

Раздел 4. Аппаратные компоненты компьютерных сетей.

Тема 4.3. Коммуникационное оборудование сетей

Любой фрагмент вычислительной сети включает в себя основные типы коммуникационного оборудования, применяемого для образования локальных сетей и соединения их через глобальные связи друг с другом. Для построения локальных связей между компьютерами используются: *различные виды кабельных систем, сетевые адаптеры, концентраторы-повторители, мосты, коммутаторы и маршрутизаторы*. Для подключения локальных сетей к глобальным связям используются специальные выходы (WAN-порты) мостов и маршрутизаторов, а также аппаратура передачи данных по длинным линиям – модемы (при работе по аналоговым линиям) или же устройства подключения к цифровым каналам (ТА – терминальные адаптеры сетей ISDN, устройства обслуживания цифровых выделенных каналов типа CSU/DSU и т.п.).

1. Кабельная система

Как ранее отмечалось, для построения локальных сетей используются различные виды кабеля – коаксиальный кабель, кабель на основе экранированной и неэкранированной витой пары и оптоволоконный кабель. Наиболее популярный вид среды передачи данных на небольшие расстояния (до 100 м) - *неэкранированная витая пара*, которая включена практически во все современные стандарты и технологии локальных сетей и обеспечивает пропускную способность до 100 Мб/с. *Оптоволоконный кабель* широко применяется как для построения локальных связей, так и для образования магистралей глобальных сетей. Оптоволоконный кабель может обеспечить очень высокую пропускную способность канала (до нескольких Гб/с) и передачу на значительные расстояния (до нескольких десятков километров без промежуточного усиления сигнала).

В качестве среды передачи данных в беспроводных сетях используются электромагнитные волны различных частот. Для построения глобальных каналов этот вид среды передачи данных используется широко – на нем построены спутниковые каналы связи и наземные радиорелейные каналы, работающие в зонах прямой видимости в СВЧ-диапазонах.

2. Сетевые адаптеры

Сетевой адаптер (карта, интерфейсная плата) *Network Interface Card, NIC* – это **периферийное устройство ПК, непосредственно взаимодействующее со средой передачи данных, которая прямо или через другое коммуникационное оборудование связывает его с другими компьютерами**. Это устройство решает задачи надежного обмена двоичными данными, представленными соответствующими электромагнитными сигналами, по внешним линиям связи. Как и любой контроллер компьютера, сетевой адаптер работает под управлением драйвера операционной системы, и распределение функций между сетевым адаптером и драйвером может изменяться от реализации к реализации. Предназначено для:

- обеспечения взаимодействия ПК с другими устройствами в локальной сети;
- повышения производительности, назначения приоритета для ответственного трафика, поддерживают удалённую активизацию связи с центральной рабочей станцией, поддерживают удалённое изменение конфигурации, что значительно экономит время и силы администраторов постоянно растущих сетей.

Сетевые адаптеры различаются:

- по типу и разрядности используемой в компьютере внутренней шины данных – ISA, EISA, PCI, MCA.

- по типу принятой в сети сетевой технологии – Ethernet, Token Ring, FDDI и т.п. Как правило, конкретная модель сетевого адаптера работает по определенной сетевой технологии (например, Ethernet). В связи с тем, что для каждой технологии сейчас имеется возможность использования различных сред передачи данных (тот же Ethernet поддерживает коаксиальный кабель, неэкранированную витую пару и оптоволоконный кабель), сетевой адаптер может поддерживать как одну, так и одновременно несколько сред. В случае, когда сетевой адаптер поддерживает только одну среду передачи данных, а необходимо использовать другую, применяются трансиверы и конверторы.

2.1 Трансивер (приемопередатчик, *transmitter+receiver*) – это часть сетевого адаптера, его оконечное устройство, выходящее на кабель. В первом стандарте Ethernet, работающем на толстом коаксиале, трансивер располагался непосредственно на кабеле и связывался с остальной частью

адаптера, располагавшейся внутри компьютера, с помощью интерфейса AUI (attachment unit interface). В других вариантах Ethernet оказалось удобным выпускать сетевые адаптеры (да и другие коммуникационные устройства) с портом AUI, к которому можно присоединить трансивер для требуемой среды.

