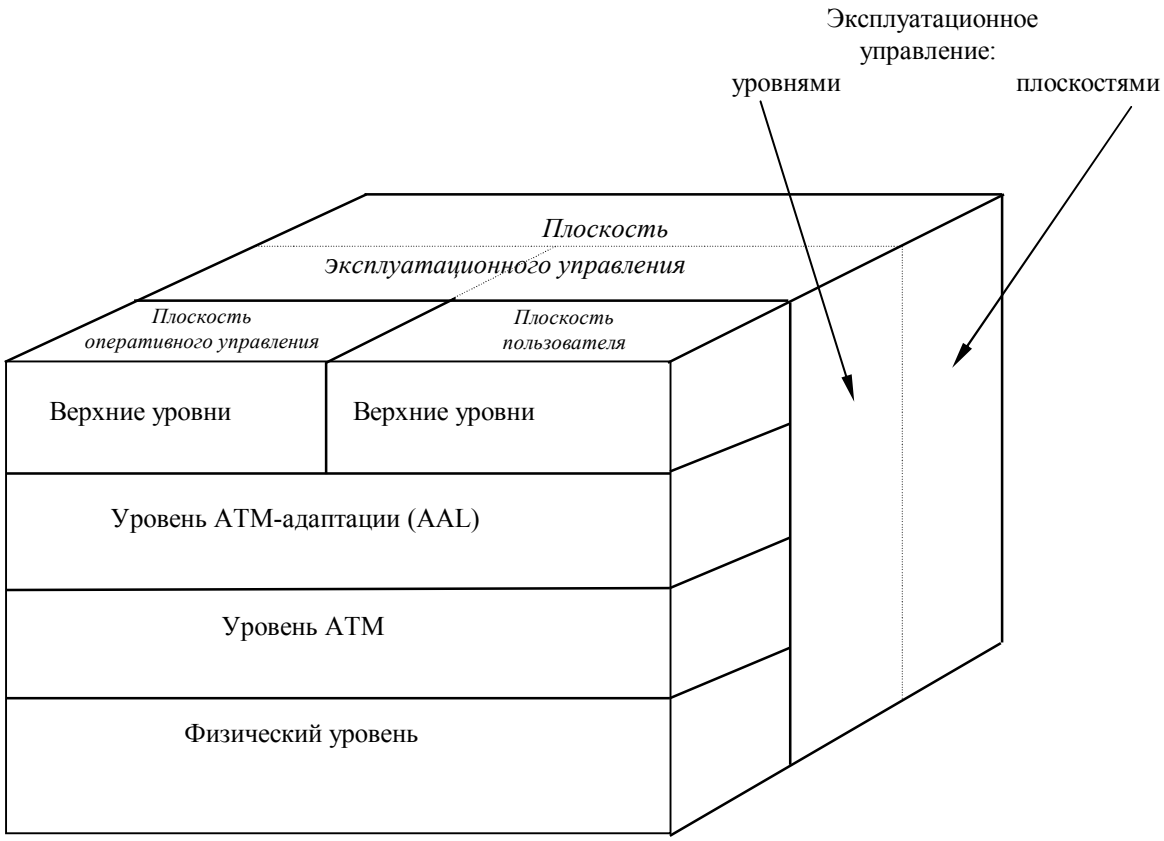


Рис.2.3

Уровень АТМ предоставляет функции переноса конвертов, общие для всех услуг. Расположенный над ним уровень АТМ-адаптации (AAL) предоставляет верхним уровням функции, зависящие от тех услуг, предоставление которых обеспечивают эти верхние уровни. Смысл названных функций состоит в том, чтобы “скрыть” от верхних уровней специфику АТМ. В состав этих функций входит, в частности, размещение информации пользователя в конвертах (для чего обычно требуется предварительная подготовка этой информации и ее соответствующее оформление), а также управление информационным потоком и согласование масштабов времени на приеме и на передаче.

Физический уровень предоставляет свои ресурсы для переноса потока конвертов АТМ. В нем сосредоточены функции переноса битов через среду, то есть, например, через оптическое волокно, и функции обеспечения сопряжения последовательности конвертов с информационными полями циклов системы цифровой передачи, решающие, в частности, задачи сохранения характеристик последовательности битов и задачи выделения из этой последовательности границ между конвертами.

Рисунок 2.4 иллюстрирует использование рассмотренного протокола при транспортировке информации через сеть. Мы видим, что узлы сети выполняют функции только двух нижних уровней – физического уровня и уровня АТМ, то есть при транспортировке информации в узлах требуется анализировать лишь заголовки конвертов, тогда как функции уровня AAL выполняются в терминалах пользователей (или в средствах адаптации, размещаемых на границах сети).

2.2. Интерфейсы пользователь-сеть в широкополосной ЦСИО

При разработке стандартов для пользовательских интерфейсов Ш-ЦСИО имелось в виду минимизировать количество типов интерфейсов. Одновременно имелось в виду, что даже наименее производительный *базовый* интерфейс должен допускать одновременный прием нескольких обычных телевизионных каналов или одного видеоканала высокого качества, для чего необходим ресурс около 140 Мбит/с. В качестве базовой скорости интерфейса Ш-ЦСИО была выбрана скорость 155,52 Мбит/с, соответствующая скорости синхронного транспортного модуля STM-1 в иерархии SDH.

Кроме того, для интерфейса, обеспечивающего возможность пользования такими услугами как распределение высококачественных телевизионных программ HDTV, была выбрана скорость 622,08 Мбит/с, соответствующая скорости синхронного транспортного модуля STM-4. (Задача стандартизации широкополосных интерфейсов для скоростей ниже 155 Мбит/с сначала не ставилась. Однако успехи в области сжатия широкополосной видеоинформации сделали актуальной разработку интерфейсов для видеотерминалов со скоростями ниже 155 Мбит/с при использовании металлических кабельных пар. Такие работы теперь ведутся.)

Протокол транспортировки информации
Ш-ЦСИО

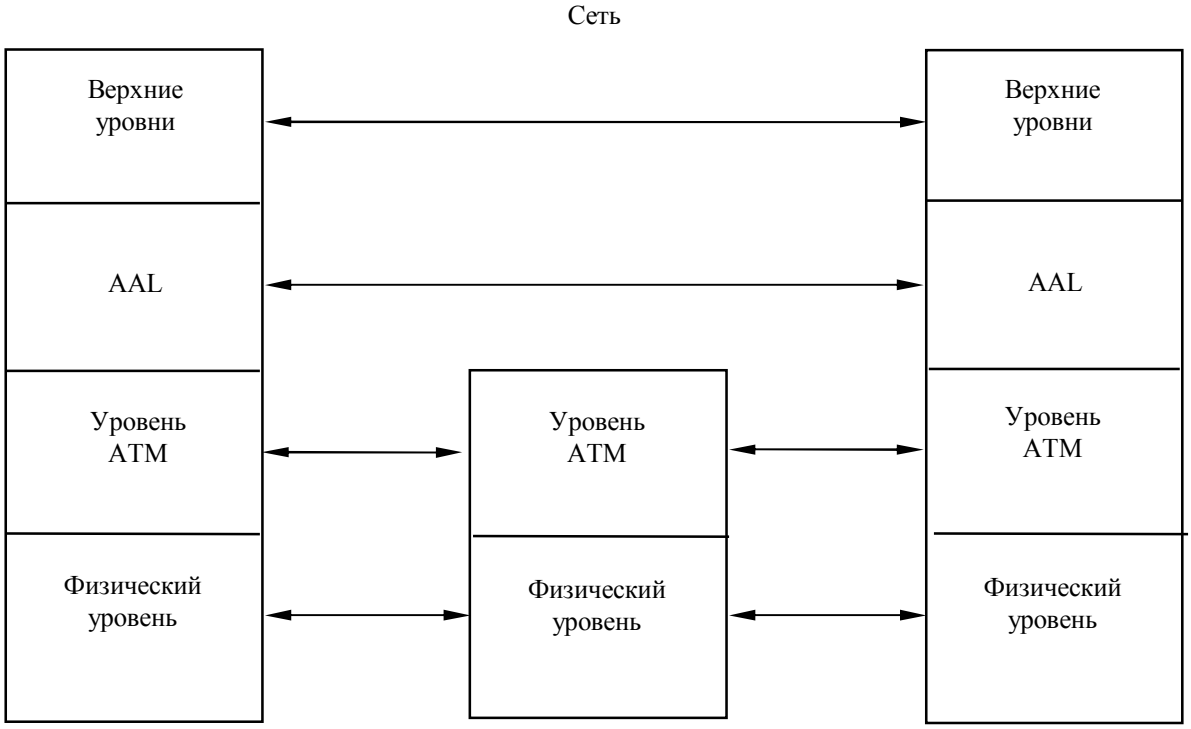


Рис.2.4

Базовый (155,52 Мбит/с) интерфейс является симметричным, то есть он обеспечивает одинаковую скорость передачи в обоих направлениях. Интерфейс 622,08 Мбит/с может быть асимметричным, поддерживая эту скорость только в одном направлении (и скорость 155,52 Мбит/с – в другом). Необходимость иметь асимметричные интерфейсы обусловлена спецификой некоторых услуг распределения и интерактивных видеоуслуг.

Типовая конфигурация интерфейса пользователь-сеть для широкополосной ЦСИО показана на рисунке 2.5. Она очень похожа на аналогичную конфигурацию для узкополосной ЦСИО и предусматривает наличие в пользовательском оборудовании сходных по назначению (и по обозначению) функциональных блоков – B-NT1, B-NT2, B-TE1, B-TE2 и B-TA; буква B, с которой начинается аббревиатура, обозначающая тот или иной функциональный блок (а также ту или иную опорную точку, где размещен интерфейс), говорит о принадлежности этого блока (или этой точки) к Ш-ЦСИО (от английского слова *broadband*, то есть *широкополосный*).

