

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОММИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ, ИНФОРМАТИЗАЦИИ И СВЯЗИ
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

Кафедра «Компьютерные системы»

Конспект лекций

заведующего кафедрой Назарова А.И.

по предмету: «Компьютерные системы и сети»

Ташкент 2014

СОДЕРЖАНИЕ

1. Лекция № 1. Компьютерные системы. Функциональная и структурная организация компьютерных систем.....	3
2. Лекция №2. Компьютерные сети. Основные принципы и проблемы построения компьютерных сетей.....	10
3. Лекция № 3. Состав и строение стандартов IEEE 802.X.....	16
4. Лекция №4. Технология Ethernet. Архитектура и особенности построения сетей на основе технологии Ethernet.....	22
5. Лекция №5. Особенности локальных сетей, построенные на основе технологий Fast и Gigabit Ethernet, Radio Ethernet, Wifi – max.....	27
6. Лекция 6. Структуризация как средство построения больших сетей.....	33
7. Лекция №7. Построение сетей на основе многоуровневого подхода Модель OSI.....	41
8. Лекция №8. Особенности построения сетей на основе топологии кольцо. Топология Token Ring.....	48
9. Лекция №9. Многомашинные и многопроцессорные компьютерные системы. Суперкомпьютеры и особенности их структур.....	59
10. Лекция № 10. Способы передачи и коммутации данных и их средств.....	64
11. Лекция №11. Глобальная информационная сеть Интернет.....	70
12. Лекция №12. Конвергенция компьютерных и телекоммуникационных сетей.....	76

Лекция № 1. Компьютерные системы. Функциональная и структурная организация компьютерных систем

План:

1. Магистральный принцип построения КС
2. Интерфейс микропроцессора
3. Управление внешними устройствами
4. Функциональные характеристики ПК

Ключевые слова: микропроцессор, устройство управления, адаптер ввода и вывода, системная шина

Представленная на рис. 1.1. структура отражает магистрально-модульный принцип организации компьютерных систем (КС). Отдельные блоки являются функционально законченными модулями со своими встроенными схемами управления, выполненными в виде одного или нескольких кристаллов БИС или СБИС. Межмодульные связи и обмен информацией между модулями осуществляются посредством коллективных шин (магистралей), к которым имеют доступ все основные модули системы. В каждый данный момент времени возможен обмен информацией только между двумя модулями системы.

Магистральный принцип построения сопряжения модулей предполагает наличие информационно-логической совместимости модулей, которая реализуется путем использования единых способов представления информации, алгоритма управления обменом, форматов команд и способа синхронизации.

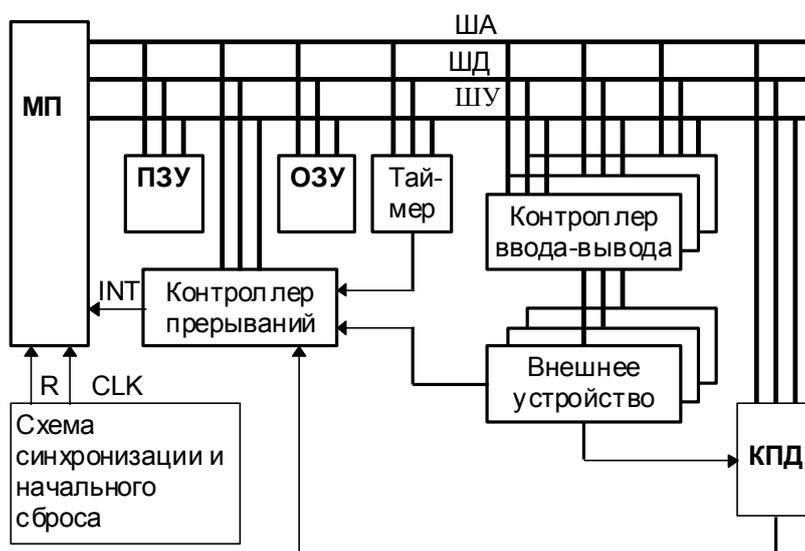


Рис.1.1. Магистральный принцип построения КС

Для большинства микропроцессоров характерна трехшинная структура, содержащая шину адреса (ША), двунаправленную шину данных (ШД) и шину управления (ШУ). Как видно из рис. 2.1 типовая структура МП-системы предполагает наличие общего сопряжения для модулей памяти (постоянных и оперативных запоминающих устройств) и периферийных устройств (устройств ввода-вывода).

Периферийное устройство подсоединяется к шинам МП не непосредственно, а через программируемый периферийный адаптер (ППА) или программируемый связной адаптер (ПСА), обслуживающие периферийные устройства соответственно с передачей информа-

ции параллельным или последовательным кодом. Наличие программно настраиваемых адаптеров делает весьма гибкой и функционально богатой систему ввода-вывода информации в МП-системе.

Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) хранит системные программы, необходимые для управления процессом обработки. В оперативном запоминающем устройстве (ОЗУ) хранятся прикладные программы, данные и результаты вычислений.

Работа МП синхронизируется тактовыми сигналами CLK, поступающими на его входы от генератора синхронизации. Схема начальной установки вырабатывает сигнал RESET (сброса) микропроцессора на основе анализа напряжений на выходе блока питания или при принудительной остановке работы МПС с ее клавиатуры.

В состав этих МПС, как правило, входят:

- шинный контролер для сопряжения устройств с системной шиной по параллельному интерфейсу;
- адаптер последовательного интерфейса для построения многопроцессорных систем или сопряжения источников и приемников сигналов, не увеличивающих нагрузку на системный интерфейс;
- специализированный процессор арифметической обработки сигналов (сопроцессор);
- ПЗУ команд и констант;
- ОЗУ операндов.

Для обеспечения работы МПС к их системному интерфейсу можно подключать устройства специализированной обработки арифметических алгоритмов, таких как быстрое преобразование Фурье, и устройства обработки аналоговых сигналов.

В состав таких устройств обработки аналоговых сигналов входят:

- аналого-цифровые (АЦП) и цифроаналоговые (ЦАП) преобразователи, обеспечивающие непосредственное сопряжение цифрового устройства обработки с аналоговыми сигналами датчиков и приемников;
- система памяти ПЗУ и ОЗУ;
- буферы данных, используемые для временного хранения (буферизации) данных при передаче между устройствами;
- МП, предназначенный для цифровой обработки аналоговых сигналов.

В рассматриваемых структурах МПС реализуются три способа организации (обслуживания) передачи информации:

- 1) программно-управляемая передача, инициируемая процессором;
- 2) программно-управляющая передача, инициируемая запросом прерывания от периферийного устройства;
- 3) прямой доступ к памяти (ПДП).

При первом способе передача инициируется самим процессором, а при втором - запросом прерывания от периферийного устройства.

При программно-управляемой передаче данных МП на все время этой операции отвлекается от выполнения основной программы, что ведет к снижению производительности МП-системы. Кроме того, скорость передачи данных через МП может оказаться недостаточной для работы с высокоскоростными внешними устройствами.

Прямым доступом к памяти называется способ обмена данными, обеспечивающий автономно от МП установление связи и передачу данных между ОЗУ и внешним устройством.

Прямой доступ к памяти, повышая предельную скорость ввода-вывода информации и общую производительность МП-системы, делает ее более приспособленной для работы в системах реального времени. Прямой доступ к памяти управляет контролер ПДП, выполняющий следующие функции:

- управление инициируемой процессором или ПУ передачей данных между ОЗУ и ПУ;

- задание размера блока данных, который подлежит передаче, и области памяти, используемой при передаче;
- формирование адресов ячеек ОЗУ, участвующих в передаче;
- подсчет числа байт, передаваемых через интерфейс, и определение момента завершения заданной операции ввода-вывода.

Интерфейсная часть микропроцессора

Интерфейсная часть МП предназначена для связи и согласования МП с системной шиной ПК, а также для приема, предварительного анализа команд выполняемой программы и формирования полных адресов операндов и команд. Интерфейсная часть включает в свой состав:

- адресные регистры МПП;
- узел формирования адреса;
- блок регистров команд, являющийся буфером команд в МП;
- внутреннюю интерфейсную шину МП;
- схемы управления шиной и портами ввода-вывода.

Схема управления шиной и портами выполняет следующие функции:

- формирование адреса порта и управляющей информации для него (переключение порта на прием или передачу и т. д.);
- прием управляющей информации от порта, информации о готовности порта и его состоянии;
- организация сквозного канала в системном интерфейсе для передачи данных между портом устройства ввода-вывода и МП.

Схема управления шиной и портами использует для связи с портами кодовые шины инструкций, адреса и данных системной шины: при доступе к порту МП посылает сигнал по кодовой шине инструкций (КШИ), который оповещает все устройства ввода-вывода, что адрес на кодовую шину адреса (КША) является адресом порта, а затем посылает и сам адрес порта. Устройство с совпадающим адресом порта дает ответ о готовности. После чего по кодовой шине данных (КШД) осуществляется обмен данными.

Управление внешними устройствами

В зависимости от типа соединяемых устройств различаются:

- внутренний интерфейс ПК (например, интерфейс системной шины), предназначенный для сопряжения элементов внутри - интерфейс ввода-вывода — для сопряжения различных ПУ с системным блоком);
 - машинами) — для сопряжения различных ПК);
 - интерфейсы межмашинного обмена (для обмена между разными
 - интерфейсы человек — машина — для обмена информацией между человеком и ЭВМ.
- Для каждого интерфейса характерно наличие специального аппаратного комплекса (рис.1.2.).

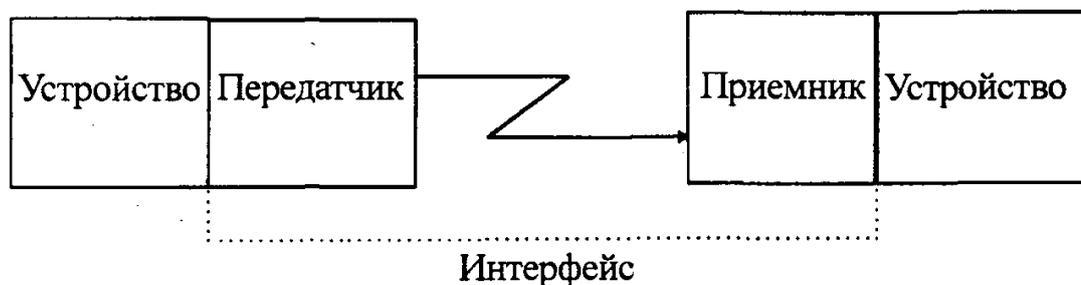


Рис.1.2. Место интерфейса в аппаратном комплексе

Особое место занимает человеко-машинный интерфейс, реализующий специфические методы организации общения. Например, церемониал человеко-машинного общения предусматривает дружелюбность пользователю, которая может обеспечиваться техниче-

скими средствами, программами и технологией общения. Если интерфейс обеспечивает обмен одновременно всеми разрядами передаваемой информационной единицы (чаще всего — байта или машинного слова), он называется **параллельным интерфейсом**.

Внутренний интерфейс ЭВМ всегда делается параллельным или последовательно-параллельным. Интерфейсы межмашинного обмена обычно последовательные, т.е. в них обмен информацией производится по одному биту, последовательно.

В зависимости от используемых при обмене программно-технических средств интерфейсы ввода-вывода делятся на два уровня: физический и логический (рис. 1.3).

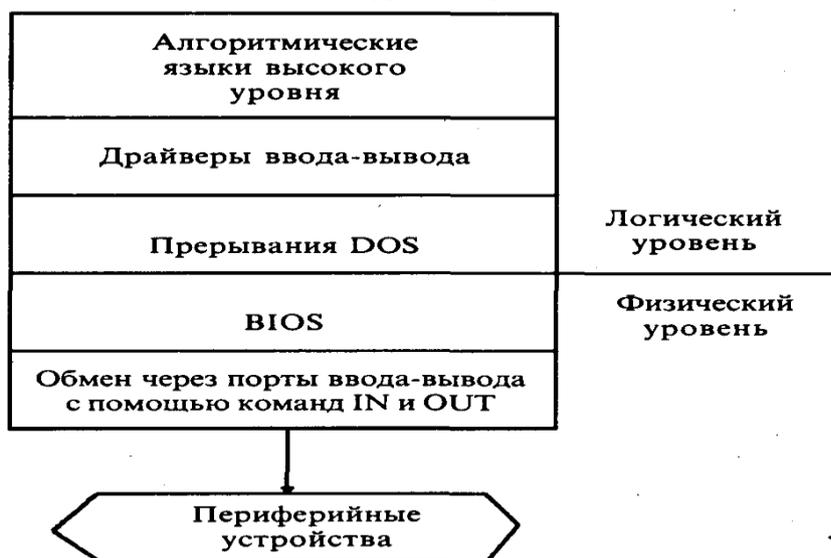


Рис.1.3. Структура интерфейса ввода – вывода.

В зависимости от степени участия центрального процессора в обмене данными в интерфейсах может использоваться три способа управления обменом: режим сканирования (так называемый асинхронн обмен);

- синхронный обмен; прямой доступ к памяти.

Для внутреннего интерфейса ЭВМ режим сканирования предусматривает опрос центральным процессором периферийного устройства (ПФУ): готово ли оно к обмену, и если нет, то продолжается опрос периферийного устройства (рис. 1.4.).

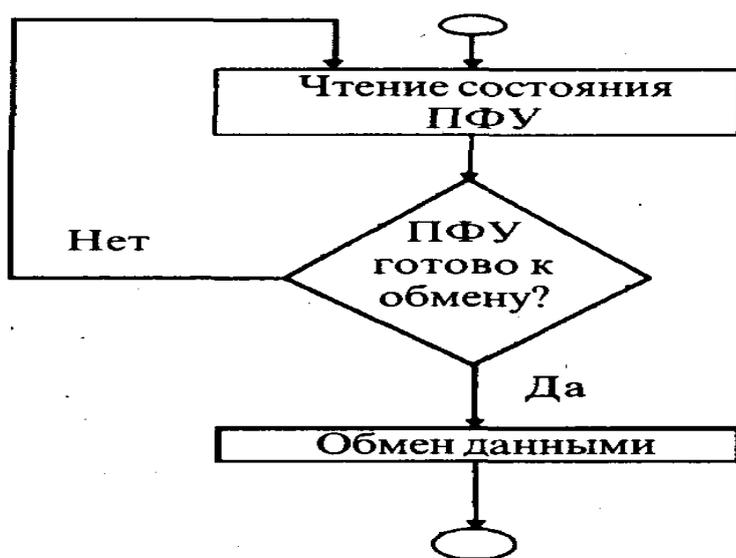


Рис.1.4. Алгоритм сканирования

Режим сканирования упрощает подготовку к обмену, но имеет ряд недостатков: процессор постоянно задействован; при большом быстродействии периферийного устройства про-

цессор не успевает организовать обмен данными. В синхронном режиме центральный процессор выполняет основную роль по организации обмена, но в отличие от режима сканирования не ждет готовности устройства, а осуществляет другую работу. Когда в нем возникает нужда, внешнее устройство с помощью соответствующего прерывания обращает на себя внимание центрального процессора.

Для быстрого ввода-вывода блоков данных и разгрузки процессора от управления операциями ввода-вывода используют прямой доступ к памяти (DMA — Direct Memory Access).

Прямой доступ к памяти называется *способ обмена данными*, обеспечивающий автономно от процессора установление связи и передачу данных между основной памятью и внешним устройством. В режиме прямого доступа к памяти используется специализированное устройство — контроллер прямого доступа к памяти, который перед началом обмена программируется с помощью центрального процессора: в него передаются адреса основной памяти и количество передаваемых данных. Затем центральный процессор от контроллера прямого доступа к памяти отключается, разрешив ему работать, и до окончания обмена может выполнять другую работу. Об окончании обмена контроллер прямого доступа к памяти сообщает процессору. В этом случае участие центрального процессора косвенное. Обмен ведет контроллер прямого доступа к памяти.

Прямой доступ к памяти (ПДП):

- освобождает процессор от управления операциями ввода-вывода;
- позволяет осуществлять параллельно во времени выполнение процессором программы с обменом данными между внешним устройством и основной памятью;
- производит обмен данными со скоростью, ограничиваемой только пропускной способностью основной памяти и внешним устройством.

ПДП разгружает процессор от обслуживания операций ввода-вывода, способствует увеличению общей производительности ЭВМ, дает возможность машине более приспособленно работать в системах реального времени.

При работе в режиме прямого доступа к памяти (ПДП) контроллер ПДП выполняет следующие функции:

- принимает запрос на ПДП от внешнего устройства;
- формирует запрос микропроцессору на захват шин системной магистрали;
- принимает сигнал, подтверждающий вход микропроцессора в состояние захвата (перехода в z-состояние, при котором процессор отключается от системной магистрали);
- формирует сигнал, сообщающий внешнему устройству о начале выполнения циклов ПДП;
- выдает на шину адреса системной магистрали адрес ячейки ОП, предназначенной для обмена;
- вырабатывает сигналы, обеспечивающие управление обменом данными;
- по окончании ПДП либо организует повторение цикла ПДП, либо прекращает режим ПДП, снимая запросы на него.

Циклы ПДП выполняются с последовательно расположенными ячейками памяти, поэтому контроллер ПДП имеет счетчик числа переданных байтов. На рис. 1.5 приведена схема взаимодействия устройств микропроцессорной системы в режиме ПДП.

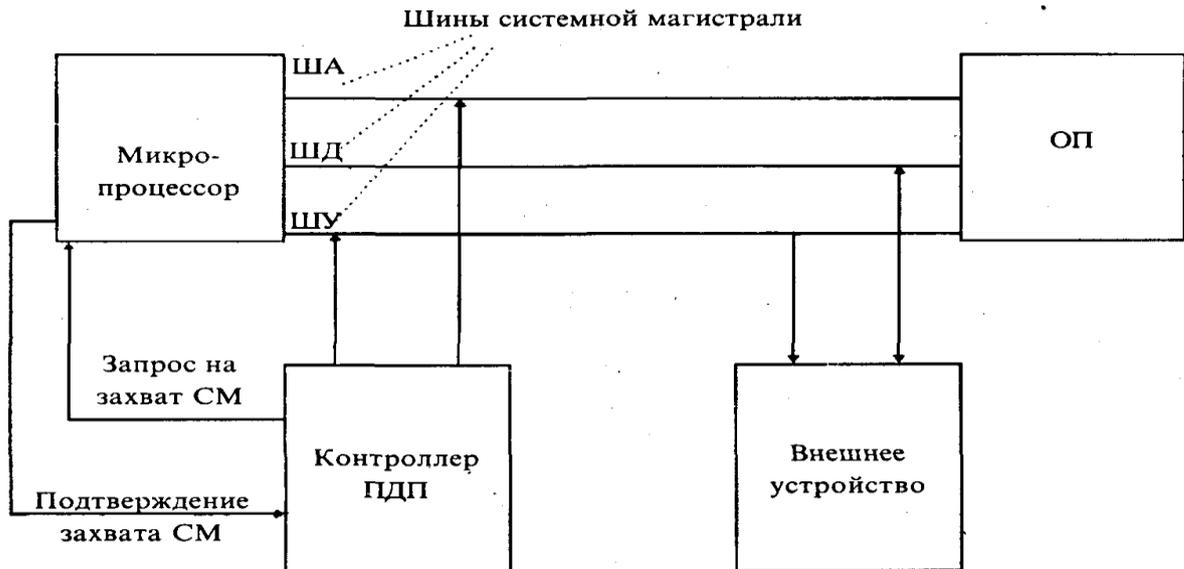


Рис.1.5. Схема взаимодействия устройств МПС в режиме ПДП

Функциональные характеристики ПК

Основными функциональными характеристиками ПК являются:

1. Производительность, быстродействие, тактовая частота.
2. Разрядность микропроцессора и кодовых шин интерфейса.
3. Типы системного и локальных интерфейсов.
4. Тип и емкость оперативной памяти.
5. Емкость накопителя на жестких магнитных дисках (винчестера).
6. Наличие, виды и емкость кэш-памяти.
7. Тип видеомонитора (дисплея) и видеоадаптера.
8. Наличие и тип принтера.
9. Наличие и тип накопителя CD ROM.
10. Наличие и тип модема.
11. Наличие и виды мультимедийных аудио-видео средств.
12. Имеющееся программное обеспечение и вид операционной системы.
13. Аппаратная и программная совместимость с другими типами ПК.
14. Возможность работы в вычислительной сети.
15. Возможность работы в многозадачном режиме.

Производительность, быстродействие, тактовая частота

Для характеристики ПК вместо производительности обычно указывают *тактовую частоту*, более объективно определяющую *быстродействие* машины, так как каждая операция требует для своего выполнения вполне определенного количества тактов.

Разрядность микропроцессора и кодовых шин интерфейса

Разрядность — это максимальное количество разрядов двоичного числа, над которым одновременно может выполняться машинная операция, в том числе и операция передачи информации; чем больше разрядность, тем, при прочих равных условиях, будет больше и производительность ПК. Разрядность МП определяется иногда по разрядности его регистров и кодовой шины данных, а иногда по разрядности кодовых шин адреса.

Типы системного и локальных интерфейсов

Разные типы интерфейсов обеспечивают разные скорости передачи информации между узлами машины, позволяют подключать разное количество внешних устройств и различные их виды.

Емкость оперативной памяти

Емкость накопителя на жестких магнитных дисках

Емкость НЖМД измеряется обычно в гигабайтах, 1 Гбайт = 1024 Мбайт.

Возможность работы в многозадачном режиме

Многозадачный режим позволяет выполнять вычисления одновременно по нескольким программам (многопрограммный режим) или для нескольких пользователей (многопользовательский режим). Совмещение во времени работы нескольких устройств машины позволяет существенно увеличить эффективное быстродействие компьютера.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте краткую характеристику МП, его структуры, назначения основных параметров.
2. Назовите и поясните основные функции, выполняемые МП.
3. Назовите характерные особенности МП cisc, risc и vliw.
4. Назовите основные модели cisc МП и дайте им сравнительную характеристику.
5. Дайте общую характеристику МП семейства pentium.
6. Что такое реальный и защищенный режимы работы мп?
7. Поясните структуру, назначение и основные функции УУ.
9. Поясните структуру, назначение и основные функции АЛУ.
10. Назовите регистры МПП дайте им краткую характеристику.

Тестовые вопросы

1. Основные компоненты устройства управления это:
 - а) процессор и интерфейс;
 - б) микропроцессор и основная память;
 - в) процессор и память;
 - г) внешняя память, интерфейс;
 - д) регистры, дешифраторы, память, системная шина
2. Интерфейс это:
 - а) аппаратная часть ПК;
 - б) программная часть ПК;
 - в) параллельно – программируемые адаптеры;
 - г) контроллеры и драйверы.
3. Сопрягаемость узлов МПС это:
 - а) совместимость по логическим уровням;
 - б) регистр хранения результата ;
 - в) совместимость по формату данных и способу синхронизации ;
 - е) совместимость по формату и обработке данных и способу синхронизации.
4. Основные параметры МП это:
 - а) разрядность и память;
 - б) разрядность и состав инструкций;
 - в) разрядность, память, состав инструкций, конструктив;
 - г) разрядность, память, состав инструкций, конструктив, тактовая частота, рабочее напряжение.

Список рекомендуемой литературы

1. Пятибратов А. П., Гудыно Л. П., Кириченко А. А. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / Под. ред. А. П. Пятибратова. М.: Финансы и статистика, 2001. 512 с.
2. Новиков Ю., Черепанов А. Персональные компьютеры. СПб.: Питер, 2001. 464 с.
3. Смирнов А. Д. Архитектура вычислительных систем. М.: Наука, 1990. 320 с.
4. Айден К., Фибельман Х., Крамер М. Аппаратные средства РС. СПб.: БХВ, 1996. 544 с.
5. ГукМ. Аппаратные средства IBM РС. Энциклопедия. СПб.: Питер, 2000. 816 с.
6. Петров В. Н. Информационные системы. СПб.: Питер, 2002. 688 с.

Лекция №2. Компьютерные сети. Основные принципы и проблемы построения компьютерных сетей.

План:

1. Эволюция сетевых операционных систем
2. Преимущества использования компьютерных сетей
3. Искусственные и реальные сети
4. Одноранговые и иерархические сети

Ключевые слова:

Персональный компьютер, локальная сеть, серверная сеть, топология, аппаратное и программное обеспечение, ресурсы

Эволюция сетевых операционных систем

Начало 80-х годов связано с еще одним знаменательным для истории сетей событием — появлением персональных компьютеров (ПК).

Эти устройства стали идеальными элементами для построения сетей: с одной стороны, они были достаточно мощными для работы сетевого программного обеспечения (СПО), а с другой — явно нуждались в объединении вычислительной мощности для решения сложных задач, а также разделения дорогих периферийных устройств (ПУ) и дисковых массивов. Поэтому ПК стали активно использоваться в локальных сетях (ЛС), причем не только в качестве клиентских компьютеров, но и в качестве центров хранения и обработки данных, то есть сетевых серверов, потеснив с этих ролей мини-компьютеры и мэйнфреймы.

Создание ПК послужило мощным катализатором для бурного роста ЛС, поскольку появилась отличная материальная основа в виде десятков и сотен машин, принадлежащих одному предприятию и расположенных в пределах одного здания.

Новые возможности пользователей локальных сетей

Разработчики ЛС привнесли в организацию работы пользователей много нового. Так, стало намного проще, чем в глобальных сетях, получать доступ к сетевым ресурсам — в локальной сети пользователю не приходится запоминать сложные идентификаторы разделяемых ресурсов. Для этих целей система предоставляет список ресурсов в удобной для восприятия форме, например в виде древовидной графической структуры ("дерева" ресурсов). Еще один прием, позволяющий оптимизировать работу в локальной сети, состоит в том, что после соединения с удаленным ресурсом пользователь получает возможность обращаться к нему с помощью тех же команд, которые он применял при работе с локальными ресурсами. Следствием (и в то же время движущей силой) такого прогресса стало появление огромного количества непрофессиональных пользователей, освобожденных от необходимости изучать специальные (и достаточно сложные) команды для сетевой работы.

Первая версия наиболее популярной ОС раннего этапа развития ПК — **MS-DOS** компании Microsoft — не предоставляла графического интерфейса. Недостающие функции для MS-DOS и подобных ей ОС компенсировались внешними программами. Наибольшее влияние на развитие ПО для ПК оказала операционная среда **Windows** компании **MS**, представлявшая собой надстройку над MS-DOS.

Вместе с версией MS-DOS 3.1 в 1984 году компания **MS** выпустила продукт Microsoft Networks, который обычно называют **MS-NET**. Некоторые концепции, заложенные в MS-NET, такие как введение в структуру базовых сетевых компонентов — редиректора и сетевого сервера, успешно перешли в более поздние сетевые продукты Microsoft: **LAN Manager**, **Windows for Workgroups**, а затем и в **Windows NT**, **SCO Unix**.

В 90-е годы практически все операционные системы, занимающие заметное место на рынке, стали сетевыми. Сетевые функции сегодня встраиваются в ядро ОС и являются

его неотъемлемой частью. ОС получили средства для работы со всеми основными технологиями локальных (**Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Token Ring, FDDI, ATM**) и глобальных (**X.25, frame relay, ISDN, ATM**) сетей, а также средства для создания составных сетей (**IP, IPX, AppleTalk, RIP, OSPF, NLSP**). В ОС используются средства мультиплексирования нескольких стеков протоколов, что позволяет компьютерам поддерживать сетевую работу с разнородными клиентами и серверами. Появились специализированные ОС для выполнения только коммуникационных задач. Во второй половине 90-х годов все производители операционных систем резко усилили поддержку средств работы с **Internet** (кроме производителей Unix-систем, в которых эта поддержка всегда была существенной). Кроме самого стека TCP/IP в комплект поставки начали включать утилиты, реализующие такие популярные сервисы Internet как **telnet, ftp, DNS** и **Web**. Влияние Internet проявилось и в том, что компьютер превратился из вычислительного устройства в средство коммуникаций с развитыми вычислительными возможностями.

Современным ОС присуща **многоплатформенность**, т.е. способность работать на компьютерах различного типа. Многие ОС имеют специальные версии для поддержки кластерных архитектур, обеспечивающих высокую производительность и отказоустойчивость. В последние годы получила дальнейшее развитие тенденция повышения удобства работы с компьютером. Эффективность работы пользователя становится основным фактором, определяющим эффективность вычислительной системы в целом. Усилия человека не должны тратиться на настройку параметров вычислительного процесса, как это происходило в ОС предыдущих поколений.

Современная ОС берет на себя выбор параметров операционной среды, с помощью различных адаптивных алгоритмов. Распределение оперативной памяти между процессами осуществляется автоматически с помощью механизмов виртуальной памяти в зависимости от активности этих процессов и информации о частоте использования ими той или иной страницы. Даже в процессе установки большинство ОС предлагают режим выбора параметров по умолчанию, который гарантирует пусть не оптимальное, но всегда приемлемое качество работы систем.

Постоянно повышается удобство интерактивной работы с ПК путем включения в ОС развитых графических интерфейсов, использующих наряду с графикой звук и видео. Пользовательский интерфейс ОС становится все более интеллектуальным, он направляет действия человека в типовых ситуациях и выполняет многие задачи автоматически. ОС будущего должны обеспечить высокий уровень прозрачности сетевых ресурсов, взяв на себя задачу организации распределенных вычислений, превратив сеть в виртуальный компьютер.

Преимущества использования компьютерных сетей

Рассмотрим преимущества, получаемые при сетевом объединении персональных компьютеров.

1. Разделение ресурсов

Разделение ресурсов позволяет экономно использовать ресурсы, например, управлять ПУ, такими как лазерные печатающие устройства, со всех присоединенных рабочих станций.

2. Разделение данных

Разделение данных предоставляет возможность доступа и управления базами данных с периферийных рабочих мест, нуждающихся в информации

3. Разделение программных средств

Разделение программных средств предоставляет возможность одновременного использования централизованных, ранее установленных программных средств.

4. Разделение ресурсов процессора

При разделении ресурсов процессора возможно использование вычислительных мощностей для обработки данных другими системами, входящими в сеть. Предоставляемая возможность заключается в том, что на имеющиеся ресурсы не "набрасываются" моментально, а только лишь через специальный процессор, доступный каждой рабочей станции.

5. Многопользовательский режим

Многопользовательские свойства системы содействуют одновременному использованию централизованных прикладных ПС, ранее установленных и управляемых, например, если пользователь системы работает с другим заданием, то текущая выполняемая работа отодвигается на задний план.

