

Министерство Российской Федерации
по связи и информатизации

Московский технический университет
связи и информатики

Кафедра автоматической электросвязи

О.М. Денисьева, Н.Д. Карпушина

ЦЕНТР ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Основы построения телекоммуникационных систем и сетей

для студентов - заочников
дистанционной формы обучения,
специальность 200900

Москва, 2003 г.

Основы построения телекоммуникационных систем и сетей для студентов 4 курса з/Ф (ОПТС и С)

Лекций - 18 часов

Лабораторные работы - 4 часа

Автор - к.т.н., доцент Денисьева О.М.

ст. преподаватель Карпушина Н.Д.

Литература:

1. Автоматическая коммутация. Под ред. Ивановой О. Н., М., Радио и связь, 1988 г.
2. Информационные сети. В. Г.Олифер, Н. А. Олифер - СПб, Изд-во «Питер», 2000 г.
3. Телекоммуникационные системы и сети. Том 1. Учебное пособие / Крук Б.И., Попантопуло В.Н., Шувалов В.П. - Новосибирск: Сиб. предприятие «Наука» РАН, 1998.
4. Телекоммуникационные системы и сети. Том 2. Учебное пособие / Катунин Г.П., Попантопуло В.Н., Мамчев Г.В., В.П. Шувалов - Новосибирск, ЦЭРИС, 2000.

Лекция № 1

Структура системы электросвязи. Основные понятия

Информация - сведения о предметах, объектах, процессах, явлениях окружающего нас мира. Сообщение - форма представления информации. Сигналом называется физический процесс, отображаемый передаваемое сообщение.

Под телекоммуникационной сетью (сетью связи) понимается совокупность средств электросвязи, обеспечивающих доставку сообщений с помощью электрических сигналов. Указанная совокупность включает также программные средства, обеспечивает пользователям услуги одного или нескольких видов: обмен телефонными, факсимильными, видео сообщениями, данными, файлами, доступ к базам данных (БД) и т. д.

Если телекоммуникационная сеть построена по единым цифровым принципам коммутации и передачи сообщений, то она называется ISDN - Integrated Services Digital Network цифровая сеть с интеграцией служб (ЦСИС).

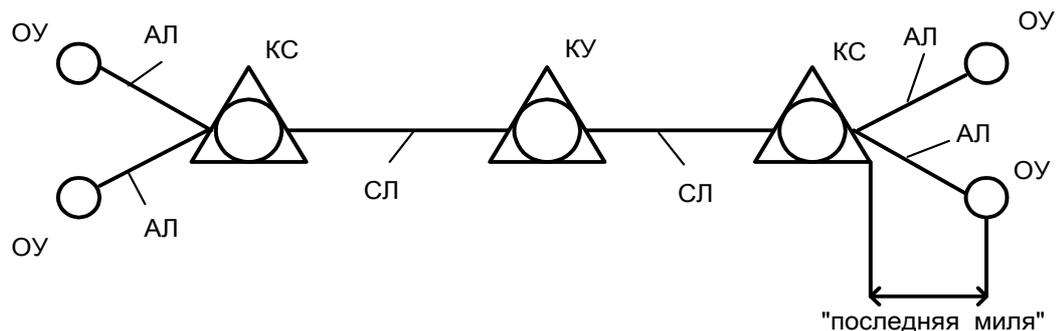
Коммутация - процесс соединения и разъединения линий (каналов), а также переноса сигналов из одного временного интервала в другой (с помощью ЗУ) с целью создания соединительных путей (может быть виртуальных) между оконечными устройствами пользователей сети и / или между источниками и потребителями информации.

Коммутационная станция - совокупность технических средств, предназначенная для коммутации оконечных устройств и соединительных линий.

Коммутационный узел - совокупность технических средств, предназначается для коммутации соединительных линий (трактов, линий связи, каналов), сообщений различного вида, пакетов сигналов. В коммутационный узел оконечные устройства сети не включаются.

Канал передачи - совокупность технических средств и среды распространения, обеспечивающая передачу сигналов в определенной полосе частот или с определенной скоростью.

Оконечное устройство обеспечивает преобразование сообщений в сигналы и обратное преобразование.



Обозначения:

- ОУ - оконечное устройство;
- КС - коммутационная станция;
- КУ - коммутационный узел;
- СЛ - соединительная линия;
- АЛ - абонентская линия.

Рис. 1-1

Типовые каналы передачи:

- аналоговый с полосой частот 0,3-3,4 кГц - канал тональной частоты (ТЧ);
- цифровой со скоростью передачи 64 кбит/с - основной цифровой (ОЦ).

Линия связи - металлические провода или оптические волокна, радиоэфир, образующие направляющую среду для передачи сигналов.

Основная часть (70%) информации передается по телефонным сетям.

Раньше телефонный аппарат (ТА) участвовал только в телефонной передаче, а компьютер выполнял вычислительные функции. Длительное время процесс развития сетей ЭВМ шел по пути использования телефонных сетей общего пользования для передачи сигналов между ЭВМ. Когда объем информации от ЭВМ достиг значительной величины и получили развитие цифровые системы передачи и коммутации, стали широко развиваться ТСС (телекоммуникационные сети и системы).

Для описания ТСС используются следующие понятия:

- архитектура;
- процесс;
- протокол;
- служба

Архитектура представляет собой совокупность следующих компонент: структуру сети; взаимосвязь физических и логических (ПО) компонентов сети; систему правил обмена информацией. Архитектура современных ТС основывается на двух подходах:

- а) фирмы DEC (Digital Equipment Corporation) - в ТС используются компьютеры одного типа;
- б) фирмы IBM - 7 уровневая модель взаимодействия открытых систем (OSI - Open System Interconnection), объединяющая компьютеры разных типов и фирм - производителей.

Процессы передачи информации условно разделяются на 7 уровней (см. далее) по 7 разновидностям процессов. Взаимодействия между процессами в ходе передачи информации регламентируются протоколами. Протокол (в общем случае) - соглашение между двумя объектами о взаимодействии и взаимопонимании.

Характер представляемых сетью услуг характеризуется наличием определенных служб. Службы делятся в зависимости от доступа пользователей на 2 категории.

1-ая: интерактивные (on line)

2-ая: с разветвленным режимом работы (off line).

Интерактивные в свою очередь делятся на 3 класса:

1. Диалоговые (прямая передача информации в реальных масштабах): телефонная связь - всегда, может быть передача данных, конференц-связь речевая и т. д.).
2. С накоплением (с применением средств хранения информации) - электронная почта и т. д.
3. По запросу - извлечение определенной информации из БД и т. д.

Данные - информация, представленная в виде, пригодном для обработки и передачи.

Службы с разветвленным режимом характеризуются передачей информации от одного центрального источника к пользователям, имеющим право на ее получении - телекс, BBS - электронная доска объявлений, передача звукового и ТВ вещания.

В России рынок телекоммуникационных услуг представлен 4,8 тысячами коммерческих сетей, получивших в Минсвязи РФ специальное разрешение - лицензию, дающую право предоставлять услуги пользователям сетей общего пользования на определенной территории.

Доля альтернативных операторов составляет в настоящее время 33 %.

Вопросы к лекции №1

1. Как осуществляется процедура сообщений по телекоммуникационной сети?
2. Что понимается под телекоммуникационной сетью?
3. Какие сети носят название ISDN?
4. Дайте определение понятиям: коммутация, коммутационная станция, коммутационный узел?
5. Укажите основные типы каналов передачи и значение основного параметра канала.
6. Укажите основное назначение оконечного устройства телекоммуникационной сети.
7. Какие понятия используются для описания телекоммуникационных сетей и систем?
8. Какие два основных подхода используются в архитектуре современных ТСС?
9. На какие категории можно разделить службы ТСС?
10. Приведите примеры интерактивных служб.
11. Каково основное свойство служб с разветвленным режимом работы?

Лекция № 2.

Современное состояние связи

Вхождение России в мировое информационное пространство обеспечила магистраль ОАО «Ростелеком». К 1989 г. было построено глобальное информационное кольцо США-Япония (15000 км), США -Франция - Англия (8000 км), Япония - Гибралтар - Англия (120000 км). Для полного завершения замкнутого и повышения его надежности оставался участок Япония - Россия - Западная Европа (ТСЛ - транссибирская линия связи).

Такая магистраль построена к 1996 году «Ростелекомом» без государственного финансирования и состоит из основных участков:

Москва - Санкт-Петербург - Копенгаген (1993, длина 2425 км)

Москва - Новороссийск - Стамбул - Палермо (1995 г., 4200 км);

Япония - Находка (1995 г., длина 900 км - Москва (1994 г., РРЛ, 10400 км)

Общая длина ТСЛ - 10400 км.

