

ТЕХНОЛОГИИ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Занятие №26

Технология Ethernet

1. Технология Ethernet
2. Модификации Ethernet
3. Вопросы

Технология Ethernet

Ethernet — семейство технологий пакетной передачи данных для компьютерных сетей.

Стандарты Ethernet определяют проводные соединения и электрические сигналы на физическом уровне, формат кадров и протоколы управления доступом к среде — на канальном уровне модели OSI. Ethernet в основном описывается стандартами IEEE группы 802.3. Ethernet стал самой распространённой технологией ЛВС в середине 1990-х годов, вытеснив такие устаревшие технологии, как ARCNET и Token ring.

Название «Ethernet» (буквально «эфирная сеть» или «среда сети») отражает первоначальный принцип работы этой технологии: всё, передаваемое одним узлом, одновременно принимается всеми остальными (то есть имеется некое сходство с радиовещанием). В настоящее время практически всегда подключение происходит через коммутаторы (switch), так что кадры, отправляемые одним узлом, доходят лишь до адресата (исключения составляют передачи на широковещательный адрес) — это повышает скорость работы и безопасность сети.

Технология Ethernet была разработана вместе со многими первыми проектами корпорации Xerox PARC. Общепринято считать, что Ethernet был изобретён 22 мая 1973 года, когда Роберт Меткалф составил докладную записку для главы PARC о потенциале технологии Ethernet. Но законное право на технологию Меткалф получил через несколько лет, в 1976 году.

Меткалф ушёл из Xerox в 1979 году и основал компанию 3Com для продвижения компьютеров и локальных вычислительных сетей. Ему удалось убедить DEC, Intel и Xerox работать совместно и разработать стандарт Ethernet (DIX). Впервые этот стандарт был опубликован 30 сентября 1980 года. Он начал соперничество с двумя крупными запатентованными технологиями: token ring и ARCNET, — которые вскоре были раздавлены под накатывающимися волнами продукции Ethernet. В процессе борьбы 3Com стала основной компанией в этой отрасли.

В стандарте первых версий (Ethernet v1.0 и Ethernet v2.0) указано, что в качестве передающей среды используется коаксиальный кабель, в дальнейшем появилась возможность использовать витую пару и оптический кабель.

Преимущества использования витой пары по сравнению с коаксиальным кабелем:

- возможность работы в дуплексном режиме;
- низкая стоимость кабеля витой пары;
- более высокая надёжность сетей: при использовании витой пары сеть строится по топологии «звезда», поэтому обрыв кабеля приводит лишь к нарушению связи между двумя объектами сети, соединёнными этим кабелем (при использовании коаксиального кабеля сеть строится по топологии «общая шина», для которой требуется наличие терминальных резисторов на концах кабеля, поэтому обрыв кабеля приводит к неисправности сегмента сети);
- уменьшен минимально допустимый радиус изгиба кабеля;
- большая помехоустойчивость из-за использования дифференциального сигнала;
- возможность питания по кабелю маломощных узлов, например, IP-телефонов (стандарт Power over Ethernet, PoE);

- гальваническая развязка трансформаторного типа. В условиях СНГ, где, как правило, отсутствует заземление компьютеров, применение коаксиального кабеля часто приводило к выходу из строя сетевых карт в результате электрического пробоя.

Причиной перехода на оптический кабель была необходимость увеличить длину сегмента без повторителей.

Метод управления доступом (для сети на коаксиальном кабеле) — множественный доступ с контролем несущей и обнаружением коллизий (CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), скорость передачи данных 10 Мбит/с, размер кадра от 64 до 1518 байт, описаны методы кодирования данных. Режим работы полудуплексный, то есть узел не может одновременно передавать и принимать информацию. Количество узлов в одном разделяемом сегменте сети ограничено предельным значением в 1024 рабочих станции (спецификации физического уровня могут устанавливать более жёсткие ограничения, например, к сегменту тонкого коаксиала может подключаться не более 30 рабочих станций, а к сегменту толстого коаксиала — не более 100). Однако сеть, построенная на одном разделяемом сегменте, становится неэффективной задолго до достижения предельного значения количества узлов, в основном по причине полудуплексного режима работы.

В 1995 году принят стандарт IEEE 802.3 и Fast Ethernet со скоростью 100 Мбит/с и появилась возможность работы в режиме полный дуплекс. В 1997 году был принят стандарт IEEE 802.3z Gigabit Ethernet со скоростью 1000 Мбит/с для передачи по оптическому волокну и ещё через два года для передачи по витой паре.

При проектировании стандарта Ethernet было предусмотрено, что каждая сетевая карта (равно как и встроенный сетевой интерфейс) должна иметь уникальный шестибайтный номер (MAC-адрес), прошитый в ней при изготовлении. Этот номер используется для идентификации отправителя и получателя кадра, и предполагается, что при появлении в сети нового компьютера (или другого устройства, способного работать в сети) сетевому администратору не придётся настраивать MAC-адрес.

Уникальность MAC-адресов достигается тем, что каждый производитель получает в координирующем комитете IEEE Registration Authority диапазон из шестнадцати миллионов (2^{24}) адресов, и по мере исчерпания выделенных адресов может запросить новый диапазон. Поэтому по трём старшим байтам MAC-адреса можно определить производителя. Существуют таблицы, позволяющие определить производителя по MAC-адресу.

