

Лекция 6. ETHERNET- СОВМЕСТИМЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Учебные вопросы:

1. Технология Fast Ethernet
2. Технология Gigabit Ethernet
3. Технология 10-Gigabit Ethernet

Вопрос №1. Технология Fast Ethernet

Создание технологии Fast Ethernet было обусловлено необходимостью увеличения скорости передачи данных до 100 Мбит/с.

Преемственность и согласованность с сетями **Ethernet** обусловили ряд принципов построения новых сетей Fast Ethernet (**стандарт 802.3u**). Так в технологии Fast Ethernet сохранился принцип использования **общей разделяемой среды**. Поскольку скорость передачи по сравнению с Ethernet увеличилась на порядок, то на порядок **уменьшилась удвоенная задержка распространения сигнала PDV**. Поэтому, чтобы не потерять кадры при возникновении коллизий, **диаметр сети уменьшился** также на порядок - до 200 м. Однако при использовании коммутаторов в полнодуплексном режиме возникновение коллизий исключено.

Временные параметры Fast Ethernet, указанные в битовых интервалах, остались неизменными по сравнению с технологией Ethernet, но сам **битовый интервал уменьшился** на порядок и стал равен 0,01 мкс. Технология Fast Ethernet ориентирована на использование в качестве физической среды:

- витой пары 5 категории (спецификация **100Base-TX**);
- витой пары 3 категории (**100Base-T4**);
- многомодового волоконно-оптического кабеля (**100Base-FX**).

Поскольку технология Fast Ethernet должна:

во-первых – обеспечивать согласованность с сетями Ethernet,

во-вторых - работать с разной физической средой, то физический уровень семиуровневой модели усложнен по сравнению с Ethernet и включает три подуровня:

- *подуровень согласования (reconciliation sublayer);*
- *подуровень независимого от среды интерфейса (media independent interface, MII);*
- *устройство физического уровня (physical layer device, PHY).*

Подуровень согласования необходим, чтобы MAC уровень, который был связан в Ethernet с физическим уровнем интерфейсом AUI, мог работать с новым интерфейсом MII.

Кроме того, **устройство физического уровня** также разделено на три подуровня:

- **подуровень логического кодирования данных**, на котором используются избыточные коды 4В/5В или 8В/6Т;
- **подуровень физического присоединения** в зависимости от физической среды формирует сигналы в соответствии с кодами NRZI или MLT-3;
- **подуровень автопереговоров**, позволяющий определить режим работы (полудуплексный или полнодуплексный), скорость передачи данных (10Мбит/с или 100Мбит/с) и тип среды передачи в зависимости от спецификации.

В спецификации **100Base-TX** для соединения сетевого адаптера и коммутатора (или коммутаторов между собой) используются две **витых пары UTP категории 5** или **STP Type 1**.

Максимальная длина сегмента - **100 м**.

Логическое кодирование - **4B/5B**, физическое кодирование - **MLT-3**.

В данной спецификации используется функция **автопереговоров** для возможности соединения с сетью Ethernet или с устройствами спецификации 100Base-T4.

Спецификация **100Base-T4** была создана для того, чтобы использовать в новой технологии Fast Ethernet уже существующие во многих зданиях витые пары **UTP категории 3**.

Полоса пропускания витой пары UTP категории 3 составляет **16 МГц**. Для того чтобы пропустить трафик со скоростью 100Мбит/с, в данной спецификации используется **три витых пары**.

Таким образом, по каждой витой паре необходимо передавать данные со скоростью 33,3 Мбит/с, что также превышает возможности UTP категории 3. Поэтому в этой спецификации используется **метод кодирования 8В/6Т**, обладающий более узким спектром сигналов по сравнению с 4В/5В.