Искусственные и реальные сети

По способу организации сети подразделяются на реальные и искусственные. Искусственные сети (псевдосети) позволяют связывать компьютеры вместе через последовательные или параллельные порты и не нуждаются в дополнительных устройствах. Иногда связь в такой сети называют связью по нуль-модему (не используется модем). Само соединение называют нуль-модемным. Искусственные сети используются когда необходимо перекачать информацию с одного компьютера на другой. MS-DOS и windows снабжены специальными программами для реализации нуль-модемного соединения. Основной недостаток - низкая скорость передачи данных и возможность соединения только двух компьютеров.

Реальные сети позволяют связывать компьютеры с помощью специальных устройств коммутации и физической среда передачи данных.

Основной недостаток - необходимость в дополнительных устройствах. В дальнейшем употребляя термин компьютерная сеть будем иметь в виду реальные сети. Все многообразие компьютерных сетей можно классифицировать по группе признаков:

- 1) Территориальная распространенность;
- 2) Ведомственная принадлежность;
- 3) Скорость передачи информации;
- 4) Тип среды передачи;
- 5) Топология;
- 6) Организация взаимодействия компьютеров.

По территориальной распространенности

По территориальной распространенности сети могут быть локальными, глобальными, и региональными. Локальные - это сети, покрывающие территорию не более 10 м². Региональные - расположенные на территории города или области. Глобальные на территории государства или группы государств, например, всемирная сеть Internet. В классификации сетей существует два основных термина: LAN и WAN.

LAN (Local Area Network) - локальные сети, имеющие замкнутую инфраструктуру до выхода на поставщиков услуг. Термин "LAN" может описывать и маленькую офисную сеть, и сеть уровня большого завода, занимающего несколько сотен гектаров. Зарубежные источники дают даже близкую оценку - около шести миль (10 км) в радиусе; использование высокоскоростных каналов.

WAN (wide Area Network) - глобальная сеть, покрывающая большие географические регионы, включающие в себя как локальные сети, так и прочие телекоммуникационные сети и устройства. Пример WAN - сети с коммутацией пакетов (Frame relay), через которую могут "разговаривать" между собой различные компьютерные сети.

Термин "корпоративная сеть" также используется в литературе для обозначения объединения нескольких сетей, каждая из которых может быть построена на различных технических, программных и информационных принципах.

Локальные сети являются сетями закрытого типа, доступ к ним разрешен только ограниченному кругу пользователей, для которых работа в такой сети непосредственно связана с их профессиональной деятельностью. Глобальные сети являются открытыми и ориентированы на обслуживание любых пользователей.

Ведомственная принадлежность

По принадлежности различают ведомственные и государственные сети. Ведомственные принадлежат одной организации и располагаются на ее территории. Государственные сети - сети, используемые в государственных структурах.

По скорости передачи

По скорости передачи информации компьютерные сети делятся на низко-, средне- и высокоскоростные.

- низкоскоростные (до 10 Мбит/с),
- среднескоростные (до 100 Мбит/с),
- высокоскоростные (свыше 100 Мбит/с);

Для определения скорости передачи данных в сети широко используется бод.

Baud (бод). Единица скорости передачи сигнала, измеряемая числом дискретных переходов или событий в секунду. Если каждое событие представляет собой один бит, бод эквивалентен бит/сек (в реальных коммуникациях это зачастую не выполняется).

По типу среды передачи

По типу среды передачи сети разделяются на: проводные, коаксиальные, на витой паре, оптоволоконные, беспроводные с передачей информации по радиоканалам, в инфракрасном диапазоне.

Топологии компьютерных сетей

Узел сети представляет собой компьютер, либо коммутирующее устройство сети.

Ветвь сети - это путь, соединяющий два смежных узла.

Узлы сети бывают трёх типов:

- конечный узел - расположен в конце только одной ветви;
- промежуточный узел - расположен на концах более чем одной ветви;
- смежный узел - такие узлы соединены по крайней мере одним путём, не содержащим никаких других узлов.

Способ соединения компьютеров в сеть называется её топологией

Наиболее распространенные виды топологий сетей:

Линейная сеть	Содержит только два конечных узла, любое число промежуточных узлов и имеет только один путь между любыми двумя узлами.
Кольцевая сеть	Сеть, в которой к каждому узлу присоединены две и только две ветви.
Звездообразная сеть	Сеть, в которой имеется только один промежуточный узел.
Общая шина	В этом случае подключение и обмен данными производится через общий канал связи, называемый общей шиной.
Древовидная сеть	Сеть, которая содержит более двух конечных узлов и по крайней мере два промежуточных узла, и в которой между двумя узлами
Ячеистая сеть	Сеть, которая содержит по крайней мере два узла, имеющих два или более пути между ними.
Полносвязная сеть.	Сеть, в которой имеется ветвь между любыми двумя узлами

С точки зрения организации взаимодействия компьютеров, сети делят на одноранговые (Peer-to-Peer Network) и с выделенным сервером (Dedicated Server Network).

Одноранговые сети

Все компьютеры одноранговой сети равноправны. Любой пользователь сети может получить доступ к данным, хранящимся на любом компьютере.

Одноранговые сети могут быть организованы с помощью таких операционных систем, как LANtastic, windows'3.11, Novell Netware Lite. Указанные программы работают как с DOS, так и с windows. Одноранговые сети могут быть организованы также на базе всех современных 32-разрядных операционных систем - windows 9x\ME\2k, windows NT workstation версии, OS/2) и некоторых других.

Достоинства одноранговых сетей:
1. Наиболее просты в установке и эксплуатации.

2. Операционные системы DOS и windows обладают всеми необходимыми функциями, позволяющими строить одноранговую сеть.

Недостатки:

В условиях одноранговых сетей затруднено решение вопросов защиты информации. Поэтому такой способ организации сети используется для сетей с небольшим количеством компьютеров и там, где вопрос защиты данных не является принципиальным.

Иерархические сети

В иерархической сети при установке сети заранее выделяются один или несколько компьютеров, управляющих обменом данными по сети и распределением ресурсов. Такой компьютер называют сервером.

Любой компьютер, имеющий доступ к услугам сервера называют клиентом сети или рабочей станцией.

Сервер в иерархических сетях - это постоянное хранилище разделяемых ресурсов. Сам сервер может быть клиентом только сервера более высокого уровня иерархии. Поэтому иерархические сети иногда называются сетями с выделенным сервером.

Серверы обычно представляют собой высокопроизводительные компьютеры, возможно, с несколькими параллельно работающими процессорами, с винчестерами большой емкости, с высокоскоростной сетевой картой (100 Мбит/с и более).

Иерархическая модель сети является наиболее предпочтительной, так как позволяет создать наиболее устойчивую структуру сети и более рационально распределить ресурсы. Также достоинством иерархической сети является более высокий уровень защиты данных.

К недостаткам иерархической сети, по сравнению с одноранговыми сетями, относятся:

1. Необходимость дополнительной ОС для сервера.
2. Более высокая сложность установки и модернизации сети.
3. Необходимость выделения отдельного компьютера в качестве сервера

Различают две технологии использования сервера: технологию файл-сервера и архитектуру клиент-сервер.

В первой модели используется файловый сервер, на котором хранится большинство программ и данных. По требованию пользователя ему пересылаются необходимая программа и данные. Обработка информации выполняется на рабочей станции.

В системах с архитектурой клиент-сервер обмен данными осуществляется между приложением-клиентом (front-end) и приложением-сервером (back-end). Хранение данных и их обработка производится на мощном сервере, который выполняет также контроль за доступом к ресурсам и данным. Рабочая станция получает только результаты запроса. Разработчики приложений по обработке информации обычно используют эту технологию.

Для организации компьютерной сети необходимо наличие: сетевого программного обеспечения, физической среды передачи данных, коммутирующих устройств.

Сетевое ПО состоит из двух важнейших компонентов:

- 1) Сетевого ПО, устанавливаемого на компьютерах-клиентах.
- 2) Сетевого ПО, устанавливаемого на компьютерах-серверах.

Сетевая ОС связывает все компьютеры и ПУ в сети, координирует функции всех компьютеров и ПУ в сети, обеспечивает защищенный доступ к данным и ПУ в сети.

Физическая среда передачи данных определяет: скорость передачи данных в сети; размер сети, требуемый набор служб (передача данных, речи, мультимедиа и т.д.).

Протокол передачи данных требует следующей информации:

- Синхронизация - Под синхронизацией понимают механизм распознавания начала блока данных и его конца.
- Инициализация - Под инициализацией понимают установление соединения между взаимодействующими партнерами.

- Блокирование - Под блокированием понимают разбиение передаваемой информации на блоки данных строго определенной максимальной длины (включая опознавательные знаки начала блока и его конца).
- Адресация - Адресация обеспечивает идентификацию различного используемого оборудования данных, которое обменивается друг с другом информацией во время взаимодействия.
- Обнаружение ошибок - Под обнаружением ошибок понимают установку битов четности и, следовательно, вычисление контрольных битов.
- Нумерация блоков - Текущая нумерация блоков позволяет установить ошибочно передаваемую или потерявшуюся информацию.
- Управление потоком данных - Управление потоком данных служит для распределения и синхронизации информационных потоков. Так, например, если не хватает места в буфере устройства данных или данные не достаточно быстро обрабатываются в периферийных устройствах (например, принтерах), сообщения и / или запросы накапливаются.
- Методы восстановления - После прерывания процесса передачи данных используют методы восстановления, чтобы вернуться к определенному положению для повторной передачи информации.
- Разрешение доступа - Распределение, контроль и управление ограничениями доступа к данным вменяются в обязанность пункта разрешения доступа (например, "только передача" или "только прием").

Контрольные вопросы

1. Что такое локальная вычислительная сеть и каковы ее особенности?
2. Назовите особенности построения, достоинства и недостатки одноранговых и серверных ЛВС.
3. Назовите методы доступа к каналам связи сети и поясните их особенности.
4. Назначение и краткая характеристика сетевых компонентов.
5. Как проводится передача данных в сети?

Тестовые вопросы

Вставить недостающие слова

1. В одноранговой сети нет выделенных _____.
2. В одноранговой сети пользователь самостоятельно управляет разделяемыми ресурсами своего ПК, поэтому каждого пользователя можно считать _____.
3. Одноранговая сеть в случае, когда вопросы _____ не принципиальны,
4. Для удовлетворения сложных запросов в сети создаются _____ серверы.
5. В основе любой сети лежат топологии _____, _____ и _____.
6. При соединении двух отрезков кабеля происходит ослабление сигнала, поэтому применяют _____, который усиливает сигнал до нужного уровня.
7. Топология "шина" является _____ топологий, при которой ПК не перемещают данные от отправителя к получателю.
8. В сетях с топологией "звезда" сегменты кабеля расходятся от _____.
9. В сетях с топологией "кольцо" все ПК выступают в роли _____.

Список рекомендуемой литературы

1. Пятибратов А. П., Гудыно Л. П., Кириченко А. А. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / Под. ред. А. П. Пятибратова. М.: Финансы и статистика, 2001. 512 с.
2. Смирнов А. Д. Архитектура вычислительных систем. М.: Наука, 1990. 320 с.
3. Хелд Г. Технологии передачи данных. СПб.: Питер, 2003. 720 с.

Лекция № 3. Состав и строение стандартов IEEE 802.X.

План:

1. Общая структура стандартов IEEE 802.X.
2. Структура стандартов 802.3, 802.4, 802.5.
3. Структура стандартов 802.2.

Ключевые слова: стандарт, протокол, стек протоколов, кадр, уровень, комитет, подкомитет.

Структура стандартов IEEE 802.X

В 1980 году в институте IEEE был организован комитет 802 по стандартизации локальных сетей, в результате работы которого было принято семейство стандартов IEEE 802-х, которые содержат рекомендации по проектированию нижних уровней локальных сетей. Позже результаты работы этого комитета легли в основу комплекса международных стандартов ISO 8802-1...5. Эти стандарты были созданы на основе очень распространенных фирменных стандартов сетей Ethernet, ArcNet и Token Ring. Помимо IEEE в работе по стандартизации протоколов локальных сетей принимали участие и другие организации.

Стандарты семейства IEEE 802.X охватывают только два нижних уровня семиуровневой модели OSI - физический и канальный. Это связано с тем, что именно эти уровни в наибольшей степени отражают специфику локальных сетей. Старшие же уровни, начиная с сетевого, в значительной степени имеют общие черты как для локальных, так и для глобальных сетей.

Специфика локальных сетей также нашла свое отражение в разделении канального уровня на два подуровня, которые часто называют также уровнями. Канальный уровень (Data Link Layer) делится в локальных сетях на два подуровня:

- логической передачи данных (Logical Link Control, LLC);
- управления доступом к среде (Media Access Control, MAC).

Уровень MAC появился из-за существования в локальных сетях разделяемой среды передачи данных. Именно этот уровень обеспечивает корректное совместное использование общей среды, предоставляя ее в соответствии с определенным алгоритмом в распоряжение той или иной станции сети. После того как доступ к среде получен, ею может пользоваться более высокий уровень - уровень LLC, организующий передачу логических единиц данных, кадров информации, с различным уровнем качества транспортных услуг. В современных локальных сетях получили распространение несколько протоколов уровня MAC, реализующих различные алгоритмы доступа к разделяемой среде. Эти протоколы полностью определяют специфику таких технологий, как Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Token Ring, FDDI, 100VG-AnyLAN.

Уровень LLC отвечает за передачу кадров данных между узлами с различной степенью надежности, а также реализует функции интерфейса с прилегающим к нему сетевым уровнем. Именно через уровень LLC сетевой протокол запрашивает у канального уровня нужную ему транспортную операцию с нужным качеством. На уровне LLC существует несколько режимов работы, отличающихся наличием или отсутствием на этом уровне процедур восстановления кадров в случае их потери или искажения, то есть отличающихся качеством транспортных услуг этого уровня.

Протоколы уровней MAC и LLC взаимно независимы - каждый протокол уровня MAC может применяться с любым протоколом уровня LLC, и наоборот.

Стандарты IEEE 802 имеют достаточно четкую структуру, приведенную на рис. 3.1:

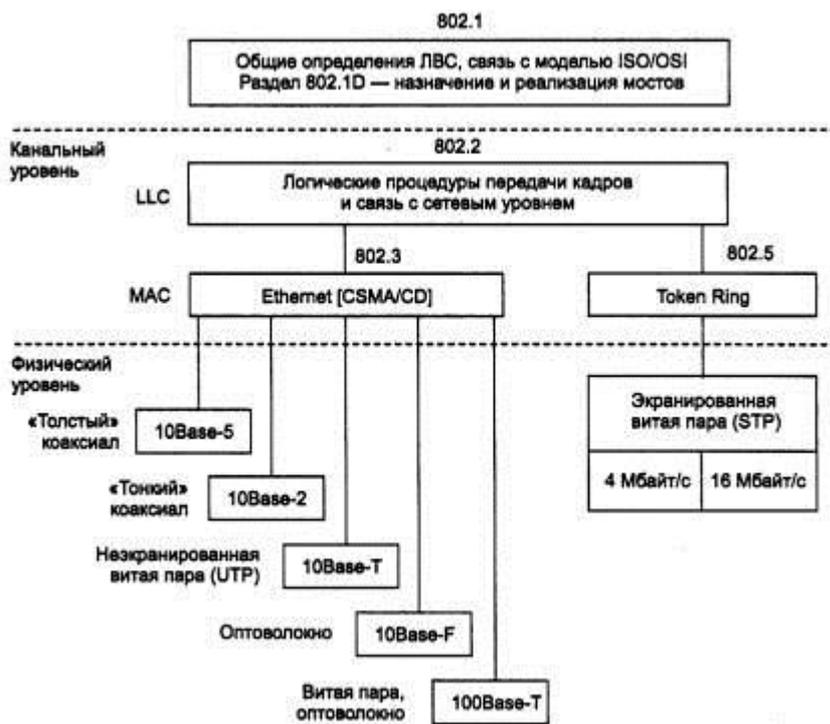


Рис. 3.1. Структура стандартов IEEE 802.X

Эта структура появилась в результате большой работы, проведенной комитетом 802 по выделению в разных фирменных технологиях общих подходов и общих функций, а также согласованию стилей их описания. В результате канальный уровень был разделен на два упомянутых подуровня. Описание каждой технологии разделено на две части: описание уровня MAC и описание физического уровня. Как видно из рисунка, практически у каждой технологии единственному протоколу уровня MAC соответствует несколько вариантов протоколов физического уровня (на рисунке в целях экономии места приведены только технологии Ethernet и Token Ring, но все сказанное справедливо также и для остальных технологий, таких как ArcNet, FDDI, 100VG-AnyLAN).

Над канальным уровнем всех технологий изображен общий для них протокол LLC, поддерживающий несколько режимов работы, но независимый от выбора конкретной технологии. Стандарт LLC курирует подкомитет 802.2. Даже технологии, стандартизованные не в рамках комитета 802, ориентируются на использование протокола LLC, определенного стандартом 802.2, например протокол FDDI, стандартизованный ANSI.

Особняком стоят стандарты, разрабатываемые подкомитетом 802.1. Эти стандарты носят общий для всех технологий характер. В подкомитете 802.1 были разработаны общие определения локальных сетей и их свойств, определена связь трех уровней модели IEEE 802 с моделью OSI. Но наиболее практически важными являются стандарты 802.1, которые описывают взаимодействие между собой различных технологий, а также стандарты по построению более сложных сетей на основе базовых топологий. Эта группа стандартов носит общее название стандартов межсетевого взаимодействия (internetworking). Сюда входят такие важные стандарты, как стандарт 802.1D, описывающий логику работы моста/коммутатора, стандарт 802.1H, определяющий работу транслирующего моста, который может без маршрутизатора объединять сети Ethernet и FDDI, Ethernet и Token Ring и т. п. Сегодня набор стандартов, разработанных подкомитетом 802.1, продолжает расти. Например, недавно он пополнился важным стандартом 802.1Q, определяющим способ построения виртуальных локальных сетей VLAN в сетях на основе коммутаторов.

Стандарты 802.3, 802.4, 802.5 и 802.12 описывают технологии локальных сетей, которые появились в результате улучшений фирменных технологий, легших в их основу. Так, основу стандарта 802.3 составила технология Ethernet, разработанная компаниями

Digital, Intel и Xerox (или Ethernet DIX), стандарт 802.4 появился | как обобщение технологии ArcNet компании Datarpoint Corporation, а стандарт 802.5 в основном соответствует технологии Token Ring компании IBM.

Исходные фирменные технологии и их модифицированные варианты - стандарты 802.x в ряде случаев долгие годы существовали параллельно. Например, технология ArcNet так до конца не была приведена в соответствие со стандартом 802.4 (теперь это делать поздно, так как где-то примерно с 1993 года производство оборудования ArcNet было свернуто).

Сегодня комитет 802 включает следующий ряд подкомитетов, в который входят как уже упомянутые, так и некоторые другие:

- 802.1 - Internetworking - объединение сетей;
- 802.2 - Logical Link Control, LLC - управление логической передачей данных;
- 802.3 - Ethernet с методом доступа CSMA/CD;
- 802.4 - Token Bus LAN - локальные сети с методом доступа Token Bus;
- 802.5 - Token Ring LAN - локальные сети с методом доступа Token Ring;
- 802.6 - Metropolitan Area Network, MAN - сети мегаполисов;
- 802.7 - Broadband Technical Advisory Group - техническая консультационная группа по широкополосной передаче;
- 802,8 - Fiber Optic Technical Advisory Group - техническая консультационная группа по волоконно-оптическим сетям;
- 802.9 - Integrated Voice and data Networks - интегрированные сети передачи голоса и данных;
- 802.10 - Network Security - сетевая безопасность;
- 802.11 - Wireless Networks - беспроводные сети;
- 802.12 - Demand Priority Access LAN, 100VG-AnyLAN - локальные сети с методом доступа по требованию с приоритетами.

Комитет IEEE 802.X разрабатывает стандарты, которые содержат рекомендации для проектирования нижних уровней локальных сетей - физического и канального. Специфика локальных сетей нашла свое отражение в разделении канального уровня на два подуровня - LLC и MAC.

Стандарты подкомитета 802.1 носят общий для всех технологий характер и постоянно пополняются. Наряду с определением локальных сетей и их свойств, стандартами межсетевое взаимодействие, описанием логики работы моста/коммутатора к результатам работы комитета относится и стандартизация сравнительно новой технологии виртуальных локальных сетей VLAN.

Подкомитет 802.2 разработал и поддерживает стандарт LLC. Стандарты 802.3, 802.4, 802.5 описывают технологии локальных сетей, которые появились в результате улучшений фирменных технологий, легших в их основу, соответственно Ethernet, ArcNet, Token Ring.

Протокол LLC уровня управления логическим каналом (802.2)

Протокол LLC обеспечивает для технологий локальных сетей нужное качество услуг транспортной службы, передавая свои кадры либо дейтаграммным способом, либо с помощью процедур с установлением соединения и восстановлением кадров. Протокол LLC занимает уровень между сетевыми протоколами и протоколами уровня MAC. Протоколы сетевого уровня передают через межуровневый интерфейс данные для протокола LLC - свой пакет (например, пакет IP, IPX или NetBEUI), адресную информацию об узле назначения, а также требования к качеству транспортных услуг, которое протокол LLC должен обеспечить. Протокол LLC помещает пакет протокола верхнего уровня в свой кадр, который дополняется необходимыми служебными полями. Далее через межуровневый интерфейс протокол LLC передает свой кадр вместе с адресной информацией об узле назначения соответствующему протоколу уровня MAC, который упаковывает кадр LLC в свой кадр (например, кадр Ethernet) представленного на рис.3.2.

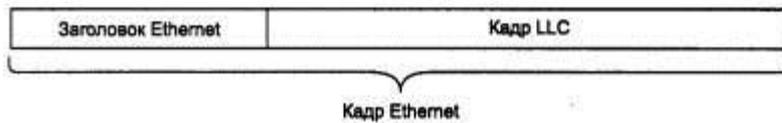


Рис. 3.2. Упаковка кадра LLC в кадр Ethernet

В основу протокола LLC положен протокол HDLC (High-level Data Link Control Procedure), являющийся стандартом ISO. Собственно стандарт HDLC представляет собой обобщение нескольких близких стандартов, характерных для различных технологий: протокола LAP-B сетей X.25 (стандарта, широко распространенного в территориальных сетях), LAP-D, используемого в сетях ISDN, LAP-M, работающего в современных модемах. Из-за больших различий в функциях протоколов фирменных технологий, которые можно отнести к уровню LLC, на уровне LLC пришлось ввести три типа процедур.

В соответствии со стандартом 802.2 уровень управления логическим каналом LLC предоставляет верхним уровням три типа процедур:

LLC1 - процедура без установления соединения и без подтверждения;

LLC2 - процедура с установлением соединения и подтверждением;

LLC3 - процедура без установления соединения, но с подтверждением.

Этот набор процедур является общим для всех методов доступа к среде, определенных стандартами 802.3 - 802.5, а также стандартом FDDI и стандартом 802.12 на технологию 100VG-AnyLAN.

Процедура без установления соединения и без подтверждения LLC1 дает пользователю средства для передачи данных с минимумом издержек. Это дейтаграммный режим работы. Обычно этот вид процедуры используется, когда такие функции, как восстановление данных после ошибок и упорядочивание данных, выполняются протоколами вышележащих уровней, поэтому нет нужды дублировать их на уровне LLC.

Процедура с установлением соединений и подтверждением LLC2 дает пользователю возможность установить логическое соединение перед началом передачи любого блока данных и, если это требуется, выполнить процедуры восстановления после ошибок и упорядочивание потока этих блоков в рамках установленного соединения. Протокол LLC2 во многом аналогичен протоколам семейства HDLC (LAP-B, LAP-D, LAP-M), которые применяются в глобальных сетях для обеспечения надежной передачи кадров на зашумленных линиях. Протокол LLC2 работает в режиме скользящего окна. В некоторых случаях (например, при использовании сетей в системах реального времени, управляющих промышленными объектами), когда временные издержки установления логического соединения перед отправкой данных неприемлемы, а подтверждение о корректности приема переданных данных необходимо, базовая процедура без установления соединения и без подтверждения не подходит. Для таких случаев предусмотрена дополнительная процедура, называемая процедурой без установления соединения, но с подтверждением LLC3.

Использование одного из трех режимов работы уровня LLC зависит от стратегии разработчиков конкретного стека протоколов. Например, в стеке TCP/IP уровень LLC всегда работает в режиме LLC1, выполняя простую работу извлечения из кадра и демультимплексирования пакетов различных протоколов - IP, ARP, RARP. Аналогично используется уровень LLC стеком IPX/SPX. А вот стек Microsoft/IBM, основанный на протоколе NetBIOS/NetBEUI, часто использует режим LLC2. Это происходит тогда, когда сам протокол NetBIOS/NetBEUI должен работать в режиме с восстановлением потерянных и искаженных данных. В этом случае эта работа перепоручается уровню LLC2. Если же протокол NetBIOS/NetBEUI работает в дейтаграммном режиме, то протокол LLC работает в режиме LLC1. Режим LLC2 используется также стеком протоколов SNA в том случае, когда на нижнем уровне применяется технология Token Ring.

Структура кадров LLC. Процедура с восстановлением кадров LLC2

По своему назначению все кадры уровня LLC (называемые в стандарте 802.2 блоками данных - Protocol Data Unit, PDU) подразделяются на три типа - информационные, управляющие и нумерованные.

Информационные кадры (Information) предназначены для передачи информации в процедурах с установлением логического соединения LLC2 и должны обязательно содержать поле информации. В процессе передачи информационных блоков осуществляется их нумерация в режиме скользящего окна.

Управляющие кадры (Supervisory) предназначены для передачи команд и ответов в процедурах с установлением логического соединения LLC2, в том числе запросов на повторную передачу искаженных информационных блоков.

Ненумерованные кадры (Unnumbered) предназначены для передачи ненумерованных команд и ответов, выполняющих в процедурах без установления логического соединения передачу информации, идентификацию и тестирование LLC-уровня, а в процедурах с установлением логического соединения LLC2 -установление и разъединение логического соединения, а также информирование об ошибках. Все типы кадров уровня LLC имеют единый формат (рис.3.3.):

Флаг 01111110	Адрес точки входа службы назначения (DSAP)	Адрес точки входа службы источника (SSAP)	Управляющее поле (Control)	Данные (Data)	Флаг 01111110
------------------	--	---	----------------------------------	---------------	------------------

Рис.3.3. Единый формат кадров уровня LLC

Кадр LLC обрамляется двумя байтовыми полями «Флаг», имеющими значение 01111110. Флаги используются на уровне MAC для определения границ кадра LLC. В соответствии с многоуровневой структурой протоколов стандартов IEEE 802, кадр LLC вкладывается в кадр уровня MAC: кадр Ethernet, Token Ring, FDDI и т. д. При этом флаги кадра LLC отбрасываются.

Кадр LLC содержит поле данных и заголовок, который состоит из трех полей:
 - адрес точки входа службы назначения (Destination Service Access Point, DSAP);
 - адрес точки входа службы источника (Source Service Access Point, SSAP);
 управляющее поле (Control).

Поле данных кадра LLC предназначено для передачи по сети пакетов протоколов вышележащих уровней - сетевых протоколов IP, IPX, AppleTalk, DECnet, в редких случаях - прикладных протоколов, когда те вкладывают свои сообщения непосредственно в кадры канального уровня. Поле данных может отсутствовать в управляющих кадрах и некоторых ненумерованных кадрах. Адресные поля DSAP и SSAP занимают по 1 байту. Они позволяют указать, какая служба верхнего уровня пересылает данные с помощью этого кадра. Программному обеспечению узлов сети при получении кадров канального уровня необходимо распознать, какой протокол вложил свой пакет в поле данных поступившего кадра, чтобы передать извлеченный из кадра пакет нужному протоколу верхнего уровня для последующей обработки. Для идентификации этих протоколов вводятся так называемые адреса точки входа службы (Service Access Point, SAP). Значения адресов SAP приписываются протоколам в соответствии со стандартом 802.2.

Поле управления (1 или 2 байта) имеет сложную структуру при работе в режиме LLC2 и достаточно простую структуру при работе в режиме LLC1 (рис. 3.4).

		Разряды поля управления															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Тип кадра	Информационный (Information)	0	N(S)						P/F		N(R)						
	Управляющий (Supervisory)	1	0	S	—	—	—			N(R)							
	Ненумерованный (Unnumbered)	1	1	M	P/F	M											

Рис. 3.4. Структура поля управления

В режиме LLC1 используется только один тип кадра - нумерованный. У этого кадра поле управления имеет длину в один байт. Все подполя поля управления нумерованных кадров принимают нулевые значения, так что значимыми остаются только первые два бита поля, используемые как признак типа кадра. Учитывая, что в протоколе Ethernet при записи реализован обратный порядок бит в байте, то запись поля управления кадра LLC1, вложенного в кадр протокола Ethernet, имеет значение 0x03 (здесь и далее префикс 0x обозначает шестнадцатеричное представление).

В режиме LLC2 используются все три типа кадров. В этом режиме кадры делятся на команды и ответы на эти команды. Бит P/F (Poll/Final) имеет следующее значение: в командах он называется битом Poll и требует, чтобы на команду был дан ответ, а в ответах он называется битом Final и говорит о том, что ответ состоит из одного кадра.

Нумерованные кадры используются на начальной стадии взаимодействия двух узлов, а именно стадии установления соединения по протоколу LLC2. Поле M нумерованных кадров определяет несколько типов команд, которыми пользуются два узла на этапе установления соединения. Ниже приведены примеры некоторых команд.

Установить сбалансированный асинхронный расширенный режим (SABME). Эта команда является запросом на установление соединения. Она является одной из команд полного набора команд такого рода протокола HDLC. Расширенный режим означает использование двухбайтных полей управления для кадров остальных двух типов.

Нумерованное подтверждение (UA). Служит для подтверждения установления или разрыва соединения.

Контрольные вопросы:

1. Приведите общую схему стандартов 802.X
2. Структура кадров LLC.
3. Укажите структуру поля управления LLC.
4. Укажите формат поля управления LLC.

Список рекомендуемой литературы

1. Якубайтис Э.А. Информационные сети и системы: Справочная книга. — М.: Финансы и статистика, 1996.
2. . Нанс Б. Компьютерные сети: Пер. с англ. — М.: Восточная книжная компания, 1996.
3. Шатт С. Мир компьютерных сетей: Пер. с англ. — Киев: BHV, 1966.