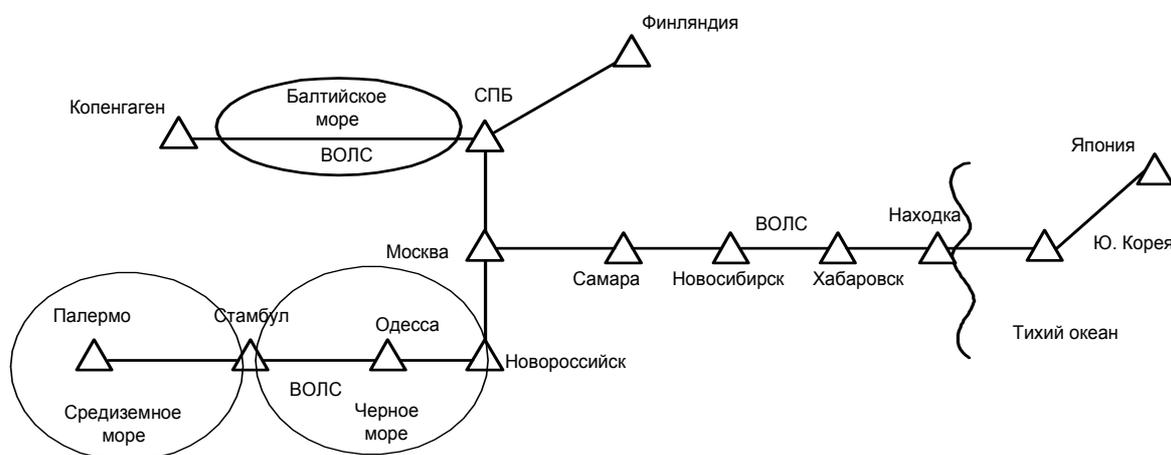


Рис. 2-1

В Копенгагене находится центр европейской связи и через него ТСЛ включается в мировое глобальное кольцо.

Развитие систем передачи идет в направлении увеличения числа каналов (до 12000 каналов) и увеличения длины регенерационных вых участков (до 1000 км).

Подводный оптический кабель содержит:

6-8 стекловолокон в полиэтиленовой оболочке, медную оболочку, по которой осуществляется электропитание регенераторов (через 100 км вмонтированы в кабель).

повив из стальных проволоочек для прочности полимерную защитную оболочку.

Подземный кабель состоит из 8 стекловолокон и пластмассовых оболочек, для прочности - повив из кевларовых стержней.

Кабель полностью диэлектрический, без металла, не подвержен воздействию электромагнитных наводок.

Кабель для ТСЛ содержит 8 волокон, диаметр кабеля 4 см, система передачи ИКМ -7680 (5-го поколения систем передачи), обеспечивает передачу сообщений со скоростью 568 мБит/с, общее число каналов - 30 тыс. Сообщение передается в двоичном виде

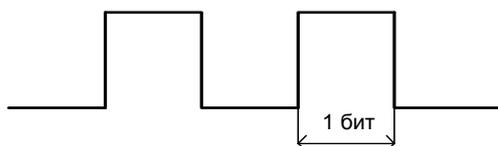


Рис. 2-2

При этом сообщение кодируется; в таком виде по одной магистрали связи можно передавать телефонные сообщения, передачу данных (всевозможные файлы), передачу изображений как неподвижных, так и движущихся, сигналов телевизионного и радиовещания и т.д. При этом для соединения пользователей используются три метода коммутации:

- коммутация каналов - одна из старых видов коммутации, ведет свое происхождение от первых телефонных сетей. Пользователи (абоненты) соединяются соединительным трактом на все время своего сеанса связи, при этом образуется непрерывный канал из последовательно соединенных отдельных канальных участков для прямой передачи информации между оконечными устройствами (для телефонных сетей - телефонными аппаратами).

Перед началом передачи сообщений в этом соединении всегда создается составной канал в процессе установления соединения.

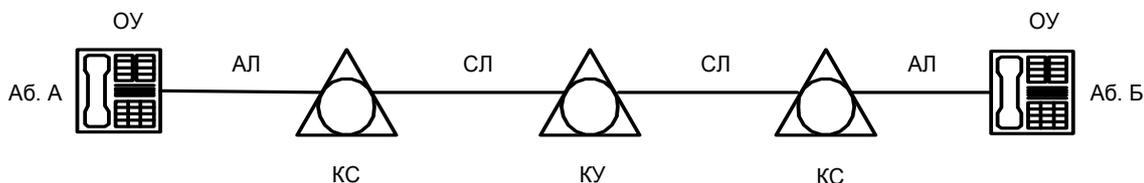


Рис 2-3.

Оконечное устройство подключается к коммутационной станции КС через АЛ (абонентскую линию), которая как бы закреплена за абонентом. КС и коммутационные узлы КУ соединяются СП, которые, как правило, не закреплены за абонентом и могут участвовать в соединении разных абонентов. В КС и КУ происходит коммутация по заданию одного из пользователей.

- коммутация пакетов появилась в 1964 году для эффективной передачи информации от компьютеров и эффективного использования линий связи.

Суть КП – сообщение в дискретном виде (прерывистом, аналоговые сигналы при этом дискретизируются, то есть речевой сигнал передается специальными отчетами): делится на части (сегменты - пакеты), которые имеют свой идентификатор и адрес.

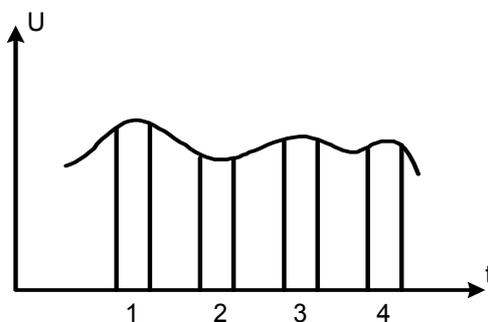


Рис.2-4

При передаче пакеты одного сообщения могут передаваться по разным путям (маршрутам, там, где в данный момент времени есть свободные временные промежутки для передачи информации. Если пакеты передаются независимо друг от друга, то такой режим называется дейтограммным, если перед началом передачи пакетов определяется маршрут, то говорят, что передача осуществляется по виртуальному каналу. На приемном конце из пакетов собирается сообщение. Длина пакетов обычно 512-2048 Бит.

В современных условиях под **коммутацией сообщений** понимается передача блока данных (информация в виде, пригодном для обработки) между транзитными компьютерами с временной буферизацией этого блока на диске каждого компьютера (в режиме off line).



Рис. 2-5

Исторически коммутация сообщений появилась в телеграфных сетях, где телеграммы передавались транзитом.

Наиболее перспективной, по оценкам специалистов, в настоящее время считается КП

Вопросы к лекции №2.

1. Какая компания занимает ведущее место по введению России в мировое информационное пространство?
2. Где находится центр Европейской связи?
3. Что такое ТСЛ?
4. Каковы особенности структуры подводного оптического кабеля?
5. Каковы особенности структуры подземного оптического кабеля?
6. В каком виде передается сообщение?
7. Каким образом осуществляется КК?
8. В чем отличие АЛ и СЛ?
9. Каким образом осуществляется КП?
10. Какие режимы КП существуют?
11. Что понимается под коммутацией сообщений?

Лекция № 3.

Системы коммутации (исторический обзор).

Около 70% сообщений в мире передается по телефонным сетям, которые являются наиболее протяженными и разветвленными. Общая емкость телефонных сетей России - 30 млн. номеров, из них 15, 3 млн. включены в координатные (АТСК) (50%), 20% - в декадно-шаговые (АТСДШ) и 30 % в электронные (АТСЭ).

Телефон был изобретен в 1875 году в США в г. Бостоне инженером Александром Грехэмом Беллом (патент был получен в 1876 году). В 1978 году в США в г. Нью-Хевен была открыта первая телефонная станция (ручная). В 1882 году в Петербурге, Киеве, Москве, Варшаве (входила в состав Российской империи), Одессе, Риге - первые отечественные телефонные станции.

На разных этапах развития телефонной связи были созданы разные типы автоматических систем коммутации.

К АТС первого поколения относится ТС с непосредственным управлением (АТС машинной системы, АТСДШ), основанные на применении электромеханических приборов, каждый из которых имеет собственное управляющее устройство. Подобные АТС обладают существенными недостатками, к которым прежде всего следует отнести необходимость постоянного присутствия обслуживающего персонала для наблюдения.

В 1926 году на заводе «Красная Заря» в Санкт-Петербурге было организовано производство АТС машинной системы, за аналог была взята АТС шведской фирмы Эрикссон. Выпуск АТС продолжался до 1941 года, всего было выпущено АТС емкостью 300 тыс. номеров.

Характерной особенностью этих АТС большой искатель на 500 выходов, который управляется с помощью машинного привода. Щетки этого искателя производили 2 движения: круговое и радиальные в процессе установления соединения.