Каждые 8 бит информации кодируются шестью троичными цифрами (триадами). Указанные меры позволили передавать данные со скоростью 100 Мбит/с по трем витым парам UTP категории 3

Витые пары являются самой распространенной средой передачи данных в локальных сетях. Поэтому для них определено 5 режимов обмена данными, которые могут быть реализованы устройствами совместимых технологий Ethernet и Fast Ethernet:

- **10Base-T** - 2 пары UTP 3 категории;
- **10Base-T full duplex** - 2 пары UTP 3 категории;
- **100Base-TX** - 2 пары UTP 5 категории;
- **100Base-T4** - 4 пары UTP 3 категории;
- **100Base-TX full duplex** - 2 пары UTP 5 категории.

Fast Ethernet спецификация **100Base-FX** предусматривает работу по **двум волокнам** оптического многомодового кабеля 62,5/125 мкм в полудуплексном или полнодуплексном режиме. Максимальная **длина сегмента** в полудуплексном режиме составляет **412 м**, а в полнодуплексном - **2000 м**.

Метод логического кодирования - **4B/5B**,
физического кодирования - **NRZI**.

Требование совместимости технологий семейства Ethernet было удовлетворено за счет:

1. Реализации процесса **автопереговоров (Auto-Negotiation)** о скорости обмена данными. Этот процесс определяет, как два узла связи автоматически договариваются о режиме и скорости обмена данными.

В процессе обмена информацией о допустимой скорости и режиме работы, оба коммутатора согласовывают и устанавливают связь с максимальной скоростью, общей для обоих коммутаторов.

2. Формат кадра Fast Ethernet спецификаций 100Base-FX, 100Base-TX в основном совпадает с форматом Ethernet. Основное отличие заключается в том, что в технологии Ethernet признаком свободного состояния среды служило **отсутствие несущей**, а в технологии Fast Ethernet признаком свободного состояния служит **передача по физической среде специального символа Idle**.

Вопрос №2. Технология Gigabit Ethernet

Внедрение услуг передачи голоса, данных и видеоинформации по единой мультисервисной сети (Triple Play) привело к необходимости повышения пропускной способности линий связи. Поэтому была разработана технология **Gigabit Ethernet**, предусматривающая передачу данных со скоростью **1 Гбит/с**.

Поскольку скорость передачи увеличилась в 10 раз по сравнению с Fast Ethernet, то было необходимо либо **уменьшить диаметр сети** до 20 - 25 м, либо **увеличить минимальную длину кадра**. В технологии Gigabit Ethernet пошли по **второму пути**, увеличив минимальную длину кадра до **512 байт**, вместо 64 байт в технологии Ethernet и Fast Ethernet.

Gigabit Ethernet предусматривает использование:

- одномодового оптоволоконного кабеля; **802.3z**
- многомодового оптоволоконного кабеля; **802.3z**
- симметричного кабеля UTP категории 5; **802.3ab**
- коаксиального кабеля.

При передаче данных по оптоволоконному кабелю в качестве **излучателей** используются либо **светодиоды**, работающие на длине волны **830 нм**, либо **лазеры** - на длине волны **1300 нм**. В соответствии с этим стандарт 802.3z определил две спецификации **1000Base-SX** и **1000Base-LX**.

Максимальная длина сегмента, реализованного на многомодовом кабеле 62,5/125 спецификации **1000Base-SX**, составляет **220 м**, а на кабеле 50/125 - не более **500 м**.

Максимальная длина сегмента, реализованного на одномодовом волокне спецификации **1000Base-LX**, составляет **5000 м**.