Лекция №4. Технология Ethernet. Архитектура и особенности построения сетей на основе технологии Ethernet

План:

1. Сетевая технология Ethernet
2. Классификация Ethernet
3. Дейтаграммная передачи
4. Коммутация каналов

Ключевые слова: протокол, адаптер, пакет, доступ к среде, топология, дейтаграмма, коммутация, маршрутизатор

Сетевая технология Ethernet

Сетевая технология — это согласованный набор стандартных протоколов и программно-аппаратных средств (например, сетевых адаптеров, драйверов, кабелей и разъемов), достаточный для построения вычислительной сети.

Эпитет "достаточный" подчеркивает то обстоятельство, что речь идет о минимальном наборе средств, с помощью которых можно построить работоспособную сеть. Эту сеть можно усовершенствовать, например, за счет выделения в ней подсетей, что сразу потребует кроме протоколов стандарта Ethernet применения протокола IP, а также специальных коммуникационных устройств — маршрутизаторов.

Протоколы, на основе которых строится сеть определенной технологии (в узком смысле), создавались специально для совместной работы, поэтому от разработчика сети не требуется дополнительных усилий по организации их взаимодействия. Иногда сетевые технологии называют базовыми технологиями, имея в виду, что на их основе строится базис любой сети. Примерами базовых сетевых технологий могут служить наряду с Ethernet такие известные технологии локальных сетей как Token Ring и FDDI, или же технологии территориальных сетей X.25 и frame relay. Для получения работоспособной сети в этом случае достаточно приобрести программные и аппаратные средства, относящиеся к одной базовой технологии — сетевые адаптеры с драйверами, концентраторы, коммутаторы, кабельную систему и т. п., — и соединить их в соответствии с требованиями стандарта на данную технологию.

Для сетевой технологии Ethernet характерны:

- коммутация пакетов;
- типовая топология "общая шина";
- плоская числовая адресация;
- разделяемая передающая среда.

Основной принцип, положенный в основу Ethernet, — случайный метод доступа к разделяемой среде передачи данных. В качестве такой среды может использоваться толстый или тонкий коаксиальный кабель, витая пара, оптоволокно или радиоволны.

В стандарте Ethernet строго зафиксирована топология электрических связей. Компьютеры подключаются к разделяемой среде в соответствии с типовой структурой "общая шина" (рис. 4.1). С помощью разделяемой во времени шины любые два компьютера могут обмениваться данными. Управление доступом к линии связи осуществляется специальными контроллерами — сетевыми адаптерами Ethernet. Каждый компьютер, а точнее, каждый сетевой адаптер, имеет уникальный адрес. Передача данных происходит со скоростью 10 Мбит/с. Эта величина является пропускной способностью сети Ethernet.

Суть случайного метода доступа состоит в следующем. Компьютер в сети Ethernet может передавать данные по сети, только если сеть свободна, то есть если никакой другой компьютер в данный момент не занимается обменом.



Рис. 4.1. Сеть Ethernet.

Поэтому важной частью технологии Ethernet является процедура определения доступности среды. После того как компьютер убедился, что сеть свободна, он начинает передачу и при этом "захватывает" среду. Время монопольного использования разделяемой среды одним узлом ограничивается временем передачи одного кадра. Кадр — это единица данных, которыми обмениваются компьютеры в сети Ethernet. Кадр имеет фиксированный формат и наряду с полем данных содержит различную служебную информацию, например адрес получателя и адрес отправителя.

Сеть Ethernet устроена так, что при попадании кадра в разделяемую среду передачи данных все сетевые адаптеры начинают одновременно принимать этот кадр. Все они анализируют адрес назначения, располагающийся в одном из начальных полей кадра, и, если этот адрес совпадает с их собственным, кадр помещается во внутренний буфер сетевого адаптера. Таким образом, компьютер-адресат получает предназначенные ему данные. Может возникнуть ситуация, когда несколько компьютеров одновременно решают, что сеть свободна, и начинают передавать информацию. Такая ситуация, называемая коллизией, препятствует правильной передаче данных по сети. В стандарте Ethernet предусмотрен алгоритм обнаружения и корректной обработки коллизий. Вероятность возникновения коллизии зависит от интенсивности сетевого трафика. После обнаружения коллизии сетевые адаптеры, которые пытались передать свои кадры, прекращают передачу и после паузы случайной длительности пытаются снова получить доступ к среде и передать тот кадр, который вызвал коллизию.

Основные достоинства технологии Ethernet

Главным достоинством сетей Ethernet, благодаря которому они стали такими популярными, является их экономичность. Для построения сети достаточно иметь по одному сетевому адаптеру для каждого компьютера плюс один физический сегмент коаксиального кабеля нужной длины.

Кроме того, в сетях Ethernet реализованы достаточно простые алгоритмы доступа к среде, адресации и передачи данных. Простота логики работы сети ведет к упрощению и, соответственно, снижению стоимости сетевых адаптеров и их драйверов. По той же причине адаптеры сети Ethernet обладают высокой надежностью.

И, наконец, еще одним замечательным свойством сетей Ethernet является их хорошая расширяемость, то есть возможность подключения новых узлов. Другие базовые сетевые технологии, такие как Token Ring и FDDI, хотя и обладают индивидуальными чертами, в то же время имеют много общего с Ethernet. В первую очередь, это применение регулярных фиксированных топологий ("иерархическая звезда" и "кольцо"), а также разделяемых сред передачи данных. Существенные отличия одной технологии от другой связаны с особенностями используемого метода доступа к разделяемой среде. Так, отличия технологии Ethernet от технологии Token Ring во многом определяются спецификой заложенных в них методов разделения среды — случайного алгоритма доступа в Ethernet и метода доступа путем передачи маркера в Token Ring.

Классификация сетевой технологии Ethernet

Это метод множественного доступа с прослушиванием несущей и разрешением коллизий. Каждая РС перед началом передачи определяет, свободен канал или занят. Если канал свободен, РС начинает передачу данных, осуществляемую пакетами, упакованными в кадры. Из-за различных системных задержек могут возникнуть коллизии. В этом случае станция задерживает передачу на определенное время. Для каждой РС устанавливается свое время ожидания перед повторной передачей кадра

Разработано много модификаций этой технологии, рассчитанных и на другие коммуникации, в частности:

- 10Base-2 — использует тонкий коаксиальный кабель (диаметр 0,25 дюйма); обеспечивает сегменты длиной до 185 м с максимальным числом рабочих станций в сегменте 30;
- 10Base-5 — использует толстый коаксиальный кабель (диаметр 0,5 дюйма); обеспечивает сегменты длиной до 500 м с максимальным числом рабочих станций в сегменте 100;
- 10Base-T — использует неэкранированную витую пару и обеспечивает сегменты длиной до 100 м с максимальным числом рабочих станций в сегменте 1024;
- 10Base-F — использует волоконно-оптический кабель и обеспечивает сегменты длиной до 2000 м с максимальным числом рабочих станций в сегменте 1024.

В развитие технологии Ethernet созданы несколько вариантов:

- Fast Ethernet (IEEE 802.3u) со скоростью передачи 100 Мбит/с, имеющая три модификации:
 - 100Base-TX, использующая экранированную и неэкранированную витую пару с длиной сегмента не более 100 м;
 - 100Base-T4, использующая четырехпроводную неэкранированную витую пару с длиной сегмента не более 100 м;
 - 100Base-FX, использующая волоконно-оптический кабель с длиной сегмента не более 410 м при полудуплексе и до 2000 м при дуплексе.

Gigabit Ethernet (IEEE802.3z) со скоростью передачи 1000 Мбит/с использует в качестве линий связи коаксиальный кабель, экранированную витую пару и волоконно-оптический кабель с максимальной длиной сегмента в разных модификациях от 200 м до 5000 м.

Существуют следующие модификации:

- 1000Base-LX, использующая волоконно-оптический кабель с длиной волны света 1,3 мкм;
- 1000Base-SX, использующая волоконно-оптический кабель с длиной волны света 0,85 мкм;
- 1000Base-CX, использующая экранированную витую пару;
- 1000Base-T, использующая неэкранированную витую пару.

Недостатки Ethernet:

1. Возможность столкновений сообщений (коллизии, помехи).
2. В случае большой загрузки сети время передачи сообщений непредсказуемо.

Дейтаграммная передача

В сетях с коммутацией пакетов сегодня применяется два класса механизмов передачи пакетов: дейтаграммная передача; виртуальные каналы. Примерами сетей, реализующих дейтаграммный механизм передачи, являются сети Ethernet, IP и IPX.

Дейтаграммный способ передачи данных основан на том, что все передаваемые пакеты обрабатываются независимо друг от друга, пакет за пакетом. Принадлежность пакета к определенному потоку между двумя конечными узлами и двумя приложениями, работающими на этих узлах, никак не учитывается. Выбор следующего узла — например, коммутатора Ethernet или маршрутизатора IP/IPX — происходит только на основании адреса узла назначения, содержащегося в заголовке пакета. Решение о том, какому узлу передать пришедший пакет, принимается на основе таблицы, содержащей набор адресов

назначения и адресную информацию, однозначно определяющую следующий (транзитный или конечный) узел. Такие таблицы имеют разные названия — например, для сетей Ethernet они обычно называются таблицей продвижения (forwarding table), а для сетевых протоколов, таких как IP и IPX, — таблицами маршрутизации (routing table). Далее для простоты будем пользоваться термином "таблица маршрутизации" в качестве обобщенного названия такого рода таблиц, используемых для дейтаграммной передачи на основании только адреса назначения конечного узла. В таблице маршрутизации для одного и того же адреса назначения может содержаться несколько записей, указывающих, соответственно, на различные адреса следующего маршрутизатора. Такой подход используется для повышения производительности и надежности сети. На рис. 4.2 пакеты, поступающие в маршрутизатор R1 для узла назначения с адресом N2, A2, в целях баланса нагрузки распределяются между двумя следующими маршрутизаторами — R2 и R3, что снижает нагрузку на каждый из них, а значит, уменьшает очереди и ускоряет доставку. Некоторая "размытость" путей следования пакетов с одним и тем же адресом назначения через сеть является прямым следствием принципа независимой обработки каждого пакета, присущего дейтаграммным протоколам. Пакеты, следующие по одному и тому же адресу назначения, могут добираться до него разными путями и вследствие изменения состояния сети, например отказа промежуточных маршрутизаторов.

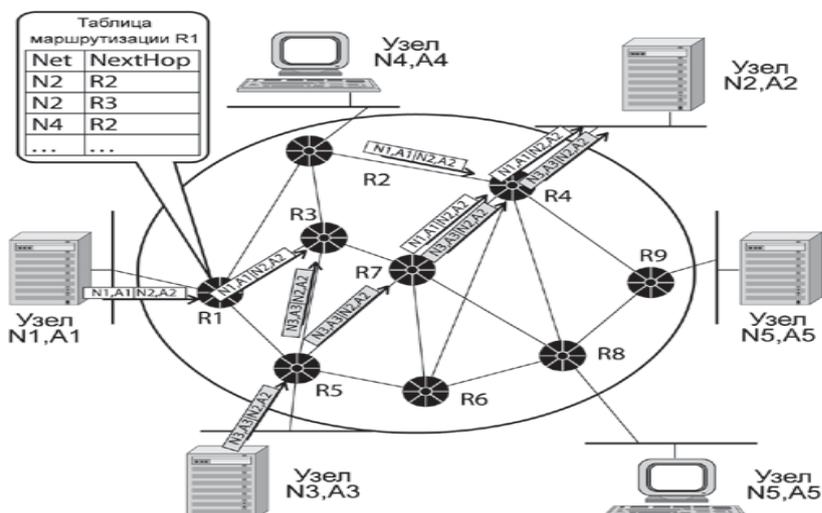


Рис. 4.2. Дейтаграммный принцип передачи пакетов.

Виртуальные каналы в сетях с коммутацией пакетов

Механизм виртуальных каналов (virtual circuit или virtual channel) создает в сети устойчивые пути следования трафика через сеть с коммутацией пакетов. Этот механизм учитывает существование в сети потоков данных. Если целью является прокладка для всех пакетов потока единого пути через сеть, то необходимым (но не всегда единственным) признаком такого потока должно быть наличие для всех его пакетов общих точек входа и выхода из сети. Именно для передачи таких потоков в сети создаются виртуальные каналы. На рисунке 4.3 показан фрагмент сети, в которой проложены два виртуальных канала. Первый проходит от конечного узла с адресом N1, A1 до конечного узла с адресом N2, A2 через промежуточные коммутаторы сети R1, R3, R7 и R4. Второй обеспечивает продвижение данных по пути N3, A3 — R5 — R7 — R4 — N2, A2. Между двумя конечными узлами может быть проложено несколько виртуальных каналов, как полностью совпадающих в отношении пути следования через транзитные узлы, так и отличающихся. Сеть только обеспечивает возможность передачи трафика вдоль виртуального канала, а какие именно потоки будут передаваться по этим каналам, решают сами конечные узлы. Узел может использовать один и тот же виртуальный канал для передачи всех потоков,

которые имеют общие с данным виртуальным каналом конечные точки, или же только части из них.

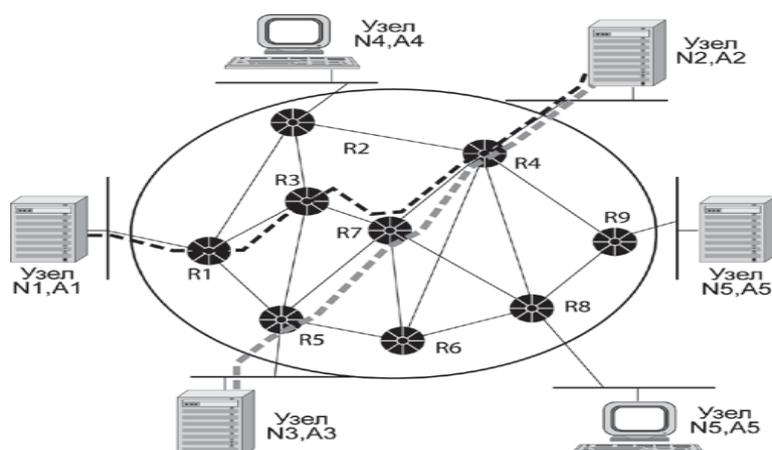


Рис. 4.3. Принцип работы виртуального канала.

Важной особенностью сетей с виртуальными каналами является использование локальных адресов пакетов при принятии решения о передаче. Вместо достаточно длинного адреса узла назначения (его длина должна позволять уникально идентифицировать все узлы и подсети в сети, применяется локальная, то есть меняющаяся от узла к узлу, метка, которой помечаются все пакеты, перемещаемые по определенному виртуальному каналу. Эта метка в различных технологиях называется по-разному. Однако назначение ее везде одинаково — промежуточный узел, называемый в этих технологиях коммутатором, читает значение метки из заголовка пришедшего пакета и просматривает свою таблицу коммутации, в которой указывается, на какой выходной порт нужно передать пакет. Таблица коммутации содержит записи только о проходящих через данный коммутатор виртуальных каналах, а не обо всех имеющихся в сети узлах (или подсетях, если применяется иерархический способ адресации). Обычно в крупной сети количество проложенных через узел виртуальных каналов существенно меньше количества узлов и подсетей, поэтому по размерам таблица коммутации намного меньше таблицы маршрутизации, а, следовательно, просмотр занимает гораздо меньше времени и не требует от коммутатора большой вычислительной мощности. Идентификатор виртуального канала (именно такое название метки будет использоваться далее) также намного короче адреса конечного узла (по той же причине), поэтому и избыточность заголовка пакета, который теперь не содержит длинного адреса, а переносит по сети только идентификатор, существенно меньше.

Контрольные вопросы

1. Что представляют собой уровневые протоколы семиуровневой эталонной модели?
2. Как определяются протоколы передачи данных нижнего уровня?
3. Каковы преимущества и недостатки сред маркерная шина и маркерное кольцо?
4. Что представляет собой коллизия?
5. Дайте краткую характеристику сетевой технологии IEEE 802.3/Ethernet и ее разновидностей.
6. Дайте краткую характеристику сетевой технологии IEEE 802.3/Token ring.
7. Дайте краткую характеристику сетевой технологии Arcnet.
8. Дайте краткую характеристику сетевой технологии Fddi.

Список рекомендуемой литературы

1. Пятибратов А. П., Гудыно Л. П., Кириченко А. А. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / Под. ред. А. П. Пятибратова. М.: Финансы и статистика, 2001. 512 с.
2. Смирнов А. Д. Архитектура вычислительных систем. М.: Наука, 1990. 320 с.

3. Хелд Г. Технологии передачи данных. СПб.: Питер, 2003. 720 с.

Лекция №5. Особенности локальных сетей, построенные на основе технологий Fast и Gigabit Ethernet, Radio Ethernet, Wifi – max.

План:

1. Общие отличия Fast Ethernet от Ethernet
2. Структура физического уровня Fast Ethernet
3. Физический уровень 100Base-FX
4. Общие отличия Fast Ethernet от Gigabit Ethernet
5. Radio Ethernet
6. Wifi – max
7. Типы кабелей

Ключевые слова: Fast и Gigabit Ethernet, коаксиальный кабель, витая пара, волоконно-оптический многомодовый кабель.

Все отличия технологии Fast Ethernet от Ethernet сосредоточены на физическом уровне (рис. 5.1). Уровни MAC и LLC в Fast Ethernet остались абсолютно теми же, и их описывают прежние главы стандартов 802.3 и 802.2. Поэтому рассматривая технологию Fast Ethernet, мы будем изучать только несколько вариантов ее физического уровня.

Более сложная структура физического уровня технологии Fast Ethernet вызвана тем, что в ней используются три варианта кабельных систем:

- волоконно-оптический многомодовый кабель, используются два волокна;
- витая пара категории 5, используются две пары;
- витая пара категории 3, используются четыре пары.

Коаксиальный кабель, давший миру первую сеть Ethernet, в число разрешенных сред.

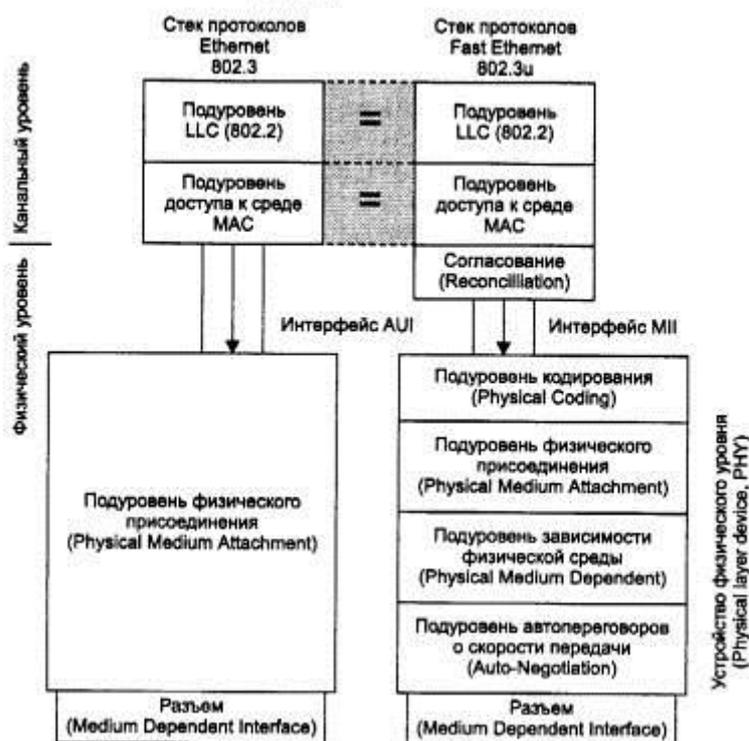


Рис. 5.1. Отличия технологии Fast Ethernet от технологии Ethernet

Это общая тенденция многих новых технологий, поскольку на небольших расстояниях витая пара категории 5 позволяет передавать данные с той же скоростью, что и коаксиальный кабель, но сеть получается более дешевой и удобной в эксплуатации. На больших расстояниях оптическое волокно обладает гораздо более широкой полосой пропускания, чем коаксиал, а стоимость сети получается ненамного выше, особенно если учесть высокие затраты на поиск и устранение неисправностей в крупной кабельной коаксиальной системе. Отказ от коаксиального кабеля привел к тому, что сети Fast Ethernet всегда имеют иерархическую древовидную структуру, построенную на концентраторах, как и сети 10Base-T/10Base-F. Основным отличием конфигураций сетей Fast Ethernet является сокращение диаметра сети примерно до 200 м, что объясняется уменьшением времени передачи кадра минимальной длины в 10 раз за счет увеличения скорости передачи в 10 раз по сравнению с 10-мегабитным Ethernet.

При использовании коммутаторов протокол Fast Ethernet может работать в полнодуплексном режиме, в котором нет ограничений на общую длину сети, а остаются только ограничения на длину физических сегментов, соединяющих соседние устройства (адаптер - коммутатор или коммутатор - коммутатор). Поэтому при создании магистралей локальных сетей большой протяженности технология Fast Ethernet также активно, применяется, но только в полнодуплексном варианте, совместно с коммутаторами.

По сравнению с вариантами физической реализации Ethernet (а их насчитывается шесть), в Fast Ethernet отличия каждого варианта от других глубже - меняется как количество проводников, так и методы кодирования. Официальный стандарт 802.3и установил три различных спецификации для физического уровня Fast Ethernet и дал им следующие названия (рис.5.2):

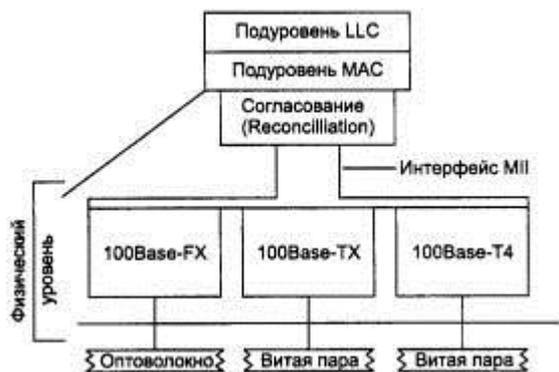


Рис. 5.2. Структура физического уровня Fast Ethernet

- 100Base-TX для двухпарного кабеля на неэкранированной витой паре UTP категории 5 или экранированной витой паре STP Type 1;
- 100Base-T4 для четырехпарного кабеля на неэкранированной витой паре UTP категории 3, 4 или 5;
- 100Base-FX для многомодового оптоволоконного кабеля, используются два волокна.

Для всех трех стандартов справедливы следующие утверждения и характеристики.

Форматы кадров технологии Fast Ethernet отличаются от форматов кадров технологий 10-мегабитного Ethernet. Межкадровый интервал (IPG) равен 0,96 мкс, а битовый интервал равен 10 нс. Все временные параметры алгоритма доступа (интервал отсрочки, время передачи кадра минимальной длины и т. п.), измеренные в битовых интервалах, остались прежними, поэтому изменения в разделы стандарта, касающиеся уровня MAC, не вносились. Признаком свободного состояния среды является передача по ней символа Idle соответствующего избыточного кода (а не отсутствие сигналов, как в стандартах Ethernet 10 Мбит/с). Физический уровень включает три элемента:

- уровень согласования (reconciliation sublayer);

- независимый от среды интерфейс (Media Independent Interface, Mil);
- устройство физического уровня (Physical layer device, PHY).

Уровень согласования нужен для того, чтобы уровень MAC, рассчитанный на интерфейс AUI, смог работать с физическим уровнем через интерфейс МП.

Устройство физического уровня (PHY) состоит, в свою очередь, из нескольких подуровней:

- подуровня логического кодирования данных, преобразующего поступающие от уровня MAC байты в символы кода 4В/5В или 8В/6Т (оба кода используются в технологии Fast Ethernet);
- подуровней физического присоединения и подуровня зависимости от физической среды (PMD), которые обеспечивают формирование сигналов в соответствии с методом физического кодирования;
- подуровня автопереговоров, который позволяет двум взаимодействующим портам автоматически выбрать наиболее эффективный режим работы, например, полудуплексный или полнодуплексный (этот подуровень является факультативным).

Интерфейс МП поддерживает независимый от физической среды способ обмена данными между подуровнем MAC и подуровнем PHY. Этот интерфейс аналогичен по назначению интерфейсу AUI классического Ethernet за исключением того, что интерфейс AUI располагался между подуровнем физического кодирования сигнала (для любых вариантов кабеля использовался одинаковый метод физического кодирования - манчестерский код) и подуровнем физического присоединения к среде, а интерфейс МП располагается между подуровнем MAC и подуровнями кодирования сигнала, которых в стандарте Fast Ethernet три - FX, TX и T4.

Разъем МП в отличие от разъема AUI имеет 40 контактов, максимальная длина кабеля МП составляет один метр. Сигналы, передаваемые по интерфейсу МП, имеют амплитуду 5 В.

Физический уровень 100Base-FX - многомодовое оптоволокно.

Эта спецификация определяет работу протокола Fast Ethernet по многомодовому оптоволокну в полудуплексном и полнодуплексном режимах на основе хорошо проверенной схемы кодирования FDDI. Как и в стандарте FDDI, каждый узел соединяется с сетью двумя оптическими волокнами, идущими от приемника (R_x) и от передатчика (T_x).

Между спецификациями 100Base-FX и 100Base-TX есть много общего, поэтому общие для двух спецификаций свойства будут даваться под обобщенным названием 100Base-FX/TX.

В то время как Ethernet со скоростью передачи 10 Мбит/с использует манчестерское кодирование для представления данных при передаче по кабелю, в стандарте Fast Ethernet определен другой метод кодирования - 4В/5В. Этот метод уже показал свою эффективность в стандарте FDDI и без изменений перенесен в спецификацию 100Base-FX/TX. При этом методе каждые 4 бита данных подуровня MAC (называемых символами) представляются 5 битами. Избыточный бит позволяет применить потенциальные коды при представлении каждого из пяти бит в виде электрических или оптических импульсов. Существование запрещенных комбинаций символов позволяет отбраковывать ошибочные символы, что повышает устойчивость работы сетей с 100Base-FX/TX.

Технология Fast Ethernet, как и все некоаксиальные варианты Ethernet, рассчитана на использование концентраторов-повторителей для образования связей в сети. Правила корректного построения сегментов сетей Fast Ethernet включают:

- ограничения на максимальные длины сегментов, соединяющих DTE с DTE;
- ограничения на максимальные длины сегментов, соединяющих DTE с портом повторителя;
- ограничения на максимальный диаметр сети;
- ограничения на максимальное число повторителей и максимальную длину сегмента, соединяющего повторители.

Ограничения длин сегментов DTE-DTE

В качестве DTE (Data Terminal Equipment) может выступать любой источник кадров данных для сети: сетевой адаптер, порт моста, порт маршрутизатора, модуль управления сетью и другие подобные устройства. Отличительной особенностью DTE является то, что он вырабатывает новый кадр для разделяемого сегмента (мост или коммутатор, хотя и передают через выходной порт кадр, который выработал в свое время сетевой адаптер, но для сегмента сети, к которому подключен выходной порт, этот кадр является новым). Порт повторителя не является DTE, так как он побитно повторяет уже появившийся в сегменте кадр.

В типичной конфигурации сети Fast Ethernet несколько DTE подключается к портам повторителя, образуя сеть звездообразной топологии. Соединения DTE-DTE в разделяемых сегментах не встречаются (если исключить экзотическую конфигурацию, когда сетевые адаптеры двух компьютеров соединены прямо друг с другом кабелем), а вот для мостов/коммутаторов и маршрутизаторов такие соединения являются нормой - когда сетевой адаптер прямо соединен с портом одного из этих устройств, либо эти устройства соединяются друг с другом.

Спецификация IEEE 802.3u определяет следующие максимальные длины сегментов DTE-DTE, приведенные в табл. 5.1

Таблица 5.1. Максимальные длины сегментов DTE-DTE

Стандарт	Тип кабеля	Максимальная длина сегмента
100Base-TX	Категория 5 UTP	100 м
100Base-FX	Многомодовое оптоволокно 62,5/125 мкм	412 м (полудуплекс) 2 км (полный дуплекс)
100Base-T4	Категория 3, 4 или 5 UTP	100 м

Выводы

- Потребности в высокоскоростной и в то же время недорогой технологии для подключения к сети мощных рабочих станций привели в начале 90-х годов к созданию инициативной группы, которая занялась поисками нового Ethernet - такой же простой и эффективной технологии, но работающей на скорости 100 Мбит/с.
- Специалисты разбились на два лагеря, что в конце концов привело к появлению двух стандартов, принятых осенью 1995 года: комитет 802.3 утвердил стандарт Fast Ethernet, почти полностью повторяющий технологию Ethernet 10 Мбит/с, а специально созданный комитет 802.12 утвердил стандарт технологии 100VG-AnyLAN, которая сохраняла формат кадра Ethernet, но существенно изменяла метод доступа.
- Технология Fast Ethernet сохранила в неприкосновенности метод доступа CSMA/CD, оставив в нем тот же алгоритм и те же временные параметры в битовых интервалах (сам битовый интервал уменьшился в 10 раз). Все отличия Fast Ethernet от Ethernet проявляются на физическом уровне.
- В стандарте Fast Ethernet определены три спецификации физического уровня: 100Base-TX для 2-х пар UTP категории 5 или 2-х пар STP Type 1 (метод кодирования 4В/5В), 100Base-FX для многомодового волоконно-оптического кабеля с двумя оптическими волокнами (метод кодирования 4В/5В) и 100Base-T4, работающую на 4-х парах UTP категории 3, но использующую одновременно только три пары для передачи, а оставшуюся - для обнаружения коллизии (метод кодирования 8В/6Т).
- Стандарты 100Base-TX/FX могут работать в полнодуплексном режиме.
- Максимальный диаметр сети Fast Ethernet равен приблизительно 200 м, а более точные значения зависят от спецификации физической среды. В домене коллизий Fast Ethernet допускается не более одного повторителя класса I (позволяющего транслировать коды 4В/5В в коды 8В/6Т и обратно) и не более двух повторителей класса II (не позволяющих выполнять трансляцию кодов).

- Технология Fast Ethernet при работе на витой паре позволяет за счет процедуры автопереговоров двум портам выбирать наиболее эффективный режим работы - скорость 10 Мбит/с или 100 Мбит/с, а также полудуплексный или полнодуплексный режим.

Gigabit Ethernet

Основная идея разработчиков стандарта Gigabit Ethernet состоит в максимальном сохранении идей классической технологии Ethernet при достижении битовой скорости в 1000 Мбит/с.:

- качество обслуживания;
- избыточные связи;
- тестирование работоспособности узлов и оборудования (в последнем случае - за исключением тестирования связи порт - порт, как это делается для Ethernet 10Base-T и 10Base-F и Fast Ethernet).

