Лекция 6. Планирование сетевой архитектуры.

В лекции 5 "Концепция организации сетей и сетевые компоненты" были рассмотрены основные вопросы, относящиеся к сетям в целом. Вы уже познакомились с элегантными концепциями, относящимися к определению характеристик сетевых адаптеров, кабелей и разъемов. Однако остаются нерешенными несколько вопросов: как следует организовывать эти каналы, и какой тип сети следует использовать, чтобы можно было "переговариваться" друг с другом. В этой лекции рассмотрим главные моменты планирования сетевой архитектуры, а также смысл понятий "физическая организация" и "логические связи" или, говоря более живым языком, физическую и логическую топологии сети.

Может быть, вы не знакомы с термином "топология". В математике — это раздел посвященный изучению таких свойств геометрических структур, которые не подвергаются изменениям при их растяжениях и изгибах. Применительно к сети этот термин имеет два значения. *Физическая топология* относится к физической структуре сети или же к тем ее характерным чертам, которые вы увидите, если начертите ее структурную схему (своего рода "вид сверху"). *Логическая топология* сети характеризует способ прохождения пакетов данных по сети, а также метод организации связи в сети, обеспечивающий одновременную работу "на передачу" только одной сетевой станции (поскольку все сетевые станции используют одну и ту же линию связи), и принципы организации контроля низкоуровневых ошибок, гарантирующие, что данные попадут туда, куда их направили.

Примечание

Хотя названия "физическая" и "логическая" топологии "перекрываются", эти понятия не имеют ничего общего. Например, имеются физическая и логическая топологии шины, однако сеть, организованная как логическая шина, не обязательно должна быть организована как физическая шина.

***Физические топологии*.**

Выбор физической топологии сети зависит от нескольких факторов:

• структуры офиса;

• способов диагностики неисправностей;

• стоимости инсталляции;

• типа используемого кабеля.

Первый фактор — устройство вашего офиса. При установке нескольких компьютеров в одну комнату появляется больше возможных вариантов организации сети, чем в случае, когда множество компьютеров распределяется по различным комнатам здания.

Второй фактор — наличие методов и средств диагностирования неисправностей — зависит в какой-то мере от используемой физической топологии. Например, некоторые топологические схемы характеризуются встроенной в них физической избыточностью, обеспечивающей бесперебойную связь даже при возникновении повреждений в кабеле. В других топологических схемах каждый кабельный сегмент сети может

быть отключен (перекоммутирован), поэтому одно повреждение не сможет привести к отказу всей сети.

Третий фактор — не все физические топологии эквивалентны друг другу по стоимости. Некоторая доля в стоимости, несомненно, определяется планом вашего офиса. Ясно, что разводка сети, расположенной в обширной области, более трудоемка, и в стоимости будут отражаться эти дополнительные усилия. Однако часть стоимости определяется сложностью выбранной вами топологии, и, что еще более важно, тем, насколько сложно эту топологию привести в соответствие с пространством офиса. Шинная топология, например, очень просто реализуется в пределах небольшой области, но может стать источником головной боли при прокладке кабеля по офису, занимающему несколько комнат.

Последний фактор — выбор физической топологии в значительной степени определяется типом кабеля и наоборот. Вспомните из лекции 5 "Концепция организации сетей и сетевые компоненты", что при подключении каждого сетевого компьютера к концентратору кабелем UTP используется разъем RJ-45. Такая конфигурация называется *топологией звезды,* поскольку кабели, идущие от компьютеров к концентратору, напоминают лучи, радиально расходящиеся из некоего центра. Для сети с физической топологией звезды нельзя использовать коаксиальный кабель, поскольку он не пригоден для этого метода.

Теперь рассмотрим некоторые, наиболее распространенные, **физические топологии,** с которыми вы, вероятно, встретитесь в процессе работы.

Физическая шинная топология.

Для простых сетей, расположенных в пределах небольшой территории, физическая шинная топология (известная в мире компьютеров как "цепочка") может оказаться наилучшим решением. В топологии шины кабель идет от компьютера к компьютеру, связывая их в цепочки. Все компьютеры в сети связаны одним общим кабелем, как правило, коаксиальным.

Примечание

В сети с кабелем типа "витая пара" может использоваться физическая шинная топология. При этом можно подключать дополнительные компьютеры соединительным кабелем, но на самом деле это способ непрактичен при соединении в одну сеть трех и более компьютеров.

Вы можете подключаться к сети с шинной топологией двумя способами в зависимости от используемого кабеля. Если в сети используется толстый коаксиальный кабель (лекция 5), то такая сеть с шинной топологией имеет центральную магистраль, реализованную с помощью толстого коаксиального кабеля К каждому компьютеру сети от магистрали подходят маленькие, более тонкие (и более гибкие) кабели, называемые *отводами* Для физического подключения тонких кабелей к толстому магистральному кабелю используют небольшие устройства — *трансиверы.* Пример такой топологии показан на рис.6.1.

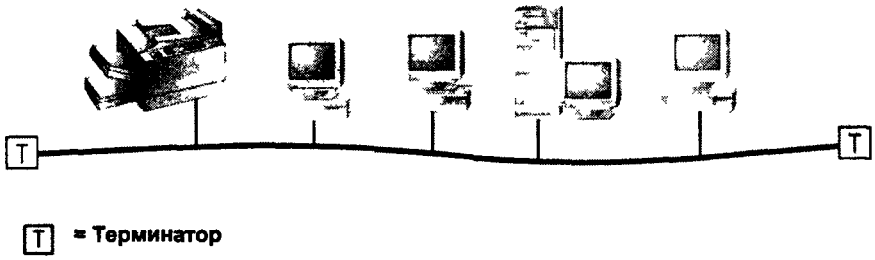


Рис. 6.1. Физическая шинная топология, реализованная с использованием толстого коаксиального кабеля.

Конфигурация "толстой" сети Ethernet обычно используется при объединении мэйнфреймов и миникомпьютеров (рис. 6.1), но популярность таких сетей падает по мере того, как персональные компьютеры становятся более мощными и соответственно сети, базирующиеся на мэйнфреймах, — менее распространенными. Для новых сетей, использующих физическую шинную топологию, удобнее применять тонкий коаксиальный кабель.

В противоположность "толстой" Ethernet, в *"тонкой" сети (Thmnet)* избегают использования магистрали, а подключение всех сетевых устройств выполняется напрямую. Вместо толстого кабеля, для тонкой сети используют более гибкий коаксиальный, рассмотренный в лекции 5 (рис. 6.2). Такая разновидность физической шинной топологии сегодня более популярна, чем ее "толстый" двойник, в котором применяют отводы и трансиверы. Суть дела в упрощении работы — с толстым кабелем в "толстой" Ethernet тяжело работать, поскольку он очень жесткий.

Рис. 6.2. При физической шинной топологии в "тонкой" сети персональные компьютеры могут подключаться к магистрали и напрямую.

Наибольшая проблема, которая может возникнуть при работе с сетью шинной топологии, заключается в неправильном согласовании (вспомните, что было сказано о сопротивлении терминаторов в лекции 5). В этом случае сеть не может корректно выполнять передачу данных. Используя физическую шинную топологию, следует любым способом избегать нарушения целостности кабеля на всем его протяжении. Такие нарушения могут возникнуть из-за неправильной работы узлов и разрывов кабеля.

Сеть не сможет корректно передавать данные, даже если всего один узел работает неправильно, поскольку системе в целом необходимо, чтобы каждый узел был в рабочем состоянии, обеспечивая прохождение данных. Это вовсе не означает, что для корректной работы сети все компьютеры в

сети должны быть включены и зарегистрированы. Имеется существенное отличие между неправильно работающим (например, по причине неполной стыковки разъемов кабельного соединения) и выключенным узлом. Если узел выключен, данные к следующему активному узлу проходят через Т-разъем, подключенный к сетевой плате. В этом случае сеть не будет "знать", что в ней имеется неактивный узел. Однако если узел активный, но работает неправильно, то, безусловно, возникнет проблема. Активный узел, как и ранее, пытается обработать пакет, но делает это с ошибками, что замедляет работу всей сети или приводит к ее внезапной остановке.

Разрывы кабеля также вызывают появление проблем в сети с шинной топологией, поскольку корректная работа сети зависит от правильного функционирования кабеля на всем протяжении между его согласованными концами. Если в какой-либо точке кабель разрушен, сеть не сможет работать, и потребуется немало времени для определения места разрыва и замены поврежденного сегмента кабеля. При этом может потребоваться проверка каждого разъема, для того чтобы удостовериться, что он надежно установлен, что никто не пытался перезагрузиться или выйти из системы во время прохождения сигнала, и во многом другом.

Шинная топология имеет одно преимущество — это высокая эффективность кабельной системы, помогающая сэкономить деньги при создании наиболее дорогой части сети. Однако она может оказаться сложной для реализации, если сетевые компьютеры не расположены в строгом линейном порядке. Например, сеть, узлы которой распределены по всему зданию — неудачный кандидат на реализацию шинной топологии — и, вероятно, ее будет легче обслуживать, если реализовать сеть на основе топологии звезды.

Звездообразная физическая топология.