Вместо подбора подходящего трансивера можно использовать конвертор, который может согласовать выход приемопередатчика, предназначенного для одной среды, с другой средой передачи данных (например, выход на витую пару преобразуется в выход на коаксиальный кабель).

3. Повторители и концентраторы

Для построения простейшей односегментной сети достаточно иметь сетевые адаптеры и кабель подходящего типа. Но даже в этом простом случае часто используются дополнительные устройства – повторители сигналов, позволяющие преодолеть ограничения на максимальную длину кабельного сегмента.

Основная функция повторителя (*repeater*), как это следует из его названия – повторение сигналов, поступающих на один из его портов, на всех остальных портах (Ethernet) или на следующем в логическом кольце порте (*Token Ring, FDDI*) синхронно с сигналами-оригиналами. Повторитель улучшает электрические характеристики сигналов и их синхронность, и за счет этого появляется возможность увеличивать общую длину кабеля между самыми удаленными в сети станциями.

Таким образом, *функции репитера заключаются в физическом разделении сегментов сети и обеспечении восстановления пакетов, передаваемых из одного сегмента сети в другой.*

Многопортовый повторитель часто называют **концентратором** (*hub, concentrator*), что отражает тот факт, что *данное устройство реализует не только функцию повторения сигналов, но и концентрирует в одном центральном устройстве функции объединения компьютеров в сеть. Практически во всех современных сетевых стандартах концентратор является необходимым элементом сети, соединяющим отдельные компьютеры в сеть.*

Появление устройств, централизуящих соединения между отдельными сетевыми устройствами, потенциально позволяет улучшить управляемость сети и ее эксплуатационные характеристики (модифицируемость, ремонтпригодность и т.п.). С этой целью разработчики концентраторов часто встраивают в свои устройства, кроме основной функции повторителя, ряд вспомогательных функций, весьма полезных для улучшения качества сети.

В зависимости от числа рабочих станций применяют пассивные и активные концентраторы. Активные hub содержат усилитель для подключения от 4 до 32 рабочих станций, пассивный является исключительно разветвительным устройством (максимум на три рабочие станции).

4. Мосты и коммутаторы

Несмотря на появление новых дополнительных возможностей основной функцией концентраторов остается передача пакетов по общей разделяемой среде. Коллективное использование многими компьютерами общей кабельной системы в режиме разделения времени приводит к существенному снижению производительности сети при интенсивном трафике. Общая среда перестает справляться с потоком передаваемых кадров, и в сети возникает очередь компьютеров, ожидающих доступа. Это явление характерно для всех технологий, использующих разделяемые среды передачи данных, независимо от используемых алгоритмов доступа (хотя наиболее страдают от перегрузок трафика сети Ethernet с методом случайного доступа к среде).

Поэтому сети, построенные на основе концентраторов, не могут расширяться в требуемых пределах – при определенном количестве компьютеров в сети или при появлении новых приложений всегда происходит насыщение передающей среды, и задержки в ее работе становятся недопустимыми. Эта проблема может быть решена путем логической структуризации сети с помощью мостов, коммутаторов и маршрутизаторов.

Мост (*bridge*), а также его быстродействующий функциональный аналог – коммутатор (*switching hub*), делит общую среду передачи данных на логические сегменты. Логический сегмент образуется путем объединения нескольких физических сегментов (отрезков кабеля) с помощью одного или нескольких концентраторов. Каждый логический сегмент подключается к отдельному порту моста/коммутатора. При поступлении кадра на какой-либо из портов мост/коммутатор

повторяет этот кадр, но не на всех портах, как это делает концентратор, а только на том порту, к которому подключен сегмент, содержащий компьютер-адресат.

Разница между мостом и коммутатором состоит в том, что мост в каждый момент времени может осуществлять передачу кадров только между одной парой портов, а коммутатор одновременно поддерживает потоки данных между всеми своими портами. Другими словами, мост передает кадры последовательно, а коммутатор параллельно.

Мосты используются только для связи локальных сетей с глобальными, то есть как средства удаленного доступа, поскольку в этом случае необходимость в параллельной передаче между несколькими парами портов просто не возникает.

Коммутатор (Switch) – многопортовое устройство, обеспечивающее высокочастотную коммутацию пакетов между портами.