По поводу качества обслуживания коротко можно ответить так: «сила есть - ума не надо». Если магистраль сети будет работать со скоростью в 20 000 раз превышающей среднюю скорость сетевой активности клиентского компьютера и в 100 раз превышающей среднюю сетевую активность сервера с сетевым адаптером 100 Мбит/с, то о задержках пакетах на магистрали во многих случаях можно не заботиться вообще. При небольшом коэффициенте загрузки магистрали 1000 Мбит/с очереди в коммутаторах Gigabit Ethernet будут небольшими, а время буферизации и коммутации на такой скорости составляет единицы и даже доли микросекунд.

Избыточные связи и тестирование оборудования не будут поддерживаться технологией Gigabit Ethernet из-за того, что с этими задачами хорошо справляются протоколы более высоких уровней, например Spanning Tree, протоколы маршрутизации и т. п. Поэтому разработчики технологии решили, что нижний уровень просто должен быстро передавать данные, а более сложные и более редко встречающиеся задачи (например, приоритезация трафика) должны передаваться верхним уровням:

- Сохраняются все форматы кадров Ethernet.
- По-прежнему будут существовать полудуплексная версия протокола, поддерживающая метод доступа CSMA/CD, и полнодуплексная версия, работающая с коммутаторами. По поводу сохранения полудуплексной версии протокола сомнения были еще у разработчиков Fast Ethernet, так как сложно заставить работать алгоритм CSMA/CD на высоких скоростях. Однако метод доступа остался неизменным в технологии Fast Ethernet, и его решили оставить в новой технологии Gigabit Ethernet. Сохранение недорогого решения для разделяемых сред позволит применить Gigabit Ethernet в небольших рабочих группах, имеющих быстрые серверы и рабочие станции.
- Поддерживаются все основные виды кабелей, используемых в Ethernet и Fast Ethernet: волоконно-оптический, витая пара категории 5, коаксиал.

Перед разработчиками стандарта Gigabit Ethernet стояло несколько трудно разрешимых проблем. Одной из них была задача обеспечения приемлемого диаметра сети для полудуплексного, режима работы. В связи с ограничениями, накладываемыми методом CSMA/CD на длину кабеля, версия Gigabit Ethernet для разделяемой среды допускала бы длину сегмента всего в 25 метров при сохранении размера кадров и всех параметров метода CSMA/CD неизменными. Так как существует большое количество применений, когда нужно повысить диаметр сети хотя бы до 200 метров, необходимо было каким-то образом решить эту задачу за счет минимальных изменений в технологии Fast Ethernet.

Другой сложнейшей задачей было достижение битовой скорости 1000 Мбит/с на основных типах кабелей. Даже для оптоволоконна достижение такой скорости представляет некоторые проблемы, так как технология Fibre Channel, физический уровень которой был взят за основу для оптоволоконной версии Gigabit Ethernet, обеспечивает скорость передачи

данных всего в 800 Мбит/с (битовая скорость на линии равна в этом случае примерно 1000 Мбит/с, но при методе кодирования 8В/10В полезная битовая скорость на 25 % меньше скорости импульсов на линии).

И наконец, самая сложная задача - поддержка кабеля на витой паре. Такая задача на первый взгляд кажется неразрешимой - ведь даже для 100-мегабитных протоколов пришлось использовать достаточно сложные методы кодирования, чтобы уложить спектр сигнала в полосу пропускания кабеля. Однако успехи специалистов по кодированию, проявившиеся в последнее время в новых стандартах модемов, показали, что задача имеет шансы на решение. Чтобы не тормозить принятие основной версии стандарта Gigabit Ethernet, использующего оптоволокно и коаксиал, был создан отдельный комитет 802.3ab, который занимается разработкой стандарта Gigabit Ethernet на витой паре категории 5.

- Технология Gigabit Ethernet добавляет новую, 1000 Мбит/с, ступень в иерархии скоростей семейства Ethernet. Эта ступень позволяет эффективно строить крупные локальные сети, в которых мощные серверы и магистрали нижних уровней сети работают на скорости 100 Мбит/с, а магистраль Gigabit Ethernet объединяет их, обеспечивая достаточно большой запас пропускной способности.
- Разработчики технологии Gigabit Ethernet сохранили большую степень преемственности с технологиями Ethernet и Fast Ethernet. Gigabit Ethernet использует те же форматы кадров, что и предыдущие версии Ethernet, работает в полнодуплексном и полудуплексном режимах, поддерживая на разделяемой среде тот же метод доступа CSMA/CD с минимальными изменениями.
- Для обеспечения приемлемого максимального диаметра сети в 200 м в полудуплексном режиме разработчики технологии пошли на увеличение минимального размера кадра с 64 до 512 байт. Разрешается также передавать несколько кадров подряд, не освобождая среду, на интервале 8096 байт, тогда кадры не обязательно дополнять до 512 байт. Остальные параметры метода доступа и максимального размера кадра остались неизменными.
- Летом 1998 года был принят стандарт 802.3z, который определяет использование в качестве физической среды трех типов кабеля: многомодового оптоволоконного (расстояние до 500 м), одномодового оптоволоконного (расстояние до 5000 м) и двойного коаксиального (twinaх), по которому данные передаются одновременно по двум медным экранированным проводникам на расстояние до 25 м.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные отличия Fast Ethernet от Ethernet.
2. Покажите физическую структуру Fast Ethernet
3. Перечислите основные отличия Fast Ethernet от Gigabit Ethernet
4. Типы кабелей для Gigabit Ethernet

Тестовые вопросы:

1. Задача каждого уровня предоставления услуг _____ уровню, «маскируя» механизм реализации этих услуг.
2. Канальный уровень предназначен для передачи _____ от Сетевого уровня Физическому.
3. _____ уровень используется для маршрутизации, и сегментацию.
4. На _____ уровне определяются способ соединения сетевого кабеля с сетевым адаптером
5. Чтобы исключить конфликты или не законченные операции, протоколы в строгом порядке расположены по _____.
6. Порядок _____ определяет местонахождение протокола в стеке.
7. Протоколы разделены на три типа согласно модели OSI: прикладной, _____ и сетевой.
8. Протокол драйвера платы сетевого адаптера расположен на подуровне _____ модели OSI.

Список рекомендуемой литературы

1. Нанс Б. Компьютерные сети: Пер. с англ. — М.: Восточная книжная компания, 1996.
2. Шатт С. Мир компьютерных сетей: Пер. с англ. — Киев: ВНУ, 1966.

Лекция 6. Структуризация как средство построения больших сетей.

План:

1. Причины структуризации транспортной инфраструктуры сетей
2. Физическая структуризация сети
3. Логическая структуризация сети
4. Назначение, структура мостов, маршрутизаторов, коммутаторов
5. Корпоративные сети

Ключевые слова: общая шина, кольцо, звезда, физическая и логическая структуризация, мост, маршрутизатор.

Причины структуризации транспортной инфраструктуры сетей

В сетях с небольшим (10–30) количеством компьютеров чаще всего используется одна из типовых топологий — "общая шина", "кольцо", "звезда" или полносвязная сеть. Все перечисленные топологии обладают свойством однородности, то есть все компьютеры в такой сети имеют одинаковые права в отношении доступа к другим компьютерам (за исключением центрального компьютера при соединении "звезда"). Такая однородность структуры упрощает процедуру наращивания числа компьютеров, облегчает обслуживание и эксплуатацию сети. Однако при построении больших сетей однородная структура связей превращается из преимущества в недостаток. В таких сетях использование типовых структур порождает различные ограничения, важнейшими из которых являются:

- ограничения на длину связи между узлами;
- ограничения на количество узлов в сети;
- ограничения на интенсивность трафика, который генерируют узлы сети.

Например, технология Ethernet на тонком коаксиальном кабеле позволяет использовать кабель длиной не более 185 метров, к которому можно подключить не более 30 компьютеров. Однако если компьютеры интенсивно обмениваются информацией, иногда приходится снижать число подключенных к кабелю машин до 20, а то и до 10, чтобы каждому компьютеру доставалась приемлемая доля общей пропускной способности сети. Для снятия этих ограничений используются особые методы структуризации сети и специальное структурообразующее оборудование — повторители, концентраторы, мосты, коммутаторы, маршрутизаторы. Такого рода оборудование также называют коммуникационным, имея в виду, что с его помощью отдельные сегменты сети взаимодействуют между собой. Различают:

1. Топологию физических связей (физическую структуру сети). В этом случае конфигурация физических связей определяется электрическими соединениями компьютеров, то есть ребрам графа соответствуют отрезки кабеля, связывающие пары узлов.
2. Топологию логических связей (логическую структуру сети). Здесь в качестве логических связей выступают маршруты передачи данных между узлами сети, которые образуются путем соответствующей настройки коммуникационного оборудования.

Физическая структуризация сети

Простейшее из коммуникационных устройств — повторитель (repeater) — используется для физического соединения различных сегментов кабеля локальной сети с целью увеличения общей длины сети. Повторитель - устройство для соединения сегментов одной

сети, обеспечивающее промежуточное усиление и формирования сигналов. Позволяет расширять сеть по расстоянию и количеству подключенных узлов. Повторитель передает сигналы, приходящие из одного сегмента сети, в другие ее сегменты (рис. 6.1). Повторитель позволяет преодолеть ограничения на длину линий связи за счет улучшения качества передаваемого сигнала — восстановления его мощности и амплитуды, улучшения фронтов и т. п.

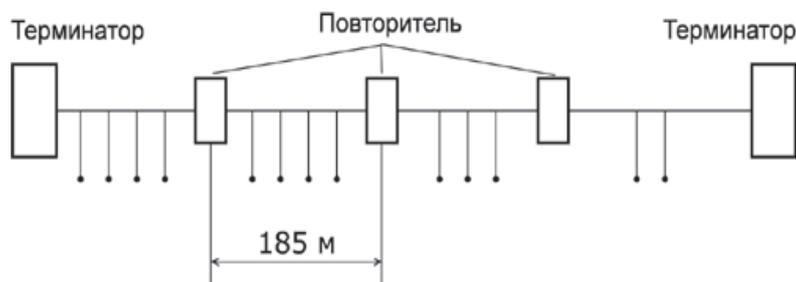


Рис. 6.1. Повторитель позволяет увеличить длину сети Ethernet.

Повторитель, который имеет несколько портов и соединяет несколько физических сегментов, часто называют концентратором (concentrator) или хабом (hub). Нужно подчеркнуть, что в работе любых концентраторов много общего — они повторяют сигналы, пришедшие с одного из их портов, на других своих портах. Разница состоит в том, на каких именно портах повторяются входные сигналы. Так, концентратор Ethernet повторяет входные сигналы на всех своих портах, кроме того, с которого сигналы поступают (рис. 6.2).

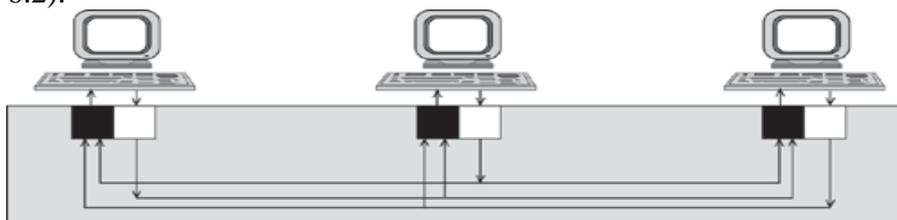


Рис.6.2. Концентратор Ethernet.

А концентратор Token Ring (рис. 6.3) повторяет входные сигналы, поступающие с некоторого порта, только на одном порту — на том, к которому подключен следующий в кольце компьютер.

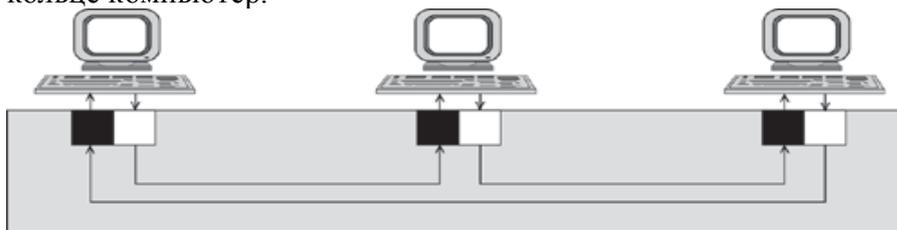


Рис.6.3. Концентратор Token Ring.

Добавление в сеть концентратора всегда изменяет физическую топологию сети, но при этом оставляет без изменений ее логическую топологию. Как уже было сказано, под физической топологией понимается конфигурация связей, образованных отдельными частями кабеля, а под логической — конфигурация информационных потоков между компьютерами сети. Во многих случаях физическая и логическая топологии сети совпадают. Например, сеть, представленная на рис. 6.4 а, имеет физическую топологию "кольцо". Компьютеры такой сети получают доступ к кабелям кольца за счет передачи друг другу специального кадра — маркера, причем этот маркер также передается последовательно от компьютера к компьютеру в том же порядке, в котором компьютеры образуют физическое кольцо, то есть компьютер А передает маркер компьютеру В, компьютер В — компьютеру С и т. д. Сеть, показанная на рис. 6.4б, показывает несовпадение физической и логической топологии. Физически компьютеры соединены по топологии "общая шина". Доступ же к шине происходит не по алгоритму случайного доступа, применяемому в технологии

Ethernet, а путем передачи маркера в кольцевом порядке: от компьютера А — компьютеру В, от компьютера В — компьютеру С и т. д. Здесь порядок передачи маркера уже не повторяет физические связи, а определяется логическим конфигурированием драйверов

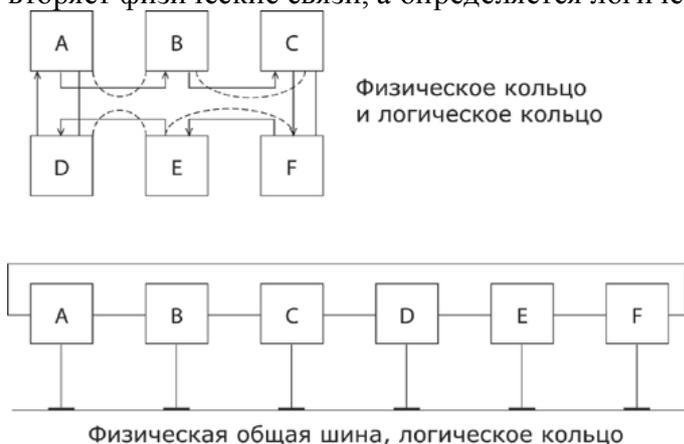


Рис. 6.4. а) логическая и физическая структуры сети совпадают
б) логическая структура не совпадает с физической.

сетевых адаптеров. Физическая структуризация сети с помощью концентраторов полезна не только для увеличения расстояния между узлами сети, но и для повышения ее надежности. Например, если какой-либо компьютер сети Ethernet с физической общей шиной из-за сбоя начинает непрерывно передавать данные по общему кабелю, то вся сеть выходит из строя, и остается только одно — вручную отсоединить сетевой адаптер этого компьютера от кабеля. В сети Ethernet, построенной с использованием концентратора, эта проблема может быть решена автоматически — концентратор отключает свой порт, если обнаруживает, что присоединенный к нему узел слишком долго монопольно занимает сеть. Концентратор может блокировать некорректно работающий узел и в других случаях, выполняя роль некоторого управляющего узла

Логическая структуризация сети

Физическая структуризация сети полезна во многих отношениях, однако в ряде случаев, обычно относящихся к сетям большого и среднего размера, без логической структуризации сети обойтись невозможно. Наиболее важной проблемой, не решаемой путем физической структуризации, остается проблема перераспределения передаваемого трафика между различными физическими сегментами сети.

Сеть с типовой топологией ("шина", "кольцо", "звезда"), в которой все физические сегменты рассматриваются в качестве одной разделяемой среды, оказывается неадекватной структуре информационных потоков в большой сети. Например, в сети с общей шиной взаимодействие любой пары компьютеров занимает ее на все время обмена, поэтому при увеличении числа компьютеров в сети шина становится узким местом. Компьютеры одного отдела вынуждены ждать, когда завершит обмен пара компьютеров другого отдела. Этот случай иллюстрирует рис.6.5.

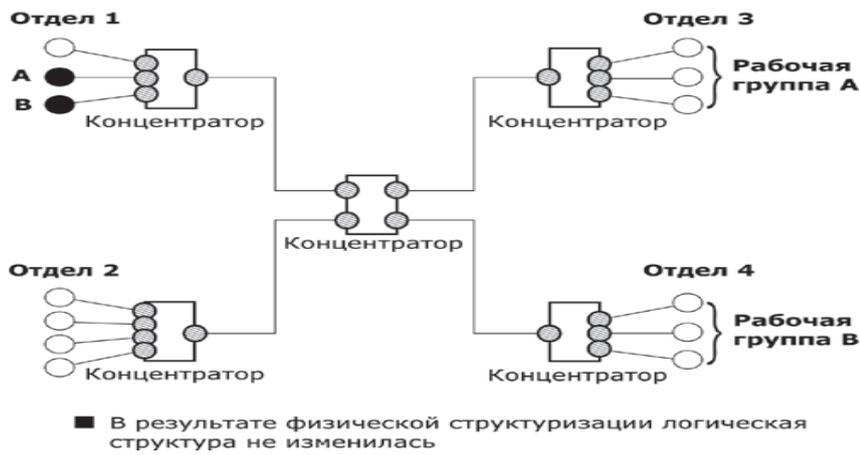


Рис. 6.5. Физическая структуризация на основе концентраторов.

Пусть компьютер А, находящийся в одной подсети с компьютером В, посылает ему данные. Несмотря на разветвленную физическую структуру сети, концентраторы распространяют любой кадр по всем ее сегментам.

Поэтому кадр, посылаемый компьютером А компьютеру В, хотя и не нужен компьютерам отделов 2 и 3, в соответствии с логикой работы концентраторов поступает на эти сегменты тоже (на рисунке кадр, посланный компьютером А, показан в виде заштрихованного кружка, который повторяется на всех сетевых интерфейсах данной сети). И до тех пор, пока компьютер В не получит адресованный ему кадр, ни один из компьютеров этой сети не сможет передавать данные.

Такая ситуация возникает из-за того, что логическая структура данной сети осталась однородной — она никак не учитывает возможность локальной обработки трафика внутри отдела и предоставляет всем парам компьютеров равные возможности по обмену информацией (рис.6.6).

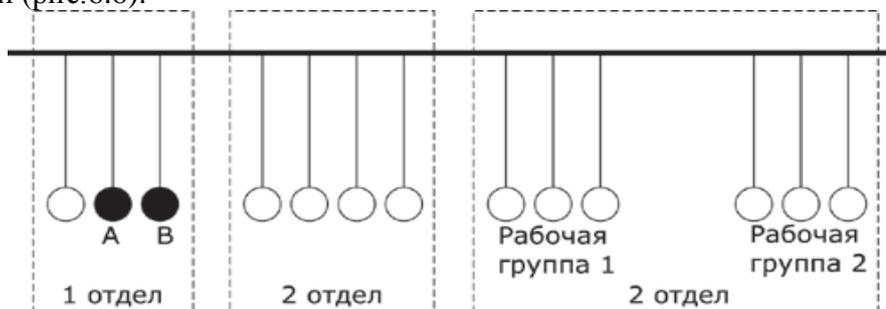


Рис. 6.6. Логическая структура продолжает соответствовать "общей шине".

Для решения проблемы придется отказаться от идеи единой однородной разделяемой среды. Например, в рассмотренном выше примере желательно было бы сделать так, чтобы кадры, которые передают компьютеры отдела 1, выходили бы за пределы этой части сети в том и только в том случае, если эти кадры направлены какому-либо компьютеру из других отделов. С другой стороны, в сеть каждого из отделов должны попадать только те кадры, которые адресованы узлам этой сети. При такой организации работы сети ее производительность существенно повысится, так как компьютеры одного отдела не будут простаивать в то время, когда обмениваются данными компьютеры других отделов.

Распространение трафика, предназначенного для компьютеров некоторого сегмента сети, только в пределах этого сегмента, называется локализацией трафика. Логическая структуризация сети — это процесс разбиения сети на сегменты с локализованным трафиком. Для логической структуризации сети используются коммуникационные устройства: мосты; коммутаторы; маршрутизаторы; шлюзы.

Мост (Bridge) - средство передачи пакетов между сетями (локальными), для протоколов сетевого уровня прозрачен. Осуществляет фильтрацию пакетов, не выпуская из сети пакеты для адресатов, находящихся внутри сети, а также переадресацию - передачу пакеты

тов в другую сеть в соответствии с таблицей маршрутизации или во все другие сети при отсутствии адресата в таблице. Таблица маршрутизации обычно составляется в процессе самообучения по адресу источника приходящего пакета.

Мост (bridge) делит разделяемую среду передачи сети на части (часто называемые логическими сегментами), передавая информацию из одного сегмента в другой только в том случае, если такая передача действительно необходима, то есть если адрес компьютера назначения принадлежит другой подсети. Тем самым мост изолирует трафик одной подсети от трафика другой, повышая общую производительность передачи данных в сети. Локализация трафика не только экономит пропускную способность, но и уменьшает возможность несанкционированного доступа к данным, так как кадры не выходят за пределы своего сегмента, и злоумышленнику сложнее перехватить их.

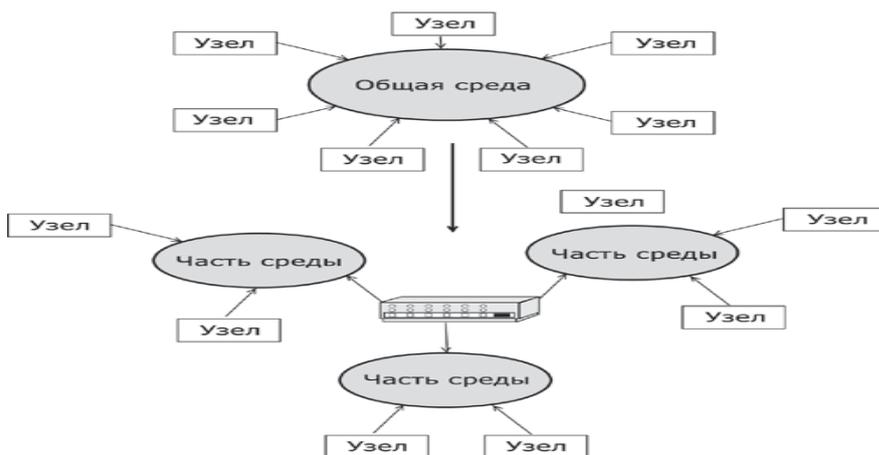


Рис. 6.7. Отказ от единой разделяемой среды.

На рис. 6.8 показана сеть, которая была получена из сети с центральным концентратором (см. рис. 6.5) путем его замены на мост. Сети 1-го и 2-го отделов состоят из отдельных логических сегментов, а сеть отдела 3 — из двух логических сегментов. Каждый логический сегмент построен на базе концентратора и имеет простейшую физическую структуру, образованную отрезками кабеля, связывающими компьютеры с портами концентратора. Если пользователь компьютера А пошлет данные пользователю компьютера В, находящемуся в одном с ним сегменте, то эти данные будут повторены только на тех сетевых интерфейсах, которые отмечены на рисунке заштрихованными кружками. Мосты используют для локализации трафика аппаратные адреса компьютеров. Это затрудняет распознавание принадлежности того или иного компьютера к определенному логическому сегменту — сам адрес не содержит подобной информации. Поэтому мост достаточно упрощенно представляет деление сети на сегменты — он запоминает, через какой порт на него поступил кадр данных от каждого компьютера сети, и в дальнейшем передает кадры, предназначенные для данного компьютера, на этот порт.

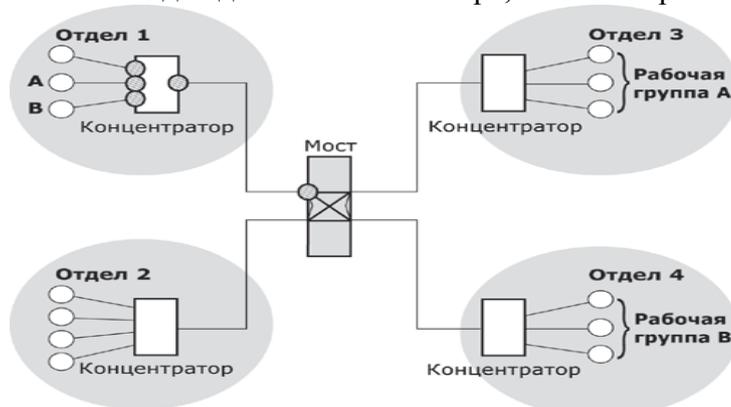


Рис. 6.8. Логическая структуризация сети с помощью моста.

Точной топологии связей между логическими сегментами мост не знает. Коммутатор (switch) по принципу обработки кадров от моста практически ничем не отличается. Единственное его отличие состоит в том, что он является своего рода коммуникационным мультипроцессором, так как каждый его порт оснащен специализированной микросхемой, которая обрабатывает кадры по алгоритму моста независимо от микросхем других портов. За счет этого общая производительность коммутатора обычно намного выше производительности традиционного моста, имеющего один процессорный блок. Можно сказать, что коммутаторы — это мосты нового поколения, которые обрабатывают кадры в параллельном режиме.

Ограничения, связанные с применением мостов и коммутаторов — по топологии связей, а также ряд других, — привели к тому, что в ряду коммуникационных устройств появился еще один тип оборудования — маршрутизатор (router). Маршрутизатор (router) — средство обеспечения связи между узлами различных сетей, использует сетевые (логические) адреса. Сетевой адрес интерпретируется как иерархическое описание местоположения узла. Маршрутизаторы поддерживают протоколы сетевого уровня: IP, IPX, X.25, IDP. Мультипротокольные маршрутизаторы (более сложные и дорогие) поддерживают несколько протоколов одновременно для гетерогенных сетей. Маршрутизаторы более надежно и более эффективно, чем мосты, изолируют трафик отдельных частей сети друг от друга. Маршрутизаторы образуют логические сегменты посредством явной адресации, поскольку используют не плоские аппаратные, а составные числовые адреса. В этих адресах имеется поле номера сети, так что все компьютеры, у которых значение этого поля одинаковое, принадлежат одному сегменту, называемому в данном случае подсетью (subnet).

Кроме локализации трафика, маршрутизаторы выполняют еще много других полезных функций. Так, маршрутизаторы могут работать в сети с замкнутыми контурами, при этом они осуществляют выбор наиболее рационального маршрута из нескольких возможных.

Сеть, представленная на рис. 6.9, отличается от своей предшественницы (см. рис. 6.8) тем, что между подсетями отделов 1 и 2 проложена дополнительная связь, которая может использоваться для повышения как производительности сети, так и ее надежности.

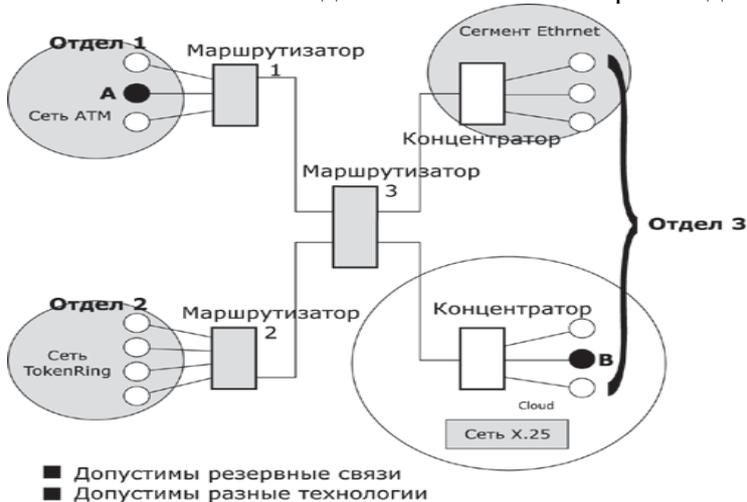


Рис. 6.9. Логическая структуризация сети маршрутизатором.

Корпоративные сети

Корпоративная сеть (Intranet) — это сеть на уровне компании, в которой используются программные средства, основанные на протоколе TCP/IP Internet. Другими словами, Intranet — это версия Internet на уровне компании, адаптация некоторых технологий, со-

зданных для Internet, применительно к частным локальным (LAN) и глобальным (WAN) сетям организаций.

Корпоративную сеть можно рассматривать как модель группового сотрудничества, вариант решения прикладного программного обеспечения для рабочих групп, основанного на открытых стандартах Internet. В этом смысле КВС представляет собой альтернативу пакету Lotus Notes (LN) фирмы Lotus Corporation, который с 1989г. Является стандартом для совместного использования информации и внутрикорпоративного сотрудничества.

Корпоративные сети, как и Internet, основаны на технологии «клиент — сервер», т.е. сетевое приложение делится на стороны: клиента, запрашивающего данные или услуги, и сервера, обслуживающего запросы клиента.

Наблюдаемый в настоящее время громадный рост корпоративных сетей (в 2000 г. могут использоваться до 4 млн серверов КВС) объясняется их преимуществами, основанными на совместном использовании информации, сотрудничестве, быстром доступе к данным и наличии большого числа пользователей, уже знакомых с необходимым программным обеспечением по работе в Internet. Корпоративная сеть, объединяющая локальные сети отделений и предприятий корпорации (организации, компании), является материально-технической базой для решения задач планирования, организации и осуществления ее производственно-хозяйственной деятельности. Она обеспечивает функционирование автоматизированной системы управления и системы информационного обслуживания корпорации. Решая задачи прежде всего в интересах всей корпорации, ее отделений и предприятий, корпоративная сеть предоставляет услуги своим пользователям (штатным сотрудникам корпорации), а также внешним пользователям, не являющимся сотрудниками корпорации. Это способствует популяризации сети и положительно сказывается на сокращении сроков окупаемости затрат на ее создание, внедрение и совершенствование. По мере развития КВС расширяется перечень предоставляемых ею услуг и повышается их интеллектуальный уровень. Расширению контингента пользователей КВС способствует то обстоятельство, что Internet и Intranet легко интегрируются.

Типовая структура КВС приведена на рис. 6.10.