В сети, построенной по *звездообразной топологии,* каждый сервер и рабочая станция подключаются к центральному концентратору, который обеспечивает связь между ними, поэтому сеть, в которой используется звездообразная топология, будет выглядеть примерно так, как показано **на** рис. 6.3.

В первых сетях для передачи данных использовалась звездообразная топология для подключения неинтеллектуальных терминалов к мэйнфреймам. Почему же эта топология повсеместно используется и до сих пор? Вероятно, потому, что при ее использовании существенно легче работать в сети. Каждая рабочая станция и сервер имеют отдельное соединение с центральной коммутационной станцией. Это значит, что каждое соединение работает независимо. Обрыв кабеля, идущего к рабочей станции А, не окажет воздействия на рабочую станцию В. Это также означает, что для такой сети относительно легко создать кабельную систему, поскольку можно не тревожиться о том, как расположены относительно друг друга компьютеры в сети. Пока длина отрезка кабеля от каждой рабочей станции или сервера до центральной коммутационной станции не превышает максимально допустимого значения, никаких проблем не возникает.

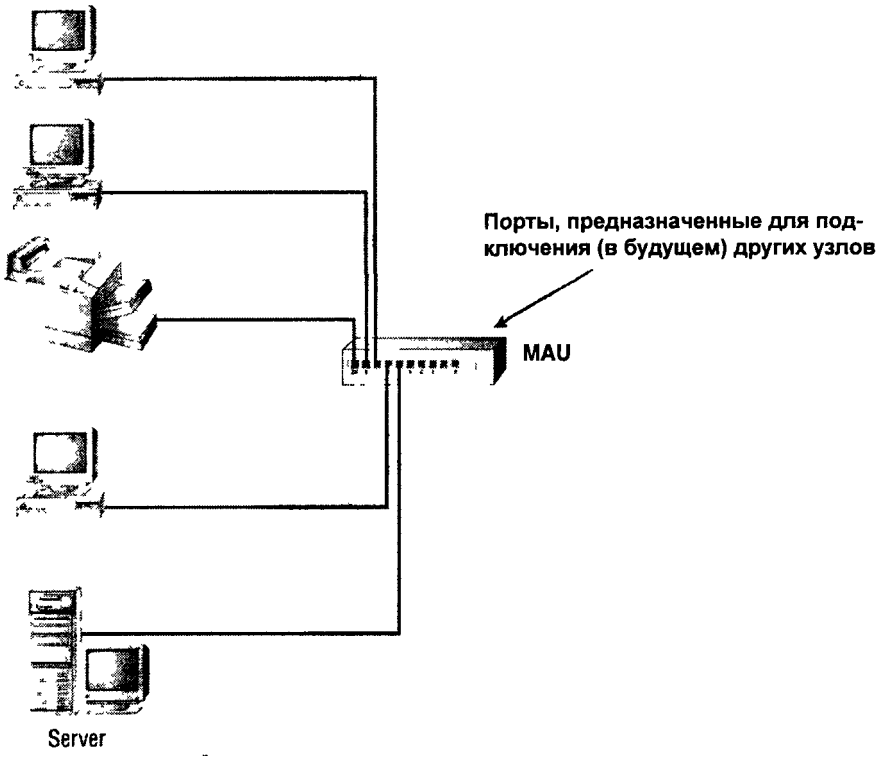


Рис. 6.3. В сети, построенной по звездообразной топологии, все ресурсы подключаются к центральному устройству.

Центральной частью сети, построенной по звездообразной топологии, является концентратор. Концентраторы могут быть разными, но их суть проста: это устройства, реализующие центральный узел для всех сетевых кабелей, обеспечивая тем самым связь между портами, что позволяет компьютерам подключаться к нему для обмена сообщениями. (В лекции 9 "Дополнительное сетевое оборудование" конструкция концентраторов будет рассмотрена более подробно).

Еще одним важным преимуществом такой сети является то, что в ней легко диагностировать неисправности. Как было ранее описано в разделе "Физическая шинная топология", при возникновении сбоя в сети с шинной топологией может оказаться очень непросто точно определить, в чем заключается проблема, если, конечно, не просматривать все узлы подряд. В сети, построенной по звездообразной топологии, найти ее источник очень легко. Если некий узел не работает, то проблему, очевидно, следует искать где-то между портом концентратора и физически подключенным к нему узлом. Следует проверить, что является источником нарушения работоспособности:

• терминал;

• кабель между концентратором и терминалом;

• порт концентратора, обслуживающий терминал вызывающий беспокойство.

Если ни один из узлов сети не обеспечивает качественное соединение

сервера и концентратора (неплохо держать один концентратор про запас, если это возможно), то проблема, вероятно, заключается в сервере. Если это так, то самое время уповать на то, что вы запланировали сделать для отказоустойчивой работы системы и на то, что вы сделали резервные копии файлов.

Звездообразная топология также хорошо подходит и для физически распределенных сетей. Представьте себе сеть с четырьмя компьютерами — три рабочих станции и один сервер. Если одна станция находится на этаже сверху, а две — на этаже снизу, да еще и в отдельных комнатах, то значительно проще проложить отдельный сетевой кабель к каждому компьютеру, не беспокоясь о связях всех узлов друг с другом, а затем подключить все кабели к концентратору.

Конечно, звездообразная топология имеет один серьезный недостаток: в ней используется много кабеля. К каждому элементу сети требуется проложить свой собственный кабель. Наличие центрального концентратора и в самом деле не является наиболее эффективным методом организации кабельной системы, поэтому если вы заинтересованы в снижении стоимости сети, а узлы расположены рядом друг с другом, вы, вероятно, предпочтете шинную топологию.

Распределенная физическая звездообразная топология.

Для больших сетей одного концентратора может оказаться недостаточно. Возможно, у него будет маловато портов для поддержки всех компьютеров сети или компьютеры слишком далеко отстоят от концентратора, или одновременно и то, и другое. Для подключения всех устройств к сети может потребоваться несколько концентраторов, но идея создания в одном здании трех или четырех отдельных сетей может показаться не очень привлекательной. Как же решить проблему?

Это случай, для которого может пригодиться одна из разновидностей физической звездообразной топологии: *связанная звезда (connected star)* или *распределенная звезда (distributed star).* Здесь концентраторы сети последовательно подключены друг к другу, так что все они могут обмениваться информацией (рис. 6.4). Такая организация сети имеет некоторые недостатки, свойственные сети, построенной по шинной топологии: разрыв кабеля между двумя концентраторами изолирует части сети по обеим сторонам разрыва. Однако этот недостаток компенсируется тем, что при отсутствии шины концентраторы были бы изолированы друг от друга в любом случае.

Физическая кольцевая топология.

Наконец, рассмотрим физическую топологию, с которой вам вряд ли придется столкнуться на практике, но, тем не менее, заслуживающую упоминания. Это сеть, построенная по физической кольцевой топологии (рис. 6.5), в которой все персональные компьютеры сети для обеспечения целостности сети соединены в кольцо, выполненное в виде пары кабелей, проложенных между каждым узлом. Такая система вполне работоспособна, но ее стоимость и трудоемкость прокладки кабельной системы весьма велики, поскольку в такой сети затраты на кабель удваиваются,

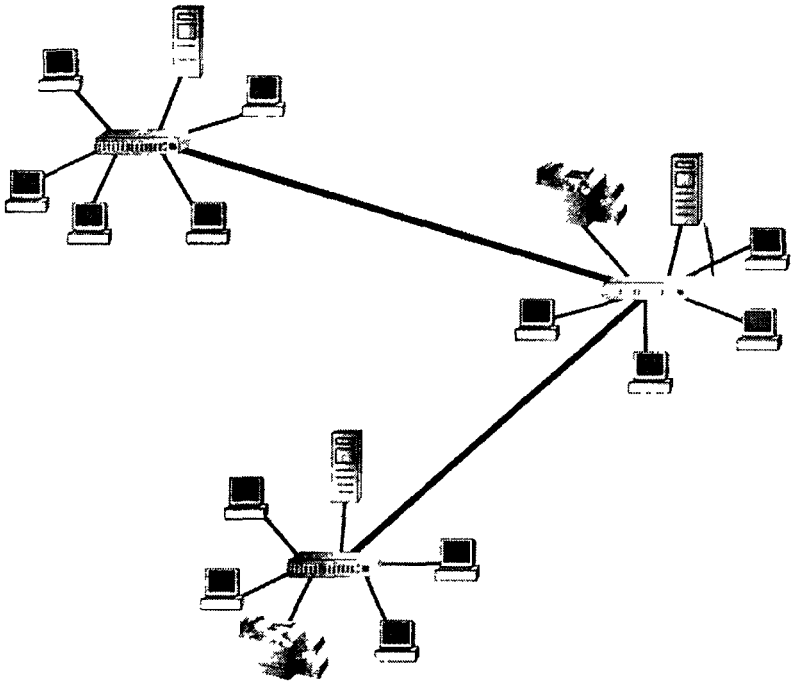


Рис. 6.4. Использование распределенной звездообразной топологии для подсоединения нескольких сетей, также построенных по звездообразной топологии.