Типовая конфигурация широкополосного интерфейса пользователь-сеть

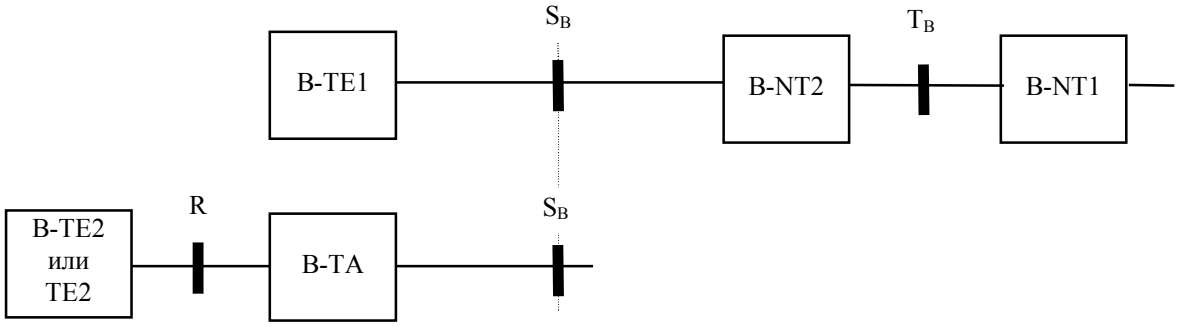


Рис.2.5

В отношении опорных точек к тому, что уже известно читателю, полезно добавить следующее. Опорная точка T_B (на физическом уровне) предполагает наличие в ней интерфейса, ориентированного на конфигурацию *точка-точка*. Опорная точка S_B допускает конфигурации *точка-точка* и *точка-группа точек* (в последнем случае соответствующий интерфейс называют SS_B). Опорная точка R предусматривает размещение в ней интерфейсов, которые обеспечивают доступ к Ш-ЦСИО нестандартных (для ЦСИО) терминалов, ориентированных либо на широкополосные услуги (B-TE2), либо на узкополосные (TE2).

2.3. Функции и протоколы

Протоколы интерфейсов Ш-ЦСИО (как интерфейса пользователь-сеть, так и сетевого межузлового интерфейса) строятся в соответствии с разделением функций,

реализуемых в этих интерфейсах, на отдельные функциональные уровни. Не прибегая здесь к формальному описанию протоколов, мы постараемся дать достаточно понятное “словесное” описание тех функций, которые реализуют протоколы.

Функции физического уровня образуют два подуровня. Нижний подуровень обеспечивает передачу битов с учетом особенностей физической среды, которая используется для этой цели (оптический кабель, коаксиальный кабель, медные кабельные пары), предоставляя расположенному выше подуровню услуги прозрачной передачи битов, а также информацию, требующуюся для синхронизации. Верхний подуровень обеспечивает размещение конвертов, поступающих к нему от уровня ATM, в транспортных блоках системы цифровой передачи (например, в модулях STM систем, соответствующих иерархии SDH).

Уровень ATM составляют, как уже отмечалось выше, функции переноса конвертов, общие для всех услуг, то есть мультиплексирование и коммутация конвертов. И то, и другое осуществляется с помощью служебной информации, размещаемой *в заголовке* каждого конверта. В состав этой информации входят:

- *Поле маршрутизации*. Это – 16 битов, используемых для кодирования VCI (то есть идентификатора виртуального канала), и 8 (в интерфейсе пользователь-сеть) или 12 (в сетевом межузловом интерфейсе) битов – для кодирования VPI (идентификатора виртуального тракта).
- *Поле приоритетов с точки зрения потерь конвертов* (CLP – cell loss priority). Это – 1 бит, используемый, в частности, для того, чтобы обеспечить нужную ширину полосы для низкочастотной части информации, кодированной с применением приоритетной схемы кодирования; конверты, в которых этому биту присвоено значение 1, имеют более высокий приоритет, так что при перегрузках в сети они отбрасываются в последнюю очередь.
- *Указатель типа полезной нагрузки* (PT – payload type). Это – 4 бита, с помощью которых, во-первых, определяется, представляет ли содержимое информационного поля конверта информацию пользователя или иную информацию (в частности, например, эксплуатационно-техническую), и, во-вторых, даются некоторые служебные сведения об информации пользователя для уровня AAL.
- *Поле общего управления потоком* (GFC – generic flow control). Это – 4 бита, с помощью которых реализуются функции управления потоком конвертов, направляющихся к сети от терминалов пользователя; управления потоком конвертов, поступающих к терминалам от сети, GFC не обеспечивает. Поле GFC существует только в интерфейсе пользователь-сеть.

Кроме перечисленных, в заголовке имеется *проверочное поле*, позволяющее определить, не содержит ли заголовок принятого конверта ошибок. Конверты, в заголовках которых ошибок не обнаружено (или все ошибки удалось исправить) и не являющиеся *пустыми* (п.1.2.2), считаются *значимыми*. Идентифицировано четыре типа значимых конвертов:

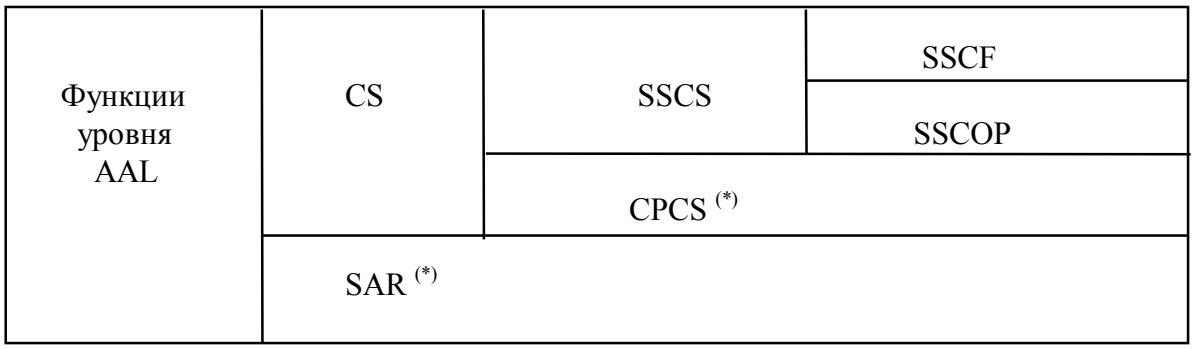
- *Конверты эксплуатационного управления физическим уровнем* (для краткости – *OAM-конверты физического уровня*).
- *OAM-конверты уровня ATM*.

- *Вспомогательные конверты* (в Рекомендациях ITU-T не специфицированы, но предполагается, что такие конверты будут использоваться, когда информация для передачи отсутствует, но управление потоком конвертов необходимо).
- *Информативные конверты*, то есть конверты, которые несут информацию, используемую уровнем AAL и/или верхними уровнями.

И, наконец, рассмотрим протоколы уровня ATM-адаптации, то есть уровня AAL. Функции ATM-адаптации обеспечивают согласование между функциями расположенного "под" AAL уровня ATM (напомним, что эти функции одни и те же для всех предоставляемых услуг) и функциями расположенного "над" AAL верхнего уровня, делая "невидимой" для этого верхнего уровня технологическую специфику ATM. Поскольку для разных услуг используются разные протоколы верхних уровней, разными оказываются и требования, предъявляемые к AAL "сверху", так что функции AAL (в отличие от функций ATM) *зависят* от того, с какой услугой связана информация, подлежащая переносу. Более точно, AAL выполняет как некоторые общие функции, так и функции, содержание которых зависит от вида предоставляемой услуги связи, или, иначе говоря, от требований пользователей услугами этого уровня.

На рисунке 2.6 показано, какие группы функций существуют во множестве функций AAL. Группа CS (convergence sublayer) содержит функции, которые обеспечивают подготовку информации верхних уровней к ее размещению в конвертах ATM. Это – функции формирования информационных блоков такого вида и с таким обрамлением (заголовками и "хвостами"), которое позволило бы восстановить на приеме эту информацию в том виде, в каком она поступала на передачу. Группа SAR (segmentation and reassembly sublayer) содержит функции разделения блоков CS на фрагменты, пригодные для размещения их в конвертах ATM. Группа функций CS делится на подуровни CPCS (common part convergence sublayer – подуровень общих функций формирования/ расформирования блоков информации) и SSCS (service specific convergence sublayer – подуровень функций формирования/расформирования, специфических для конкретных услуг); последний содержит функции специфических протоколов (SSCOP – service specific connection oriented protocol, то есть протокола, предусматривающего создание соединений) и соответствующие каждой услуге функции координации (SSCF – service specific coordination function). Отметим, что (применительно к некоторым приложениям) SAR и/или некоторые части CS могут быть "пустыми", то есть не содержать никаких функций.

Структура уровня AAL



(*) - общие функции AAL

Рис.2.6

Типы протоколов AAL различаются в соответствии с классами услуг. На рисунке 2.7 показано, как классифицируются в этом смысле услуги Ш-ЦСИО.

Классификация услуг с точки зрения AAL

Классы услуг / Параметры	Класс A	Класс B	Класс C	Класс D
Сохранение соответствия масштабов времени передача/прием	Требуется		Не требуется	
Скорость	Постоянная	Переменная		
Протокол	Ориентирован на создание соединения			Без соединения
Примеры реализуемых услуг	Эмуляция режима каналов, видео с пост. скоростью	Видео и аудио с переменной скоростью	Перенос данных с использованием логических соединений	Перенос данных без организации логических соединений

Рис.2.7

В рекомендациях ITU-T специфицировано пять типов протоколов AAL. То, как эти типы соотносятся с классами услуг Ш-ЦСИО, показывает рисунок 2.8.

Соотношение между классами услуг
и типами протоколов AAL

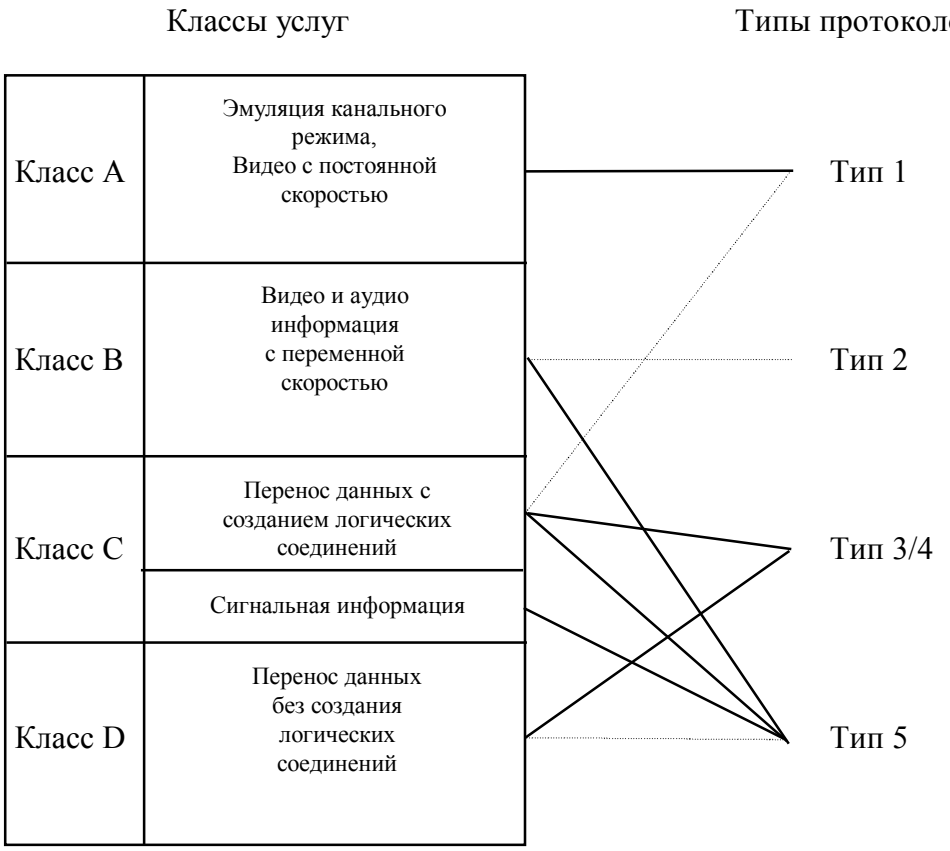


Рис.2.8

2.4. Управление нагрузкой

Задача управления нагрузкой состоит в том, чтобы защитить сеть (а стало быть, и тех, кто пользуется ее услугами) от перегрузок, которые возникают на отдельных участках этой сети либо из-за выхода из строя части ресурсов, либо из-за увеличения нагрузки, создаваемой пользователями (всеми или некоторой их частью). Известны две группы мероприятий такого рода: *изменение* (в соответствии с меняющимися условиями) *конфигурации сети* (путем переключений в кроссовых узлах, путем изменения таблиц маршрутизации в узлах коммутации и т.п.) и *ограничение нагрузки*, создаваемой теми или иными пользователями или группами пользователей (лишение групп пользователей права исходящей связи в сетях с коммутацией каналов, управление размером “окна” с целью снизить интенсивность потока пакетов в сетях пакетной коммутации). В Ш-ЦСИО тоже