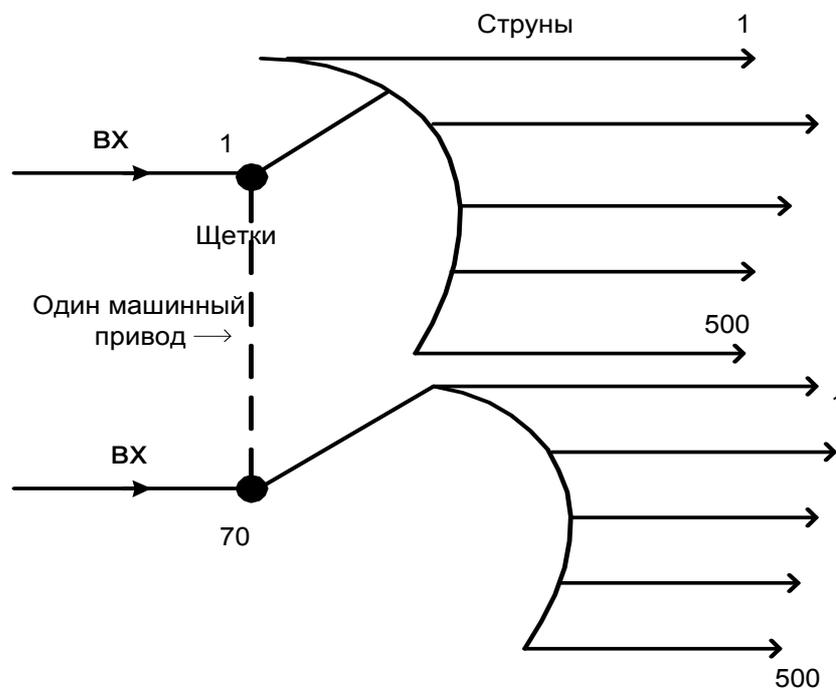


Рис 3-1.

Выходы разделены на 25 комплектов (групп) по 20 выходов в комплекте.

Сначала выбирается комплект (в круговом движении), а затем (в радиальном) требуемый выход.

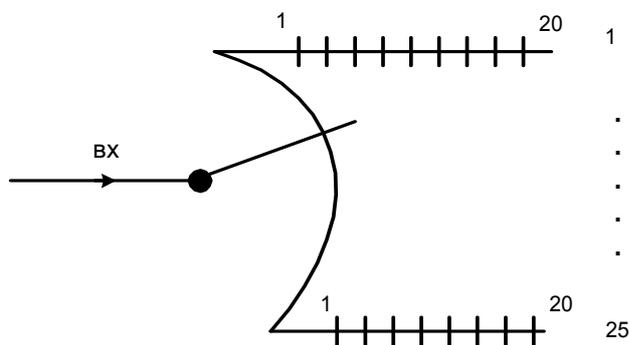


Рис. 3-2

Недостаток - оборудование громоздко и ненадежно. Оборудование питалось от напряжения 48 В (+/-4 В), последующие АТС - от 60 В.

В 1947 году была разработана АТС-ДШ (АТС-47), за аналог была взята АТС фирмы «Сименс-Гальске», Германия.

АТС получила свое название из-за десятичной системы счета (нумерации) выходов контактного поля искателя, а название «шаговая» из-за шагового характера движения щеток искателя (ДШИ).

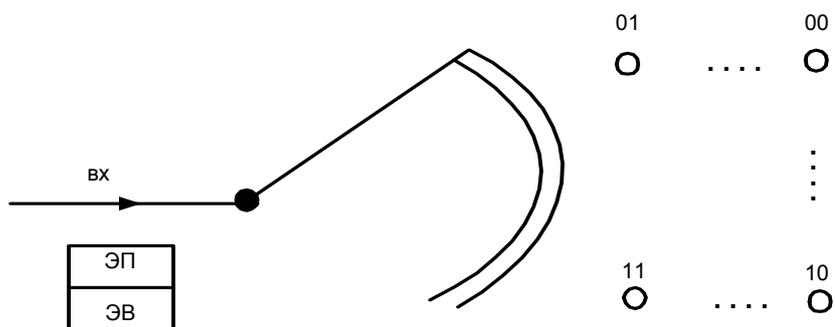


Рис. 3-3.

Недостатки АТС_ДШ:

- наличие подвижных и трущихся частей приводит к необходимости частого регулирования и быстрому износу, кроме того это приводит к шумам в разговорном тракте;
- большое время установления соединения (< 40-50 шагов в с);
- сложная маршрутизация.

Следующее поколение АТС - координатные (тоже электромеханические).

Первый координатный соединитель был изобретен в Швеции, тогда он назывался «Кроссбар» - пересекающиеся шины, в отечественных системах соединитель получил название многократный координатный соединитель (МКС).

Пакеты контактных групп расположены по прямой координатной сетке, оборудованной вертикальными и горизонтальными рейками.

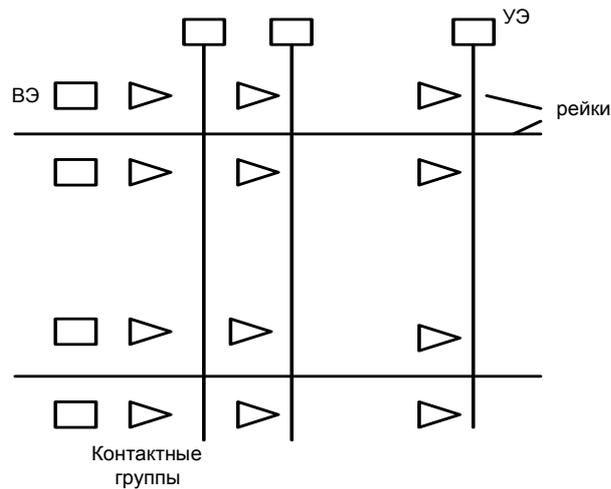


Рис. 3-4.

При повороте определенных горизонтальных и вертикальных реек замыкаются контакты той группы, которая расположена на их пересечении. Т.о. для управления сотней контактных групп в МКС достаточно иметь 20 электромагнитов (10 - для управления вертикальными рейками, 10 - горизонтальными). Для замыкания контактов одной группы достаточно, чтобы сработало один из ВЭ (выбирающих электромагнитов), поворачивающих горизонтальные рейки, а затем удерживающий электромагнит УЭ, контакты остаются замкнутыми до тех пор, пока УЭ не отпустит.

АТСК (второе поколение АТС) получили распространение не сразу после изобретения координатного соединения, потому что он оказался дороже АТС ДШ (точка коммутации дороже в 1,5 - 2 раза).

Только с разработкой групповых управляющих устройств (регистров и маркеров) была построена первая АТСК в Швеции в 1924 - 1926 гг. емкостью 4000 номеров.

Достоинства:

более надежная АТС;

высокое качество контакта (контакт давления, не вращение, поэтому применяется серебряное покрытие).

Недостатки:

невысокая скорость передачи информации;

отсутствие ДВО и т.д.

Вопросы к лекции №3

1. Какова емкость и структура поля искателя машинной АТС?
2. Откуда получила свое название декадно-шаговая АТС?
3. Каково напряжение источников электропитания для АТС?
4. Перечислите недостатки АТС ДШ.
5. Опишите принцип действия координатного соединителя.
6. Какие основные электромагниты используются для установления соединения в координатном соединителе?
7. Перечислите достоинства АТСК.
8. Каковы недостатки АТСК?

Лекция № 4.

Современные системы коммутации

Изобретение полупроводниковых приборов, внедрение электроники и вычислительной техники привело к качественному скачку в автоматической коммутации.

С 60-ых годов началась разработка новых систем АТС.

1. Разработаны квазиэлектронные АТСКЭ, в которых коммутационные приборы механические (квазиэлектронные), то есть быстродействующие механические реле с герметизированными контактами - «герконами», а управляющие устройства (УУ) - электронные на компонентах вычислительной техники.

Недостаток - наличие механических компонентов.

2. Замена механических компонентов электронными.

Сначала этот путь оказался неудачным, так как не удавалось найти равноценного электронного эквивалента для механического контакта ЭК: сопротивление ЭК в разомкнутом состоянии не равно бесконечности и существует эл. связь между входом и выходом ЭК (ЭК - электронный контакт, может быть построен на транзисторе и / или диоде).

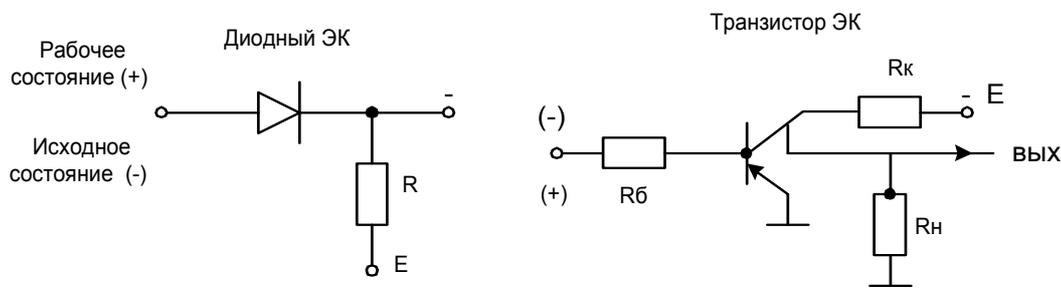


Рис 4-1.

Были разработаны электронные АТС (АТСЭ):

- пространственного типа;
- с временным разделением каналов.

Первый тип АТС - аналог электромеханической АТС, не получил распространения из-за плохого качества электронного контакта при пространственном разделении каналов. Второй оказался перспективным; ВРК (временное разделение каналов) используется в современных АТС.