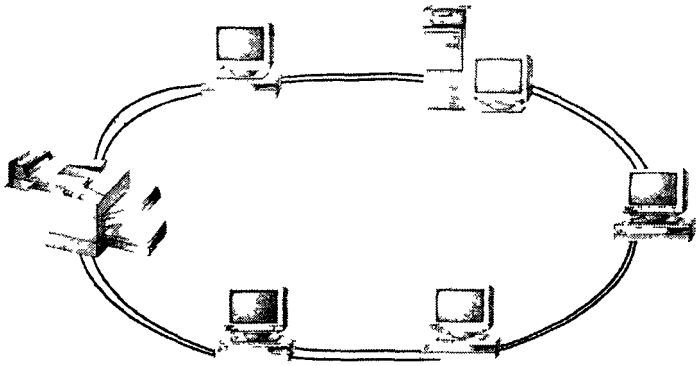


Рис. 6.5. В сети, построенной по физической кольцевой топологии, кабель соединяет все сетевые компьютеры в кольцо.

Такую сеть иногда применяют для глобальных оптоволоконных сетей, поскольку это неплохой способ предоставить множеству узлов в региональной области доступ к оптоволоконной сети Однако автору известна только одна локальная сеть, использующая физическую топологию кольца — старая система автоматизированного офиса фирмы IBM, называемая 8100 Вам, вероятно, не придется сталкиваться ни с одной подобной системой, поэтому просто учтите, что такая топология существует, и забудьте о ней Исключением из этого правила является технология оптоволоконных каналов, о ней речь пойдет далее в этой лекции, в которой может использоваться физическая кольцевая структура для создания средств физического уровня, реализующих высокоскоростную линию связи между узлами сети и другой аппаратурой. Из-за высокой стоимости оптоволоконных линий связи, вы вряд ли встре-

титесь с ними на практике, но реально они существуют.

Логическая топология.

Логическая, или *электрическая,* топология описывают способ, в соответствии с которым устройства сети передают информацию от одного узла к следующему, но нельзя путать его с теми линиями, которые нарисованы на структурной схеме сети Однако это не просто понятия из области чистой теории, поскольку способ, в соответствии с которым сеть должна передавать информацию, может напрямую воздействовать на ваши решения при покупке кабеля или сетевых интерфейсных плат

Поскольку мы переходим к рассмотрению логической топологии, помните, что физическая топология не имеет прямого отношения к логической Сеть может иметь физическую звездообразную топологию и логическую кольцевую или физическую звездообразную и логическую шинную и т. д.

Логическая шинная топология

Ethernet —наиболее известный пример сети с логической шинной топологией — является самым популярным типом локальной сети. Как вы вскоре увидите, топология Ethernet — не то же самое, что физическая шинная топология (эта концепция не всегда легко воспринимается и приходится ее повторять для лучшего усвоения).

Как работает сеть с логической шинной топологией? Говоря простым языком, каждый раз, когда у какого-либо узла сети оказываются данные для другого узла, то первый узел производит "оповещение" всей сети. **Все** остальные узлы "слушают" сеть и проверяют, предназначены эти данные для них или нет. Если предназначены, то они "оставляют их себе", если нет — игнорируют. Каждая плата Ethernet имеет специфический (выделенный специально для нее) 48-битовый адрес, и каждая "порция" данных, путешествующая по сети, направляется по адресу платы в тот узел, который должен принять данные.

Примечание

А что произойдет, если пакет предназначен сразу для нескольких рабочих станций? Сетевое программное обеспечение может дать указание плате Ethernet "прослушивать" определенные групповые адреса. Если пакет для всей сети, то его целевой адрес должен быть равен 1 s, и его должна принять каждая плата.

Кто бы и что бы ни передал в сеть, его услышат все. Это несколько напоминает старые телефонные линии коллективного использования, в которых несколько соседей совместно пользовались одним телефонным номером. Каждому из них назначался отличный от прочих сигнальный звонок, определяющий, кто должен принять телефонный вызов. Если, скажем, у вас три коротких звонка, вы принимали вызов, поскольку знали, что звонят вам. С другой стороны, если вы слышали два длинных и один короткий звонок, то знали, что звонят вашему соседу и могли не обращать на звонок никакого внимания. Во всяком случае, звонок слышали все, а отвечать могла только одна персона — та, которой этот телефонный вызов предназначался. Сети с шинной топологией работают подобным образом, однако они эффективнее по сравнению со старыми "коллектив-

ными" линиями связи, поскольку соседние компьютеры в сети могут не обрабатывать не относящиеся к ним данные.

Итак, мы знаем, как данные находят в сети пункт назначения. Но как же сетевые компьютеры их посылают? В сети с шинной топологией каждая рабочая станция может посылать информацию в модуле сигналов, называемом *пакетом.* Данные, передаваемые по сети *любого* типа, должны удовлетворять жестко заданному формату — формату *кадра канального уровня (Data Link Layer Frame),* который используют для упорядочивания данных. Этот формат определен на канальном уровне модели OSI.

Примечание

Пакеты в Ethernet могут иметь различную длину, но длина не должна превышать 1518 байт, потому что тогда никакая рабочая станция не будет работать на передачу слишком долго, загружая сеть (Об этом в разделе "Стандарт Ethernet (802 3n) этой лекции).

Перед тем как рабочая станция начнет широковещательную передачу в сеть, она прослушивает "эфир" и определяет, не пользуется ли сейчас сетью кто-либо еще Если сеть свободна, рабочая станция начинает широковещательную передачу.

А что будет, если сеть занята? Наибольшая проблема в методе широковещательной сетевой передачи — расстояние. Если расстояние между двумя компьютерами в одной и той же сети (назовем их Узел А и Узел Б) слишком велико, они могут не услышать сигналов друг друга в линии связи. Если они не могут "слышать" друг друга, то Узел А не может сказать, передает информацию Узел Б или нет Думая, что все тихо, Узел А может начать свою передачу, когда Узел Б еще передает данные Если это случится, и два узла будут передавать информацию одновременно, произойдет конфликт пакетов, приводящий к "пульсации" частоты сигнала в кабеле Первый же узел, который заметит возросшую пульсацию частоты сигнала, пошлет высокочастотный сигнал, отменяющий все другие, и сообщит всем узлам, что случился конфликт, и что все узлы сети должны остановить передачу пакетов Далее каждый узел "молчит" в течение некоторого промежутка времени, продолжительность которого задается случайным образом, после чего повторно делает попытку широковещательной передачи. Прежде чем отказаться от новых попыток они делают это до 16 раз. Существует соответствующий алгоритм "Восстановление работы узлов после конфликтов", описывающий этот процесс для сетей Ethernet. Рис.6.6 иллюстрирует этот процесс в сетях Ethernet. Рассмотрим этот алгоритм.

Восстановление работы узлов после конфликтов.

Метод, который используется узлами для выбора времени передачи данных, называется *усеченный двоичный порядок выдержки времени* (в отличие от почти всех терминов в мире LAN, для этого названия нет общепринятого акронима или аббревиатуры). Говоря проще, этот метод работает так: каждый из двух узлов войдя в противоречие, генерирует случайное целое число в диапазоне между 1 и 2, умножает это число на одну вторую и затем делает паузу на это количество миллисекунд перед повторной передачей. Конечно,

Рис. 6.6. Пересылка пакетов по сети, использующей логическую шинную топологию.

при первой попытке есть вероятность того (она равна 0,5), что узлы А и Б выберут одинаковое число, и поэтому им придется повторить попытку. В следующий раз узлы А и Б будут случайным образом выбирать число из диапазона 1—4 и снова повторять попытку. Если они снова выберут одинаковые числа, то далее уже будут выбирать число из диапазона 1—8. Все это продолжается вместе с удвоением верхней границы числового диапазона на каждом шаге, до тех пор, пока или узлы А и Б выберут разные числа, или не будет сделано 16 попыток. После этого дальнейшие попытки выбора прекратятся. Вероятность установления связи между узлами А и Б весьма высока, но при выполнении шестнадцатой попытки задержка перед соединением достигнет половины секунды. Представьте, что это значит для сети со скоростью передачи данных 100 миллионов бит в секунду. Однако необходимость выполнения такого количества попыток возникает очень редко.

Насколько вероятно возникновение конфликтов? Использование кабелей, длина которых не превышает допустимой величины, снижает шанс возникновения конфликта, поскольку узлы смогут услышать широковещательную передачу других узлов. (Например, применительно к сети Ethernet это значит, что участок кабеля не должен быть длиннее 185 метров, после чего сигнал следует усилить.) Фактически, метод работы сети с логической шинной топологией *увеличивает* вероятность возникновения конфликтов пакетов. Если узел не может выполнить широковещательную передачу, пока сеть занята, то что же случится, когда линия связи освободится, а несколько узлов уже будут иметь данные для передачи? Они внезапно начнут одновременно передавать свою информацию, в результате чего снова могут возникнуть конфликты.

Учтите, что описанная выше процедура имеет место в сетевых платах Ethernet. Поэтому, если вы намереваетесь использовать топологию Ethernet, во всех узлах сети должны быть установлены платы Ethernet. Сеть Ethernet может быть построена на базе физической шинной, звездо-

образной или кольцевой топологии.