используются меры, связанные с реконфигурацией сети (хотя возможности здесь намного шире, чем, скажем, в телефонных сетях). Что же касается управления нагрузкой, создаваемой пользователями, то режим АТМ позволяет решать эту задачу в Ш-ЦСИО гораздо более гибко (и, можно сказать, более гуманно), чем ее удается решить в существующих сетях.

Эквивалентом ограничения прав исходящей связи в Ш-ЦСИО является механизм, который предусматривает, с одной стороны, согласование между пользователем и сетью характеристик соединения, запрашиваемого для связи, и, с другой стороны, контроль сетью того, не противоречат ли характеристики генерируемого пользователем потока конвертов тем требованиям к соединению, которые были согласованы.

Процедура согласования состоит в следующем. При запросе связи пользователь объявляет параметры потока конвертов, который он будет передавать, и параметры требуемого качества обслуживания. Получив запрос, сеть проверяет, позволяет ли текущее состояние ее ресурсов предоставить соединение с характеристиками, нужными для выполнения требований пользователя (эти операции называются CAC – connection admission control). При наличии необходимых ресурсов пользователю предоставляется соединение, отвечающее его запросу, в противном случае пользователь получает отказ. *Процедура контроля* во время пользования связью (называемая UPC – usage parameter control) состоит в том, что сеть проверяет соответствие параметров фактического потока конвертов тем параметрам, которые были согласованы, и при обнаружении несоответствия отбрасывает “лишние” конверты. При этом, естественно, ухудшается (против согласованного) качество обслуживания того пользователя, который “нарушил соглашение”, но зато сохраняется прежнее качество обслуживания остальных. В то же время, за “нарушителем” сохраняется право пользоваться рассмотренной выше (п.2.3) возможностью CLP – сеть будет в первую очередь отбрасывать те из его конвертов, которые имеют низкий приоритет.

Эквивалентом концепции управления размером “окна”, используемой в сетях коммутации пакетов, в Ш-ЦСИО является концепция *обратной связи*. В ситуациях, когда этого требует состояние ресурсов сети, пользователь и сеть производят ряд согласованных действий с целью регулировать характеристики потока конвертов в АТМ-соединениях.

В качестве описания потока конвертов, вводимого пользователем в запрос связи, используется некоторый набор параметров, таких, например, как средняя скорость следования конвертов, пиковая скорость их следования, длительность пика, частота возникновения пиков и т.п. Этот набор используется сетью как в процедуре CAC, так и в процедуре UPC. Кроме описания потока в запрос, как уже упоминалось, вводятся также данные о требуемом классе обслуживания и о допустимых параметрах задержек конвертов (средней длительности и вариации длительности задержки).

3. Сигнализация в широкополосной ЦСИО

Поскольку возможности связи, предлагаемые широкополосной ЦСИО, предусматривают, в дополнение к услугам узкополосной ЦСИО, предоставление множества новых услуг, возможности сигнализации в Ш-ЦСИО должны быть шире, чем в узкополосной ЦСИО. В частности, в дополнение к тому, что предусматривает сигнализация узкополосной ЦСИО, сигнализация Ш-ЦСИО обеспечивает управление виртуальными трактами и виртуальными каналами и поддерживает разнообразные конфигурации связей и соединений. Напомним, что в Ш-ЦСИО требуется организация виртуальных соединений (на уровне VC и/или на уровне VP), которые могут иметь конфигурацию “точка-точка”, “вещательного” типа или “многоточечную”, могут быть симметричными или асимметричными и могут устанавливаться по запросу или предоставляться как полупостоянные или постоянные.

3.1. Принципы сигнализации

В широкополосной ЦСИО существует возможность логически раздельной транспортировки информации пользователей и сигнальной информации. Это значит, что для переноса сигнальной информации могут создаваться отдельные виртуальные каналы, называемые SVC (signalling virtual channels); для сигнальных виртуальных каналов резервируются специальные значения идентификаторов VCI.

В зависимости от конфигурации доступа пользователь-сеть сигнальная информация, передаваемая по SVC со стороны сети, может предназначаться либо единственному терминалу пользователя, либо одновременно нескольким терминалам. В связи с этим принято говорить о *сигнализационной конфигурации*, присущей интерфейсу. Применительно к интерфейсу пользователь-сеть возможны два типа сигнализационной конфигурации: “точка-точка” и “точка-группа точек”. Применительно к сетевым межузловым интерфейсам существует только сигнализационная конфигурация “точка-точка”.

SVC, определенный для доступа пользователя к Ш-ЦСИО, соответствует каналу D в пользовательском доступе узкополосной ЦСИО. Однако в Ш-ЦСИО предполагается гораздо большее, чем в узкополосной ЦСИО, разнообразие конфигураций оборудования пользователя и гораздо большее число терминалов. В частности, возможны конфигурации типа ЛВС (LAN). Это обусловило выбор для доступа пользователь-сеть Ш-ЦСИО трех сигнализационных конфигураций и, соответственно, трех типов сигнальных виртуальных каналов: SVC “точка-точка”, SVC “вещательный избирательный” и SVC “вещательный общий”.

- *SVC “точка-точка”* (PPSVC) предусматривает, что в каждом направлении передачи сигнальной информации организуется один VC, причем VC обоих направлений имеют один и тот же идентификатор (VCI=5).
- *SVC “вещательный избирательный”* (SBSVC) используется для передачи от сети сигнала о наличии входящего вызова к группе терминалов, имеющих одну и ту же

категорию обслуживания (или, как иногда говорят, один и тот же “профиль обслуживания”), то есть пользующихся одним и тем же набором услуг сети.

- *SVC “вещательный общий”* обеспечивает передачу сигнальной информации сразу ко всем терминалам пользователя. Этот SVC активизируется только при использовании в VP так называемой *метасигнализации*.

Метасигнализация служит для создания, проверки работы и ликвидации SVC двух первых типов. Ее средствами назначается производительность каждого такого SVC и устанавливается соответствие между конечными точками SVC и категориями обслуживания. Для метасигнализации используется специальный постоянный VC с идентификатором VCI=1.

Организация виртуальных каналов и виртуальных трактов для переноса информации пользователей может осуществляться посредством как сигнальных процедур, так и процедур эксплуатационного управления (OAM-процедур). Притом могут использоваться средства как кроссовых узлов, так и коммутационных узлов, а VC и VP (и соответствующие виртуальные соединения) могут быть либо постоянными или полупостоянными (то есть создаваемыми средствами кроссовых узлов), либо коммутируемыми (создаваемыми с участием узлов коммутации). На начальной стадии формирования Ш-ЦСИО ожидается использование только средств кроссовых узлов (с применением OAM-процедур), а в дальнейшем будут использоваться и узлы коммутации (с применением сигнальных процедур).

3.2. Протоколы сигнализации

МСЭ принял решение о поэтапной разработке протоколов сигнализации в Ш-ЦСИО и определил для двух первых этапов перечни возможностей системы сигнализации, называемые SCS-1 и SCS-2 (SCS - signalling capability set), а также наметил перечень возможностей, предполагаемых в будущем. SCS-1 содержит в себе все возможности сигнализации узкополосной ЦСИО и обеспечивает, в частности:

- управление соединениями “точка-точка”,
- назначение пиковой скорости следования конвертов и класса обслуживания,
- сопряжение с узкополосной ЦСИО (в режиме коммутации каналов),
- назначение сквозной задержки при транзите,
- согласование значений VPI и VCI при запросе связи.

SCS-2 дополняет SCS-1 новыми возможностями, обеспечивая, в числе прочего:

- управление соединениями “точка-группа точек,
- назначение приемлемой скорости следования конвертов и максимальной длительности их “сгущения” при предоставлении услуги VBR,
- предоставление услуги UBR (с неспецифицируемой скоростью следования конвертов),
- согласование характеристик потока при запросе связи,
- модификацию ширины полосы во время связи,
- эмуляцию режима ретрансляции кадров (FR).

