

Раздел 3. Технологии локальных сетей.

Тема 3.1. Базовые технологии локальных сетей

В проектировании локальных сетей основная роль отводится протоколам физического и канального уровней модели OSI. Специфика локальных сетей, в которых используется разделяемая среда передачи данных, нашла свое отражение в разделении канального уровня на два подуровня: логической передачи данных (Logical Link Control), уровень LLC, и управления доступом к сети (Media Access Control), уровень MAC.

Уровень MAC обеспечивает корректное использование общей среды передачи данных, когда по определенному алгоритму любой узел получает возможность передачи своего кадра данных. В современных вычислительных сетях имеют распространение несколько протоколов уровня MAC: Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 100VG-AniLAN, Token Ring, FDDI.

Уровень LLC организует передачу кадров данных с различной степенью надежности.

1. Технология Ethernet

Фирменный сетевой стандарт Ethernet был разработан фирмой Xerox в 1975 году. В 1980 году фирмы DEC, Intel, Xerox разработали стандарт Ethernet DIX на основе коаксиального кабеля. Эта последняя версия фирменного стандарта послужила основой стандарта IEEE 802.3. Стандарт IEEE 802.3 имеет модификации, которые различаются типом используемой физической среды:

10Base-5 - "толстый" коаксиальный кабель диаметром 0,5". Позволяет создавать сегменты до 500 м;

10Base-2 - "тонкий" коаксиальный кабель диаметром 0,25". Позволяет создавать сегменты до 185 м;

10Base-T - неэкранированная витая пара. Позволяет создавать сеть по топологии "звезда". Расстояние от концентратора до конечного узла - не более 100 м; 412

10Base-F - волоконно-оптический кабель. Топология аналогична топологии предыдущей модификации. Расстояние от концентратора до конечного узла - от 1000 до 2000 м в зависимости от варианта спецификации.

Локальные сети, построенные по этому стандарту, обеспечивают пропускную способность до 10 Мбит/с. Используемая топология - общая шина, "звезда" и смешанные структуры.

В стандарте 802.3, включая Fast Ethernet и Gigabit Ethernet, в качестве метода доступа к среде передачи данных используется метод коллективного доступа с опознаванием несущей и обнаружением коллизий (carrier-sense-multiply-access with collision detection, CSMA/CD), метод CSMA/CD.

Этот метод используется в сетях, где все компьютеры имеют непосредственный доступ к общей шине и могут немедленно получить данные, которые посылаются любым компьютером. Простота этого метода позволила ему получить широкое распространение.

Данные передаются кадрами. Передача кадра возможна, когда никакой другой узел сети не передает свой кадр. Стандарт Ethernet не позволяет одновременную передачу/прием более одного кадра. На практике в сетях Ethernet возможны ситуации, когда два узла пытаются передать свои кадры. В таких случаях происходит искажение передаваемых данных, потому что методы стандарта Ethernet не позволяет выделять сигналы одного узла из общего сигнала и возникает так называемая коллизия. Передающий узел, обнаруживший коллизию, прекращает передачу кадра, делает паузу случайной длины и повторяет попытку захвата передающей среды и передачи кадра. После 16 попыток передачи кадра кадр отбрасывается.

При увеличении количества коллизий, когда передающая среда заполняется повторными кадрами, реальная пропускная способность сети резко уменьшается. В этом случае необходимо уменьшить трафик сети любыми доступными методами (уменьшение количества узлов сети, использование приложений с меньшими затратами сетевых ресурсов, реструктуризация сети).

2. Технологии Fast Ethernet и 100VG-AnyLAN

Развитие локальных сетей, появление новых более быстрых компьютеров привело к необходимости совершенствования стандарта Ethernet с целью увеличения пропускной способности сети до 100 Мбит/с.

В 1995 году было принято два стандарта: IEEE 802.3u, Fast Ethernet, основанный на разработке некоммерческого объединения Fast Ethernet Alliance во главе компаний SynOptics, 3Com и др., и IEEE 802.3z, 100VG-AnyLAN, основанный на разработке компаний Hewlett-Packard, AT&T и др.

Технология Fast Ethernet использует метод доступа CSMA/CD, такой же, как в технологии Ethernet, что обеспечивает согласованность технологий.