В АТСЭ - информация от различных источников поступает в общую цепь коммутационного поля, не непрерывно, а в виде импульсных последовательностей с определенным сдвигом во времени.

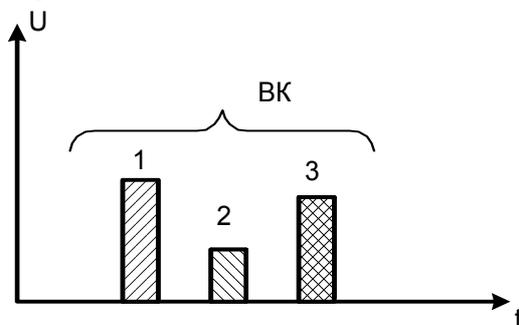


Рис. 4-2.

Импульсы плохо передаются по линиям связи - сильно искажаются, поэтому были разработаны спец. методы.

В зависимости от способа передачи речевых сообщений во временном канале (ВК) были разработаны АТС:

- с аналоговыми методами импульсной модуляции
- с цифровыми.

АТС первого типа (с АИМ, с ШИМ – широтно - импульсной модуляцией. С ВИМ - время-импульсной модуляцией) не нашли широкого применения. АТС второго типа - составляют большинство современных АТС (с ИКМ или дельта- модуляцией).

Теоретические основы цифровой коммутации были сформированы еще в 30-ых годах, однако широкое внедрение систем с ИКМ началось в 60-ые годы с началом производства микросхем.

ИКМ - преобразование аналоговых сигналов заключается в 3-х процедурах: дискретизация (вырезка дискретных значений из непрерывного аналогового сигнала), квантование (округление амплитуды каждого дискретного значения) и кодирование этих значений амплитуды с помощью двоичного кода.

В качестве стандартной МККТТ (ITU-T International Telecommunication Union - МСЭ - Международный союз Электросвязи) рекомендует ИКМ систему: число импульсных каналов=32, частота дискретизации $f=8$ кГц, период дискретизации $T=125$ мкс; ($vk=3.92$ мкс, значение амплитуды кодируется 8 элементами кода. Дискретизация



Рис. 4-3

МСЭ (ITU) - в современном виде создан в 1957 году по решению ООН с целью согласования деятельности стран в области связи.

Только электронные контакты могут работать (замыкаться и размыкаться) с такими высокими скоростями.

Передача и коммутация сигналов в едином цифровом виде позволили передавать через единые системы коммутации сообщения разных видов (телефония, передача всевозможных данных, изображений и т. д.). Это создало предпосылки для миграции всех видов связи в единую ЦСИС (ISDN - Integrated Services Digital Network) на основе единых средств связи и абонентских линий. Цифровой поток 144 кбит/с при 2 Мбит/с доводится до абонентов. У абонента (пользователя) при этом может быть до 18 различных окончных устройств: (ТА, ПЭВМ, ЛВС, УАТС, факс и т. д.) Информация от этих устройств при этом может передаваться по АЛ одновременно.

Вопросы к лекции №4

1. Какова особенность структуры АТСКЭ?
2. Какой основной недостаток АТСК?
3. почему не получили распространение АТСЭ пространственного типа?
4. В чем суть временного разделения каналов?
5. из каких основных процедур состоит ИКМ - преобразование аналоговых сигналов?
6. Каковы основные параметры системы ИКМ, рекомендованной МСЭ?
7. Какая скорость цифрового потока может использоваться на абонентских линиях ЦСИС?
8. Какое число оконечных устройств может иметься у абонента ЦСИС?

Лекция №5

Принципы построения сетей связи.

В стране функционирует ВСС – Взаимоувязанная сеть связи (комплекс технологически сопряженных сетей электросвязи на территории РФ, обеспеченный общим централизованным управлением, то есть сеть связи, согласованная и функционирующая по одним правилам, обеспечивающая передачу всех видов информационных сообщений). 60% каналов ВСС – цифровые. При этом должны соблюдаться два принципа: 1) использование единого комплекса технических средств для передачи всех видов сообщений; 2) все операторы (юридические лица – предприятия, получившие лицензии Минсвязи, дающие право оказывать услуги связи на коммерческой основе) должны использовать типовые средства связи.

Основой ВСС является т.н. первичная сеть, – совокупность типовых каналов передачи и трактов, которые получены с помощью системы передачи (аналоговых и цифровых), путем уплотнения транспортной среды (кабелей с медными жилами, волоконно-оптических кабелей или эфира).

Каналы и тракты используются для передачи сообщений определенного вида, т. е. для вторичных сетей (телефонной, телеграфной, передачи данных, радиовещания, телевидения, и т.д.)

Рассмотрим построение телефонной сети общего пользования (ТфОП) как самой распространенной, т. е. основной. ТфОП состоит из зональных телефонных сетей и междугородных телефонных сетей.

Телефонная зона – часть территории страны, на которой все абоненты должны иметь единую нумерацию (семизначную). Территория зоны, определяемая с учетом административного деления (область, крупный город – Москва, Санкт-Петербург), внутри зоны должен замыкаться значительный объем информации; в зоне должна быть автоматическая междугородная станция (АМТС). В РФ 89 зон нумерации.

Зональная телефонная сеть состоит из местных сетей (городских ГТС и сельских СТС) и внутризональных сетей, связывающих эти местные сети, через АМТС зоны. Междугородная телефонная связь между различными телефонными зонами осуществляется через АМТС этих зон и узлы автоматической коммутации (УАК). Международная связь осуществляется через международную АТС или международный центр коммутации.

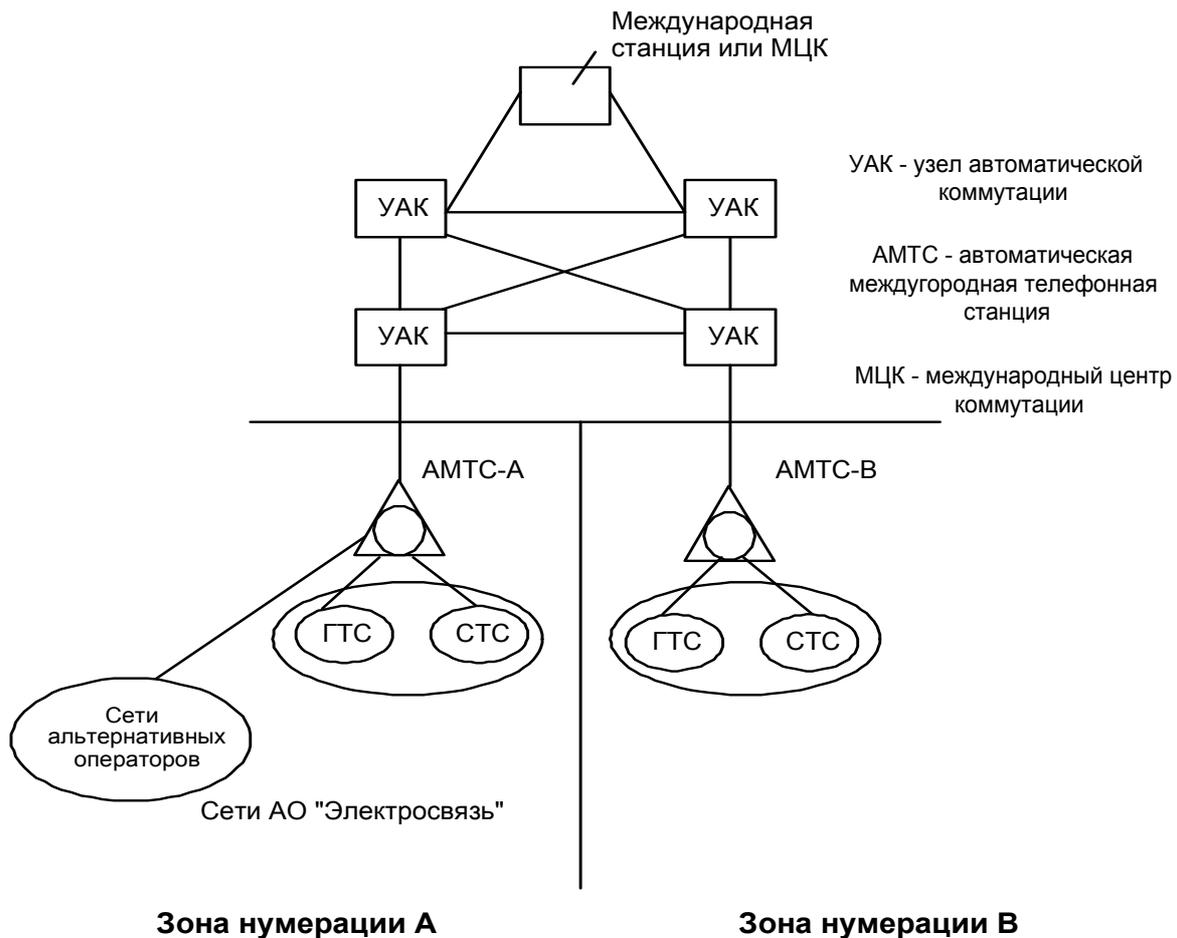


Рис. 5-1

В состав ГТС входят районные АТС (РАТС) и узлы входящих (УВС) и исходящих (УИС) сообщений. В состав СТС входят ЦС (центральные) – в райцентре, УС (узловые) и ОС (оконечные) станции в любых небольших населенных пунктах.