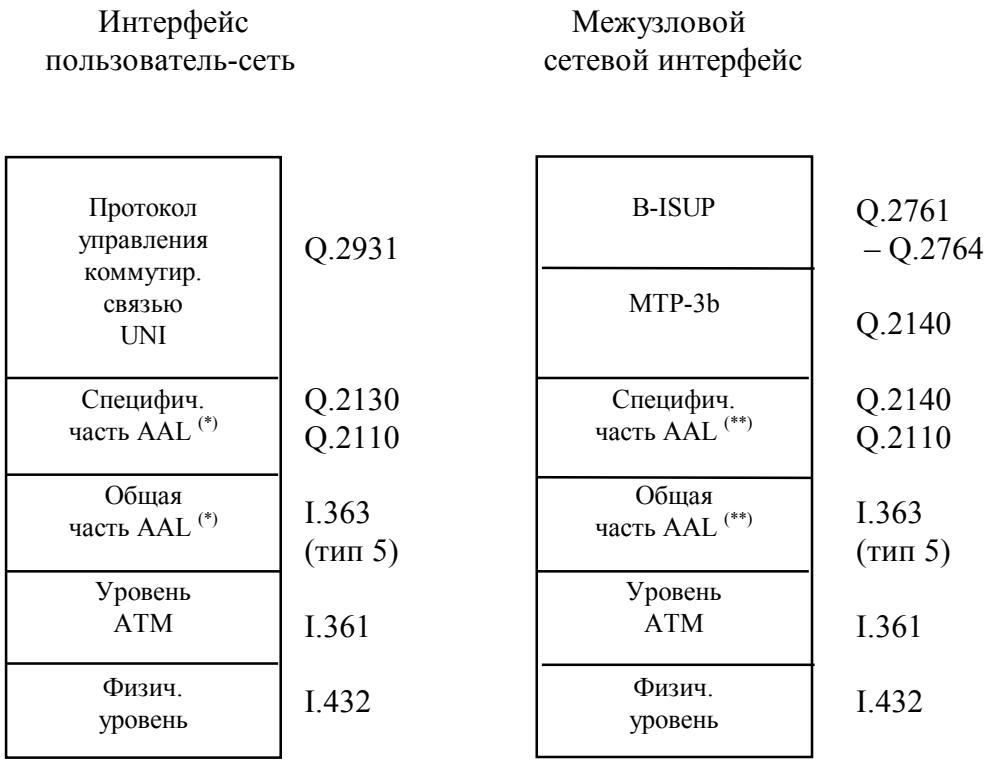
В будущем предполагается иметь расширенный SCS, предусматривающий дополнительно:

- управление функциями Интеллектуальной сети,
- управление сложными многоточечными соединениями,
- предоставление услуги ABR (с такой скоростью следования конвертов, которая в данный момент соответствует возможностям сети),
- управление сразу несколькими соединениями одного пользователя.

Каждый из рассмотренных SCS реализуется соответствующим стеком протоколов сигнализации в интерфейсе пользователь-сеть (UNI - user-network interface) и в сетевом межузловом интерфейсе (NNI - network node interface). В качестве примера на рисунке 3.1 показаны стеки протоколов UNI и NNI для SCS-1. Рядом с каждым протоколом указан номер Рекомендации ITU-T, в которой этот протокол специфицируется.

Рисунок 3.1 требует некоторых пояснений, прежде всего, в отношении уровня AAL. Как говорилось выше, в п.2.3 (см. также рисунок 2.7), уровень AAL содержит группу общих функций (SAR и CPCS) и группу функций, разных для разных услуг, предоставляемых уровнем AAL верхним уровням (SSCOP и SSCF). В связи с этим на рисунке 3.1 для AAL представлено два “слоя” протоколов. Нижний слой соответствует общим функциям AAL типа 5, а верхний слой – функциям, специфическим для сигнализации; это – специфический протокол, ориентированный на создание логических сигнализационных соединений. Оба слоя вместе составляют так называемый *сигнализационный AAL*, который в пользовательском интерфейсе Ш-ЦСИО заменяет протокол 2-го уровня LAPD, а в сетевом межузловом интерфейсе Ш-ЦСИО – протокол 2-го уровня ОКС №7 (MTP-2). Вместе с тем, следует заметить, что для транспортировки сигнальных сообщений Ш-ЦСИО в национальных сетях (но не в международной) можно использовать также и существующую сеть ОКС №7.

Стеки протоколов для SCS-1



(*) – Эти две части вместе соответствуют существующему LAPD

(**) – Эти две части вместе соответствуют существующей MTP-2

Рис.3.1

4. Сценарии введения услуг широкополосной ЦСИО

4.1. Первый этап создания широкополосной ЦСИО

4.1.1. Использование одного АТМ-коммутатора

Использование технологии АТМ обычно начинается в корпоративных (ведомственных или коммерческих) сетях. Операторы этих сетей заинтересованы в таких процедурах взаимодействия своих абонентов, которые обеспечивают установление соединений между интерфейсами пользователей по стандартам, принятым для широкополосной ЦСИО. Для установления соединений между корреспондирующими интерфейсами пользователей должна быть создана некая транзитная сеть.

Простейшее решение такой задачи заключается в том, что через цифровой кроссовый узел (ЦКУ) транспортной сети организуется связь всех корпоративных сетей по принципу «каждая с каждой». На рис. 4.1 показано соединение через ЦКУ четырех корпоративных сетей (A, B, C и D). Стык между корпоративной и транзитной сетями обозначен символом N_k. Такой вариант построения транзитной сети становится мало эффективным, когда число интерфейсов N_k превышает 3, а интенсивность обмена между корпоративными не представляется существенной.

Первый вариант взаимодействия корпоративных сетей АТМ

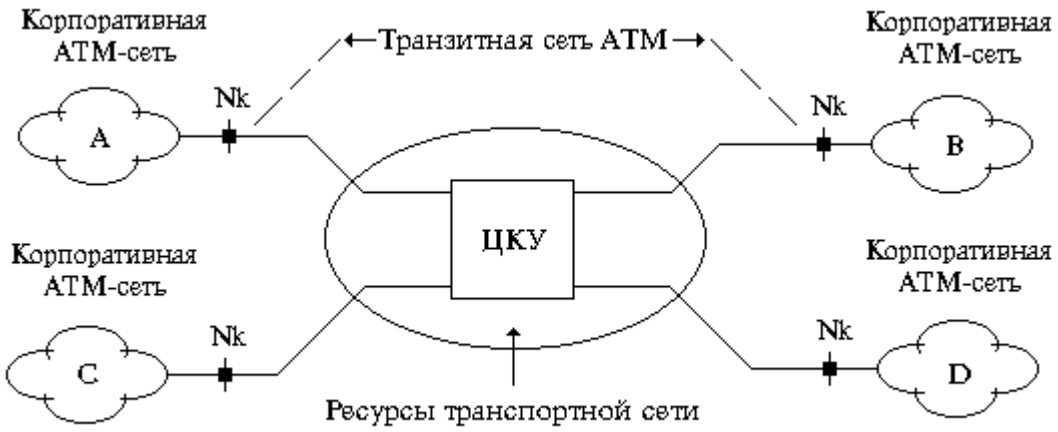


Рис. 4.1

Оператор, эксплуатирующий транспортную сеть, может ввести подобный вариант взаимодействия корпоративных сетей АТМ в течение достаточно короткого промежутка времени по трем основным причинам:

- во-первых, ресурсы транспортной сети, включая возможности коммутационного поля ЦКУ, будут быстро исчерпаны пользователями корпоративных сетей;
- во-вторых, доходы от продажи услуг, как правило, существенно выше, чем прибыль от передачи в аренду ресурсов транспортной сети;

- в-третьих, в рамках телекоммуникационной системы общего пользования постепенно формируются требования к созданию собственной сети АТМ.

В результате, Оператору выгоднее установить АТМ-коммутатор, обеспечивающий, в первое время, взаимодействие корпоративных сетей. Это решение показано на рис. 4.2 также для четырех корпоративных сетей АТМ.

Второй вариант взаимодействия корпоративных сетей АТМ

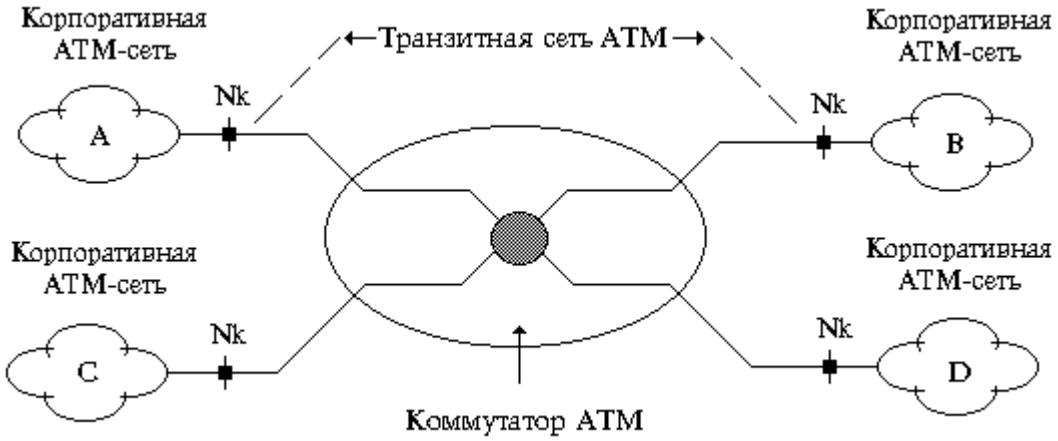


Рис. 4.2

АТМ-коммутатор следует рассматривать как первый элемент сети АТМ общего пользования. Он, кроме функций объединения корпоративных сетей, может использоваться для взаимодействия последних с ТФОП и другими сетями. АТМ-коммутатор способен выполнять функции объединения локальных вычислительных сетей (ЛВС) и сопряжения сетей передачи данных, работающих по различным стандартам.

4.1.2. Установка нескольких АТМ-коммутаторов

Развитие сети АТМ общего пользования заключается в установке новых АТМ-коммутаторов и расширении выполняемых ими функций. Первый АТМ-коммутатор выполняет роль транзитного узла. Принципы включения второго и следующих АТМ-коммутаторов определяют стратегию создания сети АТМ общего пользования. Можно выделить три основных варианта введения следующих АТМ-коммутаторов:

- на уровне АМТС, что означает формирование междугородной сети АТМ общего пользования;
- на уровне первого АТМ-коммутатора, что приводит к развитию транзитной сети на местном уровне телекоммуникационной системы;
- на нижнем уровне иерархии телекоммуникационной системы, что ведет к организации сети АТМ на участке абонентского доступа.

Выбор одного из этих вариантов либо реализации двух или даже всех трех сценариев одновременно определяется условиями каждого конкретного проекта. Для разработки

наиболее вероятного сценария развития сети АТМ общего пользования необходимо учитывать следующие соображения:

- основной трафик, использующий технологию АТМ, замыкается внутри местной сети;
- магистральная транспортная сеть России, в целом, не имеет, в обозримой перспективе, свободных ресурсов для передачи трафика широкополосной ЦСИО, которая использует технологию АТМ;
- современные УПАТС, ЛВС и другие, им подобные, средства абонентского доступа, как правило, не используют технологию АТМ.

С учетом этих положений оптимальной стратегией формирования сети АТМ общего пользования будет, в большинстве случаев, построение транзитной сети. Такая стратегия может рассматриваться как создание ядра сети АТМ, которое расширяется в двух основных направлениях: междугородная сеть и участок абонентского доступа.

4.1.3. Создание ядра сети АТМ

Общая идея ядра для сети АТМ, показанная на рис. 4.3, состоит в построении транзитной сети, которая может создаваться как новый элемент телекоммуникационной системы или заменять одноименный уровень ТФОП.