Отличия Fast Ethernet от Ethernet наблюдаются только на физическом уровне. На канальном уровне изменений нет. Установлены три спецификации для физического уровня:

100Base-TX - неэкранированная витая пара (две пары в кабеле) и экранированная витая пара;

100Base-T4 - неэкранированная витая пара (четыре пары в кабеле);

100Base-FX - многомодовое оптоволокно (два волокна в кабеле).

Диаметр сети сократился до 200 метров, что связано с увеличением скорости передачи данных в 10 раз. Стандарты TX и FX могут работать как в полудуплексном режиме (передача ведется в двух направлениях, но попеременно во времени), так и в полнодуплексном режиме (передача ведется одновременно в двух направлениях) за счет использования двух витых пар или двух оптических волокон.

В технология 100VG-AnyLAN для доступа к разделяемой среде используется приоритетный доступ по требованию Demand Priority, который может поддерживать кадры технологий как Ethernet, так и Token Ring. Сеть состоит из корневого концентратора и присоединенных к нему узлов и других концентраторов. Концентратор играет роль арбитра доступа к сети. Узел запрашивает у концентратора разрешение на передачу кадра. Если сеть свободна, концентратор отправляет кадр узлу назначения. Если сеть занята, то запрос ставится в очередь. Единственно концентратор может хранить только один кадр.

Для определения занятости сети корневой концентратор циклически выполняет опрос портов. Если порт связан с другим концентратором, то опрос задерживается до момента завершения опроса портов концентратора нижнего уровня (возможны три уровня). Решение о предоставлении доступа принимается на основе опроса всеми концентраторами всех своих портов.

В сети поддерживаются два уровня приоритетов: высокий уровень соответствует кадрам данных, которые чувствительны к временным задержкам передачи, и низкий уровень - обычные данные. Узел, имеющий низкий приоритет, может получить высокий приоритет, если достаточно долго не может получить доступ к сети. Концентратор отправляет кадр только узлу назначения, а не всем узлам. Адрес каждого узла сети ставится в соответствие с портом концентратора при установлении физического контакта и запоминается в специальной таблице концентратора.

3. Технология Gigabit Ethernet

Стандарт IEEE 802.3z Gigabit Ethernet был принят в 1998 году на основе согласованных усилий группы компаний, образовавших объединение Gigabit Ethernet Alliance. В качестве варианта физического уровня был принят физический уровень технологии Fiber Channel. Разработчики стандарта максимально сохранили преемственность предыдущих стандартов Ethernet: сохраняются все форматы кадров, полудуплексная и полнодуплексная версии протоколов, поддерживаются коаксиальный кабель, витая пара категории 5, волоконно-оптический кабель.

Поддержка полудуплексного режима метода доступа CSMA/CD сокращает диаметр сети до 25 м. Для увеличения диаметра сети до 200 м разработчики изменили размер минимального кадра с 64 до 512 байт. Для сокращения накладных расходов по передаче длинных кадров стандарт разрешает передавать несколько кадров подряд, не дополняя их до 512 байт и не передавая доступ к среде другому узлу.

4. Технология Token Ring

Технология Token Ring разработана в 1984 году фирмой IBM, на основе которой в 1985 году был принят стандарт IEEE 802.5. Сеть Token Ring так же, как и Ethernet, предполагает использование разделяемой среды передачи данных, которая образуется объединением всех узлов в кольцо. Каждый узел сети имеет связь с предшествующим и последующим узлом. Кадр данных передается от узла к узлу по кольцу в одном направлении. Такой режим называется симплексным. Для доступа к среде передачи данных применяется маркерный метод. При использовании этого метода право доступа передается с помощью специального кадра, называемого маркером. Все узлы ретранслируют кадры как повторители. Маркер передается от узла к узлу. Каждый узел, получив маркер, определяет наличие у него данных для передачи. Если данных нет, то узел передает маркер следующему узлу. Если данные есть, то маркер изымается из сети. Узел посылает свой кадр данных по кольцу. Каждый кадр снабжается как адресом получателя, так и адресом отправителя. Узел, получивший кадр с адресом получателя, совпадающим его собственным адресом, копирует данные, вставляет в кадр признак подтверждения приема и отправляет кадр дальше. Получив обратно посланный кадр с подтверждением получения, узел-отправитель отправляет в сеть новую копию маркера для передачи доступа к сети. Время доступа к сети ограничивается временем удержания маркера, в течение которого узел может послать несколько кадров данных и после чего узел обязан