MAC-адрес считывается один раз из ПЗУ при инициализации сетевой карты, в дальнейшем все кадры генерируются операционной системой. Все современные операционные системы позволяют поменять его. Для Windows, начиная, как минимум, с Windows 98, он менялся в реестре. Некоторые драйверы сетевых карт давали возможность изменить его в настройках, но смена работает абсолютно для любых карт.

Некоторое время назад, когда драйверы сетевых карт не давали возможность изменить свой MAC-адрес, а альтернативные возможности не были слишком известны, некоторые провайдеры Internet использовали его для идентификации машины в сети при учёте трафика. Программы из Microsoft Office, начиная с версии Office 97, записывали MAC-адрес сетевой платы в редактируемый документ в качестве составляющей уникального GUID-идентификатора.

В зависимости от скорости передачи данных и передающей среды, существует несколько вариантов технологии. Независимо от способа передачи стек сетевого протокола и программы работают одинаково практически во всех нижеперечисленных вариантах.

В этом разделе дано краткое описание всех официально существующих разновидностей. По некоторым причинам, в дополнение к основному стандарту многие производители рекомендуют пользоваться другими запатентованными носителями —

например, для увеличения расстояния между точками сети используется волоконно-оптический кабель.

Большинство Ethernet-карт и других устройств имеет поддержку нескольких скоростей передачи данных, используя автоопределение скорости и дуплексности для достижения наилучшего соединения между двумя устройствами. Если автоопределение не срабатывает, скорость подстраивается под партнёра, и включается режим полудуплексной передачи. Например, наличие в устройстве порта Ethernet 10/100 говорит о том, что через него можно работать по технологиям 10BASE-T и 100BASE-TX, а порт Ethernet 10/100/1000 — поддерживает стандарты 10BASE-T, 100BASE-TX и 1000BASE-T.

Ранние модификации Ethernet

- **Xerox Ethernet** — оригинальная технология, скорость 3 Мбит/с, существовала в двух вариантах Version 1 и Version 2, формат кадра последней версии до сих пор имеет широкое применение.
- **1BROAD36** — широкого распространения не получил. Один из первых стандартов, позволяющий работать на больших расстояниях. Использовал технологию широкополосной модуляции, похожей на ту, что используется в кабельных модемах. В качестве среды передачи данных использовался коаксиальный кабель.
- **1BASE5** — также известный, как StarLAN, стал первой модификацией Ethernet-технологии, использующей витую пару. Работал на скорости 1 Мбит/с, но не нашёл коммерческого применения.

10 Мбит/с Ethernet

- **10BASE5**, IEEE 802.3 (называемый также «Толстый Ethernet») — первоначальная разработка технологии со скоростью передачи данных 10 Мбит/с. Следуя раннему стандарту, IEEE использует коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 50 Ом (RG-8), с максимальной длиной сегмента 500 метров.
- **10BASE2**, IEEE 802.3a (называемый «Тонкий Ethernet») — используется кабель RG-58, с максимальной длиной сегмента 185 метров, компьютеры присоединялись один к другому, для подключения кабеля к сетевой карте нужен T-коннектор, а на кабеле должен быть BNC-коннектор. Требуется наличие терминаторов на каждом конце. Многие годы этот стандарт был основным для технологии Ethernet.
- **StarLAN 10** — Первая разработка, использующая витую пару для передачи данных на скорости 10 Мбит/с. В дальнейшем эволюционировал в стандарт 10BASE-T.

Несмотря на то, что теоретически возможно подключение к одному кабелю (сегменту) витой пары более чем двух устройств, работающих в симплексном режиме, такая схема никогда не применяется для Ethernet, в отличие от работы с коаксиальным кабелем. Поэтому все сети на витой паре используют топологию «звезда», в то время как сети на коаксиальном кабеле построены на топологии «шина». Терминаторы для работы по витой паре встроены в каждое устройство, и применять дополнительные внешние терминаторы в линии не нужно.

- **10BASE-T**, IEEE 802.3i — для передачи данных используется 4 провода кабеля витой пары (две скрученные пары) категории-3 или категории-5. Максимальная длина сегмента 100 метров.
- **FOIRL** — (акроним от англ. *Fiber-optic inter-repeater link*). Базовый стандарт для технологии Ethernet, использующий для передачи данных оптический кабель. Максимальное расстояние передачи данных без повторителя — 1 км.
- **10BASE-F**, IEEE 802.3j — Основной термин для обозначения семейства 10 Мбит/с ethernet-стандартов, использующих оптический кабель на расстоянии до 2 километров: 10BASE-FL, 10BASE-FB и 10BASE-FP. Из перечисленного только 10BASE-FL получил широкое распространение.
- **10BASE-FL** (Fiber Link) — Улучшенная версия стандарта FOIRL. Улучшение коснулось увеличения длины сегмента до 2 км.

- **10BASE-FB** (Fiber Backbone) — Сейчас неиспользуемый стандарт, предназначался для объединения повторителей в магистраль.
- **10BASE-FP** (Fiber Passive) — Топология «пассивная звезда», в которой не нужны повторители — никогда не применялся.

Вопросы

1. Опишите технологию Ethernet.
2. В чем заключается метод доступа CSMA/CD?
3. Перечислите и опишите ранние модификации Ethernet.
4. Перечислите и опишите модификации Ethernet на витой паре.