ТФОП по заданию абонента (пользователя) посредством одного из оконечных устройств (ТА, компьютера с модемом – устройством согласующим компьютер и линии связи – факсимильным аппаратом, факс–модем и т.д.) обеспечивает соединение двух (или более) оконечных устройств через канал (каналы) электросвязи для осуществления местной, зонавой, междугородной и международной связей.

В 90-х годах развитие сетей связи ускорилось, появились новые возможности для абонентов телефонных сетей. В настоящее время появились новые сетевые приложения, новые системы для средств мультимедиа и передачи данных, увеличилась мобильность абонентов и т.д. Условно это можно показать так.

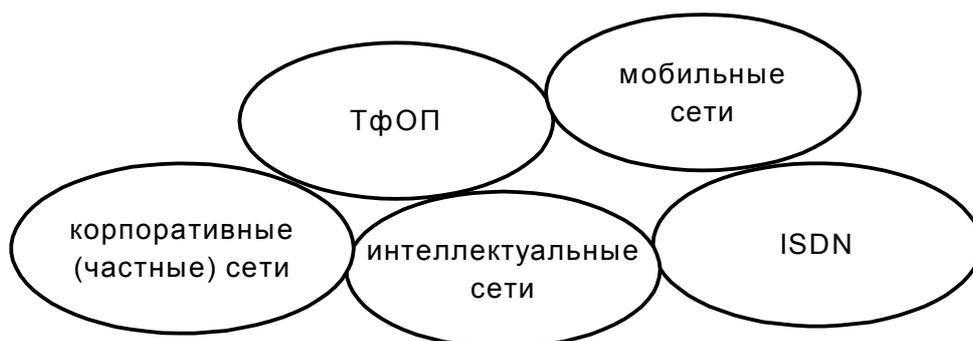


Рис. 5-2

Мобильные сети (сети связи с подвижными абонентами), основной услугой которых является предоставляемая абоненту мобильная телефония, один из наиболее быстро развивающихся.

Мобильные сети имеют в основном сотовое построение (будет рассмотрено далее).

Интеллектуальные сети ИС – сети, на которых применяются интеллектуальные технологии обработки запросов пользователей на выполнение тех или иных услуг. В таких сетях широко используются базы данных и знаний, экспертные вычислительные системы и другие элементы искусственного интеллекта. При этом следует отметить, что доступ к услугам ИС могут получать пользователи, включенные в любые системы АТС.

Услуги ИС (примеры):

1. Универсальный номер («персональный номер») – используется в любом месте страны и в независимости от того на какой местной телефонной сети находится пользователь (с какого оконечного устройства посылается вызов).
2. Телеголосование.
3. Виртуальная сеть – для организаций и предприятий, отдельные части которых расположены в разных местах, вводится единая сокращенная нумерация и др.

Вопросы к лекции №5

1. Что такое ВСС?
2. Какие основные принципы должны использоваться на ВСС?
3. Что является основой ВСС?
4. Что представляет собой вторичная сеть?
5. Что представляет собой телефонная зона?
6. Какие сети относятся к местным телефонным сетям?
7. Для чего используется внутризональная сеть?
8. Каково назначение АМТС?
9. Для чего используются УАК?
10. Какие коммутационные структуры входят в состав ГТС? СТС?
11. Перечислите сетевые приложения дающие новые возможности для абонентов телефонных сетей.
12. Для чего создаются ИС?
13. Приведите примеры основных услуг ИС.

Лекция №6.

Компьютерные сети.

Первые компьютеры пятидесятых годов занимали целые здания и предназначались для небольшого числа избранных пользователей. При удешевлении компьютеров начали развиваться в 60-х годах интерактивные многотерминальные системы с разделением времени.

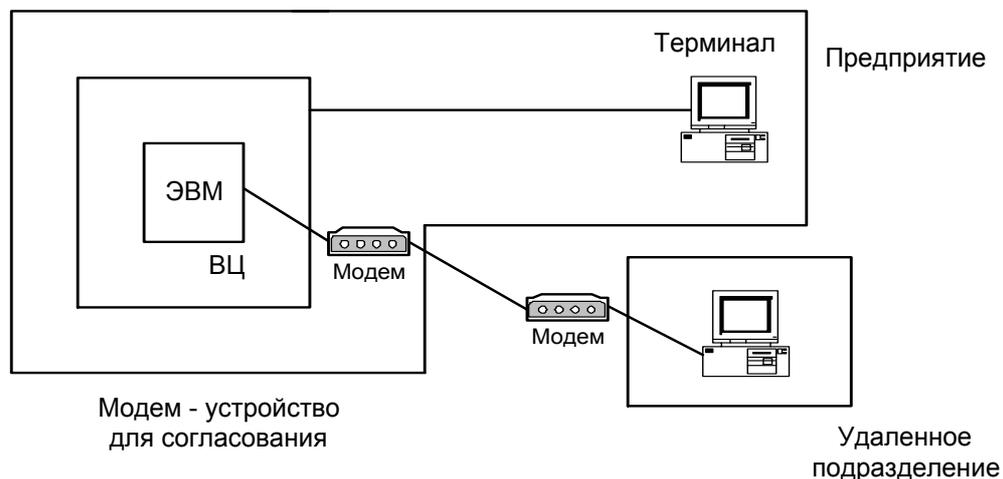


Рис6-1.

Каждый пользователь с терминала мог вести с ЭВМ диалог, не замечая параллельной работы других пользователей. При этом ЭВМ как бы разделялась между пользователями.

Затем появились связи ЭВМ – ЭВМ, когда ЭВМ получили возможность обмениваться данными в автоматическом режиме.

В начале 70-х годов появились БИС, имеющие небольшую стоимость. Десяток мини-ЭВМ выполнял задачи быстрее одной большой ЭВМ и стоимость их была сравнительно мала.

В 80-х годах были утверждены стандартные технологии для объединения компьютеров в сети – Ethernet, Arcnet, TokenRing.

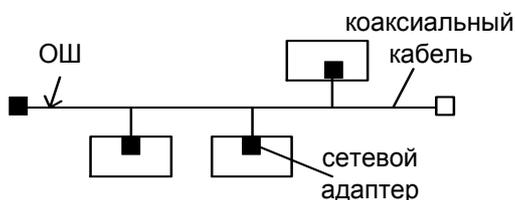


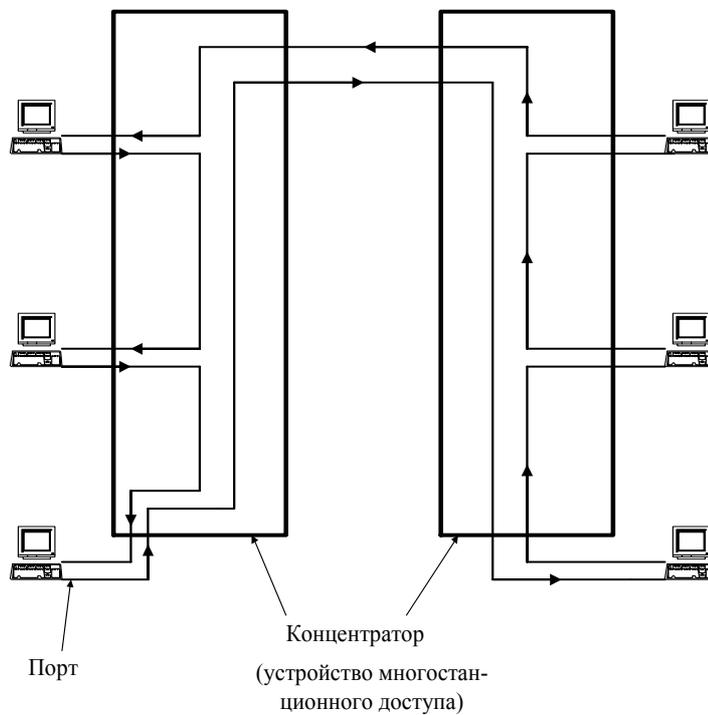
Рис. 6-2

Скорость передачи в ОШ (общей шине) – 10Мбит в секунду.

Сеть Ethernet использует случайный метод доступа: компьютер начинает передачу, если сеть (ОШ) свободна, при этом он передает сообщение – кадр, имеющий адрес

получателя и отправителя. При попадании этого кадра в ОШ все компьютеры его принимают и сравнивают адрес получателя в кадре со своим. При совпадении компьютер–адресат этот кадр помещает во внутренний буфер. Это сеть одна из самых экономичных: нужен кабель и сетевые адаптеры.

Название Ethernet – эфирная сеть – первая сеть такого доступа была радиосетью ALOHA Гавайского университета (США).



Конфигурация Token Ring (фирма IBM)

Рис. 6-3.