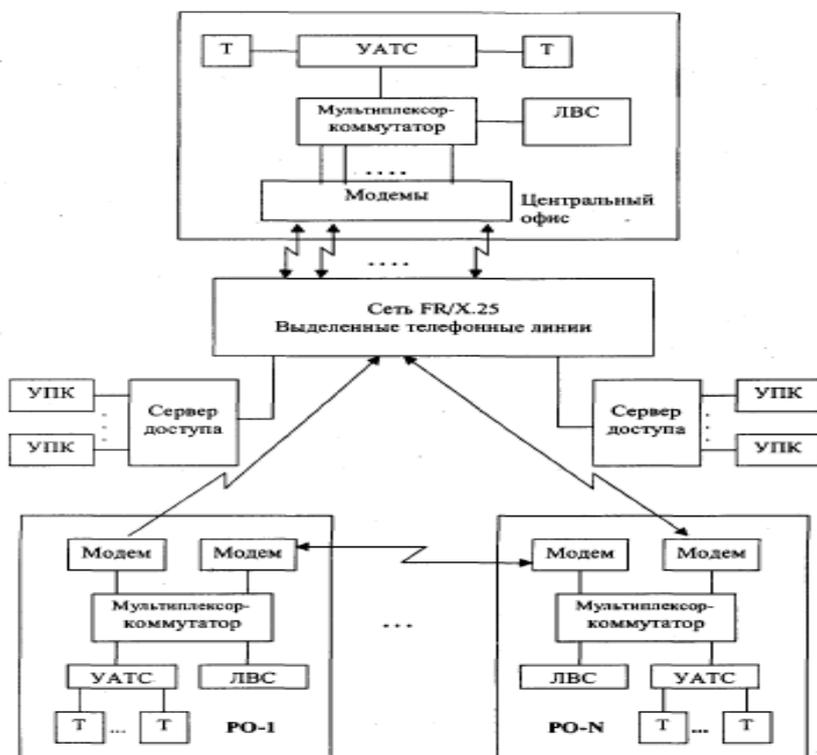


Рис. 6.10. Типовая структура КС

Здесь выделено оборудование сети, размещенное в центральном офисе корпорации и в ее региональных отделениях. В центральном офисе имеется локальная сеть и учрежденческая автоматическая телефонная станция (УАТС) с подключенными к ней телефонными аппаратами (Т). Через мультиплексор-коммутатор и модемы ЛВС И УАТС имеют выход на территориальную сеть связи (ТСС) типа Frame Relay или X.25, где используются выделенные телефонные линии связи. Такое же оборудование сети имеется в каждом региональном отделении (РО-1, ..., РО-N). Удаленные персональные компьютеры (УПК) через сервер доступа и ТСС имеют прямую связь с ЛВС центрального офиса. Для установления Intranet необходимы следующие компоненты:

- компьютерная сеть для совместного использования ресурсов, или сеть взаимосвязанных ЛВС и УПК;
- сетевая операционная система, поддерживающая протокол TCP/IP (Unix, Windows NT, Netware, OS/2);
- сетевая операционная система, поддерживающая протокол TCP/IP (Unix, Windows NT, Netware, OS/2);
- компьютер-сервер, который может работать как сервер Internet;
- программное обеспечение сервера, поддерживающее запросы броузеров в формате протокола передачи гипертекстовых сообщений (HTTP);
- компьютеры-клиенты, на которых имеется сетевое программное обеспечение, позволяющее посылать и принимать пакетные данные по протоколу TCP/IP;
- программное обеспечение броузера для различных компьютеров клиентов (Netscape Navigator, Microsoft Internet Explorer).

Эти требования к оборудованию и программному обеспечению Intranet дополняются требованиями знанию технологии составления документов на языке описания Гипертекста (HTML). Эффективность использования КВС зависит от успешного решения как технологических, так и организационных вопросов, причем по мере эксплуатации сети, когда технологические вопросы получили должное разрешение, все большее значение приобретают организационные вопросы. Ключевыми факторами успешного и эффективного функционирования КВС являются рациональное распределение информации, необходимая для планирования, организации и осуществления деятельности корпорации, обеспечение сотрудников корпорации системами управления документооборотами и предоставление доступа к различным корпоративным базам данных.

Контрольные вопросы

1. В чем отличие физической от логической структуризации сетей?
2. Приведите примеры использования логической структуризации сетей
3. В каких случаях используются логическая структуризация моста, ?
4. В каких случаях используются логическая структуризация маршрутизатора
5. В каких случаях используются коммутаторы и шлюзы?

Тестовые вопросы

1. Что лучше всего характеризует топологию сети «звезда»?
 - а) требует значительно меньшего расхода кабеля;
 - б) разрыв одного кабеля останавливает работу сети;
 - в) трудно поддается изменению;
 - г) централизует контроль в сети;
 - д) количество ПК не влияет на быстродействие сети.
2. Какая топология является пассивной ?
 - а) шина,
 - б) шина с передачей маркера,
 - в) кольцо,

г) звезда – кольцо.

3. А. В сетях с топологией «звезда» выход из строя одного ПК влечет за собой выход из строя всей сети. Да или Нет.

4. Топология «кольцо» является пассивной. Да или Нет.

5. В сетях с топологией «звезда» выход из строя центрального узла приведет к выходу из строя всей сети. Да или Нет.

Список рекомендуемой литературы

1. Локальные вычислительные сети. Кн. 1: Принципы построения, архитектура, коммуникационные средства / Под ред. С.В. Назарова. — М.: Финансы и статистика, 1994.
2. Мячев А.А. Персональные ЭВМ: краткий энциклопедический справочник. — М.: Финансы и статистика, 1992.
3. Нортон П. Программно-аппаратная организация компьютера IBM PC. — М.: Изд. Айсберг, 1991.

Лекция №7. Построение сетей на основе многоуровневого подхода Модель OSI.

План:

1. Понятие открытая система и ее функции.
2. Характеристика уровней сетевой модели OSI.
3. Коммутационные стеки протоколов

Ключевые слова: модель OSI, стек OSI, уровень модели, протокол, стек протоколов, TCP/IP, IPX/SPX.

Понятие открытая система и ее функции

При связи компьютеров по сети производится множество операций, обеспечивающих передачу данных от компьютера к компьютеру. Прежде всего она разбивается на блоки, каждый из которых снабжается управляющей информацией. Полученные блоки оформляются в виде сетевых пакетов, эти пакеты кодируются, передаются с помощью электрических или световых сигналов по сети в соответствии с выбранным методом доступа, затем из принятых пакетов вновь восстанавливаются заключенные в них блоки данных, блоки соединяются в данные, которые и становятся доступны другому приложению. Это, конечно, очень упрощенное описание происходящих процессов. Часть из указанных процедур реализуется только программно, другая - аппаратно, а какие-то операции могут выполняться как программами, так и аппаратурой. Упорядочить все выполняемые процедуры, разделить их на уровни и подуровни, взаимодействующие между собой, как раз и призваны модели сетей. Эти модели позволяют правильно организовать взаимодействие как абонентам внутри одной сети, так и самым разным сетям на различных уровнях. Наибольшее распространение получила в настоящее время так называемая эталонная модель обмена информацией открытой системы OSI (Open System Interchange). Под термином «открытая система» в данном случае понимается незамкнутая в себе система, имеющая возможность взаимодействия с какими-то другими системами (в отличие от закрытой системы). Семь уровней модели OSI представлена на рис 7.1.

7. Прикладной уровень
6. Представительский уровень
5. Сеансовый уровень
4. Транспортный уровень
3. Сетевой уровень
2. Канальный уровень
1. Физический уровень

рис 7.1. Семь уровней модели OSI

Все сетевые функции в модели разделены на 7 уровней. При этом вышестоящие уровни выполняют более сложные, глобальные задачи, для чего используют в своих целях нижестоящие уровни, а также управляют ими. Цель нижестоящего уровня — предоставление услуг вышестоящему уровню, причем вышестоящему уровню не важны детали выполнения этих услуг.

Нижестоящие уровни выполняют более простые, более конкретные функции. В идеале каждый уровень взаимодействует только с теми, которые находятся рядом с ним (выше него и ниже него). Верхний уровень соответствует прикладной задаче, работающему в данный момент приложению, нижний - непосредственной передаче сигналов по каналу связи. Функции, входящие в показанные уровни, реализуются каждым абонентом сети. При этом каждый уровень на одном абоненте работает так, как будто он имеет прямую связь с соответствующим уровнем другого абонента, то есть между одноименными уровнями абонентов сети существует виртуальная связь. Реальную же связь абоненты одной сети имеют только на самом нижнем, первом, физическом уровне. В передающем абоненте информация проходит все уровни, начиная с верхнего и заканчивая нижним. В принимающем абоненте полученная информация совершает обратный путь: от нижнего уровня к верхнему (см. рис. 7.2.).

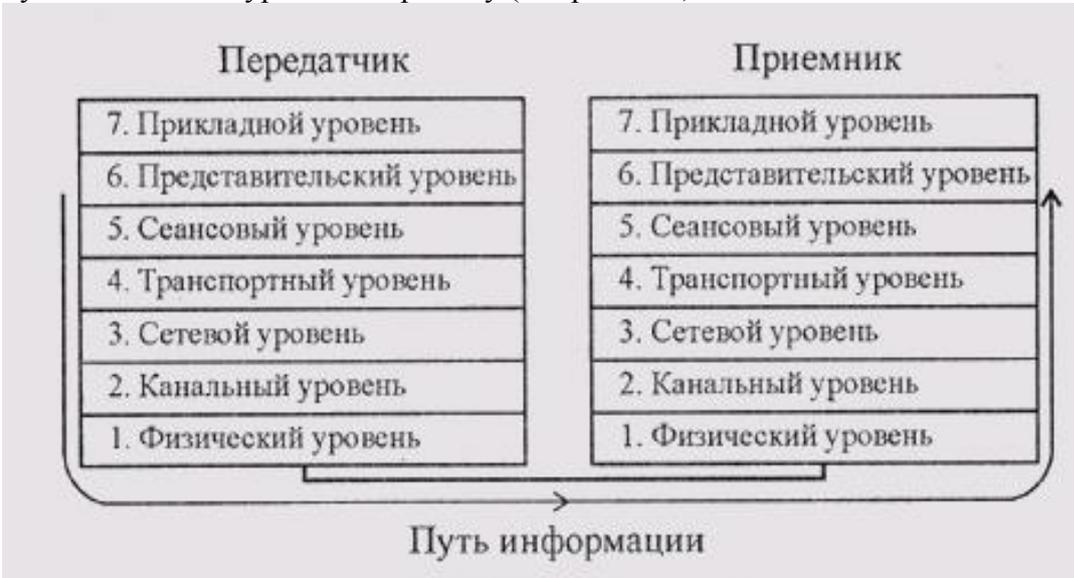


Рис. 7.2. Путь информации от абонента к абоненту.

Характеристика уровней сетевой модели OSI.

Рассмотрим подробнее функции разных уровней.

1. Прикладной уровень (Application), или уровень приложений, обеспечивает услуги, непосредственно поддерживающие приложения пользователя, например программные средства передачи файлов, доступа к базам данных, средства электронной почты, службу регистрации на сервере. Этот уровень управляет остальными шестью уровнями.

2. Представительский уровень (Presentation), или уровень представления данных, определяет и преобразует форматы данных и их синтаксис в форму, удобную для сети, то есть выполняет функцию переводчика. Здесь же выполняется шифрование и дешифрирование данных, а при необходимости - их сжатие.

3. Сеансовый уровень (Session) управляет проведением сеансов связи (то есть устанавливает, поддерживает и прекращает связь). Этот же уровень распознает логические имена абонентов, контролирует предоставленные им права доступа.

4. Транспортный уровень (Transport) обеспечивает доставку пакетов без ошибок и потерь, в нужной последовательности. Здесь же производится разбивка передаваемых данных на блоки, помещаемые в пакеты, и восстановление принимаемых данных.

5. Сетевой уровень (Network) отвечает за адресацию пакетов и перевод логических имен в физические сетевые адреса (и обратно), а также за выбор маршрута, по которому пакет доставляется по назначению (если в сети имеется несколько маршрутов).

6. Канальный уровень, или уровень управления линией передачи (Data link), отвечает за формирование пакетов стандартного вида, включающих начальное и конечное управляющие поля. Здесь же производится управление доступом к сети, обнаруживаются ошибки передачи" и производится повторная пересылка приемнику ошибочных пакетов.

7. Физический уровень (Physical) - это самый нижний уровень модели, который отвечает за кодирование передаваемой информации в уровни сигналов, принятые в среде передачи, и обратное декодирование. Здесь же определяются требования к соединителям, разъемам, электрическому согласованию, заземлению, защите от помех и т.д.

Большинство функций двух нижних уровней модели (1 и 2) обычно реализуются аппаратно (часть функций уровня 2 - программным драйвером сетевого адаптера). Именно на этих уровнях определяется скорость передачи и топология сети, метод управления обменом и формат пакета, то есть то, что имеет непосредственное отношение к типу сети (Ethernet, Token-Ring, FDDI). Более высокие уровни не работают напрямую с конкретной аппаратурой, хотя уровни 3, 4 и 5 еще могут учитывать ее особенности. Уровни 6 и 7 вообще не имеют к аппаратуре никакого отношения. Замены аппаратуры сети на другую они просто не заметят.

В уровне 2 (канальном) нередко выделяют два подуровня.

- Верхний подуровень (LLC - Logical Link Control) осуществляет управление логической связью, то есть устанавливает виртуальный канал связи (часть его функций выполняется программой драйвера сетевого адаптера).
- Нижний подуровень (MAC - Media Access Control) осуществляет непосредственный доступ к среде передачи информации (каналу связи). Он напрямую связан с аппаратурой сети.

Помимо модели OSI, существует также модель IEEE Project 802, принятая в феврале 1980 года (отсюда и число 802 в названии), которую можно рассматривать как модификацию, развитие, уточнение модели OSI.

Для официальных формулировок характерно использование целого ряда дополнительных терминов, которые сами нуждаются в определении. Поэтому имеют право на существование менее строгие формулировки при условии, что они однозначно и правильно понимаются каждым, кто их использует. К примеру, RS-232C часто называют последовательным интерфейсом и это соответствует действительности, а вот название «последовательный порт» вряд ли следует назвать корректным, так как оно слишком далеко отступает от официальной формулировки.

Иногда используется другая классификация, при которой протоколы делятся на следующие группы:

- Novell (от фирмы Novell, известной своими сетевыми ОС NetWare);
- SNA (от фирмы IBM);
- DECnet (от фирмы DEC);

- TCP/IP (большая группа протоколов для коммуникации в локальной сети или во взаимосвязанном наборе сетей, в том числе широко используемая в сети Internet);
Таким образом, обозначение протоколов - как раз такая область, где действует много стандартов «де факто».

Стандартные стеки коммуникационных протоколов

Иерархически организованный набор протоколов, достаточный для организации взаимодействия узлов в сети, называется стеком коммуникационных протоколов. Коммуникационные протоколы могут быть реализованы как программно, так и аппаратно. Протоколы нижних уровней часто реализуются комбинацией программных и аппаратных средств, а протоколы верхних уровней — как правило, чисто программными средствами.

Программный модуль, реализующий некоторый протокол, часто для краткости также называют протоколом. При этом соотношение между протоколом как формально определенной процедурой и протоколом — программным модулем, реализующим эту процедуру, — аналогично соотношению между алгоритмом решения некоторой задачи и программой, решающей эту задачу. Точно так же и протокол может иметь несколько программных реализаций. Именно поэтому при сравнении протоколов следует учитывать не только логику их работы, но и качество программных решений. Более того, на эффективность взаимодействия устройств в сети влияет качество всей совокупности протоколов, составляющих стек, в частности, то, насколько рационально распределены функции между протоколами разных уровней и насколько хорошо определены интерфейсы между ними.

Протоколы реализуются не только компьютерами, но и другими сетевыми устройствами — концентраторами, мостами, коммутаторами, маршрутизаторами и т. д. Действительно, в общем случае связь компьютеров в сети осуществляется не напрямую, а через различные коммуникационные устройства. В зависимости от типа устройства в нем должны быть встроенные средства, реализующие тот или иной набор протоколов.

В настоящее время в сетях используется большое количество стеков коммуникационных протоколов. Наиболее популярны следующие стеки:

- TCP/IP;
- IPX/SPX;
- NetBIOS/SMB;
- DECnet;
- SNA;
- OSI.

Все эти стеки, кроме SNA на нижних уровнях — физическом и канальном, — используют одни и те же хорошо стандартизованные протоколы Ethernet, Token Ring, FDDI и ряд других, которые позволяют задействовать во всех сетях одну и ту же аппаратуру. Зато на верхних уровнях все стеки работают по своим протоколам. Эти протоколы часто не соответствуют рекомендуемой модели OSI разбиению на уровни. В частности, функции сеансового и представительного уровня, как правило, объединены с прикладным уровнем. Такое несоответствие связано с тем, что модель OSI появилась как результат обобщения уже существующих и реально используемых стеков, а не наоборот.

Стек OSI

Следует четко различать модель OSI и стек OSI. Если модель OSI является концептуальной схемой взаимодействия открытых систем, то стек OSI представляет собой набор вполне конкретных спецификаций протоколов.

В отличие от других стеков протоколов, стек OSI полностью соответствует модели OSI, он включает спецификации протоколов для всех семи уровней взаимодействия, определенных в этой модели. На нижних уровнях стек OSI поддерживает Ethernet, Token Ring, FDDI, протоколы глобальных сетей, X.25 и ISDN, — то есть использует разработанные вне стека протоколы нижних уровней, как и все другие стеки. Протоколы сетевого, транс-

портного и сеансового уровней стека OSI специфицированы и реализованы различными производителями, но распространены пока мало. Наиболее популярными протоколами стека OSI являются прикладные протоколы. К ним относятся: протокол передачи файлов FTAM, протокол эмуляции терминала VTP, протоколы справочной службы X.500, электронной почты X.400 и ряд других.

Протоколы стека OSI отличаются сложностью и неоднозначностью спецификаций. Эти свойства стали результатом общей политики разработчиков стека, стремившихся учесть в своих протоколах все случаи и все существующие технологии. К этому нужно еще добавить и последствия большого количества политических компромиссов, неизбежных при принятии международных стандартов по такому злободневному вопросу, как построение открытых вычислительных сетей.

Из-за своей сложности протоколы OSI требуют больших затрат вычислительной мощности центрального процессора, что делает их наиболее подходящими для мощных машин, а не для сетей персональных компьютеров.

Стек OSI — независимый от производителей международный стандарт. Его поддерживает правительство США в своей программе GOSIP, в соответствии с которой все компьютерные сети, устанавливаемые в правительственных учреждениях США после 1990 года, должны или непосредственно поддерживать стек OSI, или обеспечивать средства для перехода на этот стек в будущем. Тем не менее, стек OSI более популярен в Европе, чем в США, так как в Европе осталось меньше старых сетей, работающих по собственным протоколам. Большинство организаций пока только планируют переход к стеку OSI, и очень немногие приступили к созданию пилотных проектов. Из тех, что работают в этом направлении, можно назвать Военно-морское ведомство США и сеть NFSNET. Одним из крупнейших производителей, поддерживающих OSI, является компания AT&T, ее сеть Stargroup полностью базируется на этом стеке.

Стек TCP/IP

Стек TCP/IP был разработан по инициативе Министерства обороны США более 20 лет назад для связи экспериментальной сети ARPAnet с другими сетями как набор общих протоколов для разнородной вычислительной среды. Большой вклад в развитие стека TCP/IP, который получил свое название от популярных протоколов IP и TCP, внесли специалисты из университета Беркли, реализовавшие протоколы стека в версии ОС UNIX. Популярность этой операционной системы привела к широкому распространению протоколов TCP, IP и других протоколов стека. Сегодня этот стек используется для связи компьютеров всемирной информационной сети Internet, а также в огромном количестве корпоративных сетей.

Стек TCP/IP на нижнем уровне поддерживает все популярные стандарты физического и канального уровней: для локальных сетей — это Ethernet, Token Ring, FDDI, для глобальных — протоколы работы на аналоговых коммутируемых и выделенных линиях SLIP, PPP, протоколы территориальных сетей X.25 и ISDN.

Основными протоколами стека, давшими ему название, являются протоколы IP и TCP. Эти протоколы в терминологии модели OSI относятся к сетевому и транспортному уровням, соответственно. IP обеспечивает продвижение пакета по составной сети, а TCP гарантирует надежность его доставки. За долгие годы использования в сетях различных стран и организаций стек TCP/IP вобрал в себя большое количество протоколов прикладного уровня. К ним относятся такие популярные протоколы, как протокол пересылки файлов FTP, протокол эмуляции терминала telnet, почтовый протокол SMTP, используемый в электронной почте сети Internet, гипертекстовые сервисы службы WWW и многие другие.

Сегодня стек TCP/IP представляет собой один из самых распространенных стеков транспортных протоколов вычислительных сетей.

Действительно, только в сети Internet объединено около 10 миллионов компьютеров по всему миру, которые взаимодействуют друг с другом с помощью стека протоколов TCP/IP.

Стремительный рост популярности Internet привел и к изменениям в расстановке сил в мире коммуникационных протоколов — протоколы TCP/IP, на которых построен Internet, стали быстро теснить бесспорного лидера прошлых лет — стек IPX/SPX компании Novell. Сегодня в мире общее количество компьютеров, на которых установлен стек TCP/IP, превысило количество компьютеров, на которых работает стек IPX/SPX, и это говорит об изменении отношения администраторов локальных сетей к протоколам, используемым на настольных компьютерах, так как именно на них раньше почти везде работали протоколы компании Novell, необходимые для доступа к файловым серверам NetWare. Процесс продвижения стека TCP/IP на лидирующие позиции в любых типах сетей продолжается, и сейчас в комплекте поставки любой промышленной операционной системы обязательно имеется программная реализация этого стека.

Хотя протоколы TCP/IP неразрывно связаны с Internet, и каждый из многомиллионной армады компьютеров Internet работает на основе этого стека, существует большое количество локальных, корпоративных и территориальных сетей, непосредственно не являющихся частями Internet, в которых также используются протоколы TCP/IP. Чтобы отличать эти сети от Internet, их называют сетями TCP/IP или просто IP-сетями.

Поскольку стек TCP/IP изначально создавался для глобальной сети Internet, он имеет много особенностей, которые обеспечивают ему преимущество перед другими протоколами, когда речь заходит о построении сетей, включающих глобальные связи. В частности, очень полезным свойством, благодаря которому этот протокол может применяться в больших сетях, является его способность фрагментировать пакеты. Действительно, сложная составная сеть часто состоит из сетей, построенных на совершенно разных принципах. В каждой из этих сетей может быть установлена собственная величина максимальной длины единицы передаваемых данных (кадра). В таком случае при переходе из одной сети, имеющей большую максимальную длину, в другую, с меньшей максимальной длиной, может возникнуть необходимость разделения передаваемого кадра на несколько частей. Протокол IP стека TCP/IP эффективно решает эту задачу.

Другой особенностью технологии TCP/IP является гибкая система адресации, позволяющая более просто по сравнению с другими протоколами аналогичного назначения включать в интернет (объединенную или составную сеть) сети других технологий. Это свойство также способствует применению стека TCP/IP для построения больших гетерогенных сетей.

В стеке TCP/IP очень экономно используются возможности широкоэмительных рассылок. Это свойство просто необходимо при работе на медленных каналах связи, характерных для территориальных сетей.

Однако платой за преимущества здесь оказываются высокие требования к ресурсам и сложность администрирования IP-сетей. Для реализации мощных функциональных возможностей протоколов стека TCP/IP требуются большие вычислительные затраты.

Стек IPX/SPX

Этот стек является оригинальным стеком протоколов фирмы Novell, разработанным для сетевой операционной системы NetWare еще в начале 80-х годов. Протоколы сетевого и сеансового уровней Internetwork Packet Exchange (IPX и Sequenced Packet Exchange, SPX), которые дали название стеку, являются прямой адаптацией протоколов XNS фирмы Хегох, распространенных в гораздо меньшей степени, чем стек IPX/SPX.

Популярность стека IPX/SPX непосредственно связана с операционной системой Novell NetWare, которая долгое время сохраняла мировое лидерство по числу установленных систем, хотя в последнее время ее популярность намного снизилась, и по темпам роста она заметно отстает от

Microsoft Windows NT

Многие особенности стека IPX/SPX обусловлены ориентацией ранних версий ОС NetWare (до версии 4.0) на работу в локальных сетях небольших размеров, состоящих из

персональных компьютеров со скромными ресурсами. Понятно, что для таких компьютеров компании Novell нужны были протоколы, на реализацию которых требовалось бы минимальное количество оперативной памяти (ограниченной в IBM-совместимых компьютерах под управлением MS-DOS объемом 640 Кбайт) и которые быстро работали бы на процессорах небольшой вычислительной мощности. В результате протоколы стека IPX/SPX до недавнего времени хорошо работали в локальных сетях и не очень — в больших корпоративных сетях, так как они слишком перегружали медленные глобальные связи широковещательными пакетами, которые интенсивно используются несколькими протоколами этого стека (например, для установления связи между клиентами и серверами). Это обстоятельство, а также тот факт, что стек IPX/SPX является собственностью фирмы Novell, и на его реализацию нужно получать лицензию (то есть открытые спецификации не поддерживались), долгое время ограничивали его поле деятельности только сетями NetWare. Однако с момента выпуска версии NetWare 4.0 специалисты Novell внесли и продолжают вносить в протоколы серьезные изменения, направленные на их адаптацию для работы в корпоративных сетях. Сейчас стек IPX/SPX реализован не только в NetWare, но и в нескольких других популярных сетевых ОС, например SCO UNIX, Sun Solaris, Microsoft Windows NT.

Стек NetBIOS/SMB

Этот стек широко применяется в продуктах компаний IBM и Microsoft. На его физическом и канальном уровнях используются все наиболее распространенные протоколы Ethernet, Token Ring, FDDI и другие. На верхних уровнях работают протоколы NetBEUI и SMB.

Протокол NetBIOS (Network Basic Input/Output System) появился в 1984 году как сетевое расширение стандартных функций базовой системы ввода/вывода (BIOS) IBM PC для сетевой программы PC Network компании IBM. В дальнейшем этот протокол был заменен так называемым протоколом расширенного пользовательского интерфейса NetBEUI — NetBIOS Extended User Interface. Для обеспечения совместимости приложений в качестве интерфейса к протоколу NetBEUI был сохранен интерфейс NetBIOS. Протокол NetBEUI разрабатывался как эффективный протокол, потребляющий немного ресурсов и предназначенный для сетей, насчитывающих не более 200 рабочих станций. Протокол NetBEUI выполняет много полезных сетевых функций, которые можно отнести к сетевому, транспортному и сеансовому уровням модели OSI, однако он не обеспечивает возможность маршрутизации пакетов. Это ограничивает применение протокола NetBEUI локальными сетями, не разделенными на подсети, и делает невозможным его использование в составных сетях.

Контрольные вопросы

1. Для каких уровней модели OSI определяет стандарты Project 802?
2. Какому уровню модели OSI принадлежит подуровень Управления доступом к среде ?
 1. Какой протокол является протоколом Сетевого уровня?
5. Какое высказывание относится к протоколу NetBEUI?
6. На каком уровне модели OSI осуществляется сжатие данных?
7. Какие методы доступа в среду передачи данных Вы знаете?

Тестовые вопросы

1. В модели OSI все сетевые операции разделены на _____ уровней.
2. Задача каждого уровня предоставление услуг _____ уровню, «маскируя» механизм реализации этих услуг.
3. На каждом уровне к пакету добавляется информация, формирующая или _____.
4. Каждый уровень на одном компьютере работает так, будто он напрямую связан с _____ уровнем на другом компьютере.

5. Верхний, или _____, уровень управляет общим доступом к сети, потоком данных и обработкой ошибок.
6. На компьютере – получателе _____ уровень переводит промежуточный формат в тот, который используется. Прикладным уровнем данного компьютера.
7. _____ уровень определяет маршрут от компьютера-отправителя к компьютеру – получателю.
8. Канальный уровень предназначен для передачи _____ от Сетевого уровня. Физическому.

Список рекомендуемой литературы

4. Якубайтис Э.А. Информационные сети и системы: Справочная книга. — М.: Финансы и статистика, 1996.
5. . Нанс Б. Компьютерные сети: Пер. с англ. — М.: Восточная книжная компания, 1996.
6. Шатт С. Мир компьютерных сетей: Пер. с англ. — Киев: ВНУ, 1966.

Лекция №8. Особенности построения сетей на основе топологии кольцо. Топология Token Ring

План:

1. Метод доступа маркера при скорости 4Мбит/с
2. Метод доступа маркера при скорости 16Мбит/с
3. Устройство маркера

Ключевые слова: маркер, пакет, среда передачи, скорость передачи, сегмент, дуплексный и симплексный режим.

Метод доступа маркера при скорости 4Мбит/с.

Более молодой, по сравнению с Ethernet, является технология Token ring. Она была разработана фирмой IBM. Технология ориентирована на кольцо, по которому постоянно движется маркер. Маркер представляет собой особого рода пакет, предназначенный для синхронизации передачи данных.

- Топология - кольцо
- Среда передачи данных - коаксиал, витая пара.
- Скорость передачи данных - до 100 Мбит/с
- Длина кабельного сегмента сети - не более 185 м до коммутатора.

Технология IEEE 802.5/Token Ring поддерживает кольцевую (основная) и радиальную (дополнительная) топологии сетей, для доступа к моноканалу использующих метод передачи маркера (называют также детерминированным маркерным методом). Маркеры по сети продвигаются по кольцу в одном направлении (симплексный режим), и им может присваиваться до 8 уровней приоритета. Размер маркера при скорости передачи данных 4 Мбит/с — 4 Кбайт, а при скорости 16 Мбит/с — 20 Кбайт. По умолчанию время удержания маркера каждой станцией равно 10 мс. Скорость передачи данных по сети не более 155 Мбит/с. Поддерживает экранированную и неэкранированную витую пару и волоконно-оптический кабель. Максимальная длина кольца — 4000 м, а максимальное число уз-

лов на кольце — 260. Реализация этой технологии существенно более дорога и сложна, нежели технологии Ethernet, но она тоже достаточно распространена.

В сети Token Ring кольцо образуется отрезками кабеля, соединяющими соседние станции. Таким образом, каждая станция связана со своей предшествующей и последующей станцией и может непосредственно обмениваться данными только с ними. Для обеспечения доступа станций к физической среде по кольцу циркулирует кадр специального формата и назначения - маркер. В сети Token Ring любая станция всегда непосредственно получает данные только от одной станции - той, которая является предыдущей в кольце. Такая станция называется *ближайшим активным соседом, расположенным выше по потоку (данных) - Nearest Active Upstream Neighbor, NAUN*. Передачу же данных станция всегда осуществляет своему ближайшему соседу вниз по потоку данных.