Создание ядра сети АТМ

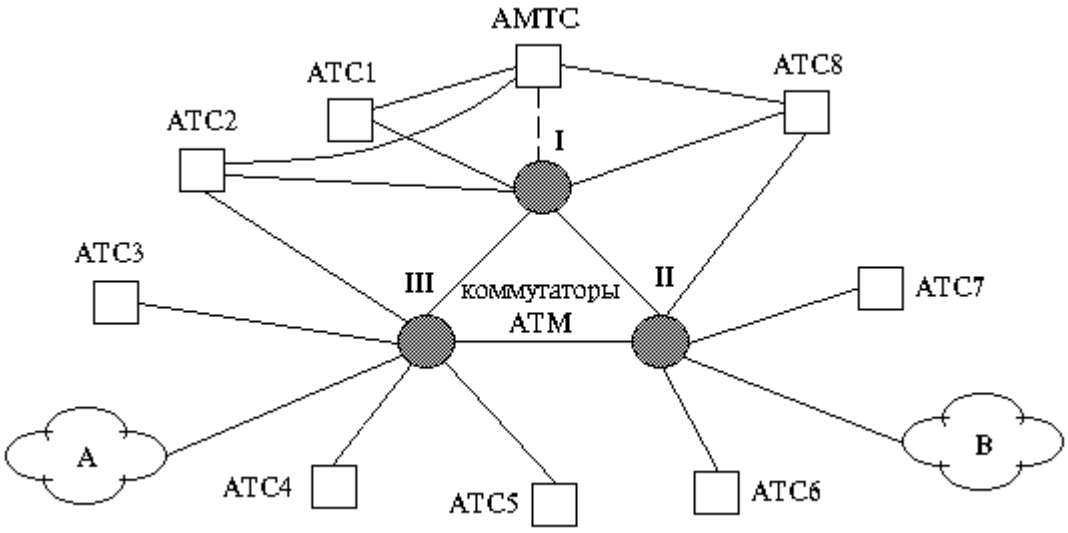


Рис. 4.3

Предложенная модель состоит из восьми АТС, соединенных с тремя АТМ-коммутаторами. Каждая АТС должна опираться на один или два АТМ-коммутатора. Для связи АТС между собой могут использоваться пучки СЛ, имевшиеся между станциями до введения АТМ-коммутаторов (на рис. 4.3 эти пучки СЛ не показаны). Телефонная связь, таким образом, может и далее осуществляться по алгоритмам, свойственным классической ТФОП. Это справедливо для местных сетей любой конфигурации.

В рамках ядра сети АТМ можно выделить два основных этапа, различающихся функциями, которые выполняют АТМ-коммутаторы. На первом этапе местная телефонная сеть не претерпевает кардинальных изменений. Ядро сети АТМ используется для обслуживания нетелефонного трафика. В первую очередь, технология АТМ применяется в сетях обмена данными.

На втором этапе ядро сети АТМ берет на себя обработку телефонного трафика, что требует выполнения всех показателей качества обслуживания соединений, установленных рекомендацией МСЭ I.356. Следует учесть, что такие решения еще не апробированы в мировой практике; возможность и целесообразность «поглощения» функций цифровых коммутационных станций АТМ-коммутаторами подлежат дополнительному изучению.

В настоящее время целесообразно рассматривать ядро АТМ как телекоммуникационную сеть, формирующуюся параллельно ТФОП, но предназначенную, в основном, для обслуживания трафика в различных системах обмена данными. Существенно то, что развитие ТФОП и сети АТМ необходимо осуществлять на базе общей транспортной сети. Это не исключает возможность использования для сети АТМ ресурсов физической среды (оптических волокон) без занятия трактов STM.

4.2. Второй этап создания широкополосной ЦСИО

4.2.1. Размещение АТМ-коммутаторов доступа

В разделе 4.2 понятие «АТМ-коммутатор доступа» используется для того, чтобы указать на уровень иерархии соответствующего оборудования в рамках телекоммуникационной системы. Такой концентратор, с точки зрения технологии АТМ, будет отличаться от других АТМ-коммутаторов, в основном, производительностью и, возможно, перечнем поддерживаемых интерфейсов.

Основное назначение АТМ-коммутаторов доступа состоит в том, чтобы экономично подключить к ядру пользователей, ориентированных на технологию АТМ. Места размещения АТМ-коммутаторов доступа будут определяться географическим расположением пользователей, которые образуют две большие группы:

- предприятия, имеющие современные телекоммуникационные сети (это, в частности, – многие владельцы цифровых УПАТС);
- абоненты квартирного сектора, использующие ресурсы сети АТМ для услуг типа «Видео по заказу».

Потенциальными местами размещения АТМ-коммутаторов доступа могут быть, таким образом, здания АТС и некоторые площадки, на которых в настоящее время установлены современные цифровые УПАТС. В результате установки АТМ-коммутаторов доступа образуется сеть, показанная на рис. 4.4.

Сеть с АТМ- коммутаторами доступа

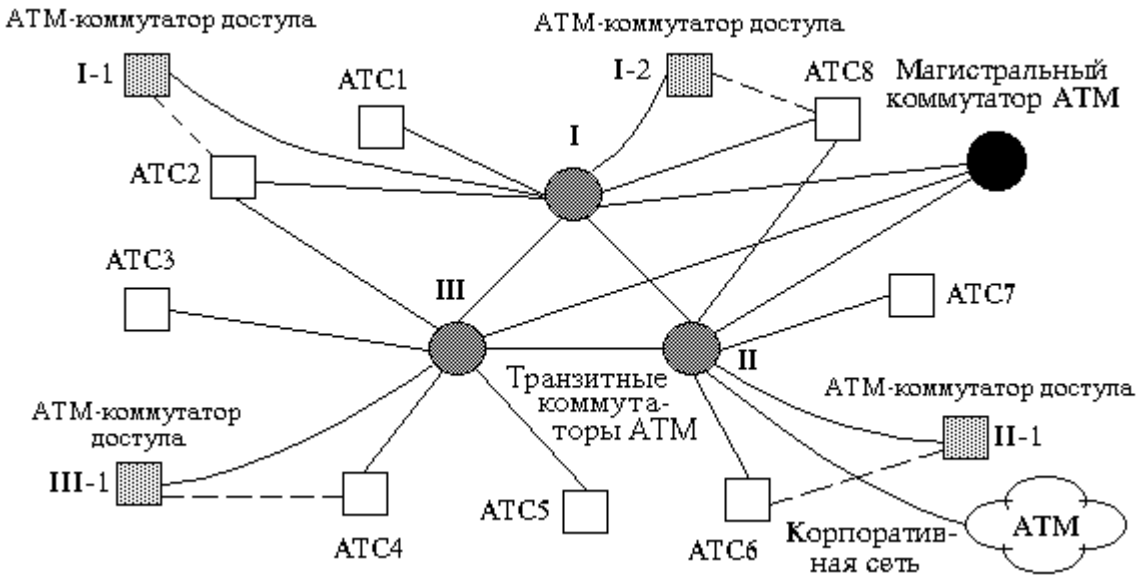


Рис. 4.4

Предложенная модель иллюстрирует возможный сценарий включения четырех АТМ-коммутаторов доступа. Первая (латинская) цифра определяет номер АТМ-коммутатора, к которому подключается концентратор. Вторая цифра соответствует порядковому номеру концентратора. Кривые линии относятся к трактам, соединяющим коммутаторы и концентраторы. Пунктиром изображены СЛ между концентраторами и АТС. Эти СЛ целесообразно использовать для коммутируемых соединений между абонентами АТС и АТМ- коммутаторов доступа.

4.2.2. Замена коммутационных станций АТМ-коммутаторами

По мере роста услуг, поддерживаемых ядром сети АТМ, необходимо заменить (или модернизировать) коммутационные станции ТФОП. Возможные сценарии (замена или модернизация станций ТФОП) изложены в параграфах 4.3.2 (Частичная АТМ-сеть) и 4.3.3 (Полная АТМ-сеть). В настоящем параграфе рассматриваются аспекты изменений в структуре коммутируемой сети общего пользования.

Существующие АТС заменяются оборудованием комбинированных коммутационных станций (ККС). Термин «ККС» использован для обозначения коммутационного оборудования, которое способно выполнять функции АТС и АТМ-коммутатора. На рис. 4.5 показан вариант замены АТС на ККС, который не предусматривает изменения структуры существующей коммутируемой сети.

Первый вариант замены АТС комбинированными
коммутационными станциями

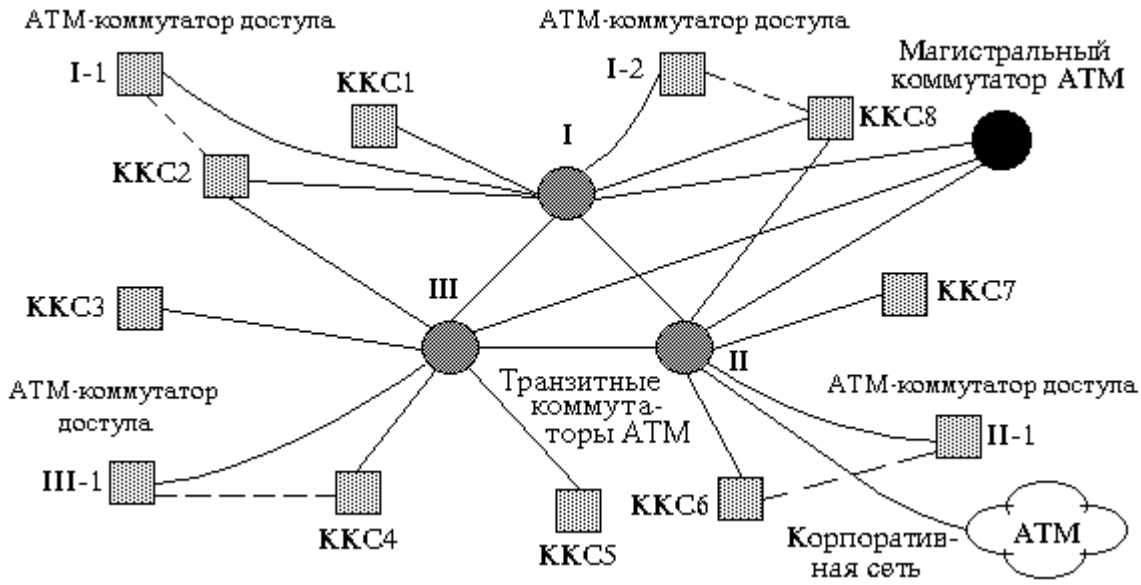


Рис. 4.5

Реализация данного варианта может осуществляться за счет введения коммутационного поля, основанного на технологии АТМ, в состав цифровой АТС. Возможность подобного решения определяется рядом факторов, из которых определяющим является наличие такого модуля в номенклатуре новых аппаратно-программных средств эксплуатируемой цифровой АТС.