Примечание

Сеть Ethernet не является единственным примером использования логической шинной топологии, однако это наиболее известный ее пример. Другие сети, в которых используется логическая шинная топология, включая LANtastic фирмы Artisoft и LocalTalk/AppleTalk, построены на базе компьютеров Macintosh. Сеть LocalTalk способна передавать только четверть миллионов бит в секунду, но в ней используются многие базовые принципы построения сети Ethernet.

Логическая кольцевая топология.

Логическая шинная топология является системой широковещательной передачи: то, что "скажет" одна станция, "слышат" все остальные. А вот сеть построенная по кольцевой топологии функционирует иначе. В таких сетях, как Token Ring и FDDI (Fiber Distributed Data Interface — распределенный интерфейс передачи данных по оптоволоконным каналам), каждая станция должна повторять то, что она услышит от предыдущей, работая при переносе данных подобно "пожарной цепочке". Когда порция данных возвращается их отправителю, передача прекращается. Весь файл не может быть передан целиком в виде одного пакета, поэтому он будет передаваться порциями (рис. 6.7).

Организационной основой логической кольцевой топологии является специальный формат пакета данных, называемый *эстафетой (token pocket).* (Кадр можно рассматривать как своеобразный контейнер, для упаковки данных с целью дальнейшей пересылки. Он выполняет те же функции, что и металлический контейнер для морских и железнодорожных перевозок: защищает содержимое от повреждений, имеет отличительные знаки на поверхности в определенных, регламентированных местах и, самое главное, на контейнере указан адрес получателя. Это и есть маркер, который можно рассматривать как пустой контейнер, снабженный флажком, на котором написано сообщение для всех железнодорожных станций и морских портов, встречающихся по маршруту его следования). Использование маркера позволяет устранить конфликты пакетов, гарантируя то, что в данный момент времени только одна станция сможет посылать информацию через сеть. Такой метод называют эстафетой. Он действует подобно волшебной палочке, наводящей порядок в сети при появлении шумов. Суть метода состоит в том, что только один узел, который контролирует эстафету, может передавать информацию через сеть.

Каким же образом эстафета проходит по сети? Когда рабочая станция завершает работу с эстафетой, она освобождает ее для какой либо ближайшей на линии станции. Если эстафету никто не захватит, то рабочая станция передает ее второй раз. Если никто не ответит и во второй раз, рабочая станция посылает общий запрос, называемый *кадром запроса преемника (solicit successor frame).* Этот кадр проходит по всей сети, спрашивая:

"Кто следующий должен принять маркер?". Если какая-либо рабочая станция ответит, то посылающая рабочая станция адресует маркер этой же рабочей станции и передает его. Поскольку ни один узел не может осуществлять передачу данных до тех пор, пока порция (кадр) данных не сделает

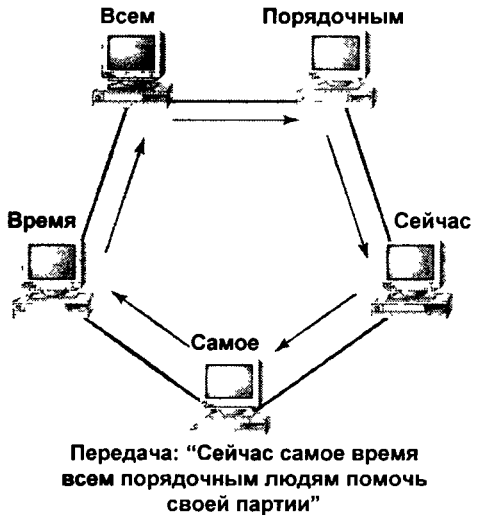


Рис. 6.7. Пересылка данных в сети с кольцевой логической топологией.

полный круг по всей сети, то ни один персональный компьютер не будет ждать дольше, чем требуется для одного оборота информации, перед тем' как он получит шанс на передачу данных.

В сетевой кольцевой топологии не выполняется широковещательная передача данных по сети. Они передаются от узла к узлу, поэтому большое значение имеет синхронизация процессов, гарантирующая, что пересылаемые по сети кадры принимаются должным образом. Важно также, чтобы и маркер обеспечивал такую синхронизацию. Из-за важности маркеров для поддержания порядка в сети, построенной по логической кольцевой топологи, один компьютер специально выделяется для управления маркером. Этот компьютер, называемый *задатчиком маркера* или *активным монитором,* определяет потерю маркеров, отслеживает передачу кадров и создает новый маркер, если это необходимо. Активный монитор также генерирует импульсы сигналов времени в сети, синхронизирующие все остальные узлы сети.

Стандарты IEEE.

Отдельные типы сетей в настоящее время стандартизованы Институтом Инженеров по Электротехнике и Радиоэлектронике (IEEE — Institute of Electrical and Electronics Engineers). Соответствующие стандарты определяют структуру сетей на физическом и канальном уровне модели OSI. Эти уровни в определенном смысле перекрываются друг с другом, поэтому стандарты описывают как физическую среду передачи данных, так и методы передачи пакетов. Другими словами, вы сможете узнать, как будет вести себя сеть, удовлетворяющая этим стандартам, и как эта сеть должна быть сконструирована для выполнения требуемых задач. Далее приводится обзор некоторых стандартов IEEE, ссылки на которые вы, вероятно, встретите, когда будете иметь дело с организацией сетей.

Примечание

Все эти стандарты начинаются с цифры 802, поскольку за поддержку стандартов

в области локальной сети отвечает 802-й комитет IEEE.

Стандарт 802.2

Стандарт 802.2 определяет правила передачи данных на канальном уровне для сетевых топологий, определенных в стандартах 802.3—802.5.

Они применимы как к сетям Token Ring, так и к Ethernet, и описывают взаимодействие между сетевыми протоколами, например, TCP/IP, и сетями различных типов. Стандарт 802.2 предусматривает функционирование сетей в режиме без соединения (для протоколов, которые не требуют установления явного соединения) или в режиме, ориентированном на соединение, (т.е. предназначенном для протоколов, требующих явного установления соединения).

В стандарте IEEE канальный уровень разделяется на два подуровня:
подуровень *связи логических каналов (LLC — Logical Link Connection),* называемый также уровнем *соединения канала передачи данных (DLC — Data Link Connection),* и на подуровень *управления доступом к среде передачи .(MAC — Media Access Control).* На LLC-уровне обеспечивается управление интерфейсом между всеми сетевыми топологиями и их протоколами передачи данных (сетевого уровня). Для выполнения этой задачи средства LLC-уровня опираются на средства уровня MAC, предоставляющего определенные сведения об адресации информации. Используемый же метод адресации информации определяется типом сети.

Стандарт Ethernet (802.3п).

Сеть Ethernet впервые была сконструирована в 70-х гг. доктором Робертом Меткалфом (Robert Metcaife) как часть проекта "офиса будущего". В то время это была сеть со скоростью работы 3 Мбит/с. В 1980 г. сеть Ethernet была стандартизована консорциумом фирм DEC-Intel-Xerox (DIX) как сеть со скоростью 10 Мбит/с, а в 1985 г. она была стандартизована 802-м комитетом IEEE. С тех пор новая технология Ethernet наследует признаки базовой структуры исходной схемы Ethernet, предусматривающей логическую шинную топологию и метод множественного доступа с контролем несущей и обнаружением конфликтов (CSMA/CD — Carrier Sensing Multiple Access with Collision Detection). В различных типах Ethernet используются различные физические топологии (например, звездообразная или шинная) и различные типы кабелей (например, UTP, коаксиальный, оптоволоконный).

Примечание

Все сети Ethernet типа 10Base2, 10Base5, 10ВазеТ или "10BaseF являются "вариациями на тему" стандарта 802.3.

Основы Ethernet.

Информация, "путешествует" по сети Ethernet в виде пакетов, каждый **из** которых состоит из шести частей.

Преамбула. Содержит восемь байтов информации, используемой для позиционирования остальной части информации в пакете.

Адрес назначения. Содержит аппаратный адрес ("зашитый" в плату Ethernet) рабочей станции или станций, которые принимают эту информацию.

Адрес источника. Позволяет принимающей рабочей станции распознать рабочую станцию, пославшую информацию.

Тип. Определяет тип информации, хранящейся внутри части пакета с данными — является ли она графической информацией, текстом ASCII или чем-либо другим.

Фактические данные. Это может быть любая информация объемом от 46 до 1500 байтов.

Контрольная последовательность кадра. Позволяет определить ошибки передачи пакета; используется для проверки того, достигла ли остальная часть пакета места назначения без повреждения.

На рис. 6.8 показаны части кадра Ethernet в соответствии со стандартом 802.3.

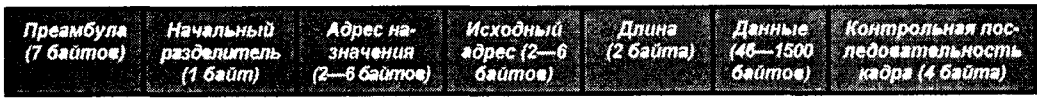


Рис. 6.8. Структура кадра сети Ethernet в соответствии со стандартом 802.3

Имеется несколько различных типов Ethernet, каждый со своим собственным номером и именем, под которым они наиболее известны. Эти типы описаны в табл. 6.1.