Получив маркер, станция анализирует его и при отсутствии у нее данных для передачи обеспечивает его продвижение к следующей станции. Станция, которая имеет данные для передачи, при получении маркера изымает его из кольца, что дает ей право доступа к физической среде и передачи своих данных. Затем эта станция выдает в кольцо кадр данных установленного формата последовательно по битам. Переданные данные проходят по кольцу всегда в одном направлении от одной станции к другой. Кадр снабжен адресом назначения и адресом источника. Все станции кольца ретранслируют кадр побитно, как повторители. Если кадр проходит через станцию назначения, то, распознав свой адрес, эта станция копирует кадр в свой внутренний буфер и вставляет в кадр признак подтверждения приема. Станция, выдавшая кадр данных в кольцо, при обратном его получении с подтверждением приема изымает этот кадр из кольца и передает в сеть новый маркер для обеспечения возможности другим станциям сети передавать данные. Такой алгоритм доступа применяется в сетях Token Ring со скоростью работы 4 Мбит/с, описанных в стандарте 802.5.

На рис. 8.1 описанный алгоритм доступа к среде иллюстрируется временной диаграммой. Здесь показана передача пакета А в кольце, состоящем из 6 станций, от станции 1 к станции 3. После прохождения станции назначения 3 в пакете А устанавливаются два признака - признак распознавания адреса и признак копирования пакета в буфер (что на рисунке отмечено звездочкой внутри пакета). После возвращения пакета в станцию 1 отправитель распознает свой пакет по адресу источника и удаляет пакет из кольца. Установленные станцией 3 признаки говорят станции-отправителю о том, что пакет дошел до адресата и был успешно скопирован им в свой буфер.

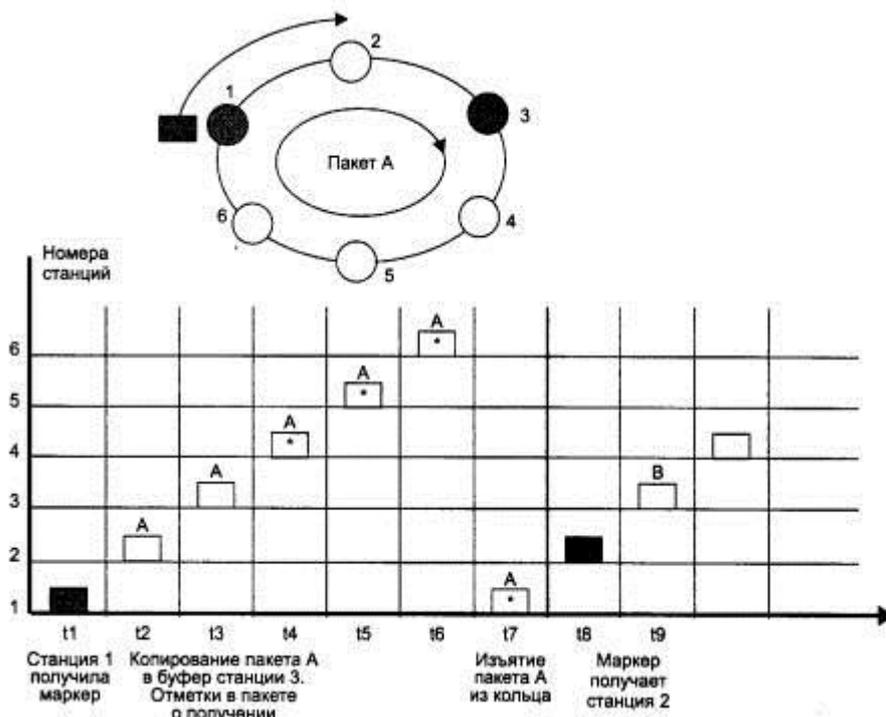


Рис. 8.1. Принцип маркерного доступа

Время владения разделяемой средой в сети Token Ring ограничивается *временем удержания маркера (token holding time)*, после истечения которого станция обязана прекратить передачу собственных данных (текущий кадр разрешается завершить) и передать маркер далее по кольцу. Станция может успеть передать за время удержания маркера один или несколько кадров в зависимости от размера кадров и величины времени удержания маркера. Обычно время удержания маркера по умолчанию равно 10 мс, а максимальный размер кадра в стандарте 802.5 не определен. Для сетей 4 Мбит/с он обычно равен 4 Кбайт, а для сетей 16 Мбит/с - 16 Кбайт. Это связано с тем, что за время удержания маркера станция должна успеть передать хотя бы один кадр. При скорости 4 Мбит/с за время 10 мс можно передать 5000 байт, а при скорости 16 Мбит/с - соответственно 20 000 байт. Максимальные размеры кадра выбраны с некоторым запасом.

Метод доступа маркера при скорости 16Мбит/с

В сетях Token Ring 16 Мбит/с используется также несколько другой алгоритм доступа к кольцу, называемый алгоритмом *раннего освобождения маркера (Early Token Release)*. В соответствии с ним станция передает маркер следующей станции сразу же после окончания передачи последнего бита кадра, не дожидаясь возвращения по кольцу этого кадра с битом подтверждения приема. В этом случае пропускная способность кольца используется более эффективно, так как по кольцу одновременно продвигаются кадры нескольких станций. Тем не менее свои кадры в каждый момент времени может генерировать только одна станция - та, которая в данный момент владеет маркером доступа. Остальные станции в это время только повторяют чужие кадры, так что принцип деления кольца во времени сохраняется, ускоряется только процедура передачи владения кольцом. Для различных видов сообщений, передаваемым кадрам, могут назначаться различные *приоритеты*: от 0 (низший) до 7 (высший). Решение о приоритете конкретного кадра принимает передающая станция (протокол Token Ring получает этот параметр через межуровневые интерфейсы от протоколов верхнего уровня, например прикладного). Маркер также всегда имеет некоторый уровень текущего приоритета. Станция имеет право захватить переданный ей маркер только в том случае, если приоритет кадра, который она хочет передать, выше (или равен) приоритета маркера. В противном случае станция обязана передать маркер следующей по кольцу станции. За наличие в сети маркера, причем

единственной его копии, отвечает активный монитор. Если активный монитор не получает маркер в течение длительного времени (например, 2,6 с), то он порождает новый маркер. В Token Ring существуют три различных формата кадров:

- маркер;
- кадр данных;
- прерывающая последовательность

Маркер

Кадр маркера состоит из трех полей, каждое длиной в один байт.

- *Начальный ограничитель (Start Delimiter, SD)* появляется в начале маркера, а также в начале любого кадра, проходящего по сети. Поле представляет собой следующую уникальную последовательность символов манчестерского кода: JK0JK000. Поэтому начальный ограничитель нельзя спутать ни с какой битовой последовательностью внутри кадра.

- *Управление доступом (Access Control)* состоит из четырех подполей: PPP, T, M и RRR, где PPP - биты приоритета, T - бит маркера, M - бит монитора, RRR - резервные биты приоритета. Бит T, установленный в 1, указывает на то, что данный кадр является маркером доступа. Бит монитора устанавливается в 1 активным монитором и в 0 любой другой станцией, передающей маркер или кадр. Если активный монитор видит маркер или кадр, содержащий бит монитора со значением 1, то активный монитор знает, что этот кадр или маркер уже однажды обошел кольцо и не был обработан станциями. Если это кадр, то он удаляется из кольца. Если это маркер, то активный монитор передает его дальше по кольцу. Использование полей приоритетов будет рассмотрено ниже.

- *Конечный ограничитель (End Delimiter, ED)* - последнее поле маркера. Так же как и поле начального ограничителя, это поле содержит уникальную последовательность манчестерских кодов JK1JK1, а также два однобитовых признака: I и E. Признак I (Intermediate) показывает, является ли кадр последним в серии кадров (1-0) или промежуточным (1-1). Признак E (Error) - это признак ошибки. Он устанавливается в 0 станцией-отправителем, и любая станция кольца, через которую проходит кадр, должна установить этот признак в 1, если она обнаружит ошибку по контрольной сумме или другую некорректность кадра.

Технология Token Ring позволяет использовать для соединения конечных станций и концентраторов различные типы кабеля: STP Type I, UTP Type 3, UTP Type 6, а также волоконно-оптический кабель. При использовании экранированной витой пары STP Type I из номенклатуры кабельной системы IBM в кольцо допускается объединять до 260 станций при длине ответвительных кабелей до 100 метров, а при использовании неэкранированной витой пары максимальное количество станций сокращается до 72 при длине ответвительных кабелей до 45 метров.

Максимальная длина кольца Token Ring составляет 4000 м. Ограничения на максимальную длину кольца и количество станций в кольце в технологии Token Ring не являются такими жесткими, как в технологии Ethernet. Здесь эти ограничения во многом связаны со временем оборота маркера по кольцу

Достоинства Token Ring:

1. гарантированная доставка сообщений;
1. высокая скорость.

Недостатки Token Ring:

1. Необходимы дорогостоящие устройства доступа к сети.
2. Высокая сложность технологии реализации сети.
3. Необходимы 2 кабеля (для повышения надежности): один входящий, другой исходящий от компьютера к концентратору (2-я модификация кольца, коммутатор).
4. Высокая стоимость (160-200% от Ethernet).

Контрольные вопросы

1. Как осуществляется доступ в среду передачи при скорости 4 Мбит/с
2. Как осуществляется доступ в среду передачи при скорости 16 Мбит/с
3. Как устроен маркер
4. Достоинства и недостатки технологии Token Ring

Тестовые вопросы

1. Для измерения скорости передачи данных используют _____
2. При разбиении массивов данных на _____, скорость их передачи возрастает так, что каждый ПК в сети успевает принять и передать данные одновременно с остальными.
3. Процесс создания пакета начинается на _____ уровне модели OSI
4. Пакет может содержать коды управления сеансом, например запрос на _____.
5. Компоненты пакета группируются в три раздела _____, данные и трейлер
6. Протокол драйвера платы сетевого адаптера расположен на подуровне _____ модели OSI.
7. Правила, регулирующие процесс связи в конкретных ЛВС, например Ethernet? Token Ring. Называются _____ протоколами.

Список рекомендуемой литературы

1. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. СПб.: Питер, 2000. 672 с.
2. Петров В. Н. Информационные системы. СПб.: Питер, 2002. 688 с.
3. Пятибратов А. П., Гудыно Л. П., Кириченко А. А. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации / Под. ред. А. П. Пятибратова. М.: Финансы и статистика, 2001. 512 с.
4. Романец Ю. В., Тимофеев П. А., Шаньгин В. Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях. М.: Радио и связь, 1999. 328 с.

Технология FDDI. Особенности построения технологии FDDI и специальные средства, входящие в ее состав

План:

1. Основные характеристики технологии
2. Особенности метода доступа FDDI
3. Отказоустойчивость технологии FDDI
4. Физический уровень технологии FDDI

Ключевые слова: Token Ring, оптоволоконное кольцо, сеть FDDI, уровень MAC, оптоволоконный уровень.

Основные характеристики технологии

Технология FDDI во многом основывается на технологии Token Ring, развивая и совершенствуя ее основные идеи. Разработчики технологии FDDI ставили перед собой в качестве наиболее приоритетных следующие цели:

- повысить битовую скорость передачи данных до 100 Мбит/с;
- повысить отказоустойчивость сети за счет стандартных процедур восстановления ее после отказов различного рода - повреждения кабеля, некорректной работы узла, концентратора, возникновения высокого уровня помех на линии и т. п.;
- максимально эффективно использовать потенциальную пропускную способность сети как для асинхронного, так и для синхронного (чувствительного к задержкам) трафиков.

Сеть FDDI строится на основе двух оптоволоконных колец, которые образуют основной и резервный пути передачи данных между узлами сети. Наличие двух колец - это основной способ повышения отказоустойчивости в сети FDDI, и узлы, которые хотят воспользоваться этим повышенным потенциалом надежности, должны быть подключены к обоим кольцам.

В нормальном режиме работы сети данные проходят через все узлы и все участки кабеля только первичного (Primary) кольца, этот режим назван режимом Thru - «сквозным» или «транзитным». Вторичное кольцо (Secondary) в этом режиме не используется. В случае какого-либо вида отказа, когда часть первичного кольца не может передавать данные (например, обрыв кабеля или отказ узла), первичное кольцо объединяется со вторичным (рис. 8.2), вновь образуя единое кольцо. Этот режим работы сети называется Wrap, то есть «свертывание» или «сворачивание» колец. Операция свертывания производится средствами концентраторов и/или сетевых адаптеров FDDI. Для упрощения этой процедуры данные по первичному кольцу всегда передаются в одном направлении (на диаграммах это направление изображается против часовой стрелки), а по вторичному - в обратном (изображается по часовой стрелке). Поэтому при образовании общего кольца из двух колец передатчики станций по-прежнему остаются подключенными к приемникам соседних станций, что позволяет правильно передавать и принимать информацию соседними станциями.

Сеть FDDI может полностью восстанавливать свою работоспособность в случае единичных отказов ее элементов. При множественных отказах сеть распадается на несколько не связанных сетей. Технология FDDI дополняет механизмы обнаружения отказов технологии Token Ring механизмами реконфигурации пути передачи данных в сети, основанными на наличии резервных связей, обеспечиваемых вторым кольцом.



Рис. 8.2. Реконфигурация колец FDDI при отказе

Кольца в сетях FDDI рассматриваются как общая разделяемая среда передачи данных, поэтому для нее определен специальный метод доступа. Этот метод очень близок к методу доступа сетей Token Ring и также называется методом маркерного (или токенового) кольца - token ring.

Отличия метода доступа заключаются в том, что время удержания маркера в сети FDDI не является постоянной величиной, как в сети Token Ring. Это время зависит от загрузки кольца - при небольшой загрузке оно увеличивается, а при больших перегрузках может уменьшаться до нуля. Эти изменения в методе доступа касаются только асинхронного трафика, который не критичен к небольшим задержкам передачи кадров. Для синхронного трафика время удержания маркера по-прежнему остается фиксированной величиной. Механизм приоритетов кадров, аналогичный принятому в технологии Token Ring, в технологии FDDI отсутствует. Разработчики технологии решили, что деление трафика на 8 уровней приоритетов избыточно и достаточно разделить трафик на два класса - асинхронный и синхронный, последний из которых обслуживается всегда, даже при перегрузках кольца. В остальном пересылка кадров между станциями кольца на уровне MAC полностью соответствует технологии Token Ring.

Адреса уровня MAC имеют стандартный для технологий IEEE 802 формат. Формат кадра FDDI близок к формату кадра Token Ring, основные отличия заключаются в отсутствии полей приоритетов. Признаки распознавания адреса, копирования кадра и ошибки позволяют сохранить имеющиеся в сетях Token Ring процедуры обработки кадров станцией-отправителем, промежуточными станциями и станцией-получателем.

На рис. 8.3 приведено соответствие структуры протоколов технологии FDDI семиуровневой модели OSI. FDDI определяет протокол физического уровня и протокол подуровня доступа к среде (MAC) канального уровня.

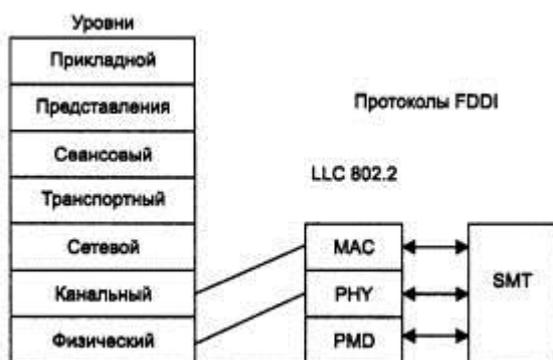


Рис. 8.3. Структура протоколов технологии FDDI

Отличительной особенностью технологии FDDI является уровень управления станцией - Station Management (SMT). Именно уровень SMT выполняет все функции по управлению и мониторингу всех остальных уровней стека протоколов FDDI. В управлении кольцом принимает участие каждый узел сети FDDI. Поэтому все узлы обмениваются специальными кадрами SMT для управления сетью.

Отказоустойчивость сетей FDDI обеспечивается протоколами и других уровней: с помощью физического уровня устраняются отказы сети по физическим причинам, например из-за обрыва кабеля, а с помощью уровня MAC - логические отказы сети, например потеря нужного внутреннего пути передачи маркера и кадров данных между портами концентратора.

Особенности метода доступа FDDI

Для передачи синхронных кадров станция всегда имеет право захватить маркер при его поступлении. При этом время удержания маркера имеет заранее заданную фиксированную величину.

Если же станции кольца FDDI нужно передать асинхронный кадр (тип кадра определяется протоколами верхних уровней), то для выяснения возможности захвата маркера при его очередном поступлении станция должна измерить интервал времени, который прошел с момента предыдущего прихода маркера. Этот интервал называется временем оборота маркера (Token Rotation Time, TRT). Интервал TRT сравнивается с другой величиной - максимально допустимым временем оборота маркера по кольцу $T_{\text{орг}}$. Если в технологии

Token Ring максимально допустимое время оборота маркера является фиксированной величиной (2,6 с из расчета 260 станций в кольце), то в технологии FDDI станции договариваются о величине $T_{орг}$ во время инициализации кольца. Это позволяет учитывать потребности приложений, работающих на станциях. Обычно синхронным приложениям (приложениям реального времени) нужно чаще передавать данные в сеть небольшими порциями, а асинхронным приложениям лучше получать доступ к сети реже, но большими порциями. Предпочтение отдается станциям, передающим синхронный трафик.

Таким образом, при очередном поступлении маркера для передачи асинхронного кадра сравнивается фактическое время оборота маркера TRT с максимально возможным $T_{орг}$. Если кольцо не перегружено, то маркер приходит раньше, чем истекает интервал $T_{орг}$, то есть $TRT < T_{орг}$. В этом случае станции разрешается захватить маркер и передать свой кадр (или кадры) в кольцо. Время удержания маркера TRT равно разности $T_{орг} - TRT$, и в течение этого времени станция передает в кольцо столько асинхронных кадров, сколько успеет. Если же кольцо перегружено и маркер опоздал, то интервал TRT будет больше $T_{орг}$. В этом случае станция не имеет права захватить маркер для асинхронного кадра. Если все станции в сети хотят передавать только асинхронные кадры, а маркер сделал оборот по кольцу слишком медленно, то все станции пропускают маркер в режиме повторения, маркер быстро делает очередной оборот и на следующем цикле работы станции уже имеют право захватить маркер и передать свои кадры.

Метод доступа FDDI для асинхронного трафика является адаптивным и хорошо регулирует временные перегрузки сети.

Отказоустойчивость технологии FDDI

Для обеспечения отказоустойчивости в стандарте FDDI предусмотрено создание двух оптоволоконных колец - первичного и вторичного. В стандарте FDDI допускаются два вида подсоединения станций к сети. Одновременное подключение к первичному и вторичному кольцам называется двойным подключением - Dual Attachment, DA. Подключение только к первичному кольцу называется одиночным подключением - Single Attachment, SA. В стандарте FDDI предусмотрено наличие в сети конечных узлов - станций (Station), а также концентраторов (Concentrator). Для станций и концентраторов допустим любой вид подключения к сети - как одиночный, так и двойной. Обычно концентраторы имеют двойное подключение, а станции - одинарное, как это показано на рис. 8.3, хотя это и не обязательно.

В случае однократного обрыва кабеля между устройствами с двойным подключением сеть FDDI сможет продолжить нормальную работу за счет автоматической реконфигурации внутренних путей передачи кадров между портами концентратора. Двукратный обрыв кабеля приведет к образованию двух изолированных сетей FDDI.

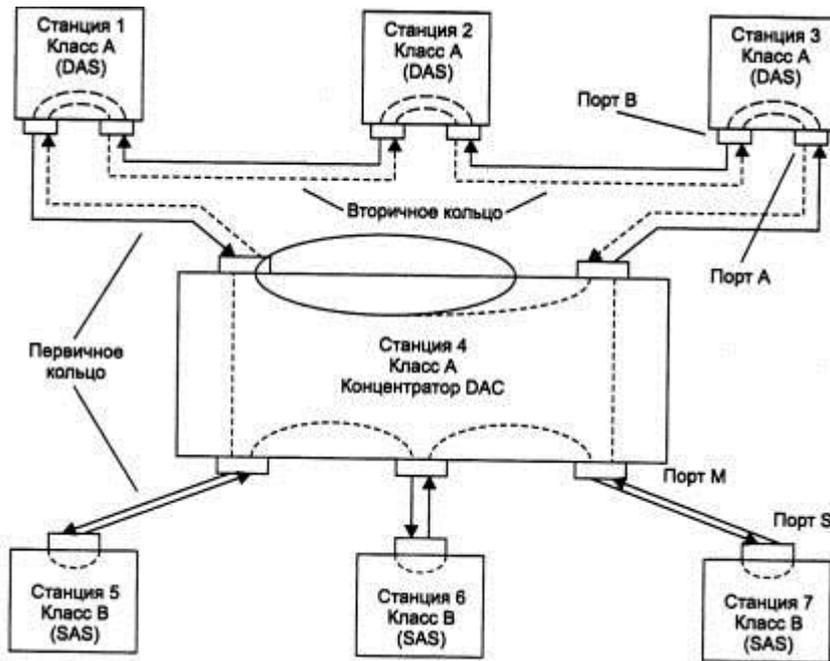


Рис. 8.4. Подключение узлов к кольцам FDDI

При обрыве кабеля (рис. 8.5), идущего к станции с одиночным подключением, она становится отрезанной от сети, а кольцо продолжает работать за счет реконфигурации внутреннего пути в концентраторе - порт М, к которому была подключена данная станция, будет исключен из общего пути.

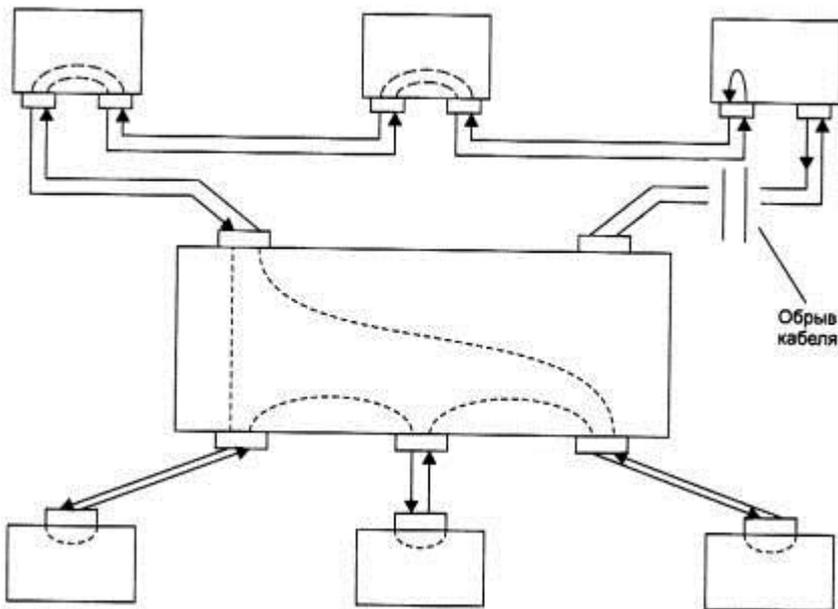


Рис. 8.5. Реконфигурация сети FDDI при обрыве провода

Для сохранения работоспособности сети при отключении питания в станциях с двойным подключением, то есть станциях DAS, последние должны быть оснащены оптическими обходными переключателями (Optical Bypass Switch), которые создают обходной путь для световых потоков при исчезновении питания, которое они получают от станции. И наконец, станции DAS или концентраторы DAC можно подключать к двум портам М одного или двух концентраторов, создавая древовидную структуру с основными и резервными связями. По умолчанию порт В поддерживает основную связь, а порт А - резервную. Такая конфигурация называется подключением Dual Homing

Отказоустойчивость поддерживается за счет постоянного слежения уровня SMT концентраторов и станций за временными интервалами циркуляции маркера и кадров, а

также за наличием физического соединения между соседними портами в сети. В сети FDDI нет выделенного активного монитора - все станции и концентраторы равноправны, и при обнаружении отклонений от нормы они начинают процесс повторной инициализации сети, а затем и ее реконфигурации.

Физический уровень технологии FDDI

Физический уровень разделен на два подуровня: независимый от среды подуровень РНУ (Physical) и зависящий от среды подуровень РМД (Physical Media Dependent).

Технология FDDI в настоящее время поддерживает два подуровня РМД: для волоконно-оптического кабеля и для неэкранированной витой пары категории 5. Последний стандарт появился позже оптического и носит название TP-RMD.

Оптоволоконный подуровень РМД обеспечивает необходимые средства для передачи данных от одной станции к другой по оптическому волокну. Его спецификация определяет:

- использование в качестве основной физической среды многомодового волоконно-оптического кабеля 62,5/125 мкм;
- требования к мощности оптических сигналов и максимальному затуханию между узлами сети. Для стандартного многомодового кабеля эти требования приводят к предельному расстоянию между узлами в 2 км, а для одномодового кабеля расстояние увеличивается до 10-40 км в зависимости от качества кабеля;
- требования к оптическим обходным переключателям (optical bypass switches) и оптическим приемопередатчикам;
- параметры оптических разъемов МІС (Media Interface Connector), их маркировку;
- использование для передачи света с длиной волны в 1300 нм;
- Технология FDDI первой использовала волоконно-оптический кабель в локальных сетях, а также работу на скорости 100 Мбит/с.
- Технология FDDI является наиболее отказоустойчивой технологией локальных сетей. При однократных отказах кабельной системы или станции сеть, за счет «сворачивания» двойного кольца в одинарное, остается вполне работоспособной.
- Маркерный метод доступа FDDI работает по-разному для синхронных и асинхронных кадров (тип кадра определяет станция). Для передачи синхронного кадра станция всегда может захватить пришедший маркер на фиксированное время. Для передачи асинхронного кадра станция может захватить маркер только в том случае, когда маркер выполнил оборот по кольцу достаточно быстро, что говорит об отсутствии перегрузок кольца. Такой метод доступа, во-первых, отдает предпочтение синхронным кадрам, а во-вторых, регулирует загрузку кольца, притормаживая передачу несрочных асинхронных кадров.

Максимальное количество станций двойного подключения в кольце - 500, максимальный диаметр двойного кольца - 100 км. Максимальные расстояния между соседними узлами для многомодового кабеля равны 2 км, для витой пары UTP категории 5-100 м, а для одномодового оптоволокну зависят от его качества

Контрольные вопросы

1. Как устроен принцип доступа в среду сетевой технологии FDDI?
2. Как реализуется синхронный и асинхронный трафик FDDI?
3. Чем объясняется устойчивость технологии FDDI?
4. Основные достоинства и недостатки технологии FDDI?

Тестовые вопросы

1. Какой тип среды передачи данных используется в технологии 10Base5?
а) толстый коаксиальный кабель;

- б) тонкий коаксиальный кабель;
- в) волоконно-оптический кабель;
- г) витая пара.

2) Какой тип среды передачи данных используется в технологии 10Base2?

- а) толстый коаксиальный кабель;
- б) волоконно-оптический кабель;
- в) тонкий коаксиальный кабель;
- г) витая пара.

3) Какой тип среды передачи данных используется в технологии 10BaseT?

- а) толстый коаксиальный кабель;
- б) волоконно-оптический кабель;
- в) тонкий коаксиальный кабель;
- г) витая пара.

4) Чему равен размер максимального сегмента в сети 10Base2?

- а) 100 метров;
- б) 500 метров;
- в) 200 метров;
- г) 185 метров.
- 5. 100 метров;
- б) 500 метров;
- в) 185 метров;
- г) 200 метров.

6. Правила, регулирующие процесс связи в конкретных ЛВС, например Ethernet? Token Ring. Называются _____ протоколами.

Список рекомендуемой литературы

1. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Питер, 2005. - 672 с
2. Компьютеры, сети, Интернет: энциклопедия / Новиков Ю., Новиков Д., Черепанов А., Чуркин В. - СПб : Питер, 2002. - 928 с:

Лекция №9. Многомашинные и многопроцессорные компьютерные системы. Суперкомпьютеры и особенности их структур

План:

1. Предпосылки возникновения кластеров
2. Повышение производительности кластеров
3. Пути развития кластерных систем

1. Предпосылки возникновения кластеров

Вычислительные системы как мощные средства обработки заданий пользователей широко используются не только автономно, но и в сетях ЭВМ в качестве серверов.

С увеличением размеров сетей и их развитием возрастают плотность информационных потоков, нагрузка на средства доступа к сетевым ресурсам и на средства обработки заданий. Круг задач, решаемых серверами, постоянно расширяется, становится многообразным и сложным. Чем выше ранг сети, тем более специализированными они становятся. Администраторы сетей должны постоянно наращивать их мощь и количество, оптимизируя характеристики сети под возрастающие запросы пользователей.

В сетях первых поколений серверы строились на основе больших и очень дорогих ЭВМ (mainframe), выпускаемых целым рядом компаний: Digital Equipment, Tandem, влившихся в корпорацию Compaq, IBM, Hewlett-Packard. Все они работали под управлением ОС Unix и способны были объединяться для совместной работы.

Как и во всякой развивающейся технологии, сложные универсальные серверы различных фирм-изготовителей должны были уступить место стандартным массовым решениям. Успехи микроэлектроники, повсеместное применение ПЭВМ, широкое распространение Internet/ Intranet-технологий позволили перейти к более простым и дешевым системам, например, на основе платформы Wintel. Опыт создания серверов на основе SMP- и MPP-структур показал, что они не обеспечивают хорошей адаптации к конкретным условиям функционирования, остаются дорогими и сложными в эксплуатации. Одним из перспективных направлений здесь является **кластеризация**, т.е. технология, с помощью которой несколько серверов, сами являющиеся вычислительными системами, объединяются в единую систему более высокого ранга для повышения эффективности функционирования системы в целом.

Целями построения кластеров могут служить:

- улучшение масштабируемости (способность к наращиванию мощности);
- повышение надежности и готовности системы в целом;
- увеличение суммарной производительности;
- эффективное перераспределение нагрузок между компьютерами кластера;
- эффективное управление и контроль работы системы и т.п.

Улучшение масштабируемости или способность к наращиванию мощности предусматривает, что все элементы кластера имеют аппаратную, программную и информационную совместимость. В сочетании с простым и эффективным управлением изменение оборудования в идеальном кластере должно обеспечивать соответствующее изменение значений основных характеристик, т.е. добавление новых процессоров, дисковых систем должно сопровождаться пропорциональным ростом производительности, надежности и т.п. В реальных системах эта зависимость имеет нелинейный характер.