В процессе реализации рассматриваемого варианта не изменяются структуры ни транспортной, ни телефонной сетей. Подобное решение может не оказаться оптимальным, так как введение функций обработки трафика АТМ требует повышения производительности ККС. С другой стороны, повышение производительности ККС позволит сократить общее число используемых станций, то есть пересмотреть структуру коммутируемой, а в ряде случаев – и транспортной, сетей.

Пример системного решения, связанного с изменением структуры коммутируемой сети показан на рис. 4.6. Этот вариант подразумевает, что восемь цифровых АТС постепенно заменяются четырьмя ККС. Остальные четыре ККС становятся концентраторами (первая цифра их номера определяет опорную ККС, а вторая – номер концентратора). В рамках второго варианта замены цифровых АТС показано и введение нового концентратора под номером 1-3.

Второй вариант замены АТС комбинированными
коммутационными станциями

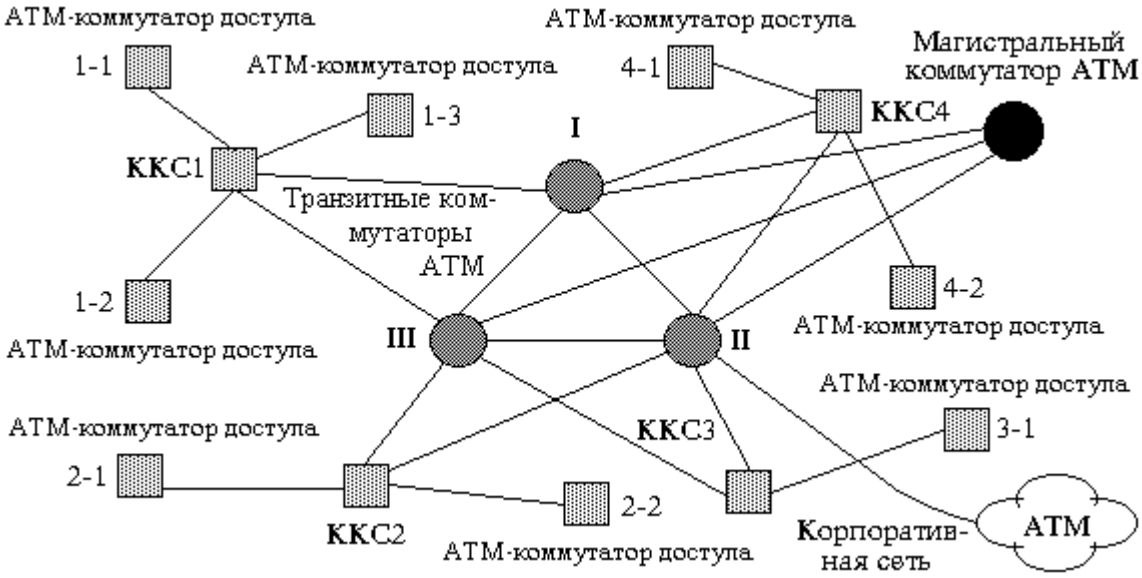


Рис. 4.6

Выбор оптимального варианта введения ККС, равно как и распределение долей трафика, обрабатываемого по технологиям ТФОП и АТМ, определяется множеством факторов, среди которых следует выделить:

- прогноз трафика, который целесообразно обрабатывать в сети АТМ;
- прогноз трафика, который целесообразно обрабатывать вне технологии АТМ;
- ресурсы транспортной сети, которые могут быть задействованы для переноса трафика АТМ;
- возможность включения в цифровые коммутационные станции, эксплуатируемые в модернизируемой телефонной сети, модулей, которые выполняют обработку трафика по технологии АТМ;
- технико-экономические показатели оборудования, которое может быть использовано в модернизируемой телефонной сети.

Для решения поставленной задачи должна быть разработана методики анализа коммутируемой сети с точки зрения ее преобразования в сеть АТМ и оптимизации структуры новой сети.

4.2.3. Расширение ядра сети АТМ

Ядро сети АТМ будет расширяться в двух направлениях. Направление «сверху вниз» подразумевает развитие сети абонентского доступа, то есть появление новых АТМ-коммутаторов доступа и иного оборудования для экономичного подключения пользователей. Направление «снизу вверх» означает формирование междугородной сети

АТМ. На рис. 4.7 показан пример процесса расширения ядра сети АТМ в направлении «снизу вверх».

Расширение ядра АТМ сети

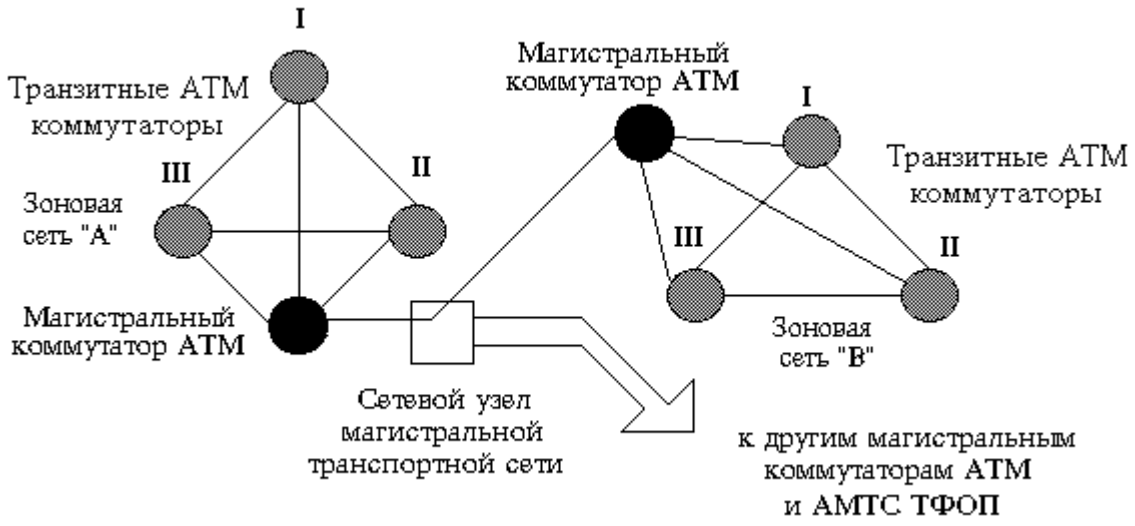


Рис. 4.7

Магистральные коммутаторы АТМ могут работать параллельно с АМТС зоны, обслуживая определенные виды трафика, или заменяя АМТС, то есть переводя всю междугородную (и международную) нагрузку в сеть АТМ. В настоящее время практическое применение может найти только первый вариант. Тем не менее, в рамках проектных решений должна быть учтена возможность перехода, в перспективе, на полный перевод междугородной сети на технологию АТМ.

4.3. Третий этап создания широкополосной ЦСИО

4.3.1. Концепция сосуществования двух видов коммутации

Концепции обычной (узкополосной) и широкополосной ЦСИО не подразумевают полное вытеснения других телекоммуникационных сетей. Однако концепция АТМ рассматривается некоторыми авторами как универсальная транспортная среда, которая должна вытеснить все существующие технологии переноса информации. Такие утверждения основаны, скорее всего, на механическом переносе решений, оптимальных для корпоративной сети, на телекоммуникационную систему общего пользования.

На рис. 4.8 показаны вероятные сценарии использования транзитной сети АТМ для обработки трафика, генерируемого в четырех телекоммуникационных сетях: ТФОП, передачи данных по стандартам Frame Relay и SMDS (Switched Multimegabit Data Services),

ЛВС (LAN). Сплошными линиями обозначены обязательные, а пунктирными - возможные связи.

Вероятные сценарии использования транзитной сети ATM

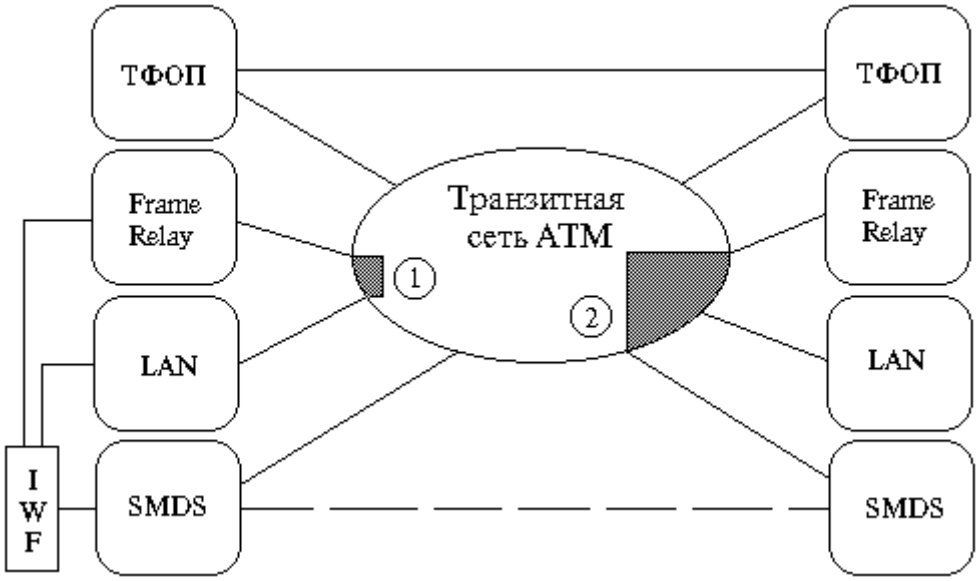


Рис 4.8

Для телефонных сетей остаются непосредственные связи в рамках ТФОП. Это объясняется тем, что для столь крупной сети, как ТФОП, использование новой, ориентированной на перспективные услуги, сети не представляется целесообразным. Также обязательными считаются связи с транзитной сетью ATM, что обусловлено необходимостью взаимодействия с другими телекоммуникационными сетями. Для сети передачи данных, построенной на базе стандарта Frame Relay, транзитная сеть ATM служит средством сопряжения с ЛВС и SMDS. На рис. 4.8 кружки с номерами «1» и «2», отмечают, слева и справа от транзитной сети, возможные типы соединений.

Для сети передачи данных, работающей по стандарту SMDS, показан возможный вариант взаимодействия без использования ресурсов транзитной сети ATM. Это обусловлено тем, что сеть SMDS работает на высоких скоростях, соизмеримых с пропускной способностью соединений, предлагаемых сетью ATM. Следовательно, существенный эффект от использования сети ATM для услуг SMDS вряд ли будет достижим.

Основной вывод, вытекающий из рассмотренного примера, состоит в том, что транзитная ATM-сеть – в обозримой перспективе – не будет единственным транспортным средством для существующих и создаваемых вновь телекоммуникационных сетей. Другой важный аспект транспортной сети состоит в том, что ATM-технология может не использовать цифровые тракты, создаваемые системами передачи синхронной иерархии (SDH). На рис. 4.9 приведены два варианта использования оптического кабеля (среды передачи) при введении технологии ATM.