Таблица 6.1.

Некоторые типы сетей Ethernet и их описание.

Номер стандарта IEEE	Общеупотребительное название	Физическая топология и среда передачи данных	Пропускная способность
802.3	10Base2	Шинная, тонкий коаксиальный кабель	10Мбит/с
802.3	10BaseS	Шинная, толстый коаксиальный кабель для магистрали, тонкий — для отводов от магистрали к каждому PC	10 Мбит/с
802.3u	100BaseT или Fast Ethernet	Звездообразная, неэкранированная витая пара	100 Мбит/с (версия на 10 Мбит/с задана в 802.3)
803.3z	Gigabit Ethernet	Звездообразная, ный кабель для магистрали коаксиальный кабель для отводов к концентраторам	1000 Мбит/с

Интерпретация названий сетей Ethernet.

Сети Ethernet различных типов имеют общепринятые названия, под которыми они известны более широко, чем по соответствующим номерам, присвоенным комитетом IEEE. Эти названия оформлены как комбинация букв и чисел и, возможно, выглядят не более содержательно, чем номера их стандартов, присвоенные IEEE. Они не очень информативны, и основной принцип их составления состоит в том, что первое число описывает максимально возможную скорость передачи данных в сети (в мегабитах за секунду). Далее идет слово "base", означающее, что передача данных выполняется без модуляции несущей, т.е. данные передаются последовательно

в отличие от широкополосных сетей типа тех, что иногда используются для соединений WAN и в которых данные могут передаваться параллельно. (Речь вдет о передаче данных одновременно на нескольких разных несущих). Наконец, последняя буква определяет предельно допустимую длину сегмента сети (в метрах).

Последняя часть обозначения, не очень полезна, поскольку не всегда содержит точные сведения. Например, в сети 10Base2 длина сегмента фактически не может превышать 185 метров. Но на этом месте не всегда может стоять число, иногда здесь указывается тип кабеля, например, 100BaseT (витая пара) или 100BaseF (оптоволоконный кабель). Тем не менее, если вы когда-либо задавались вопросом, почему сеть 10Base2 названа именно так, то теперь вы получили ответ.

Примечание

Независимо от типа физической топологии, в сети Ethernet всегда используют логическую шинную топологию, означающую, что все кабели LAN - часть одного и того же тракта передачи данных и доступны всем сетевым PC.

Независимо **от** типа сети, наиболее примечательной особенностью стандарта 802.3n является *метод множественного доступа с контролем несущей частоты и обнаружением конфликтов (CSMA/CD — Carrier Sensing Multiple Access with Collision Detection).* Метод множественного доступа с контролем несущей частоты и обнаружением конфликтов — совершенно невозможно выговорить, не правда ли? Название отражает самую суть наибольшей проблемы сетей Ethernet, коротко описанную ранее: как можно одновременно посылать через сеть огромное количество информации без всяких конфликтов?

Краткий ответ таков: невозможно. Однако этот ответ не такая уж большая неприятность: Ethernet *рассчитана* на возникновение конфликтов время от времени. Чтобы разобраться в CSMA/CD давайте разобьем это название на части. Слово "Carrier" (несущая) означает: все узлы перед попыткой передачи данных "слушают" сеть чтобы определить ее состояние (свободна или занята). Слова "Multiple access" (множественный доступ) означают: все узлы сети имеют доступ к одному и тому же кабелю, т.е. выполняется широковещательная передача сигнала по всей LAN. Наконец, слова "Collision detection" означают: любой узел может определить, что другой узел начал передачу в то время, когда первый узел еще передает данные. Короче, CSMA/CD предоставляет средства, позволяющие уменьшить вероятность конфликтов между пакетами путем использования каждым PC широковещательной предварительной передачи сигнала, называемого *сигналом контроля несущей (earner-sensing signal)* перед передачей данных с целью определения, не ведет ли широковещательную передачу какая-либо другая рабочая станция. Если такой передачи нет, то по результатам приема сигнала контроля несущей принимается решение "все свободно", и рабочая станция начинает передачу пакета. Однако если в результате приема сигнала контроля несущей обнаруживается передача данных другой рабочей станцией, то первая станция ожидает некоторое время, прежде чем начать широковещательную передачу.

Описанный метод позволяет избегать конфликтов до тех пор, пока сетевой график не слишком интенсивен и длина кабелей LAN не превышает

предельного значения. Если же выполняется какое-либо из этих условий, то конфликт, скорее всего, произойдет, несмотря на использование метода CSMA/CD. Он не гарантирует передачу данных только одной рабочей станцией. Он обеспечивает лишь "молчание" всех станций перед тем, как одна из них начнет передачу. Если две рабочие станции случайно начнут передачу одновременно, то средства CSMA/CD не смогут устранить конфликт

Если же два пакета "перекрываются", то CSMA/CD позволит избежать повторения конфликта. Как было указано ранее, сразу после возникновения конфликта каждая рабочая станция выбирает случайное число между 1 и 2 перед повторением попытки передачи. Если две рабочие станции выберут одно и то же число, произойдет повторный конфликт при их попытке выполнить одновременную широковещательную передачу. Тогда они выберут число между 1 и 4 и сделают вторую попытку. Процесс идет до тех пор, пока рабочие станции успешно не завершат передачу своих данных или пока не выполнят 16 безуспешных попыток. Если они не смогут устранить конфликт за шестнадцать попыток, обе рабочие станции сделают паузу и предоставят шанс другим станциям выполнить передачу данных.

Совет

Если 16 попыток не приводят к успешному выполнению передачи данных, то это означает наличие в сети некоторой неисправности Проверьте целостность кабелей или выполните холодную перезагрузку оборудования сети

В приведенном ниже списке (см. табл. 6.2) перечислены диапазоны чисел, используемых при каждой повторной попытке устранения конфликта передачи.

Таблица 6.2

Номер попытки	Диапазон чисел
1	1-2
2	1-4
3	1-8
4	1-16
5	1-32
6	1-64
7	1-128
8	1-256
9	1-512
10-16	1-1024

Короче говоря, метод CSMA/CD не предназначен для предотвращения любого конфликта, но он минимизирует время, на которое конфликт задерживает работу сети (рис. 6.9).

Скоростные сети Fast Ethernet и Gigabit Ethernet.

Как уже было сказано, сеть Ethernet вначале работала со скоростью 3 Мбит/с, а затем ее усовершенствовали для работы со скоростью 10 Мбит/с. Скорость в 10 Мбит/с была вполне достаточна до поры до времени, пока в 1995 г. официальным стандартом не признали сеть Fast Ethernet, рабо-

тающую со скоростью 100 Мбит/с через кабель UTP категории 5. Эта тенденция получила развитие при разработке сети Gigabit Ethernet, использующей технологию организации широкополосных магистральных сетей. Такая технология специально разработана для предоставления сетям Ethernet возможности работать на линиях связи со скоростью, превышающей пропускную способность оптоволоконных кабелей. В соответствии с названием сеть Gigabit Ethernet работает со скоростью 1000 Мбит/с или 1 Гбит/с.

Примечание

Сеть Gigabit Ethernet представляет собой LAN-сеть, в которой применяется многомодовый оптоволоконный кабель, но IEEE изучает методы ее применения на сетях с кабелем DTP категории 5 В большинстве LAN при использовании данного высокоскоростного варианта Ethernet придется применять сетевую технологию 100BaseSX, реализующую сеть Gigabit Ethernet на базе широкополосных магистральных линий передачи данных, длина которых не может превышать 250 м Длина каналов CAN или MAN, в которых используется одномодовый оптоволоконный кабель, может достигать 3 км.

Вообще, главное различие между сетями Ethernet разных типов заключается в используемых физических средах передачи данных (т.е. в типах кабелей) и зависящих от них скоростях работы. В сетях Ethernet всех типов используется метод CSMA/CD и однотипные кадры, структура которых была показана на рис. 6.8. Более высокая скорость работы Fast Ethernet и Gigabit Ethernet обусловлена быстрыми средами передачи данных, а не значительными изменениями в стандартах кадров или методах передачи. Таким образом сети Ethernet с разной скоростью работы могут быть соединены вместе, и при этом не придется изменять структуру пакетов. Фактически, в сетях Ethernet нередко встречаются сочетания различных скоростей, например, поддержка соединений 10 Мбит/с и 100 Мбит/с или поддержка соединения 100 Мбит/с для настольных систем и 1 Гбит/с для магистрали. Поэтому достаточно иметь всего одну сетевую плату для поддержки сети Ethernet 10 Мбит/с и сети Fast Ethernet — и все с помощью одного соединения. Сети Ethernet разного типа на физическом уровне работают с небольшими отличиями, но все они используют одинаковые стандарты канального уровня и поэтому могут взаимодействовать друг с другом.