Масштабируемость SMP- и MPP-структур достаточно ограничена. При большом числе процессоров в SMP-структурах возрастает число конфликтов при обращении к общей памяти, а в MPP-структурах плохо решаются задачи преобразования и разбиения приложений на отдельные задания процессорам. В кластерах же администраторы

сетей получают возможность увеличивать пропускную способность сети за счет включения в них дополнительных серверов, даже уже из числа работающих, с учетом того, что балансировка и оптимизация нагрузки будут выполняться автоматически.

2. Повышение производительности кластеров

Следующей важной целью создания кластера является *повышение надежности и готовности системы в целом*. Именно эти качества способствуют популярности и развитию кластерных структур. Избыточность, изначально заложенная в кластеры, способна их обеспечить. Основой этого служит возможность каждого сервера кластера работать автономно, но в любой момент он может переключиться на выполнение работ другого сервера в случае его отказа.

Коэффициент готовности систем рассчитывается по формуле

$$K = T_p / (T + T_o),$$

где: T — полезное время работы системы;

T_o — время отказа и восстановления системы, в течение которого она не могла выполнять свои функции.

Большинство современных серверов имеет 99%-ную готовность. Это означает, что около четырех дней в году они не работают. Подчеркнем, что готовность 99,9%, достигаемая обычно паркой серверов — основного и резервного, означает годовой простой около 500 мин., 99,999% — 5 мин., а 99,9999% — 30 с.

Повышение суммарной производительности кластера, объединяющего несколько серверов, обычно не является самоцелью, а обеспечивается автоматически. Ведь каждый сервер кластера сам является достаточно мощной вычислительной системой, рассчитанной на выполнение им всех необходимых функций в части управления соответствующими сетевыми ресурсами. С развитием сетей все большее значение приобретают и распределенные вычисления. При этом многие компьютеры, в том числе и серверы, могут иметь не очень большую нагрузку. Свободные ресурсы домашних компьютеров, рабочих станций локальных вычислительных сетей, да и самих серверов можно использовать для выполнения каких-либо трудоемких вычислений. При этом стоимость создания подобных вычислительных кластеров очень мала, так как все их составные части работают в сети и только при необходимости образуют виртуальный (временный) вычислительный комплекс. Совокупные вычислительные мощности кластеров могут быть сравнимы с мощностями суперЭВМ и даже превышать их при неизмеримо меньшей стоимости. Такие технологии применительно к отдельным классам задач хорошо отработаны. Например, существует задача анализа сигналов, принимаемых радиотелескопами, с целью поиска внеземных цивилизаций; имеется проект distributed.net, реализующий алгоритм дешифрирования, и др. Круг подобных задач не очень широк, но число одновременно привлекаемых компьютеров для этих целей может быть громадным — десятки, сотни и даже тысячи. Работа кластера под управлением единой операционной системы позволяет оперативно контролировать процесс вычислений и *эффективно перераспределять нагрузки между компьютерами кластера*, управление такими проектами требует создания специального клиентского и серверного программного обеспечения, работающего в фоновом режиме. Компьютеры при этом периодически получают задания от сервера, включаются в работу и возвращают результаты обработки. Последние версии браузеров (browser) еще более упрощают процесс взаимодействия, так как на клиентской машине можно активизировать выполнение различных программ-сценариев (скриптов).

Эффективное управление и контроль работы системы подразумевает возможность работы отдельно с каждым узлом, вручную или программно отключать его для модернизации либо ремонта с последующим возвращением его в работающий кластер. Эти операции скрыты от пользователей, они просто не замечают их. Кластерное ПО,

интегрированное в операционные системы серверов, позволяет работать с узлами как с единым пулом ресурсов (Single System Image, SSI), внося необходимые общие изменения с помощью одной операции для всех узлов.

Существуют различные методы и средства построения надежных систем с резервированием. Они рассматриваются как по отношению к средствам обработки, так и по отношению к средствам хранения данных. Например, есть источники бесперебойного питания и резервные блоки питания, способные устранять влияние сбоев и отказов в электропитании. Имеются также дисковые массивы RAID, обеспечивающие непрерывную обработку запросов к информации, хранящейся на дисках, даже в случае выхода из строя одного или нескольких из них. Но нам более интересны средства обработки.

Кластеры объединяют несколько серверов под единым управлением. Все новые серверы, как правило, являются многопроцессорными и относятся к SMP-структурам, что обеспечивает многоступенчатую возможность переключения нагрузки отказавшего элемента как внутри кластера, так и внутри сервера. Существуют серверы с различным количеством процессоров (от 2 до 16). Правда, фирма Sun работает над созданием 64-процессорной SMP-модели сервера. IBM предполагает с появлением микропроцессора IA-64 Merced (новое название его — Itanium) выпустить SMP-систему, рассчитанную на 16 процессоров. Напротив, фирма Dell считает, что применение более восьми процессоров в SMP-структуре нецелесообразно из-за трудностей преодоления конфликтов при обращении их к общей оперативной памяти.

Большой интерес к построению кластеров стала проявлять фирма Microsoft. В связи с широкой популярностью операционной системы Windows NT, предназначенной для управления сетями крупных предприятий, появились различные варианты кластерного обеспечения. Сама фирма Microsoft предлагает бесплатную версию своего кластерного ПО, встроенного в Windows NT и поддерживающего Microsoft Cluster Server (MSCS). Этот кластерный продукт, известный под названием Wolfpack («волчья стая»), еще достаточно слаб, но уверенно прогрессирует. В настоящее время он обеспечивает разделение нагрузки между двумя узлами-серверами и то только путем замены одного сервера другим, а не путем ее перераспределения. Достаточно трудно решается и проблема масштабирования, так как четырехузловая схема эквивалентна лишь двойному увеличению производительности по сравнению с одним узлом. Предполагается, что в будущем Wolfpack будет поддерживать до 16 узлов в кластере.

3. Пути развития кластерных систем

Удобство построения кластерных В С заключается в том, что можно гибко регулировать необходимую производительность системы, подключая к кластеру с помощью специальных аппаратных и программных интерфейсов обычные серийные серверы до тех пор, пока не будет получен суперкомпьютер требуемой мощности.

Кластеризация позволяет манипулировать группой серверов как одной системой, упрощая управление и повышая надежность. Важной особенностью кластеров является обеспечение доступа любого сервера к любому блоку как оперативной, так и дисковой памяти. Эта проблема успешно решается, например, объединением систем SMP-архитектуры на базе автономных серверов для организации общего поля оперативной памяти и использованием дисковых систем RAID для памяти внешней (SMP — Shared Memory multiprocessing, технология мультипроцессирования с разделением памяти).

Программное обеспечение для кластерных систем уже выпускается. Примером может служить компонент Cluster Server операционной системы MS Windows NT/2000 Enterprise. Этот компонент, более известный под кодовым названием Wolfpack, обеспечивает как функции управления кластером, так и функции диагностирования сбоев и восстановления (Wolfpack определяет сбой программы или отказ сервера и автоматически переключает поток вычислений на другие работоспособные серверы).

На конференции Supercomputing 2000 несколько фирм (Dell, Sun Microsystems, IBM) уже продемонстрировали свои достижения в области суперкомпьютерных кластерных технологий (фирма IBM, например, представила модель человеческого сердца, реализованную в кластере серверов RS/6000).

Компания NEC в 2002 году представила созданный в Центре науки и технологии моря в Канагаве, Япония, рекордный по быстродействию кластерный компьютер модели Земли (Earth Stimulator): скорость вычислений 35,86 TFLOPS (35 триллионов операций с плавающей запятой в секунду), пиковая — 40,96 TFLOPS. Вопросы для самопроверки 63 Имеется единственный экземпляр этого компьютера, построенный на основе МП 5120 NEC Vector, объединенных в 640 кластеров по 8 процессоров в каждом. Вся система занимает площадь 3250 м² (65x50 м). Все фирмы отмечают существенное снижение стоимости кластерных систем по сравнению с локальными суперкомпьютерами, обеспечивающими ту же производительность.

Основные достоинства кластерных суперкомпьютерных систем:

- высокая суммарная производительность;
- высокая надежность работы системы;
- наилучшее соотношение производительность—стоимость;
- возможность динамического перераспределения нагрузок между серверами;
- легкая масштабируемость, то есть наращивание вычислительной мощности путем подключения дополнительных серверов;
- удобство управления и контроля работы системы.

Как и у любой новой технологии, у кластеризации имеются свои недостатки:

- задержки разработки и принятия общих стандартов;
- большая доля нестандартных и закрытых разработок различных фирм, затрудняющих их совместное использование;
- трудности управления одновременным доступом к файлам;
- сложности с управлением конфигурацией, настройкой, развертыванием, оповещениями серверов о сбоях и т.п.

Контрольные вопросы

1. Назначение и возможности кластеров
2. Как рассчитать значение коэффициента готовности кластера?
3. Какие типы ВС могут создаваться на базе ПЭВМ?
4. Каковы принципы организации вычислительного процесса в ВС?

Тестовые вопросы

1. Кластерная компьютерная система это:
 - а) компьютер с мощными вычислительными возможностями
 - б) компьютеры с мощными вычислительными возможностями
 - в) компьютеры с мощными вычислительными возможностями объединенные в сеть
 - г) мейнфреймы
2. Кластеры позволяют:
 - а) улучшение масштабируемости (способность к наращиванию мощности);
 - б) повышение надежности и готовности системы в целом;
 - в) увеличение суммарной производительности;
 - г) эффективное перераспределение нагрузок между компьютерами кластера;
 - д) эффективное управление и контроль работы системы;
 - е) выше перечисленные пункты.
3. В формулу коэффициента готовности кластера входят:
 - а) полезное время работы системы;

- б) время отказа системы, в течение которого она не могла выполнять свои функции.
 - в) время восстановления системы, в течение которого она не могла выполнять свои функции;
 - г) выше перечисленные пункты.
4. Основные достоинства кластерных суперкомпьютерных систем:
- а) высокая суммарная производительность;
 - б) высокая надежность работы системы;
 - в) наилучшее соотношение производительность—стоимость;
 - г) возможность динамического перераспределения нагрузок между серверами;
 - д) легкая масштабируемость, то есть наращивание вычислительной мощности путем подключения дополнительных серверов;
 - е) удобство управления и контроля работы системы;
 - е) выше перечисленные пункты
5. К недостаткам кластерных суперкомпьютерных систем относят:
- а) задержки разработки и принятия общих стандартов;
 - б) большая доля нестандартных и закрытых разработок различных фирм, затрудняющих их совместное использование;
 - в) трудности управления одновременным доступом к файлам;
 - г) сложности с управлением конфигурацией, настройкой, развертыванием, оповещениями серверов о сбоях.
 - г) выше перечисленные пункты

Список рекомендуемой литературы

Таненбаум Э. Архитектура компьютера. СПб.: Питер, 2002. 704 с.

1. Каган Б. М. Электронные вычислительные машины и системы. М.: Энергоатомиздат, 1991. 592 с.
2. Бугорский В. Я., Соколов Р. В. Экономика и проектирование информационных систем. СПб.: РИО «Роза мира», 1998. 340 с.

Лекция № 10. Способы передачи и коммутации данных и их средств.

План:

1. Задача физической передачи данных по линиям связи
2. Виды модулирующих сигналов при передаче сигналов
3. Цифро – аналоговое и аналого – цифровое преобразование

Ключевые слова: аналоговый и цифровой сигнал, линия связи, дискретизация, квантование, кодирование, АЦП, ЦАП, модуляция

Задача физической передачи данных по линиям связи

Даже при рассмотрении простейшей сети, состоящей всего из двух машин, можно увидеть многие проблемы, присущие любой вычислительной сети, в том числе, связанные с **физической передачей** сигналов по линиям связи.

При соединении "точка-точка" на первый план выходит задача физической передачи данных по линиям связи. Эта задача среди прочего включает:

- кодирование и модуляцию данных;
- взаимную синхронизацию передатчика одного компьютера с приемником другого;
- подсчет контрольной суммы и передача ее по линиям связи после каждого байта или после некоторого блока байтов.

В вычислительной технике для представления данных используется двоичный код. Представление данных в виде электрических или оптических сигналов называется кодированием. Существуют различные способы кодирования двоичных цифр 1 и 0, например потенциальный способ, при котором единице соответствует один уровень напряжения, а нулю — другой, или импульсный способ, когда для представления цифр используются импульсы различной или одной полярности.

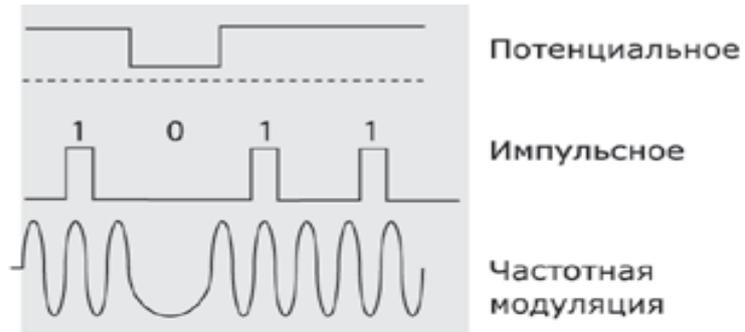
Аналогичные подходы могут использоваться для кодирования данных и при их передаче между двумя компьютерами по линиям связи. Однако эти линии связи отличаются по своим электрическим характеристикам от тех, которые существуют внутри компьютера. Главное отличие внешних линий связи от внутренних состоит в их гораздо большей протяженности, а также в том, что они проходят вне экранированного корпуса по пространствам, зачастую подверженным воздействию сильных электромагнитных помех. Все это приводит к существенно большим искажениям прямоугольных импульсов (например, "заваливанию" фронтов), чем внутри компьютера. Поэтому при передаче данных внутри и вне компьютера не всегда можно использовать одни и те же скорости и способы кодирования.

В вычислительных сетях применяют как потенциальное, так и импульсное кодирование дискретных данных, а также специфический способ представления данных, который никогда не используется внутри компьютера, — модуляцию (рис. 10.1). При модуляции дискретная информация представляется синусоидальным сигналом той частоты, которую хорошо передает имеющаяся линия связи.

Потенциальное или импульсное кодирование применяется на каналах высокого качества, а модуляция на основе синусоидальных сигналов предпочтительнее в том случае, когда канал вносит сильные искажения в передаваемые сигналы. Обычно модуляция используется в глобальных сетях при передаче данных через аналоговые телефонные линии, которые были разработаны для передачи голоса в аналоговой форме и поэтому не очень подходят для непосредственной передачи импульсов.

На способ передачи сигналов влияет и количество проводов в линиях связи между компьютерами. Чтобы снизить стоимость линий связи в сетях, разработчики стараются сократить количество проводов и из-за этого используют не параллельную передачу всех бит одного байта или даже нескольких байт, как это делается внутри компьютера, а последовательную, побитную передачу, требующую всего одной пары проводов.

■ Кодирование



■ Компрессия

■ Преобразование информации из параллельной в последовательную форму (экономия линий связи)

■ Обеспечение надежности передачи - контрольные суммы, квитирование

Элементы, реализующие физическую передачу:

Сетевые адаптеры, сетевые интерфейсы коммутаторов, маршрутизаторов и т.д. Аппаратура передачи данных (модемы)

Рис. 10.1. Задачи физической передачи данных.

При передаче сигналов приходится еще решать проблему взаимной синхронизации передатчика одного компьютера с приемником другого. При организации взаимодействия модулей внутри компьютера она решается очень просто, так как в этом случае все модули синхронизируются от общего тактового генератора. Проблема синхронизации при связи компьютеров может решаться разными способами, как с помощью обмена специальными тактовыми синхроимпульсами по отдельной линии, так и посредством периодической синхронизации заранее обусловленными кодами или импульсами характерной формы, отличной от формы импульсов данных.

Несмотря на принятые меры (выбор соответствующей скорости обмена данными, линий связи с определенными характеристиками, способа синхронизации приемника и передатчика), существует вероятность искажения некоторых бит передаваемых данных. Для более надежной передачи данных часто используется стандартный прием — подсчет контрольной суммы и передача ее по линиям связи после каждого байта или после некоторого блока байтов. Часто в протокол обмена данными включается как обязательный элемент сигнал-квитанция, которая подтверждает правильность приема данных и посылается от получателя отправителю.

В каждый сетевой интерфейс, будь то порт маршрутизатора, концентратора или коммутатора, встроены средства, в той или иной мере решающие задачу надежного обмена двоичными сигналами, представленными соответствующими электромагнитными сигналами. Некоторые сетевые устройства, такие как **модемы** и **сетевые адаптеры**, специализируются на физической передаче данных. Модемы выполняют в глобальных сетях модуляцию и демодуляцию дискретных сигналов, синхронизируют передачу электромагнитных сигналов по линиям связи, проверяют правильность передачи по контрольной сумме и могут выполнять некоторые другие операции. Сетевые адаптеры рассчитаны, как правило, на работу с определенной передающей средой — коаксиальным кабелем, витой парой, оптоволокном и т. п. Каждый тип передающей среды обладает определенными электрическими характеристиками, влияющими на способ использования данной среды, и определяет скорость передачи сигналов, способ их кодирования и некоторые другие параметры.

Одними из основных компонентов модемов являются цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи.

Цифроаналоговый преобразователь — устройство для автоматического декодирования входных величин, представленных числовыми кодами, в эквивалентные им значения заданной физической величины.

Рассмотрим цифроаналоговое преобразование более подробно, т.к. оно является неотъемлемой частью системы контроля и управления качеством логических микросхем и предназначены для преобразования цифровой информации в аналоговую форму в виде напряжения (иногда тока). Их используют в системах управления технологическими процессами, в аналоговых микропроцессорах, в дисплеях, графопостроителях, робототехнике.

Цифро-аналоговое преобразование состоит в том, что для входного параллельного n -разрядного кода

$$X = X_1 2^{-1} + X_2 2^{-2} + \dots + X_i 2^{-i} + \dots + X_n 2^{-n},$$

где X_i - цифры 0 или 1, а 2^{-i} - вес i -го разряда, сначала получают ток I_X , пропорциональный значению числа X , а затем преобразуют его в выходное напряжение. Значение тока I_X определяется суммой эталонных токов I_i , создаваемых для каждого разряда числа

$$I_X = X_1 I_1 + X_2 I_2 + \dots + X_i I_i + \dots + X_n I_n,$$

причем суммируются токи только тех разрядов, для которых $X_i = 1$. Значения эталонов тока I_i пропорциональны весу позиции двоичного числа и уменьшаются в два раза при переходе от старшего i -го разряда к соседнему младшему с номером $i+1$.

Для преобразования любого аналогового сигнала в цифровую форму необходимо выполнить три основные операции: дискретизацию, квантование и кодирование рис..

Дискретизация - представление непрерывного аналогового сигнала последовательностью его значений (отсчетов). Эти отсчеты берутся в моменты времени, отделенные друг от друга интервалом, который называется интервалом дискретизации. Величину, обратную интервалу между отсчетами, называют частотой дискретизации.

Понятно, что чем меньше интервал дискретизации и, соответственно, выше частота дискретизации, тем меньше различия между исходным сигналом и его дискретизированной копией. Ступенчатая структура дискретизированного сигнала может быть сглажена с помощью фильтра нижних частот. Таким образом, и осуществляется восстановление аналогового сигнала из дискретизированного. Но восстановление будет точным только в том случае, если частота дискретизации, по крайней мере в 2 раза превышает ширину полосы частот исходного аналогового сигнала. Если это условие не выполняется, то дискретизация сопровождается необратимыми искажениями.

Квантование - представляет собой замену величины отсчета сигнала ближайшим значением из набора фиксированных величин - уровней квантования. Другими словами, квантование - это округление величины отсчета. Уровни квантования делят весь диапазон возможного изменения значений сигнала на конечное число интервалов - шагов квантования. Расположение уровней квантования обусловлено шкалой квантования. Используются как равномерные, так и неравномерные шкалы.

Цифровое кодирование. Квантованный сигнал, в отличие от исходного аналогового, может принимать только конечное число значений. Это позволяет представить его в пределах каждого интервала дискретизации числом, равным порядковому номеру уровня квантования. Квантованный сигнал можно преобразовать в последовательность кодовых слов. Эта операция и называется кодированием. Каждое кодовое слово передается в пределах одного интервала дискретизации. Для кодирования сигналов звука и изображения широко применяют двоичный код. Обычно число уровней

Кодовые слова можно передавать в параллельной или последовательной формах (рис.10.2). Для передачи в параллельной форме надо использовать n линий связи (в примере, показанном на рисунке, $n = 4$). Символы кодового слова одновременно передаются по линиям в пределах интервала дискретизации.

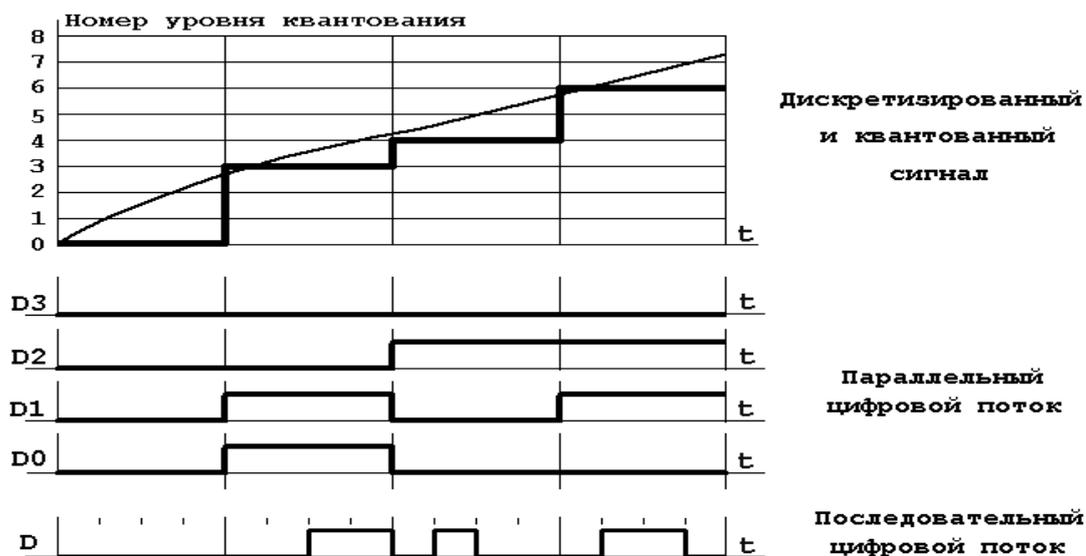


Рис.10.2. Аналого-цифровое преобразование.

Для передачи в последовательной форме интервал дискретизации надо разделить на n подинтервалов - тактов. В этом случае символы слова передаются последовательно по одной линии, причем на передачу одного символа слова отводится один такт. Каждый символ слова передается с помощью одного или нескольких дискретных сигналов - импульсов. Преобразование аналогового сигнала в последовательность кодовых слов поэтому часто называют импульсно-кодовой модуляцией.

Модемы бывают самые разные, но в первую очередь их можно разделить на аналоговые и цифровые.

Аналоговые модемы

В современных модемах встречаются чаще всего три вида модуляции:

- частотная — fsk (frequency shift keying);
- фазовая — psk (phase shift keying);
- квадратурная амплитудная — qam (quadrature amplitude modulation).

При частотной модуляции в соответствии с текущими значениями модулирующего сигнала (передаваемых данных) изменяется частота физического сигнала (обычно синусоидального) при неизменной его амплитуде.

При фазовой модуляции модулируемым параметром является фаза сигнала при неизменной частоте и амплитуде; помехоустойчивость фазомодулированного сигнала также высокая.

При частотно - амплитудной модуляции сигнала его защищенность от помех крайне низкая, поэтому применяют более помехоустойчивую, но и более сложную квадратурную амплитудную модуляцию, при которой в такт передаваемым данным изменяются одновременно и фаза, и амплитуда сигнала.

Протоколы передачи данных

Передача данных и их преобразования в модемах выполняются в соответствии с принятыми протоколами. Протокол передачи данных — это совокупность правил, регламентирующих формат данных и процедуры их передачи в канале связи. В протоколе, в частности, может подробно указываться, как представить данные, какой способ модуляции данных избрать с целью ускорения и защищенности их передачи, как выполнить соединение с каналом, преодолеть действующие в канале шумы и обеспечить достоверность передачи данных.

Официальным законодателем в области протоколов передачи данных для модемов является МККТТ — международный консультативный комитет по телеграфии и телефонии. Один из протоколов модемов – это **V.90** — это протокол дуплексной передачи ин-

формации, обеспечивающий скорость 56 000 бит/с. **V.90** предусматривает выполнение тестирования канала связи, позволяющего определить оптимальный для него режим работы модемов (несущая частота, полоса пропускания, скорость передачи, уровень передаваемого сигнала).

Протокол **V.92**, не увеличивая скорость приема данных (56 кбит/с — теоретический предел), поднимает максимальную скорость передачи данных до 48 кбит/с, уменьшение времени выполнения коммутированного соединения с интернетом (почти в два раза); функцию временного удержания соединения, которая делает возможным ответ на телефонный вызов в момент, когда телефонная линия оккупирована модемом, находящимся на связи.

Многие модемы, кроме обеспечения процедур передачи информации, выполняют и ряд других весьма полезных в системах телекоммуникаций функций, таких как:

- оцифровка голоса и обратная операция восстановления оцифрованного голоса (voice-модемы);
- прием и передача факсимильных сообщений (факс-модемы);
- автоматическое определение номера вызывающего абонента (аон);
- функции автоответчика и электронного секретаря и т. д.

Поэтому современный модем кроме устройств модуляции и демодуляции (а иногда и вместо них) содержит специализированный микропроцессор, управляющий работой модема, оперативную и постоянную память, элементы звуковой и световой сигнализации о режимах работы модема и характеристиках канала связи. Постоянная память используется для сохранения конфигурации модема при выключении питания и часто может перепрограммироваться.

Спутниковые радиомодемы для приема данных через спутник: прием информации осуществляется через спутниковую антенну со скоростями до 400 кбит/с, а передача возможна только при наличии громоздкого дорогостоящего оборудования. Поэтому обычно для передачи данных используются проводные каналы связи и дополнительный соответствующий модем. Разрабатываются силовые модемы для работы в сетях через систему электропитания компьютеров.

Сетевые карты или цифровые модемы

Вместо цифрового модема в локальных сетях можно использовать сетевые адаптеры, которые можно разделить на две группы:

- адаптеры для клиентских компьютеров,
- адаптеры для серверов.

В адаптерах для клиентских компьютеров значительная часть работы по приему и передаче сообщений перекладывается на программу, выполняемую в ПК. Такой адаптер проще и дешевле, но он дополнительно загружает центральный процессор машины.

Адаптеры для серверов снабжаются собственными процессорами, выполняющими всю нужную работу.

Основными характеристиками сетевых карт являются:

- установленная микросхема контроллера (микрочипа);
- разрядность — имеются 8-, 16-, 32- и 64-битовые сетевые карты (определяется микрочипом);
- скорость передачи — от 10 до 1000 Мбит/с (наиболее популярные — 10 и 100 Мбит/с);
- тип подключаемого кабеля — коаксиальный кабель толстый и тонкий, неэкранированная витая пара, волоконно-оптический кабель;
- поддерживаемые стандарты передачи данных — Ethernet, IEEE 802.3, Token Ring, FDDI и т. д.

Контрольные вопросы:

1. Какие Вы знаете виды модулирующих сигналов?
2. В чем сущность преобразования аналоговых сигналов в цифровые?
3. Дайте принцип аналого – цифрового преобразования сигналов?
4. Дайте принцип цифрового - аналогового преобразования сигналов?
5. Модемы и их разновидности
6. Протоколы передачи данных

Тестовые вопросы

1. Аналоговый сигнал это:
 - а) сигнал непрерывной формы
 - б) сигнал цифровой формы
 - в) импульсный сигнал
 - г) частотный сигнал
 - д) стробирующий сигнал
2. Дискретизация это:
 - а) частота выборки сигнала;
 - б) частота следования сигнала;
 - в) амплитудно - частотная характеристика;
 - г) модулирующий сигнал.
3. Модуляция это:
 - а) выделение сигнала из частотного спектра;
 - б) дифференцирование сигнала;
 - в) интегрирование сигнала;
 - г) сигнал с несущей частотой.
4. АЦП последовательного приближения это:
 - а) преобразователь сигнала в последовательном формате;
 - б) преобразователь сигнала в параллельном формате;
 - в) преобразователь сигнала в последовательно - параллельном формате;
 - г) интегрированный преобразователь
5. Драйвер это:
 - а) аппаратное обеспечение;
 - б) память;
 - в) программное обеспечение.
6. Драйвер платы сетевого адаптера нужен:
 - а) для связи с другими платами адаптера в сети;
 - б) для связи между платой адаптера и сетевой ОС;
 - в) для связи между файл-сервером и ПК в сети;
 - г) для связи между различными ПК в сети.

Список рекомендуемой литературы

1. Айден К., Фибельман Х., Крамер М. Аппаратные средства РС. — СПб.: ВHV, 1996.
2. Кручин С. Архитектура компьютера // H&S. — № 4. — 1995.
3. Воробьев Н.В., Вернер Б.Д. Элементная база и схемотехника средств сопряжения. М: Высшая школа 1991г.

Лекция 11. Глобальная информационная сеть Интернет

План:

1. Протоколы общения сети Интернет
2. Система адресации в Интернете
3. Варианты общения пользователя с Интернетом
4. Базовые пользовательские технологии работы в Интернете

Ключевые слова: глобальная сеть, протокол TCP/IP, File Transfer Protocol, Telnet, Simple Mail Transfer Protocol, HyperText Transfer Protocol, Network News Transfer Protocol.

Протоколы общения сети Интернет

Сеть Интернет объединяет десятки миллионов компьютеров самых разных типов: от персональных компьютеров разных моделей до огромных больших и сверхбольших компьютеров — мэйнфреймов. Найти общий язык общения таких «разношерстных» машин друг с другом — весьма сложная задача. Она разрешается благодаря использованию созданной для этой сети системы протоколов общения компьютеров.