Ресурсы оптического кабеля условно разделены на две группы волокон – S и M. Волокна первой группы уплотняются системами передачи SDH, что создает стандартную транспортную сеть. Эта сеть может использоваться для создания всех информационных сетей: АТМ, телефонной, передачи данных, телевизионного и звукового вещания.

Два варианта использования среды передачи

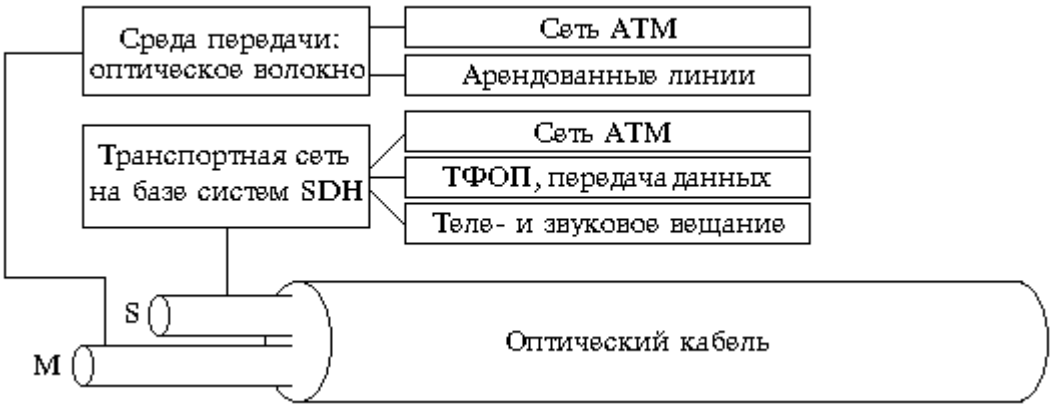


Рис 4.9

Волокна группы М могут быть сданы в аренду для создания корпоративных сетей и организации сети АТМ, коммутаторы которой могут обмениваться информацией непосредственно по оптическому волокну. Выбор способа организации транспортной сети при введении технологии АТМ должен осуществляться с учетом общих принципов реализации всей телекоммуникационной системы и функциональных возможностей АТМ-коммутаторов.

4.3.2. Частичная АТМ-сеть

Частичная АТМ-сеть определяется принципами использования одноименной технологии в рамках телекоммуникационной системы. Создание частичной АТМ-сети означает реализацию прагматического подхода к развитию электросвязи, когда технология АТМ занимает свою оптимальную «нишу», ориентируясь, в первую очередь, на сети обмена данными и им подробные системы, которые мало чувствительны к перегрузкам, приводящим к большим задержкам и потерям конвертов.

Частичная АТМ-сеть может использоваться для обмена всеми видами информации в рамках корпоративных сетей, для услуг типа «Видео по заказу», предоставляемых вне рамок широкополосной ЦСИО, а также в большинстве сетей передачи данных. Вне технологии АТМ остаются ТФОП, включая систему сотовой связи, а также сети телевизионного и звукового вещания.

4.3.3. Полная ATM-сеть

Полная ATM-сеть основана только на одноименной технологии. Такое решение может быть реализовано в рамках корпоративной сети. Для телекоммуникационной системы общего пользования создание полной ATM-сети в обозримой перспективе не представляется возможным и целесообразным. Тем не менее, по мере снижения цен на оборудование ATM оно будет постепенно расширять сферу своего применения в рамках многих телекоммуникационных сетей.

5. Взаимодействие Ш-ЦСИО с другими сетями и системами

5.1. Основные принципы согласования сетей

Согласование (в смысле обеспечения взаимодействия – interoperability) необходимо всякий раз, когда стандарты, используемые по одну сторону интерфейса, отличаются от стандартов, используемых по другую его сторону. Такое случается в силу многих причин, и не может быть непосредственно урегулировано какими бы то ни было практическими средствами, включая экономическое или даже административно-правовое давление.

На сегодня идентифицированы два метода согласования, причем каждый из них имеет свои преимущества и свои недостатки.

Сопряжение (interworking) обеспечивает полную прозрачность интерфейса с обеих сторон. Это означает, что пользователь сети, находящейся по одну сторону интерфейса, воспринимает пользователя сети, находящейся по другую сторону интерфейса, как пользователя своей сети; то же самое ощущает и пользователь второй сети. Сопряжение обеспечивает полностью прозрачное и симметричное взаимодействие объектов одного уровня, размещенных в разных сетях. Например, именно такое полное взаимодействие обеспечивается при телефонной связи между абонентами телефонной сети и абонентами ЦСИО. В общем виде сказанное иллюстрирует рисунок 5.1.

Организация прозрачного тракта (transparent path linkage) симметричного взаимодействия не обеспечивает. Пользователь сети, находящейся по одну сторону интерфейса, воспринимает пользователя сети по другую сторону интерфейса как пользователя своей сети, однако этот второй пользователь для взаимодействия с первым должен обеспечить адаптацию форматов, в которых передается информация, и адаптацию механизмов адресации. При этом способе обеспечения взаимодействия одна сторона интерфейса может рассматриваться как клиент, а другая – как сервер. Например, при модемном доступе к сети Internet со стороны абонента телефонной сети последняя выполняет функцию сервера доступа к Internet, которая оказывается клиентом этого сервера. Организация прозрачного тракта реализуется гораздо проще, чем сопряжение, однако многие аспекты сети-клиента оказываются скрытыми от сети-сервера. Это иллюстрирует рисунок 5.2..

В общем случае, когда используется способ согласования сетей путем организации *прозрачного тракта*, именно характеристики транспортировки информации в двух сетях представляют собой первое, что необходимо согласовать для успешного взаимодействия этих сетей. Если сеть-сервер должна предоставить прозрачный тракт для обеспечения доступа к сети-клиенту, то характеристики транспортировки информации в этом тракте должны быть совместимы с аналогичными характеристиками сети-клиента. Важно принять во внимание следующие обстоятельства:

Сопряжение сетей

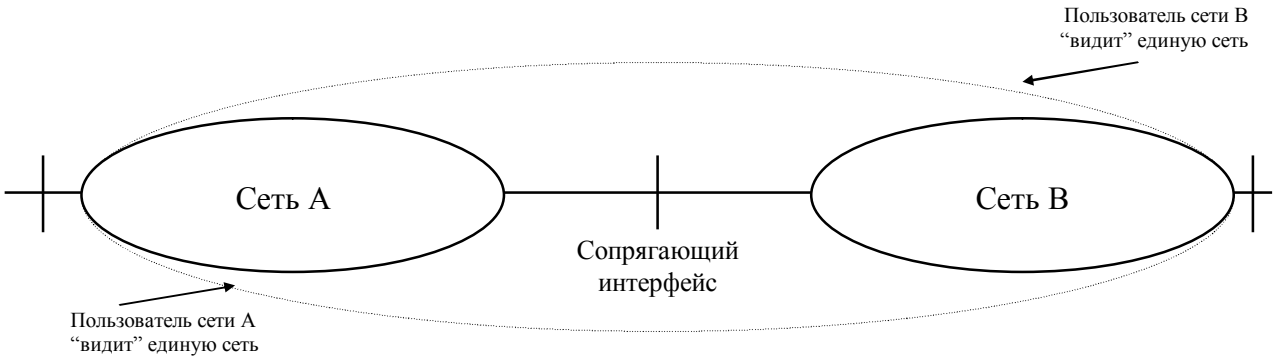


Рис.5.1

Организация в сети прозрачного тракта

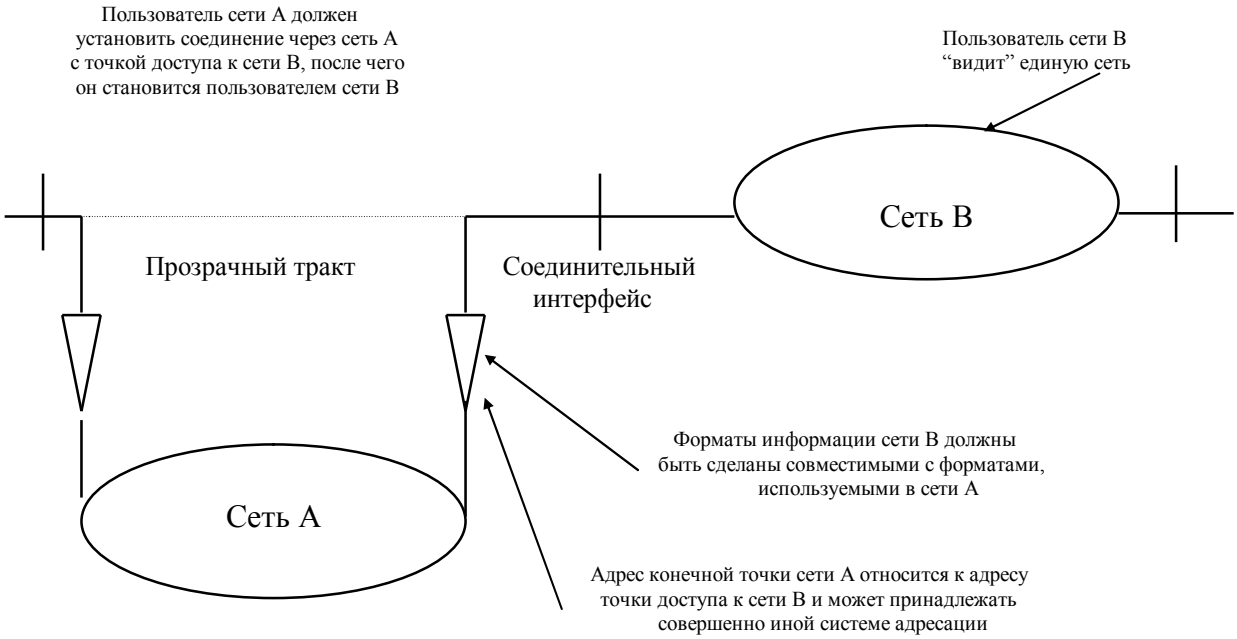


Рис.5.2

- прозрачный тракт, организуемый в сети-сервере, должен иметь ширину полосы, приемлемую для сети-клиента;
- характеристики передачи в сети-сервере должны отвечать требованиям сети-клиента (например, характеристики задержек и ошибок);
- режим переноса информации в сети-сервере должен быть совместим с режимом переноса в сети-клиенте (в частности, сеть пакетной коммутации не может предоставить прозрачный тракт сети-клиенту, которая базируется на сохранении постоянной скорости передачи битов).