В сети Gigabit Ethernet обеспечивается как полудуплексная передача данных для разделяемых областей сети (тех областей, в которых узлы "борются" за использование полосы пропускания сети), так и дуплексная, применяемая для неразделяемых областей, построенных по принципу "коммутатор к коммутатору". Разделяемые области, в которых для устранения конфликтов пакетов используется метод CSMA/CD, взаимодействуют В сети Gigabit Ethernet обеспечивается как полудуплексная передача данных для разделяемых областей сети (тех областей, в которых узлы "борются" за использование полосы пропускания сети), так и дуплексная, применяемая для неразделяемых областей, построенных по принципу "коммутатор к коммутатору". Разделяемые области, в которых для устра-

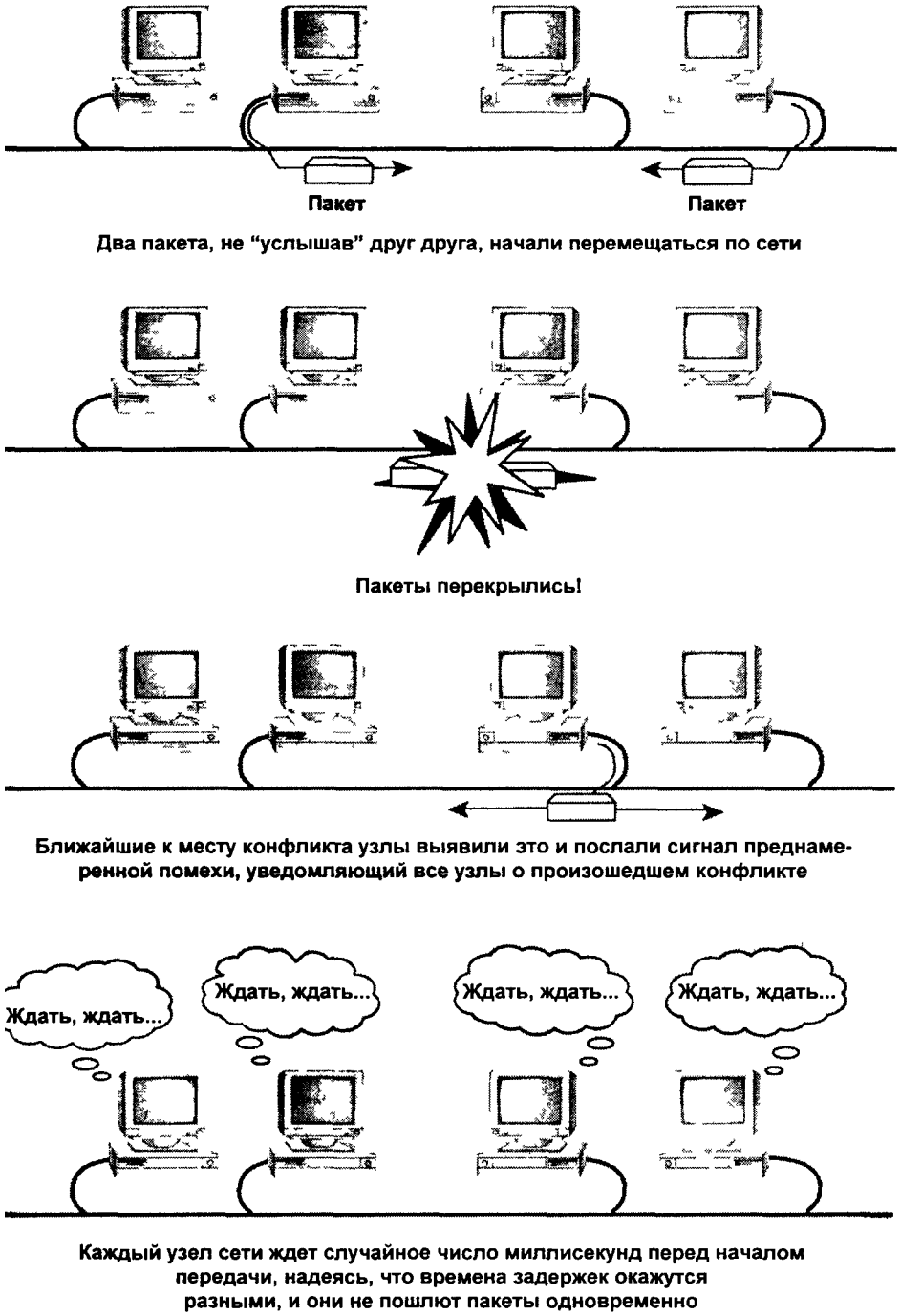


Рис. 6.9. Восстановление связи после конфликта с помощью метода CSMA/CD.

нения конфликтов пакетов используется метод CSMA/CD, взаимодействуют несколько иначе, чем разделяемые области, содержащие более медленные сети Ethernet. Это обусловлено повышенными скоростями линии связи. Поскольку скорость сети высока, в применяемые способы синхронизации должны быть внесены изменения, иначе узлы не смогут "услышать" друг друга перед началом своей передачи. Поэтому в сетях Gigabit Ethernet для устройств, работающих в полудуплексном режиме (узлы сети), минимальный квант времени, предоставляемый каждому пакету, увеличивается от 64 до

512 байтов, т.е. каждому узлу предоставляется окно, достаточное для передачи 512 байтов вместо 64. В пакетах с размерами менее 512 байтов свободные места будут заполнены незначащей информацией, чтобы их размеры соответствовали увеличившимся квантам времени. Поскольку укрупнение квантов времени замедляет передачу пакетов из-за более редких импульсов временных сигналов, в сети Gigabit Ethernet поддерживается групповая передача пакетов, при которой в течение одного временного кванта посылается целая группа маленьких пакетов. Однако такое изменение метода синхронизации не способствует совместимости с медленными сетями Ethernet, в частности, потому, что в дуплексных областях сети Gigabit Ethernet используется такой же 64-битовый квант времени, что и в медленных разновидностях сетей, определенных стандартом 802.3л.

Описанное выше изменение способа синхронизации сети приводит к появлению и другого усовершенствования, применимого, главным образом, для сетей Gigabit Ethernet, используемых на магистральных участках — использовании устройства, называемого *буферизованным распределителем (buffered distributor).* Буферизованный распределитель аналогичен концентратору, соединяющему два и более сегмента сети Gigabit Ethernet, подобно повторителю (рассматриваемому в лекции 9). Главное отличие между буферизованным распределителем и повторителем состоит в том, что повторитель адресует пакеты во внешние сегменты сразу после их получения, в то время как распределитель может помещать полученные кадры в буфер, что позволяет эффективнее использовать имеющуюся полосу пропускания.

Вряд ли вы в ближайшем будущем увидите сеть Gigabit Ethernet, подключенную к вашим настольным рабочим системам — она слишком дорогая. Скорее всего, эта технология будет вначале использоваться для создания высокоскоростных соединений между маршрутизаторами или коммутаторами (лекции 9 и 10) в сети Ethernet. Развертывание ее для настольных рабочих систем произойдет только после снижения стоимости, как это произошло в свое время с сетью Fast Ethernet.

Использование оптоволоконных линий связи для высокоскоростных сетей.

Технология Gigabit Ethernet создавалась не на пустом месте. Применяемые в ней методы обеспечения высокой скорости передачи данных по канала линий связи сети базируются на методах, первоначально разработанных для сетей с оптоволоконными линиями связи.

Оптоволоконный канал изначально задуман как метод, стирающий различия в скорости между сетевыми аппаратными средствами и самой сетью, однако с помощью средств, отличных от обычно применяемых с этой целью. Вместо попытки сделать все части сети доступными из единого пункта (чего, фактически, пытаются достичь во всех других методах организации сети), оптоволоконные каналы физически делают все части сети единым устройством путем замещения сетевых кабелей и высокоскоростных каналов передачи данных (например, сетевых устройств с интерфейсом SCSI) на высокоскоростные оптоволоконные каналы сразу, работающие с гигабитными скоростями. Тем самым сервер может быть подключен к жесткому диску кабелями, идущими из него через всю комнату, но при этом жесткий диск остается устройством, локально подключенным к сетевым аппаратным средствам.

В оптоволоконных каналах предполагается, что соединения могут быть

трех типов. **Первый**: двухточечные, связывающие два устройства. **Второй** организованы как физическое кольцо, в котором все устройства соединены имеете кольцевой связью. **Третий**: организованы в виде так называемой *фабрики (fabric),* в которой устройства одновременно являются частью физической и логической сети.

Поскольку оптоволоконные каналы — высокоуровневая и дорогостоющая технология, вам не придется часто встречаться с ними. Однако сейчас| стоит обратить внимание на них как на средства, родственные методам Gigabit Ethernet и конкурирующие со SCSI-интерфейсом, поскольку они позволяют физически распределить все части сети способом, наиболее удобным для пользователей, без каких бы то ни было жестких ограничений налагаемых параметрами каналов данных.

Стандарт Token Bus (802.4).

Пытаясь разработать стандарт сети, менее склонной к конфликтам, чем это предусмотрено стандартом 802.3, подкомитет IEEE 802.4 разработал такое сочетание шинной и кольцевой топологий, которое обеспечивает передачу информации через кольцо, но использует для этого физическую шинную топологию. Стандарт 802.4 разработан как результат учета того, что компьютеры склонны к тем же недостаткам, что и люди — стоит дать им хоть малейшую возможность, как они начинают перебивать друг друга при разговоре. Рассматривая эту проблему, комитет 802.4 представил описание эстафеты, которое сеть может использовать для решения вопроса о том, какому компьютеру следует "говорить" в данный момент. Все это содержится в стандарте 802.4.