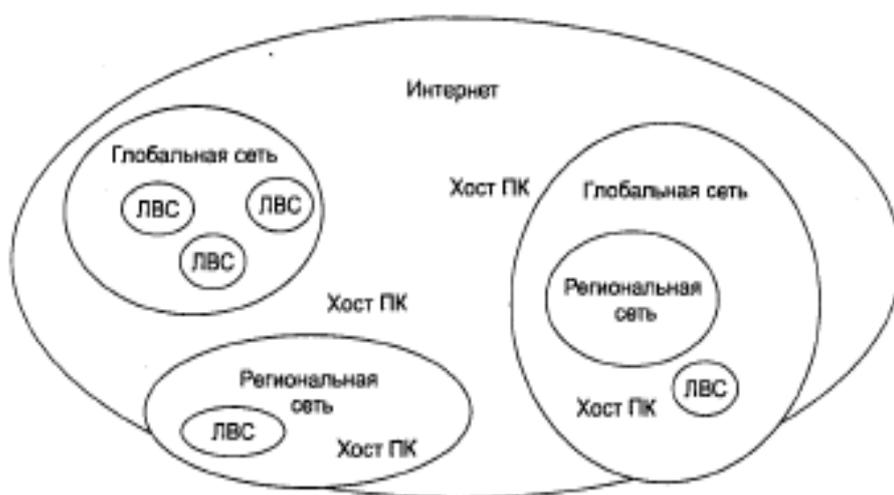


Рис. 11.1. Структура фрагмента сети Интернет

Основу этой системы составляют два главных протокола:

1. Internet Protocol (IP) — межсетевой протокол, выполняет функции сетевого уровня модели OSI;
2. Transmission Control Protocol (TCP) — протокол управления передачей, выполняет функции транспортного уровня модели OSI.

Протокол IP организует разбиение сообщений на электронные пакеты (IP-дейтаграммы), маршрутизирует отправляемые пакеты и обрабатывает получаемые. TCP является типичным протоколом транспортного уровня: он управляет потоком данных, обрабатывает ошибки и гарантирует, что информационные пакеты получены все и собраны в нужном порядке.

Последовательность процедур использования этих протоколов следующая. Информация для передачи упаковывается средствами прикладной программы в блоки определенного формата. Протокол IP разделяет эти блоки на пакеты, каждый из которых получает номер, чтобы можно было проверить потом полноту полученной информации, и заголовок.

Механизм работы межсетевых протоколов TCP/IP подобен действиям почтовой службы: пересылаемые по обычной почте письменные сообщения упаковываются в конверты (письма), на которых должны стоять адреса отправителя и получателя. Точно так же действуют и компьютеры: разделяют и упаковывают информационные блоки в элек-

тронные пакеты (сегменты) и передают их оптимальным путем от одного компьютера к другому.

Дейтаграмма — общее название единиц данных (пакетов, кадров, ячеек, сегментов), которыми оперируют протоколы в сетях без установления предварительного соединения.

Существует еще один протокол транспортного уровня для Интернета: протокол дейтаграммы пользователя (UDP — User Datagram Protocol) — более простой и используемый при неотчетливых пересылках данных, символов начала и конца и заголовка сообщения, в котором указываются адреса отправителя и получателя (так называемые IP-адреса). Такой кодовый конверт обеспечивает целостность сообщения и служит его проводником в сети. В после того как письмо отправлено, оно находится в распоряжении почтовой службы. Каждое почтовое отделение читает адрес получателя, определяет, через какие другие почтовые отделения следует отправить письмо получателю оптимальным образом, и посылает письмо к следующему выбранному отделению связи. Примерно такой же алгоритм пересылки электронных пакетов реализован и в сети Интернет. Роль почтовых отделений выполняют компьютеры-маршрутизаторы, объединяющие отдельные участки сети между собой.

Электронные пакеты имеют стандартный размер: одно длинное сообщение может размещаться в нескольких пакетах, и наоборот, в один пакет могут быть помещены несколько коротких сообщений, если у них одинаковый адрес получателя. Каждый пакет доставляется адресату независимо от всех других по оптимальному на текущий момент маршруту. Протоколы IP и TCP настолько тесно связаны, что их часто приводят под одним названием — протоколы TCP/IP.

На основе протоколов IP и TCP разработаны многие сетевые прикладные сервисные протоколы, среди которых следует отметить:

- File Transfer Protocol (FTP) — протокол передачи файлов;
- Telnet — протокол удаленного доступа, то есть дистанционного исполнения команд на удаленном компьютере;
- Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) — простой протокол пересылки электронной почты;
- HyperText Transfer Protocol (HTTP) — протокол передачи гипертекста (используется при передаче сообщений в World Wide Web);
- В Network News Transfer Protocol (NNTP) — протокол передачи новостей (телеконференций).

Эти протоколы формируют в сети соответствующие им прикладные процессы, а задача протокола TCP — обеспечить передачу данных между этими процессами. Одновременно в сети может выполняться несколько процессов, и чтобы протокол TCP мог их опознать, они идентифицируются номерами, носящими название номеров порта.

Общение пользователей с системой осуществляется в среде MS Windows, для которой существуют прикладные программы работы со всеми технологиями и сервисами Интернета, имеющие простой и удобный графический интерфейс. В среде UNIX для внутрисетевого кодирования информации используются коды KOI-8, а в среде Windows — коды в стандарте ANSI.

Система адресации в Интернете

К адресам хост-компьютеров в сети предъявляются специальные требования. Адрес должен иметь формат, с одной стороны, позволяющий просто выполнять его синтаксическую автоматическую обработку; с другой стороны, он должен иметь семантическую окраску, то есть нести некоторую информацию об адресуемом объекте. Поэтому адреса хост-компьютеров в сети Интернет могут иметь двойную кодировку:

- обязательную кодировку, удобную для работы системы телекоммуникации в сети: дружественный компьютеру цифровой IP-адрес (IP, Internet Protocol);

- необязательную кодировку, удобную для абонента сети: дружественный пользователю DNS-адрес (-DNS, Domain Name System).

Цифровой IP-адрес версии v.4 представляет собой 32-разрядное двоичное число. Для удобства он разделяется на четыре блока по 8 битов, которые можно записать в десятичном виде. Адрес содержит полную информацию, необходимую для идентификации компьютера.

Возможный вариант: два старшие блока определяют адрес сети, а два другие адреса подсети и хост-компьютера внутри этой подсети.

Ввиду огромного количества подключенных к сети компьютеров и различных организаций ощущается ограниченность 32-разрядных IP-адресов, поэтому ведется разработка модернизированного протокола IP-адресации, имеющего целью:

- повышение пропускной способности сети;
- создание лучше масштабируемой и адаптируемой схемы адресации;
- обеспечение гарантий качества транспортных услуг;
- обеспечение защиты информации, передаваемой в сети.

Основой этого протокола являются 128-битовые адреса, обеспечивающие более 1000 адресов на каждого жителя земли. Внедрение этой адресации (IP-адресация) снимет проблему дефицита цифровых адресов.

Для пользователей Интернета почтовыми адресами могут быть просто их имена, зарегистрированные в службе электронной почты и не отражающие такой длинной иерархии. Например, почтовый адрес автора учебника: Broido@hotmail.ru — за именем пользователя следует знак @, а далее доменный адрес почтового сервера, включая и домен страны.

Преобразование (разрешение) доменного адреса в соответствующий цифровой IP-адрес выполняют специальные серверы DNS (Domain Name Server) — серверы имен. Поэтому пользователю нет необходимости знать цифровой адреса. Для работы в Интернете достаточно знать только доменный адрес компьютера или пользователя, с которым вы хотите установить связь. Но более эффективно для адресации использовать не просто доменный адрес, а унифицированный указатель ресурса — URL (Uniform Resource Locator), который дополнительно к доменному адресу содержит указания на используемую технологию доступа к ресурсам и спецификацию ресурса внутри файловой структуры компьютера

Варианты общения пользователя с Интернетом

Возможны два варианта общения пользователя с сетью Интернет:

- Offline — режим общения с отложенным ответом (автономный);
- Online — активный режим общения (интерактивный).

В автономном режиме абонент может посылать в Сеть те или иные запросы или сообщения (по электронной почте, например), но между запросом и сетевым ответом на него может пройти значительное время.

В активном режиме, называемом также режимом прямого доступа, информация на запрос абонента сети возвращается практически незамедлительно. Первый вариант обходится пользователю дешевле. В этом режиме можно:

- получать свой адрес в Сети, посылать и получать по электронной почте письма и любые другие послания своим друзьям и партнерам по бизнесу;
- отправлять периодически свой прайс-лист, например в телеконференцию группы commerce (коммерции);
- пользоваться программами-суррогатами электронной почты, называемыми FTP-mail, для заказа интересующих пользователя файлов из Сети на свой компьютер;
- читать информацию, свободно циркулирующую в Сети, например сообщения в группах новостей и т. д.

Второй вариант обеспечивает непосредственный активный выход в сеть Интернет в реальном времени. В этом случае компьютер пользователя получает свой уникальный адрес, полноценный доступ ко всем телекоммуникациям Сети и весь комплекс услуг, предусмотренных в Сети. В первую очередь это путешествие по World Wide Web, просмотр с помощью браузеров web-узлов Сети и получение отсюда интересующей вас информации, создание собственных информационных web-страниц и web-серверов, доступных для пользователей Сети, интерактивный диалог с другими пользователями.

Существует несколько вариантов подключения к Интернету:

- постоянное соединение по выделенной линии;
- сеансовое соединение по коммутируемой линии;
- дистанционный терминальный доступ к хост-компьютеру;
- сеансовый доступ по спутниковым каналам связи.

Подключение по выделенной линии обеспечивает пользователю наиболее комфортные условия работы, но обходится довольно дорого. В этом варианте один из компьютеров локальной сети (сервер) имеет постоянное соединение с маршрутизатором провайдера.

В качестве выделенной линии могут использоваться:

- выделенные линии тональной частоты — обычное телефонное соединение, постоянно установленное со стороны телефонной станции. Со стороны абонента связь устанавливается сразу же после включения модема. Скорость передачи данных по такой линии не превышает 48-56 Кбит/с. Достоинства использования такой линии: оперативность соединения и отсутствие самопроизвольного разрыва его;
- цифровые выделенные линии — непосредственное подключение абонента к участку транспортной сети провайдера. Скорость передачи данных в случае использования волоконно-оптической линии связи составляет до 622 Мбит/с;
- выделенные физические линии представляют собой обычную двухпроводную линию, соединяющую абонента с провайдером. Скорость передачи по физической линии составляет от 64 Кбит/с до 2 Мбит/с.

Возможный вариант подключения локальной сети к Интернету показан на рис. 11.2

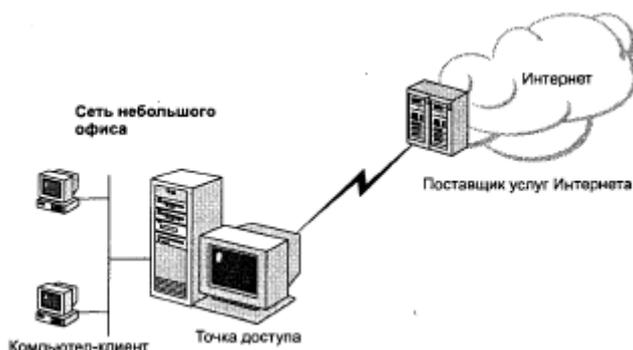


Рис. 11.2. Подключение локальной сети Интернет.

Вариант соединения по коммутируемой модемной линии (dial-up) можно рекомендовать как для отдельных компьютеров, так и для не требующих постоянного подключения к Интернету локальных сетей.

При использовании цифровых каналов связи ISDN и асимметричных цифровых каналов ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) обеспечиваются более высокие скорости передачи, но эти соединения требуют наличия более дорогого цифрового модема и достаточно сложной его настройки. По каналам ISDN передача может происходить со скоростью 64-1920 Кбит/с, а по линиям ADSL — прием данных из Интернета со скоростью от 32 Кбит/с до 8 Мбит/с, передача данных из компьютера со скоростью от 32 Кбит/с до 1 Мбит/с.

Дистанционный терминальный доступ к хост-компьютеру подразумевает использование режима удаленного терминала этого компьютера посредством соединения с последним по телефонной линии. В этом варианте передается только текстовая информация, поэтому пользователь имеет ограниченные возможности общения с сетью.

До недавнего времени «три кита» обуславливали популярность Интернета:

- электронная почта (e-mail), позволяющая в считанные минуты переслать сообщение из одного пункта Сети в другой, удаленный на десятки тысяч километров. При этом электронное письмо может содержать как текстовые, так и звуковые, и графические, и программные файлы; может отправляться в любое время дня и ночи, доставляться до востребования в «электронный почтовый ящик» (вплоть до сообщений самым высокопоставленным государственным и деловым деятелям); посылаться сразу по многим адресам (при рекламе товара, например); по электронной почте, используя сеть USENET, можно получать самые свежие мировые новости, читать сообщения в телеконференциях и участвовать в проходящих там обсуждениях; можно совершать бизнес-сделки (заказывать товар и оплачивать его);
- служба FTP (File Transfer Protocol — протокол передачи файлов), позволяющая перемещать файлы с одного компьютера на другой;
- служба Telnet, обеспечивающая интерактивный доступ к удаленному компьютеру.

Но причинами наиболее стремительного взлета популярности сети Интернет, по всей видимости, стали: возможность работы с этой сетью не с помощью командной строки ОС UNIX, а используя программы Windows и средства мультимедиа¹, а также технологии WWW (World Wide Web — Всемирная паутина).

Базовые пользовательские технологии работы в Интернете

Протокол передачи файлов File Transfer Protocol (FTP) позволяет пересылать файлы с одного компьютера на другой. С помощью этого протокола можно осуществлять процесс обмена массивами данных: текстовыми и программными файлами. Например, можно, и часто бесплатно, получать новейшие компьютерные программы; на сервере библиотеки Ватикана доступен любой из более 200 файлов с рукописями, картинками, книгами и многое, многое другое. Посредством FTP-соединения компьютер пользователя получает доступ ко многим файлам и программам, хранящимся на других компьютерах, подключенных к сети, в частности на FTP-серверах.

FTP-сервер — компьютер, на котором содержатся файлы, предназначенные для открытого доступа. FTP-серверы предлагают доступ либо анонимным пользователям — всем, кто обращается в Интернет, либо исключительно клиентам, имеющим полномочия доступа.

Программа FTP-клиента не только реализует протокол передачи данных, но и поддерживает набор команд, которые используются для просмотра каталога FTP сервера, поиска файлов и управления перемещением данных.

Функции доступа к FTP-серверам реализованы и в обычном прикладном ПО (например, Windows Commander или веб-браузеры). Для установки связи с FTP сервером пользователь должен включить в URL префикс ftp, а затем IP-адрес или доменный адрес этого сервера. Если связь установлена, появится приглашение ввести имя пользователя. Пользователь, не зарегистрированный на сервере (не имеющий на нем специальных прав доступа), вправе представиться под именем anonymous, и он получит доступ к определенным файлам и программам.

Telnet — программа работы с удаленным компьютером

Программа Telnet, разработанная для UNIX (но поддерживаемая всеми современными версиями Windows), позволяет установить связь с удаленным компьютером и использовать его в интерактивном режиме. Если доступ к этому компьютеру разрешен, то вы можете работать с ним, как если бы находились непосредственно перед его экраном. То есть программа Telnet позволяет в некоторых случаях пользователю общаться с уда-

ленным компьютером, как со «своим», и временно получить в свое распоряжение все его ресурсы. Тысячи компьютеров доступны для выполнения самых разнообразных задач абсолютно всем и в любое время, а для доступа на тысячи других компьютеров нужно заранее договориться о получении права на вход (имени и пароля).

Telnet и более современная программа Remote Access эффективно используются при организации «домашних офисов», то есть для надомной работы специалистов. Для справки: в 1994 году 37 млн американцев работали на дому в своих домашних офисах, а по прогнозу к концу 2000 года количество таких специалистов должно было превысить 100 млн человек.

Работать с удаленным компьютером следует в обычной последовательности. Чаще всего доступны для работы программы Telnet серверы, содержащие:

- библиотечные каталоги;
- электронные доски объявлений.

Электронные доски объявлений

Электронные доски объявлений (Bulletin Board System — BBS) часто существуют и независимо от Интернета — это компьютеры, к которым можно подсоединиться с помощью модемов через телефонную сеть. Подобно настоящей доске объявлений, BBS является местом, куда стекается вся подлежащая обмену информация. С помощью BBS можно опубликовывать объявления для общего ознакомления, отправлять сообщения отдельным лицам или оставлять на «доске» информацию, которую адресат может забрать в любое удобное для него время.

Телеконференции USENET

Дальнейшим развитием электронной почты является «электронная газета», подписчики которой одновременно могут являться и ее корреспондентами. Такая «газета» получила широкое распространение в Интернете под названием системы телеконференций.

Контрольные вопросы:

1. Как обеспечивается механизм отправки сообщений в Интернет
2. Перечислите систему адресации в Интернет
3. Какие базовые технологии Интернет Вы знаете?
4. Дайте краткую характеристику службы FTP
5. Дайте краткую характеристику службы Telnet

Тестовые вопросы

- 1) На каком уровне стека протокола TCP/IP находится протокол IP?
 - а) представительский;
 - б) сеансовый;
 - в) транспортный;
 - г) межсетевой.
- 2) Основная задача, решаемая протоколом IP:
 - а) маршрутизация;
 - б) добавление заголовка;
 - в) анализ правильности доставки.
- 3) Из какого количества байт состоит IP-адрес?
 - а) 1;
 - б) 2;
 - в) 3;
 - г) 4.
- 4) MAC-адрес – это:
 - а) адрес, назначаемый динамически при входе в сеть;
 - б) адреса, назначаемые производителями оборудования и являющиеся

- уникальными;
- в) адрес, выбираемый пользователем при входе в сеть.
- 5) Старшие биты 4-байтного IP-адреса определяют:
 - а) номер сети;
 - б) номер подсети;
 - в) номер хоста;
 - г) MAC-адрес.
- 6. Какой из принципов построения адресов www лишний:
 - а) расширяемость;
 - б) полнота;
 - в) читаемость;
 - г) уникальность.

Список рекомендуемой литературы

1. Семенов Юрий Алексеевич. Протоколы и ресурсы Internet . -М.: Радио и связь,1996-320с.: ил. 27 <http://ipm.kstu.ru/internet/>
2. Основы Web-технологий / П.Б. Храмцов, С.А. Брик, А.М. Русак, А.И. Сурин /Под. редакцией П.Б. Храмцова. – М.: ИНТУИТ.РУ "Интернет-Университет Информационных Технологий", 2003. – 512 с.
3. Пауэлл Т.А. Полное руководство по HTML / Пер. с англ. А.В. Качанов. – Мн.: ООО "Попурри", 2001. – 912 с.

Лекция №12. Конвергенция компьютерных и телекоммуникационных сетей

Компьютерные и телекоммуникационные сети

Тенденция сближения различных типов сетей характерна не только для локальных и глобальных компьютерных сетей, но и для телекоммуникационных сетей других типов.

К телекоммуникационным сетям в настоящее время можно отнести:

- телефонные сети;
- радиосеть;
- телевизионные сети;
- компьютерные сети.

Во всех этих сетях предоставляемым клиентам ресурсом является информация.

Телефонные сети оказывают интерактивные услуги, так как два абонента, участвующие в разговоре, попеременно проявляют активность.

Радиосети и телевизионные сети оказывают широковещательные услуги, при этом информация распространяется только в одну сторону - из сети к абонентам, по схеме "один ко многим" (point-to-multipoint).

Общая структура телекоммуникационной сети

Телекоммуникационная сеть (рис. 1) в общем случае включает следующие компоненты:

- сеть доступа (access network) - для концентрации информационных потоков, поступающих по каналам связи от оборудования пользователей, в сравнительно небольшом количестве узлов магистральной сети;
- магистраль (backbone или core network) - объединяет отдельные сети доступа, обеспечивая транзит трафика между ними по высокоскоростным каналам;
- информационные центры или центры управления сервисами (data centers или services control point) - это собственные информационные ресурсы сети, на основе которых осуществляется обслуживание пользователей.

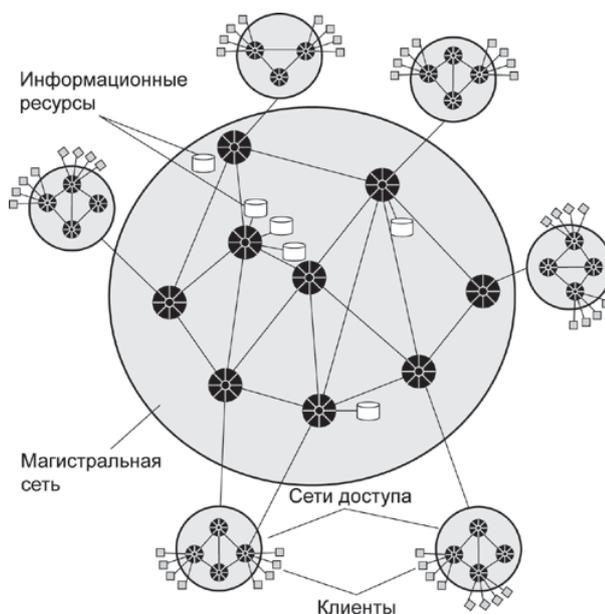


Рис. 1. Структура телекоммуникационной сети

И сеть доступа, и магистральная сеть строятся на базе коммутаторов.

Сеть доступа представляет собой нижний уровень иерархии телекоммуникационной сети. К этой сети подключаются конечные (терминальные) узлы - оборудование, установленное у пользователей (абонентов, клиентов) сети.

В информационных центрах может храниться информация двух типов:

- пользовательская информация - данные, которые непосредственно интересуют пользователей сети;

- вспомогательная служебная информация, позволяющая предоставлять пользователям некоторые услуги.

Примером информационных ресурсов первого типа могут служить информационные Web-порталы. В телефонных сетях - службы экстренного вызова и справочные службы различных организаций. В телевизионных сетях такими центрами являются телестудии.

К ресурсам второго типа относятся, различные системы аутентификации и авторизации пользователей; системы биллинга; БД учетной информации пользователей. В телефонных сетях существуют центры управления сервисами (Services Control Point - SCP), где установлены компьютеры, на которых хранятся программы нестандартной обработки телефонных вызовов пользователей.

Различные типы сетей имеют свои особенности, но их структура в целом соответствует описанной выше.

Компьютерные сети можно классифицировать по различным критериям, например, важным признаком классификации сетей является назначение предоставляемых услуг:

- сети операторов связи (сети провайдеров услуг) оказывают общедоступные услуги;
- корпоративные сети предоставляют услуги только сотрудникам того предприятия, которое владеет сетью.

Операторы связи

Существуют сети, которые создаются специально для оказания общедоступных телекоммуникационных услуг. Примерами таких сетей могут служить городские, региональные, национальные и международные телефонные сети. Их услугами пользуются многочисленные клиенты - владельцы домашних и мобильных телефонов, а также предприятия (корпоративные пользователи).

Специализированное предприятие, которое создает телекоммуникационную сеть для оказания общедоступных услуг, владеет этой сетью и поддерживает ее работу, традиционно называется оператором связи.

Операторы связи отличаются друг от друга:

- набором предоставляемых услуг;
- территорией предоставления услуг;
- типом клиентов, на которых ориентированы услуги;
- имеющейся во владении оператора инфраструктурой - линиями связи, коммутационным оборудованием, информационными серверами и т.п.

Услуги можно разделить на несколько уровней и групп, используя разные критерии классификации.

Комбинированные услуги: <ul style="list-style-type: none">• IP-телефония• Универсальная служба сообщений (Unified Messaging)	
Услуги телефонии: <ul style="list-style-type: none">• Соединение двух абонентов• Доступ к справочным службам• Переадресация вызовов• Голосовая почта• ...	Услуги компьютерных сетей: <ul style="list-style-type: none">• Доступ в Internet• Электронная почта• Объединение LAN• Виртуальные частные сети• Информационные порталы (www)• ...
Предоставление каналов связи в аренду	

Рис. 2. Классификация услуг телекоммуникационной сети

1. Группы услуг определяются по типу сетей, которые их оказывают - телефонные или компьютерные;
2. Услуги можно классифицировать в зависимости от возможности предоставления клиенту дополнительной информации:
 - услуги, состоящие в передаче трафика в неизменном виде между абонентами сети (телефонный разговор);
 - услуги, состоящие в предоставлении пользователю информации, созданной оператором (услуги справочных служб телефонной сети, услуги Web-сайта).

3. Еще один признак классификации услуг - наличие или отсутствие интерактивности. Если при оказании услуги попеременно и в реальном масштабе времени активны два (или более) абонента, то это интерактивная услуга.

Клиенты

Все множество клиентов - потребителей инфотелекоммуникационных услуг - можно разделить на два больших лагеря:

- массовые индивидуальные клиенты;
- корпоративные клиенты.

В первом случае местом потребления услуг является квартира или частный дом, а клиентами - жильцы этой квартиры, которым нужны, прежде всего, базовые услуги - телефонная связь, телевидение, радио и выход в Internet.

Для массовых клиентов очень важна экономичность услуги - низкая месячная оплата, возможность использования стандартных терминальных устройств (телефонные аппараты, телевизионные приемники, персональные компьютеры), а также существующей в квартире проводки (телефонный и телевизионный коаксиальный кабель).

Корпоративные клиенты - это предприятия и организации различного профиля. Небольшие предприятия по набору предпочтительных услуг не слишком отличаются от массовых клиентов. Крупные же предприятия, состоящие из нескольких территориально рассредоточенных отделений и филиалов, нуждаются в расширенном наборе услуг.

Прежде всего, такой услугой является виртуальная частная сеть (Virtual Private Network - VPN), когда оператор связи создает для предприятия иллюзию того, что все его отделения и филиалы соединены частной сетью, в то время как используется сеть оператора, то есть общедоступная сеть, одновременно передающая данные многих клиентов. Услуги VPN могут предоставляться как для телефонии, так и для сетей передачи данных.

Одни операторы оказывают услуги как массовым, так и корпоративным клиентам, другие специализируются только на одной категории потребителей.

Инфраструктура

Кроме субъективных и правовых причин, на формирование набора предлагаемых оператором услуг оказывает влияние материально-технический фактор. Так, для оказания услуг по аренде каналов оператор должен иметь в своем распоряжении транспортную сеть - например, первичную сеть PDH/SDH или же сеть с коммутацией каналов (ISDN).

В тех случаях, когда у оператора отсутствует необходимая инфраструктура для оказания некоторой услуги, он может воспользоваться услугами другого оператора, на основе которых требуемая услуга может быть сконструирована.

Оператора, который предоставляет услуги другим операторам связи, называют оператором операторов.

Традиционный оператор связи в первую очередь оказывает низкоуровневые транспортные услуги - простую передачу трафика (телефонного, данных) между географическими пунктами без его дополнительной обработки. Провайдер услуг оказывает высокоуровневые услуги (Internet доступ).

Территория покрытия

По степени охвата территории, на которой предоставляются услуги, операторы делятся на:

- локальных;
- региональных;
- национальных;
- транснациональных.

Локальный оператор работает на территории города или сельского района (оператор городской телефонной сети). Сегодня к традиционным локальным операторам добавились альтернативные.

Региональные и национальные операторы оказывают услуги на большой территории, также располагая соответствующей инфраструктурой (как правило, это операторы операторов).

Корпоративные сети

Корпоративная сеть - это сеть, главным назначением которой является обеспечение функционирования конкретного предприятия, владеющего данной сетью.

Пользователями корпоративной сети являются только сотрудники данного предприятия.

В зависимости от масштаба предприятия, а также от сложности и многообразия решаемых задач различают сети отдела, сети кампуса и корпоративные сети (сети большого предприятия).

Преимущества, которые дает использование сетей

1. Повышение эффективности работы предприятия.
2. Способность выполнять параллельные вычисления, за счет чего может быть повышена производительность и отказоустойчивость.
3. Большее соответствие распределенному характеру некоторых прикладных задач.
4. Возможность совместного использования данных и устройств.
5. Возможность гибкого распределения работ по всей системе.
6. Оперативный доступ к обширной корпоративной информации.
7. Совершенствование коммуникаций.

Проблемы

1. Сложность разработки системного и прикладного программного обеспечения для распределенных систем.
2. Проблемы с производительностью и надежностью передачи данных по сети.
3. Проблема обеспечения безопасности.

Сети отделов - это сети, которые используются сравнительно небольшой группой сотрудников (не более 30 пользователей), работающих в одном отделе предприятия.

Главной целью сети отдела является разделение локальных ресурсов. Обычно сети отделов имеют 1-2 файловых сервера, и не разделяются на подсети. Существует и другой тип сетей, близкий к сетям отделов, - сети рабочих групп (до 10-20 компьютеров).

Сети кампусов (университетов) объединяют множество сетей различных отделов одного предприятия в пределах отдельного здания или одной территории, покрывающей площадь в несколько квадратных километров. При этом глобальные соединения в сетях кампусов не используются. Службы такой сети включают взаимодействие между сетями отделов, доступ к общим БД, доступ к общим факс-серверам, высокоскоростным модемам и принтерам.

На уровне сети кампуса возникают проблемы интеграции неоднородного аппаратного и программного обеспечения.

Сети масштаба предприятия объединяют большое количество компьютеров на всех территориях отдельного предприятия. Они могут быть сложно связаны и способны покрывать город, регион или даже континент.

Для корпоративной сети характерны:

- масштабность - тысячи пользовательских компьютеров, сотни серверов, огромные объемы хранимых и передаваемых по линиям связи данных, множество разнообразных приложений;
- высокая степень гетерогенности - различные типы компьютеров, коммуникационного оборудования, операционных систем и приложений;
- использование глобальных связей - сети филиалов соединяются с помощью телекоммуникационных средств, в том числе телефонных каналов, радиоканалов, спутниковой связи.

Общий список литературы

1. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы Питер, 2005. - 672 с
2. Компьютеры, сети, Интернет: энциклопедия / Новиков Ю., Новиков Д., Черепанов А., Чуркин В. - СПб : Питер, 2002. - 928 с:
3. Шиндер, Д. Л. Основы компьютерных сетей: пер.с англ. / Д. Л. Шиндер . - М. : Вильямс, 2002. - 656 с. :
4. Спортак Марк Компьютерные сети и сетевые технологии: монография / Марк Спортак, Френк и др. Паппас. - М. ; СПб ; Киев : DiaSoft, 2002. - 736 с.
5. Кульгин, Максим. Компьютерные сети. Практика построения. - СПб : Питер, 2003. - 462 с.
6. Велихов, А. В. Компьютерные сети] : учеб. пособие по администрированию локальных и объединенных сетей / А. В. Велихов, К. С. Строчников, Б. К. Леонтьев. - М. : ЗАО "Новый изд. дом", 2005. - 304 с.
7. Бройдо, В. Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации] : учеб. пособие - 2-е изд. - СПб ; М. : Питер, 2004. - 702 с.
8. Н. А. Катунин, Г. В. Мамчев, В. Н. Попантопуло, В. П. Шувалов; Телекоммуникационные системы и сети : учеб. пособие для студ. вузов связи и колледжей. В 3-х т. / Под ред. В. П. Шувалова. - 2-е изд. - М. : Горячая линия - Телеком, 2005