Он позволяет передавать пакеты сообщений одновременно между парами портов в сетях Ethernet. Использует алгоритм, «прозрачного сегмента».

В начальный момент времени коммутатор ничего не знает о чужих подключаемых узлах или сегмента сети его портах. По мере того, как подключённые к портам коммутаторы узлы начинают передачу, он начинает анализировать содержимое адресов отправителя, что позволяет делать выводы о принадлежности того или иного узла к тому или иному порту коммутатора.

5. Маршрутизаторы

Маршрутизатор имеет несколько портов, к которым подсоединяются подсети. Каждый порт маршрутизатора можно рассматривать как отдельный узел сети. Он имеет собственный сетевой и локальный адреса к той подсети, которая к нему подключена. Маршрутизатор можно рассматривать как совокупность нескольких узлов, каждый из которых входит в свою подсеть.

Но его нельзя рассматривать как единое устройство, так как оно не имеет отдельного сетевого и локального адресов.

Маршрут – последовательность маршрутизаторов, которые должен пройти от отправителя до пункта назначения. Задачу выбора маршрута из нескольких возможных маршрутов решают маршрутизаторы.

Чтобы маршрут был рациональным, каждый конечный предел и маршрутизатор составной сети анализируют специальную структуру, таблицу маршрутов

Основные функции маршрутизаторов:

- чтение заголовков пакетов, сетевых протоколов, которые принимаются в буфер по каждому порту маршрутизатора;
- принятие решений о дальнейшем маршруте следования;
- подключение локальных сетей к территориально-распределённым сетям.

Маршрутизатор (router) позволяет организовывать в сети избыточные связи, образующие петли. Он справляется с этой задачей за счет того, что принимает решение о передаче пакетов на основании более полной информации о графе связей в сети, чем мост или коммутатор. Маршрутизатор имеет в своем распоряжении базу топологической информации, которая говорит ему, например, о том, между какими подсетями общей сети имеются связи и в каком состоянии (работоспособном или нет) они находятся. Имея такую карту сети, маршрутизатор может выбрать один из нескольких возможных маршрутов доставки пакета адресату. В данном случае под маршрутом понимают последовательность прохождения пакетом маршрутизаторов.

В отличие от моста/коммутатора, который не знает, как связаны сегменты друг с другом за пределами его портов, маршрутизатор видит всю картину связей подсетей друг с другом, поэтому он может выбрать правильный маршрут и при наличии нескольких альтернативных маршрутов. Решение о выборе того или иного маршрута принимается каждым маршрутизатором, через который проходит сообщение.

Для того, чтобы составить карту связей в сети, маршрутизаторы обмениваются специальными служебными сообщениями, в которых содержится информация о тех связях между подсетями, о которых они знают (эти подсети подключены к ним непосредственно или же они узнали эту информацию от других маршрутизаторов).

Вывод: По своему назначению и функциональным возможностям современные мосты, маршрутизаторы и коммутаторы довольно близки друг к другу. Однако каждый из типов этих устройств разрабатывался не с целью вытеснения других устройств, они имеют свои области применения. Мосты обеспечивают сегментацию сети на физическом уровне, поэтому их "интеллектуальные" возможности ограничены. Маршрутизаторы, интегрируя физические и логические сегменты сети в единое целое, решают при этом ряд "интеллектуальных" функций, но отличаются невысокой латентностью, что негативно отражается на оперативности управления трафиком. Коммутаторы идеально приспособлены для поддержки высокопроизводительной коллективной работы. В очень крупных сетях, насчитывающих тысячи узлов, мосты и маршрутизаторы обеспечивают более эффективное управление трафиком, чем коммутаторы. В сетях с небольшим числом пользователей целесообразно применять высокоскоростную коммутацию с малым временем задержки.

При формировании больших сетей наиболее удачным является комбинированный вариант использования мостов, маршрутизаторов и коммутаторов, умелое их сочетание, позволяющее создать действительно гибкую сетевую архитектуру.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите состав коммуникационного оборудования сетей
2. В чем заключается назначение сетевого адаптера?
3. Каковы функции трансивера?
4. Какие задачи решает повторитель и концентратор?
5. Для чего нужны мосты и коммутаторы?
6. Перечислите основные функции маршрутизаторов.