Только та рабочая станция, которая владеет эстафетным маркером, может посылать определенную информацию, и после того, как эта рабочая станция получит уведомление о получении этой же информации, она должна передать маркер следующей на линии рабочей станции. Как же сеть определяет, кто находится следующим на линии? Согласно стандарту 802.4 сеть специальным образом отслеживает, кто следующий должен получить маркер. Подобно тому, как управляющий фирмы имеет большее право голоса, чем лицо, ответственное за убранство офиса, некоторые рабочие станции, могут иметь более высокий приоритет при получении маркера.

Метод разрешения конфликтов не является единственным. Чем стандарт 802 4 отличается от стандарта 802.3? Во-первых, несколько отличается среда передачи данных: в сети Token Bus используется либо коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 70 Ом (в отличие от кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом в сетях 10Base2), либо оптоволоконный кабель. Во-вторых, как вы можете заметить на рис. 6.10, кадр сети Ethernet стандарта 802.4 отличается от кадра стандарта 802.3. Он содержит преамбулу, начальный разделитель кадра, управление кадром, адрес назначения, исходный адрес, данные, контрольную последовательность кадра, конечный разделитель кадра.

Рис.6.10. Структура кадра сети Ethernet в соответствии со стандартом 802 4.

Хотя комбинация средств маркер/шина позволяет устранить конфликты, стандарт 802 4 имеет ряд недостатков, сдерживающих его широкое распространение. Наиболее значительные потери производительности сети с шинно-кольцевой структурой обусловлены сбоями аппаратных средств, приводящими к потере или "затенению" эстафетного маркера. В последнем случае ситуация будет выглядеть так, будто в сети существует несколько маркеров. Вообразите себе заседание правления компании, в котором одновременно говорят несколько докладчиков!

Стандарт Token Ring (802.5).

Стандарт 802.5 разработал комитет IEEE 802.4 в союзе с фирмой IBM. Этот стандарт специально предназначен для сетей Token Ring, использующих маркерные методы пересылки информации от одной рабочей станции к другой.

Как и в случае со стандартом 802.4, рабочие станции в сети Token Ring, построенные в соответствии со стандартом, используют маркер для определения того, какая рабочая станция должна передавать информацию в данный момент времени. Если она ничего не должна передавать, то передает следующей рабочей станции свободный маркер, и этот процесс продолжается до тех пор, пока маркер не достигнет рабочей станции, которой требуется передать данные.

Данные путешествуют, начиная от исходной рабочей станции последовательно от узла к узлу сети. Каждая станция проверяет адрес, приведенный в пакете данных. Если данные предназначены этой рабочей станции, она сохраняет копию данных и посылает оригинал далее. Если данные не предназначены этой станции, она просто пересылает их следующей станции в сети. Когда посылающая рабочая станция получает обратно копию исходного пакета данных, она определяет, пора ли остановить передачу и послать свободный маркер (передать эстафету) следующей рабочей станции. Этот процесс проиллюстрирован на рис.6.11, 6.12 и 6.13.

Стандарт 802.5 содержит несколько рекомендаций. С помощью интеллектуальных концентраторов система Token Ring может восстанавливать соединение сети при неисправностях, вызванных аппаратными сбоями - это прекрасная возможность, отсутствующая в стандарте Token Bus. Если рабочая станция неисправна и вследствие этого либо не генерирует сво бодный маркер после окончания "оборота" очередного маркера, либо передает неправильный маркер по сети, интеллектуальный концентратор может распознать наличие неисправности и исключить эту рабочую станцию из сети, позволяя остальной ее части нормально функционировать. Сеть, определенная в соответствии со стандартом 802.5, может обеспечивать связь на большее расстояние, чем сети, построенные в соответствии

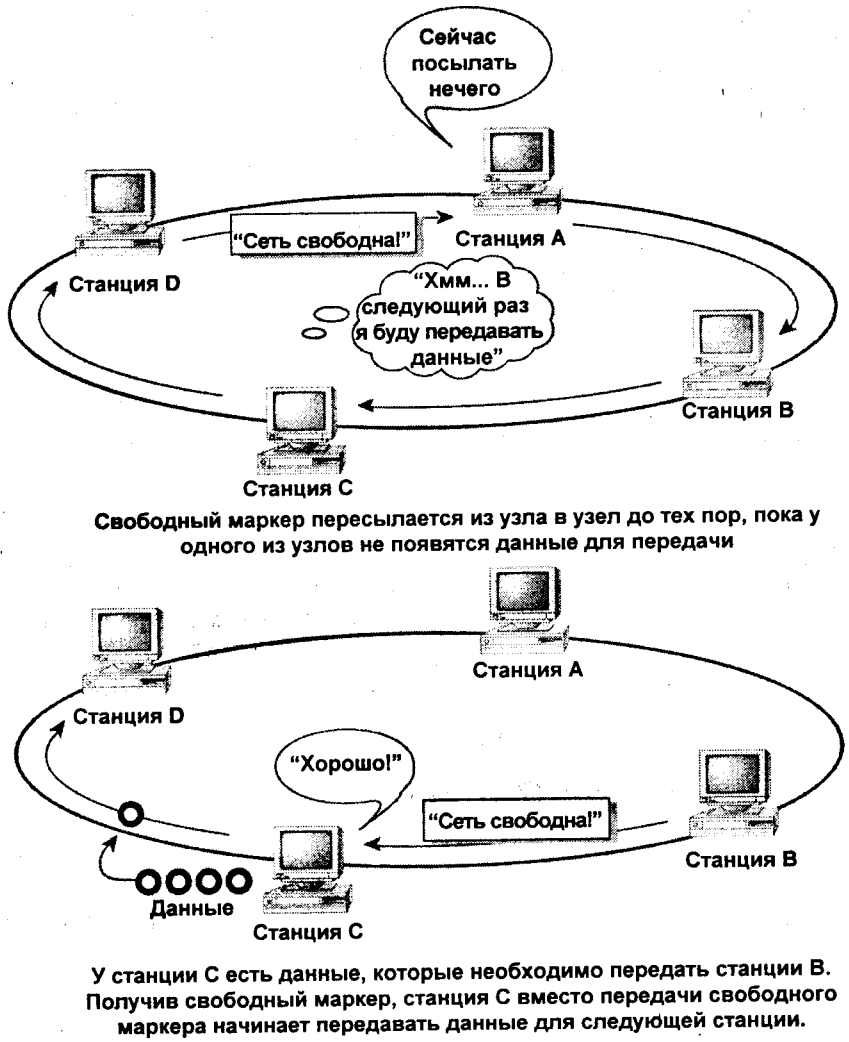


Рис.6.11. Как осуществляется передача маркера (шаг 1).

со стандартами 802 3 и 802.4, поскольку в ней пакет путешествует от одной станции до другой и при этом ретранслируется (т.е. помимо всего прочего при этом обеспечиваются определенные амплитудные параметры передаваемого сигнала. — Прим. ред.) и, следовательно, расстояние между отдельными узлами сети может равняться предельно возможному (для данного типа кабеля).

Платы Token Ring присоединяются к устройствам MAU (Multistation Access Unit — устройство многостанционного доступа) с помощью D-разъема, установленного внутри устройства. К устройству MAU можно подсоединить восемь PC. Кроме того, одни MAU могут быть соединены с другими MAU. В сети Token Ring отсутствуют терминаторы, так как один конец кабеля подключается к плате, а другой — к устройству MAU.