Когда реализуется *полное сопряжение*, обе сети должны использовать один и тот же формат транспортировки информации, или должна существовать возможность преобразования формата одной сети в формат другой и обратно. Во многих случаях сопряжения обе сети используют форматы одного типа, а задачами сопряжения являются, в основном, задачи обеспечения совместимости отдельных возможностей управления средствами переноса информации, а также некоторых возможностей технической эксплуатации. В частности:

- транзитная телефонная сеть, транзитная узкополосная ЦСИО и транзитная сеть подвижной радиосвязи используют цифровые каналы со скоростью передачи 64 Кбит/с, так что преобразование формата транспортировки информации при сопряжении этих сетей не требуется, однако задержки, присущие сети подвижной связи, могут создавать некоторые проблемы и требовать управления средствами подавления эха;
- при сопряжении широкополосной ЦСИО с узкополосной ЦСИО (или с телефонной сетью) особого внимания требуют вопросы, связанные с задержками при передаче речевой информации.

При согласовании сетей путем организации прозрачного тракта нет нужды в каком бы то ни было преобразовании протоколов управления, так как сигналы управления, нужные сети-клиенту, прозрачно проходят через сеть-сервер. В этом основная причина того, что организация взаимодействия сетей с помощью прозрачного тракта очень просто специфицируется. Однако при этом требуется, чтобы терминальное оборудование, участвующее в организации доступа к сети, “понимало” протоколы как сети-клиента, так и сети-сервера.

5.2. Согласование и взаимодействие Ш-ЦСИО с другими сетями

При организации взаимодействия Ш-ЦСИО с другими сетями и системами используются, вообще говоря, оба рассмотренных выше способа. Мы, однако, сосредоточим внимание на том, как решаются вопросы *сопряжения*. Общая идея состоит в том, что в интерфейсе между Ш-ЦСИО и другой сетью или системой (каковую может, в принципе, представлять некоторый терминал пользователя, или другое обособленное оборудование, не соответствующее стандартам Ш-ЦСИО), или вблизи этого интерфейса тем или иным способом реализуются *функции сопряжения* (IWF - interworking functions). Эти функции могут, смотря по обстоятельствам, быть:

- реализованы в специальном устройстве – адаптере,
- функциями преобразования протоколов, выполняемыми уровнем ALL или верхними уровнями (совместно с AAL),
- обеспечены услугами эмуляции тех или иных средств и режимов (например, услугами эмуляции канального режима или эмуляции ЛВС-LAN).

Типичный пример использования для сопряжения двух сетей межсетевого адаптера NA (network adapter) – организация взаимодействия между Ш-ЦСИО и узкополосной ЦСИО (см. рисунок 5.3). Особых пояснений этот пример не требует.

Типичный пример использования функций преобразования протоколов с участием уровня АТМ-адаптации – решение задач сопряжения транспортной сети АТМ с так называемой сетью ретрансляции кадров (FR – frame relay). Как решаются эти задачи, иллюстрирует рисунок 5.4, тоже, по-видимому, не требующий пояснений (смысл использованных на этом рисунке аббревиатур ясен из содержания п.2.3 и из рисунка 2.6).

Некоторых пояснений требует способ сопряжения с использованием услуг эмуляции, например, услуг эмуляции канального режима переноса. Эти услуги могут быть двух типов – неструктурированными и структурированными. Неструктурированная услуга эмуляции канального режима оперирует сразу с целым ИКМ-трактом (например, трактом Е1), так что в АТМ-сети выделяется ресурс, необходимый для переноса информации с постоянной скоростью (CBR) 2 Мбит/с. Структурированная услуга эмуляции “рассматривает” тракт ИКМ как совокупность каналов 64 Кбит/с и оперирует с каждым таким каналом отдельно, так что в АТМ-сети выделяется ресурс для 30 каналов, с CBR 64 Кбит/с каждый, и для двух каналов с переменной скоростью передачи (VBR), один из которых (16-й) служит для передачи сигнальной информации, нужной для управления коммутацией, а второй (0-й) – для служебной информации системы ИКМ. Очевидно, что структурированная услуга обеспечивает более высокое использование ресурсов АТМ-сети, но требует для своей поддержки более сложных IWF.

Сопряжение широкополосной и узкополосной ЦСИО

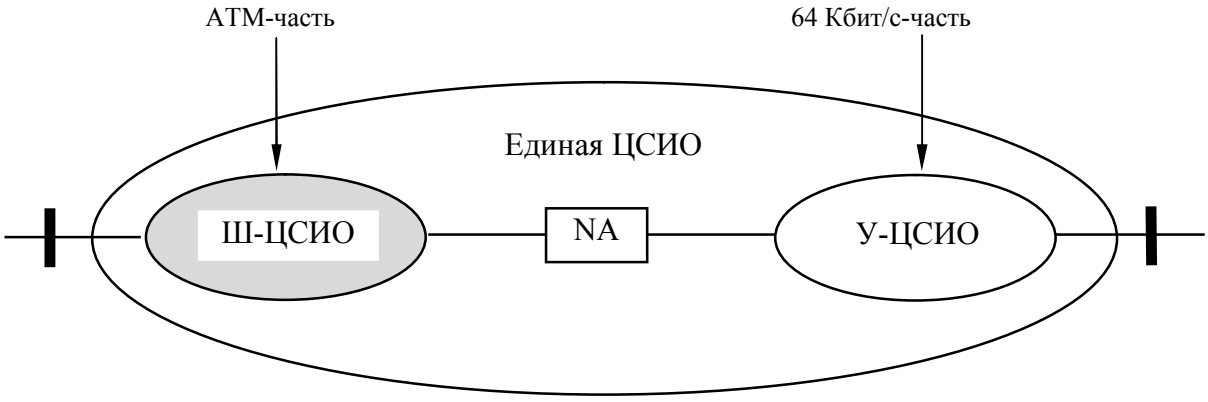


Рис.5.3

Транзит через ATM-сеть
при связи между пользователями FR-сети

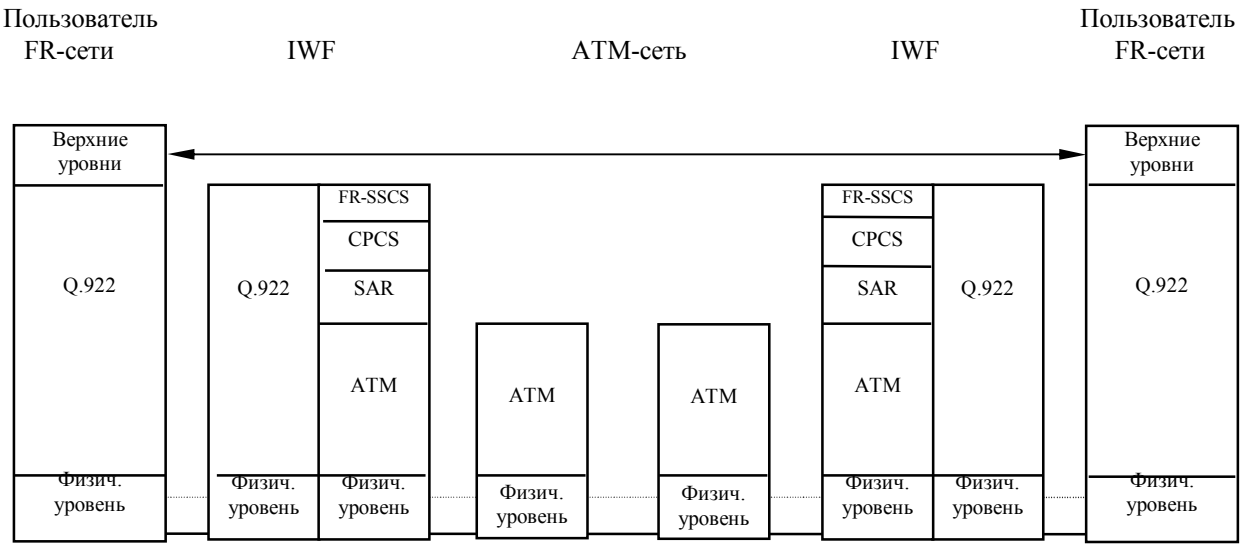


Рис.5.4

Заключение

В работе “Широкополосная цифровая сеть интегрального обслуживания. Общие понятия, терминология и принципы построения” сформулированы основные принципы создания Ш-ЦСИО, которые будут полезны специалистам по исследованию, разработке и проектированию современных телекоммуникационных сетей.

Текст работы основан на Рекомендациях МСЭ серии I, разработанных XI и XIII Исследовательскими Комиссиями МСЭ. Следует учесть, что некоторые Рекомендации, использованные в работе, будут уточняться. Однако это не затронет фундаментальных положений, сформулированных в работе. Представляется целесообразным периодически уточнять текст по мере разработки МСЭ новых версий Рекомендаций по широкополосной ЦСИО и накопления опыта проектирования и практической реализации сетей интегрального обслуживания.

Работа “Широкополосная цифровая сеть интегрального обслуживания. Общие понятия, терминология и принципы построения” имеет самостоятельное значения как документ, определяющий базовые положения по созданию Ш-ЦСИО. Кроме того, работа может рассматриваться как исходный материал для разработки методики проектирования Ш-ЦСИО.

Литература

K.Asatani, T.Okada, M.Kawarazaki, Y.Maeda, K.Yamazaki, H.Ichikawa, S.Kuribayashi, T.Ohba. Introduction to ATM networks and B-ISDN. John Wiley & Sons, 1999.

D.Ginsburg. ATM - solutions for enterprise interworking. Addison-Wesley, 1997.

ITU-T Recommendations, Series I

Примечание

Полные названия и перечень Рекомендаций МСЭ (ITU-T) [3], касающихся широкополосной ЦСИО, приведены в Приложении.

ПРИЛОЖЕНИЕ. Перечень рекомендаций МСЭ по широкополосной ЦСИО

1. I.113. Vocabulary of terms for broadband aspects of ISDN
2. I.121. Broadband aspects of ISDN
3. I.150. B-ISDN asynchronous transfer mode functional characteristics
4. I.211. B-ISDN service aspects
5. I.311. B-ISDN general network aspects
6. I.321. B-ISDN protocol reference model and its application
7. I.327. B-ISDN functional
8. I.356. B-ISDN ATM layer cell transfer performance
9. I.361. B-ISDN ATM layer specification
10. I.362. B-ISDN ATM adaptation layer (AAL) functional description
11. I.363. B-ISDN ATM adaptation layer (AAL) specification
12. I.364. Support of broadband connectionless data service on B-ISDN
13. I.371. Traffic control and congestion control in B-ISDN
14. I.413. B-ISDN user-network interface
15. I.414. Overview of Recommendations on layer 1 for ISDN and B-ISDN customer accesses
16. I.432. B-ISDN user-network interface - Physical layer specification
17. I.580. General arrangements for interworking between B-ISDN and 64 Kb/s based ISDN
18. I.610. B-ISDN operation and maintenance principles and functions.