Концентратор обеспечивает обход порта компьютера, если тот выключен. Доступ к такой сети – маркерный. По сети циркулирует кадр – маркер, компьютер – рабочая станция (PC), которая имеет данные для передачи изымает маркер из сети и на его место вставляет свою информацию. Данные в сети движутся по кругу, все PC ретранслируют побитно все сообщения в сети, распознав свое сообщение PC записывает его в свой внутренний буфер.

Сеть Ethernet имеет шинную структуру, которая является самой дешевой, но и самой ненадежной.

Сеть Token Ring имеет кольцевую структуру - самую надежную.

Крупные сети могут иметь смешанную топологию.

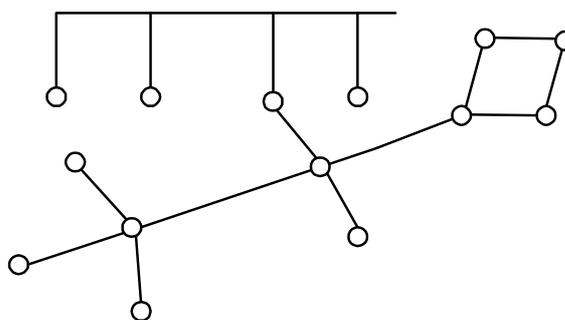


Рис. 6-4.

Сети, сосредоточенные на территории менее двух километров, называются местные LOCAL AREA NET LAN; в пределах города, городские, METROPOLITAN AREA NETWORKS – MAN, находящиеся в других городах – WAN (Wide Area Networks); глобальные: LAN предоставляют, как правило, широкий набор услуг: обмен файлами, факсовыми сообщениями, доступ к БД, электронная почта, e-mail и т.д.

WAN – передачу файлов из удаленных серверов без предварительного просмотра их содержания.

Сервер – это компьютер, выполняющий определенные функции по запросам других компьютеров сети (to serve – обслуживать).

Часто в компьютерных сетях выполняется распределенная программа, каждая часть которой выполняет отдельный процессор.

Для организации взаимодействия между устройствами в сети в 1983 году МККТТ и международной организации по стандартизации были приняты эталонная модель ВОС (взаимодействие открытых систем OSI (Open System Interconnection)). В этой модели программные и аппаратные средства делятся на семь уровней прикладной (7-ой), представительный, сеансовый, транспортный, сетевой, канальный и физический (1-ый уровень).

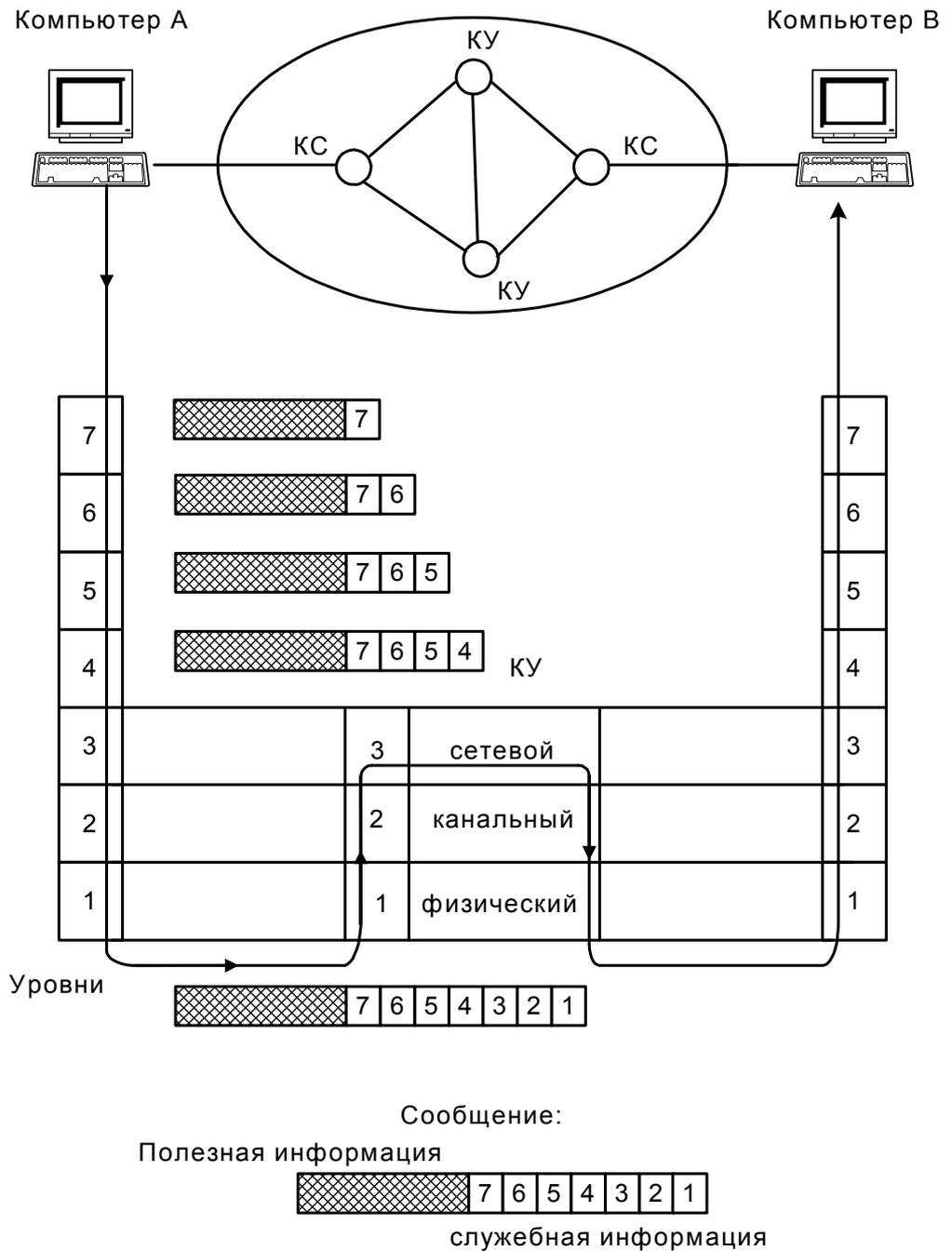


Рис. 6-5.

Семиуровневая модель состоит из двух частей: первый, второй и третий уровни касаются сети связи – данные, передаваемые по сети, должны поступать своевременно и по назначению и в правильном порядке для восстановления на приемном конце; 4, 5, 6 и 7 уровни предназначены для правильного распознаванию данных. Полное описание модели ВОС занимает около тысячи страниц.

Вопросы к лекции №6

1. Какие основные технологии используются для объединения компьютеров в сети?
2. Какой метод доступа к сети используется в технологии Ethernet Token Ring?
3. Какую структуру имеют сети технологии Ethernet Token Ring?
4. Дайте определение LAN, MAN, WAN.
5. Какие услуги предоставляются LAN?
6. Что такое сервер?
7. Для чего принята эталонная модель ВОС?
8. Сколько уровней по выполненным процессам содержит модель ВОС?
9. Какие уровни относятся к организации сети связи?
10. какие уровни относятся к системе пользователя?

Лекция №7.

Международные (мировые) компьютерные сети.

Эти сети в настоящее время представляют собой новую технологию связи, а также как бы новую среду обитания, развития информации в электронном виде, хранения ее и ее переработки. Различают два вида информационно-телекоммуникационных услуг:

1. компьютеризированная межперсональная коммуникация (включает электронную почту ЭП, телеконференция и т.д.). ЭП – самая распространенная услуга делится на: 1) простую (один-один), 2) почтовые системы (один-ко-многим), 3) телеконференции (многие-ко-многим).

2. Услуги удаленного доступа к ресурсам (включают доступ к базам данных, удаленное решение задач и т.д.).

Различают универсальные и специализированные компьютерные сети, например, банковские S.W.I.F.T., биржевые, торговые в стандарте EDIFACT, министерства гражданской авиации «Сирена», министерства путей сообщения «Экспресс» и др.

Электронная почта ЭП – самая распространенная услуга, работает в стандарте X.400 МККТТ (МСЭ) (пользователь может формировать, редактировать, хранить, отправлять сообщение с уведомлением о доставке, и т.п.).

Самые крупные и известные сети в России – сеть фирмы Global One (фрагмент глобальной сети Sprint, в России свыше 5 тысяч пользователей), а также Demos, CITYLINE, GlasNet, РОСНЕТ, Ситек, Sovam Teleport – обеспечивают международную передачу электронной почты и доступ к зарубежным информационным ресурсам глобальной компьютерной сети Интернет.

Сеть типа ТСП/IP (Интернет)

Сети этого типа работают по аналоговым (телефонным) каналам. При этом для подключения компьютера к телефонной сети необходим модем (устройство преобразования цифровых данных от компьютера в аналоговые сигналы, передаваемые по линиям связи). Сети этого типа – сети с КП и дейтаграммным режимом. Компьютеры пользователей должны быть соединены с узлом коммутации.

Информация с компьютера пользователя комплектуется в последовательность пакетов. Максимальный размер пакета – 576 байт, в пакете имеется адресная часть, по адресу узел коммутации пакетов рассылает пакеты. В сети деньги с пользователя берутся за количество переданной или полученной информации или за длительность работы в сети.