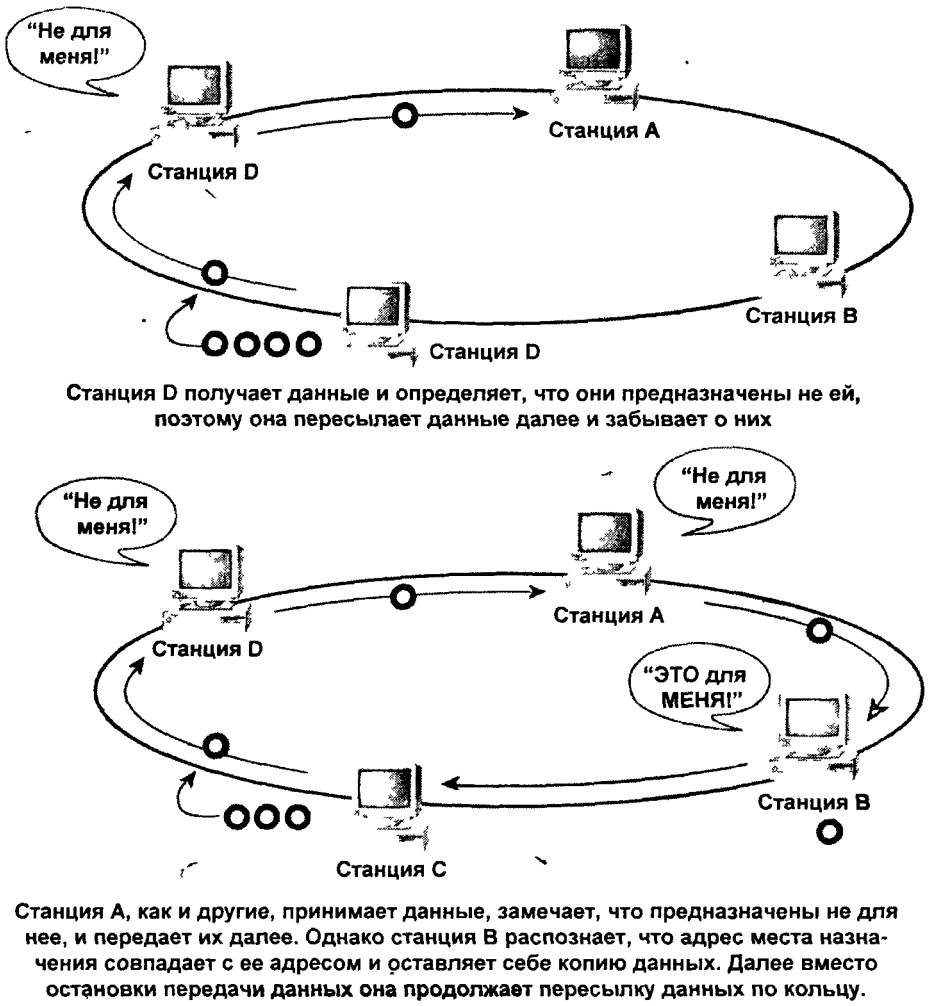
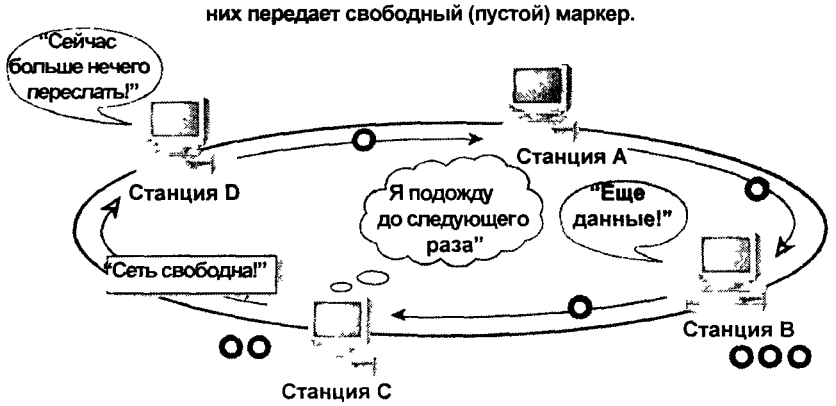


Рис. 6.12. Как осуществляется передача маркера (шаг 2).

Как и с помощью концентраторов, применяемых в сетях 10BaseT, используя MAU в рассматриваемых сетях вы можете легко организовать свою сеть так, что кабели будут проходить от центрального монтажного шкафа на каждый этаж, а затем и к каждому компьютеру на этаже. Кабели между устройством MAU и сетевым устройством могут быть до 45 м длиной, что достаточно для подключения кабелей к монтажным шкафам в большинстве зданий.

Хотя сеть Token Ring имеет логическую кольцевую топологию, в ней используется физическая звездообразная топология. Вместо концентраторов в Token Ring применяются устройства MAU (Multistation Access Unit — устройство многостанционного доступа). Не спутайте эти устройства MAU с *блоками доступа к среде передачи данных* (также сокращенно называемых MAU — Medium Attachment Unit), которые являются приемо-передающими соединениями с AUI-портом адаптеров Ethernet.

Станция просматривает поступающий кадр данных и определяет, что она была их источником. Заметив свои собственные данные, она завершает передачу данных (независимо от наличия остатка не переданных еще данных) и вместо них передает свободный (пустой) маркер.



Передача свободного маркера предоставляет еще кому-либо другому в кольце шанс на передачу данных. После повторного получения станцией С свободного маркера, она может продолжить передачу данных для станции В.

Рис.6.13. Как осуществляется передача маркера (шаг 3).

Выводы.

Приведем краткий обзор всех типов сетей. Чаще всего вы будете использовать одну из двух логических топологий. Шинная топология, применяемая в различных реализациях сетей Ethernet, предусматривает широковещательную передачу данных по всей сети с последующим их перехватом теми сетевыми узлами, которым эти данные адресованы. В каждый момент времени передачу данных может выполнять только один узел, поэтому перед их передачей каждая станция должна "прослушать" сеть, чтобы определить, свободна она или нет. Если сеть занята, узел ждет некоторое время и снова повторяет попытку передачи. Если сеть свободна, узел передает данные и в случае, если другая станция также станет передавать свои данные в это же время, обе станции остановятся и будут ждать, пока сеть не освободится. Применение логической кольцевой топологии позволяет избежать одновременного использования канала связи двумя станциями несколько другим способом. В такой сети по кольцу пересылается пакет, называемый *эстафетой (эстафетным маркером),* причем передача данных разрешена только одной станции и только в то время, когда она контролирует маркер.

Несколько усложняет понимание функционирования сетей наличие физической шинной и кольцевой топологий. В физической шинной топологии все компьютеры подключаются к одной и той же магистрали как с помощью отводов, так и напрямую и соединяются в одну линию связи. Редко используемая в сетях физическая кольцевая топология работает аналогичным образом, за исключением того, что применяется физическое кольцевое соединение, и в сети может использоваться двойной кабель для устранения сбоев при разрывах основного кабеля. В небольших офисах обычно требуется достаточно гибкий набор сетевых средств, но нет необходимости организовывать магистраль. Поэтому чаще всего физическая топология таких сетей — звездообразная, когда каждый PC подключается к центральному концентратору.

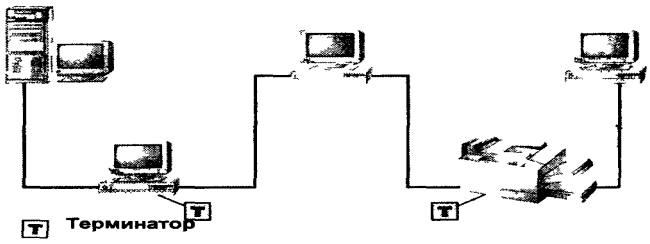
Из всех физических и логических топологий сетей, которые здесь описаны, наиболее популярна 100BaseT. Это сеть Ethernet, построенная **по** логической шинной топологии с применением кабеля категории 5, проложенного согласно физической звездообразной топологии, что позволяет достигнуть скоростей передачи вплоть до 100 Мбит/с. Весьма вероятно ее использование в новых LAN. Популярность сетей такого типа объясняется их скоростью и гибкостью. Как уже было сказано, сети Token Ring чаще всего встречаются в локальных системах IBM, требующих подключения к мэйнфреймам, а сеть 10Base2 наиболее подходит для малых организаций с компьютерами, установленными компактно в одном месте. Учитывайте параметры своей физической "среды обитания" при выборе топологии сети и выбирайте ту из них, которая наиболее вам подходит.

Выбор физической топологии может оказаться самой легкой частью задачи. В лекции 7 обсуждается низкоуровневое программное обеспечение, в том числе перехватчики, драйверы сетевых плат и сетевые транспортные протоколы. Если вы уже забыли, как работает модель OSI, самое время вернуться к лекции 5, поскольку далее мы углубимся в изучение связанных с этой моделью средств.

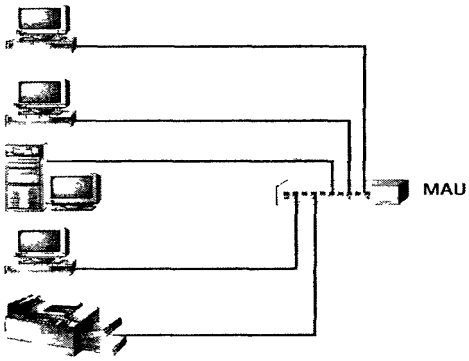
Упражнение к лекции 6.

1. В случае сбоя сети, в какой из указанных ниже физических топологий будет легче диагностировать неисправность и почему? Как называется каждая из представленных здесь топологий?

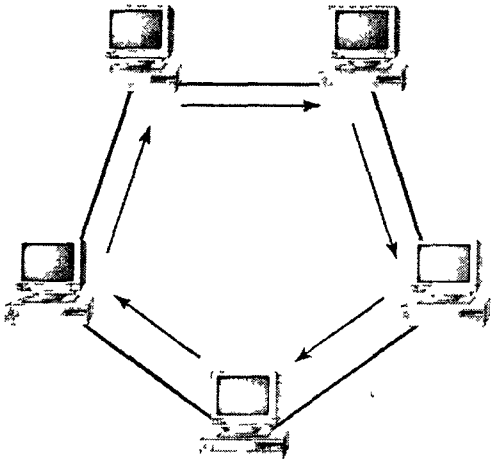
Топология 1



Топология 2



Топология 3



2. Опишите сети двух типов, упомянутых в этой главе, в которых объединены одна из физических и одна из логических топологий.
3. Какое устройство требуется для транслирования совместимых с 10Base2 кадров Ethernet в кадры, совместимые с Gigabit Ethernet?
4. В каком стандарте IEEE описана архитектура сети с топологией Token Bus?
5. Какая технология Ethernet поддерживает групповую передачу пакетов?