передать маркер в сеть. Этот алгоритм маркерного доступа используется в сетях Token Ring, которые работают на скорости 4 Мбит/с. В сетях Token Ring, которые работают на скорости 16 Мбит/с, используется алгоритм раннего освобождения маркера, суть которого заключается в отправке маркера сразу после передачи кадра данных. В этом случае по сети одновременно могут продвигаться кадры нескольких станций.

Сеть **Token Ring** поддерживает 8 приоритетов кадров. Назначение приоритета кадра осуществляет передающий узел на верхнем, например, прикладном уровне. Маркер также имеет приоритет текущего значения. Узел получает доступ к сети только в том случае, если приоритет кадра данных для передачи в сеть не меньше приоритета маркера. В противном случае маркер передается следующему узлу. При этом передающий узел записывает приоритет своего кадра данных в резерв маркера, если записываемый приоритет не больше, чем приоритет в резерве. В случае реализации доступа к сети приоритет из резерва становится текущим значением приоритета новой копии маркера.

Контроль за работой сети, за наличием маркера в сети осуществляет активный монитор. Функции активного монитора выполняет один из узлов сети. В частности, в случае отсутствия маркера в сети в течение достаточно длительного времени активный монитор генерирует новую копию маркера. Одновременно в сети не может быть больше одной копии маркера.

Стандарт **Token Ring** поддерживает экранированную и неэкранированную витую пару, оптоволоконный кабель. Максимальная длина кольца 4000 м. Максимальное количество узлов 260. Компания IBM предложила новую технологию High-Speed Token Ring, которая поддерживает скорости 100 и 155 Мбит/с и сохраняет основные особенности технологии Token Ring.

5. Технология FDDI

Технология **FDDI (Fiber Distributed Data Interface)** разрабатывается институтом ANSI, начиная с 80-х годов. В этой технологии в качестве физической среды передачи данных впервые предлагается оптоволоконный кабель. Имеется возможность использования неэкранированной витой пары.

Сеть **FDDI** состоит из двух колец для повышения отказоустойчивости. Данные передаются по первичному кольцу сети в одном направлении, по вторичному кольцу - в противоположном. В обычном режиме используется только первичное кольцо. В случае отказа, когда часть первичного кольца не может передавать данные (например, обрыв кабеля или отказ узла), происходит процесс сворачивания колец, при котором первичное кольцо объединяется с вторичным, образуя новое кольцо. При множественных отказах сеть распадается на несколько колец. В стандарте FDDI предусмотрено одновременное подключение узлов к первичному и вторичному кольцам и подключение только к первичному кольцу. Первое называется двойным подключением, а второе - одиночным. При обрыве узла с двойным подключением происходит автоматическое сворачивание колец. Сеть продолжает нормально функционировать. При обрыве узла с одиночным подключением сеть продолжает работать, но узел будет отрезан от сети.

Кольца сети **FDDI** являются разделяемой средой передачи данных, для доступа к которой применяется маркерный метод, аналогичный используемому в сетях Token Ring. Различия в некоторых деталях. Время удержания маркера является переменной величиной и зависит от степени загрузки сети. При небольшой загрузке сети время удержания маркера больше, при большой загрузке - уменьшается. Сеть FDDI поддерживает скорость 100 Мбит/с. Диаметр сети - 100 км. Максимальное количество узлов - 500. Однако стоимость реализации данной технологии значительна, поэтому область применения стандарта FDDI - магистрали сетей и крупные сети.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите известные вам технологии локальных сетей
2. Какие модификации стандарта IEEE 802.3 используются в технологии Ethernet?
3. В чем отличие технологий Fast Ethernet и 100VG-AnyLAN? Перечислите их спецификации
4. В чем особенность технологии Gigabit Ethernet?
5. Чем отличается технология Token Ring?
6. Где применяется технология FDDI?