Сеть функционирует на основе специального Internet Protocol – (IP – сети).

Российская IP-сеть имеет доступ к европейской сети EUnet (узел этой сети MCSUN находится в Амстердаме, имеет межсетевой шлюз-интерфейс с сетью UUnet в США, который имеет доступ ко всем IP-сетям в мире). Количество подключенных компьютеров к IP в России в 1999 около 2-х миллионов и увеличивается в полтора раза каждый год.

Уточним понятие IP-сети, под Интернет понимается совокупность сетей, поддерживающих протоколы IP, (и закрытые сети тоже, т.е. сети, которые имеют закрытый шлюз – Secure Internet Gateway).

Для адресации применяется т.н. адресное пространство, – причем в имени может быть произвольное количество составных частей.

Сеть Интернет образовалась в 1982 году из сети министерства обороны США – ARPANET, в настоящее время Интернет объединяет около 11 тыс. сетей в мире в 111

странах (из них свыше 2 тысяч в США). Абонентская плата в месяц (в коммерческих IP сетях) около 20 долларов (по зарубежным источникам). Доход от подключения к сети может колебаться в пределах \$1000-25000 в месяц; в сети существует запрет на передачу религиозной и военной информации.

Правила сетевой адресации

Сообщение ЭП (текстовый файл) должно содержать адрес и собственный текст. Заголовок должен содержать адреса отправителя и получателя, дату и тему письма. Все эти реквизиты называются полями.

Используется два типа адресации:

1. явная адресация UUCP (UNIX-TO-UNIX Communication Protocol) Этот тип присущ UNIX-системам.
2. доменная адресация (Domain name Service), – присущ сетям типа ARPANET.

В первом случае маршрут к требуемому адресату задается перечислением имен машин, через которую последовательно передается сообщение. В качестве разделителей имен машин знак «!». Последними именами в этой последовательности является имя пользователя на последней указанной машине:

... Site!computer!user

site – имя узловой машины (или имени)

computer – имя машины пользователя, в качестве имени машины может быть указан телефонный номер.

user – сетевое имя пользователя.

Маршрут определяется из специальных таблиц маршрутизации. Адресация uucp имеет недостатки:

1. маршрут может быть весьма неоптимальным;
2. в цепочке маршрутов какая либо машина может временно не работать.

В доменной адресации каждый корреспондент получает сетевой адрес, который состоит из двух частей: идентификатора (userid) пользователя, идентификатора узла (nodeid); части при этом разделены символом «@»:

[userid@nodeid](#)

userid должен быть один для узла.

nodeid – текстовая строка, состоящая из доменов, разделенных «.» (точкой):

subdomain2.subdomain1

Адрес читается справа налево. Поддомены, расположены левее домена верхнего уровня последовательно уточняют положение адресата внутри этого домена. Каждая страна имеет свой двухбуквенный домен: Россия - ru, Украина – ua и т.п. Используемое в последнее время название РУНЕТ обозначает Российский фрагмент сети Интернет .

Кроме географических доменов широко используются следующие обозначения:

.com – коммерческие организации – например, microsoft.com, aol.com - (фирма AOL (США) – крупнейший провайдер-оператор Интернет, имеет ежегодную прибыль около 30 млрд. Долларов).

.edu – образовательные – edu.lv,

.gov – правительственные организации – gov.ptti.ru,

.org – некоммерческие организации (бесприбыльные) – fidonet.org,

.net – для сетевых организаций – mtu.net.

Например, адрес E-mail: abc@glasnet.ru, означает:

abc – имя, которое выбирает пользователь при заключении договора с провайдером (оператором) Интернет,
glasnet - название узла, которое выделено данному оператору Российским научно-исследовательским институтом развития общественных связей (РосНИИРОС). РосНИИРОС следит за регистрацией доменной системы адресации.

Распределением доменных адресов верхнего уровня занимается специальная служба DNS (Domain Name Service), состоящая из 13 серверов, расположенных в США. Домены назначаются в соответствии с международным стандартом МЭС (ISO) ISO 3166.

Процесс передачи сообщений ЭП

Существует два механизма передачи:

1. uicr - пакетный режим – off line. Письмо передаются по сети от узла к узлу (возможны задержки в передаче письма).
2. IP с доменной адресацией (on line): на время передачи создается виртуальный канал между машиной отправителем и машиной получателем и письмо посылается за несколько секунд. Это способ – основной в IP, а uicr - вспомогательный.

Обычно алгоритм работы программы адресации (маршрутизации) такой: сначала программа пытается отправить письмо по IP-схеме немедленно (on line). Если это не получилось, то сообщение попадает в очередь, время его задержки зависит от загрузки отправляющей машины. В основном причиной попадания сообщения в очередь является неудача в установлении связи с узлом назначения. Обычно время передачи по uicr равно 5-10 минут. Сообщения из сети, не являющейся IP, в сеть Интернет должны передаваться через устройство-шлюз, где сборщик/разборщик пакетов будет преобразовывать сообщения в формат для IP-сетей для дальнейшей маршрутизации.

Интернет в России начали несколько групп программистов из закрытых НИИ. Две из них самые «продвинутые» объединились в начале перестройки и создали кооператив «Демос». СССР к всемирной паутине WWW (World Wide Web) присоединился в 1990 году. Уже тогда сеть охватывала 122 города. Сегодня самое перспективное направление развития Интернет – электронный бизнес «электронный торговый ряд» - электронные магазины, «домашний банк» - всевозможные платежи.

Вопросы к лекции №5

1. Какие различают виды информационно-телекоммуникационных услуг?
2. Какие существуют виды специализированных компьютерных сетей?
3. Как называется самая распространенная услуга компьютерных сетей?
4. К какому типу сетей относится Интернет?
5. Что означает название Интернет?
6. В каком году образовалась сеть Интернет?
7. Какие типы адресации используются?
8. В чем особенности доменной адресации?
9. Какие существуют механизмы передачи?
10. Каково время передачи сообщения в режиме «off line»?

Такие сети представляют из себя сеть с КП, узел обеспечивает маршрутизацию потоков данных и взаимодействие с сетями других операторов. Сеть обычно организуется в архитектуре открытых систем для успешного сопряжения с другими сетями.

Пользователям присваивается уникальный адрес, служба DNS устанавливает соответствие между адресами пользователями и IP адресами узлов сети Интернет на основании создаваемых администраторами сетей таблиц. Существует три класса IP-адресов сетей: А – большие сети, В – средние, С – малые, например,



Рис.8-2.

В настоящее время большим спросом пользуется услуга IP-телефонии – передача телефонных разговоров по сети Интернет. Основным элементом для этого является сервер доступа, который преобразовывает аналоговые речевые сигналы в цифровую последовательность, организует из этих последовательностей пакеты сети Интернет. Оконечным устройством у пользователя может быть обычный телефонный аппарат или терминал на базе компьютера, оборудованного голосовой платой, микрофоном и звуковыми колонками. Для обеспечения доступа пользователей к услуге оператор должен иметь серийный номер городской телефонной сети.

По этому телефонному номеру пользователь подключается к серверу доступа на узле оператора и после прослушивания информационного сообщения узла сообщает свой идентификатор-номер и номер требуемого абонента (путем набора номера в тональном режиме). Сервер идентификации на узле производит проверку идентификационного номера и передает серверу доступа IP адреса требуемого узла, через который будет установлено требуемое соединение.

Сервер доступа передает удаленному серверу телефонный номер требуемого абонента. Когда вызываемый абонент снимает трубку со своего телефонного аппарата, вызывающий сервер оцифровывает сигнал от вызывающего пользователя, сжимает его, вставляет в IP пакеты и отправляет по назначению. Удаленный сервер, принимающий пакеты осуществляет обратное преобразование. Оба процесса преобразования телефонных сигналов и пакетов происходит одновременно, что позволяет вести телефонный разговор.

Среди популярных услуг ТС можно отметить пейджинговую связь (Pager – абонентский приемник системы поискового персонального радиовызова). Первые пейджеры появились в стране в 1980 году. Связь работает следующим образом: желающий послать сообщение звонит по ТфОП оператору, называет номер требуемого пользователя и диктует текст, который с компьютера оператора поступает на радиопередатчик и оттуда на приемник пользователя..

В конце 80-х годов начали создаваться глобальные системы спутниковой связи (IRIDIUM, GlobalStar и др.). В мире в настоящее время развивается глобальная спутниковая система позиционирования GPS, которая позволяет во время движения машины определить ее координаты. Специальный приемник (размером с пачку сигарет) принимает сигналы, послаемые с 24-х американских спутников.

Вопросы к лекции №8

1. Дайте определение телекоммуникационной сети.
2. Что относится к телематическим службам?
3. Каким образом подключаются к телекоммуникационной сети операторы, предоставляющие услуги телематических служб?
4. кратко поясните, как осуществляется передача телефонных разговоров по сети Интернет?
5. Что представляет собой пейджинговая связь?
6. Какие существуют классы IP-адресов?
7. Какое оконечное устройство пользователя может использоваться при передаче телефонных разговоров через Интернет?

Лекция №9

Основы построения системы сотовой подвижной связи

Ожидается, что к 2005 году до 75% абонентов в мире – это будут пользователи мобильных радиосетей.

В России внедрение сотовой связи началось с опозданием в 10 лет с 1990 года.

Первое использование подвижной радиотелефонной связи зафиксировано в 1921 году в США в Дейтройте. Это была односторонняя диспетчерская связь с полицейскими автомашинами (в диапазоне 2 МГц).

История сотовой связи (СС) насчитывает уже около 25 лет, но уже можно говорить о 3-поколениях систем СС:

1. Аналоговые системы (прошлое)
2. Цифровые системы (современность)
3. Универсальные системы (будущее).

Основные цифровые стандарты, используемые в радиосетях :

- DAMPS (Digital Advanced Mobile Phone Service – диапазон 800 МГц и 1900 МГц),
- GSM (Global System for Mobile обслуживает более четверти абонентов в мире; диапазоны 900, 1800 и 1900 МГц),
- CDMA (Code Division Multiple Access, множественный доступ с кодовым разделением канала – диапазон 800 и 1900 МГц.).

СС может обеспечивать передачу как речи, так и факсимильных сообщений и компьютерных данных и т.д.

СС строится в виде совокупности ячеек или сот, покрывающих определенную территорию. Ячейки схематично изображаются в виде шестиугольников (сот). Такая структура связана с принципом повторного использования частот, позволяющая более эффективно использовать выделенные частоты.

В центре каждой ячейки – базовая станция BS, обслуживающая все абонентские радиотелефоны в пределах своей ячейки. При перемещении из одной ячейки в другую происходит передача его обслуживания от одной BS к другой. Все BS сети замыкаются на центр коммутации, который соединен с ТфОП.

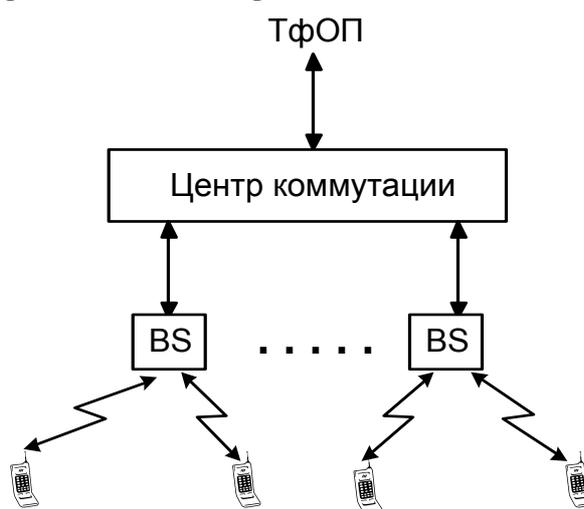


Рис. 9-1.

Реально ячейки не имеют строгой геометрической формы, форма ячейки зависит от рельефа местности, характера растительности и застройки, от условия распространения радиоволн и т.д. Центров коммутации на сети СС может быть несколько в зависимости от числа абонентов.

В стандарте GSM используется система BS, в которую входит контроллер (УУ) BS и до 16 приемо-передаточных станций (ППС).

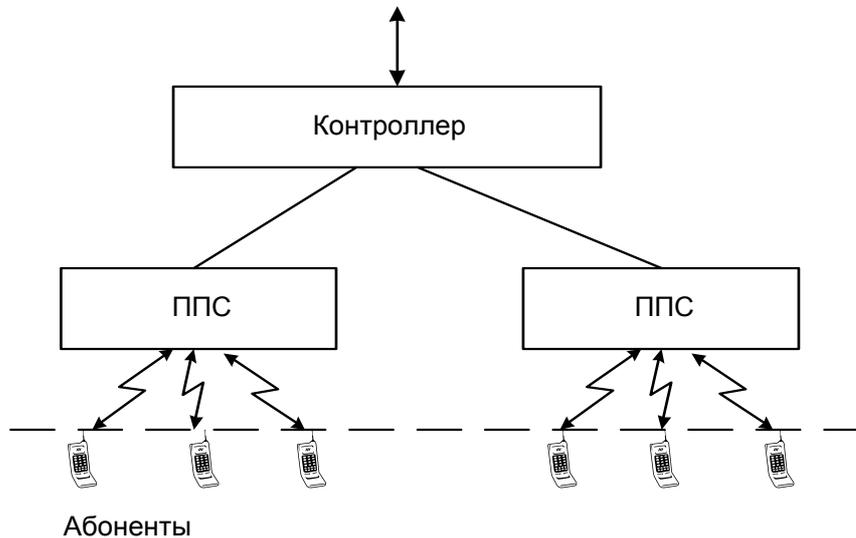


Рис. 9-2.

Абонент (пользователь) такой сети должен иметь мобильный радиотелефон – подвижную станцию ПС, в состав которой входит: 1) блок управления БУ, 2) приемо-передаточный блок ППБ, 3) антенный блок – АБ. ППБ состоит из передатчика, приемника, синтезатора частот и логического блока (ЛБ). АБ состоит из антенны и коммутатора прием-передачи, подключающего антенну либо на выход передатчика, либо на вход приемника (ПС никогда не работает на прием и передачу одновременно).

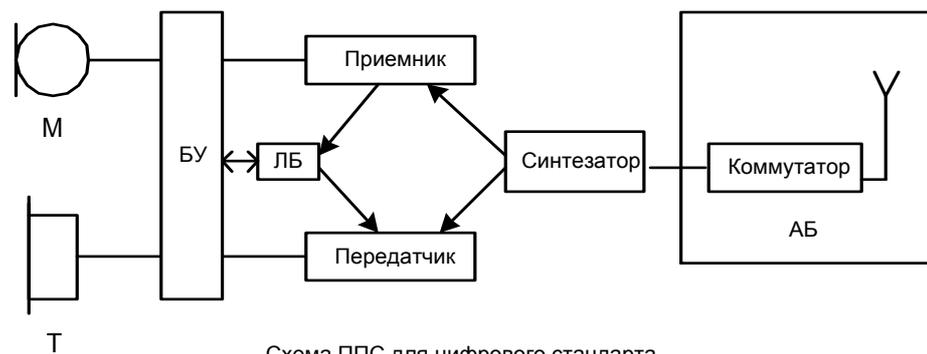


Схема ППС для цифрового стандарта
(Схема мобильного аппарата)

Рис. 9-3

Передатчик и приемник осуществляет АЦП и ЦАП. Логический блок - это микрокомпьютер, осуществляющий управление работой ПС. Синтезатор вырабатывает частоты для передачи по радиоканалу (состоит из генератора, гетеродина и смесителя).

Кроме этого в ПС стандарта GSM предусмотрен специальный модуль идентификации абонента (subscriber identify module – SIM-карта) для обеспечения конфиденциальности информации. В ПС аналоговых стандартов отсутствуют блоки АЦП/ЦАП.

При перемещении ПС из одной ячейки в другую ее обслуживание соответственно передается от одной BS к другой. Этот процесс называется передачей обслуживания – Handover, связь при этом не должна прерываться.

Постоянно отслеживается уровень сигнала от ПС (состояние радиоканала), при ухудшении качества сигнала (уменьшения уровня) BS сообщает об этом в центр коммутации, который дает команду проверки (обнаружения) сигнала от данной ПС соседней ячейки – соты. По результатам этих измерений центр коммутации выбирает соту, в которую должно быть передано обслуживание, то есть обслуживание передается из ячейки-соты с худшим качеством в лучшую соту.

Расширить возможности СС позволяет роуминг (to roam - транслировать) – процедура предоставления услуг СС абоненту одного оператора в системе другого. Для этого необходимо техническое обслуживание (один и тот же стандарт) и наличие роумингового соглашения между операторами.

При этом «гостящая» ПС работает как дома в сети другого оператора (домашняя компания-оператор возмещает расходы оператору, оказывая ему услугу роуминга).

У популярной компании- оператора СС -«Мобильные ТелеСистемы» (МТС) - 147 зарубежных партнеров в 76 странах (данные на начало 2000-го года).

Вопросы к лекции №9

1. Какой год можно считать началом появления радиотелефонной связи?
2. Сколько поколений насчитывает история сотовой связи?
3. Перечислите основные цифровые стандарты используемые в сети подвижной связи?
4. Какие виды сообщений могут передаваться по сети?
5. Как строится сеть подвижной связи?
6. Чем вызвана сотовая структура сети подвижной связи?
7. Каково назначение базовой станции?
8. Какие устройства должны входить в состав мобильного радиотелефона?
9. Как обеспечивается конфиденциальность информации?
10. Что такое «роуминг»?

Содержание

1. Структура системы электросвязи. Основные понятия	2
2. Современное состояние связи	5
3. Системы коммутации (исторический обзор)	8
4. Современные системы коммутации	11
5. Принципы построения сетей связи	14
6. Компьютерные сети	17
7. Международные (мировые) компьютерные сети	22
8. Телекоммуникационные сети	25
9. Основы построения системы сотовой подвижной связи	28
10. Содержание	31