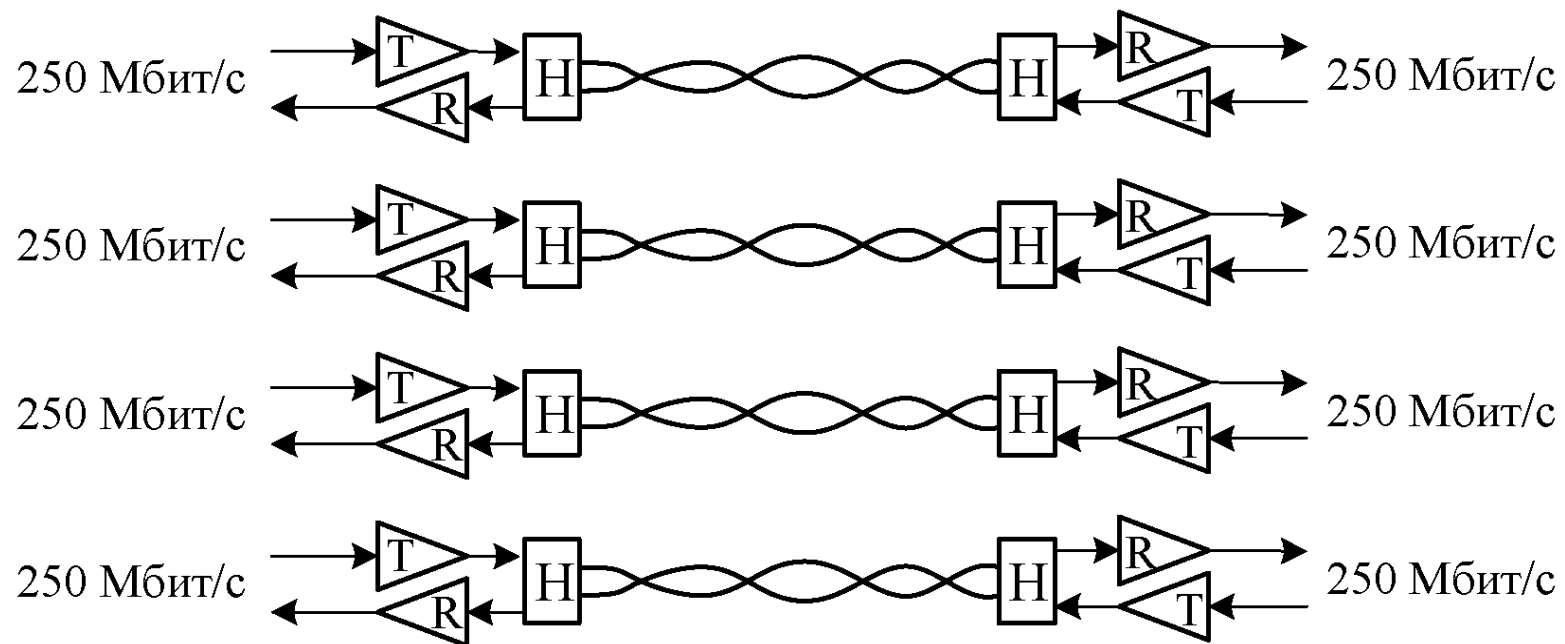
Длина сегмента на **коаксиальном** кабеле не превышает **25 м**.

Для использования уже имеющихся симметричных кабелей UTP категории 5 был разработан стандарт 802.3ab. Поскольку в технологии Gigabit Ethernet данные должны передаваться со скоростью 1000 Мбит/с, а витая пара 5 категории имеет полосу пропускания 100 МГц, то было решено передавать данные параллельно по 4 витым парам и использовать UTP категории 5 или 5e.

Для передачи используется код 4D-PAM5 с **пятью уровнями потенциала** (-2, -1, 0, +1, +2). По каждой паре проводов одно-временно производится передача и прием данных со скоростью 125 Мбит/с в каждую сторону.

При этом происходит **постоянная коллизия**, при которой формируются сигналы сложной формы пяти уровней. Разделение входного и выходного потоков производится за счет использования схем гибридной развязки H.

В качестве таких схем используются **сигнальные процессоры**. Для выделения принимаемого сигнала приемник **вычитает** из суммарного (передаваемого и принимаемого) сигнала **собственный передаваемый сигнал**.



Передача данных по 4 парам UTP категории 5

Временные интервалы, формат кадра и передача являются общими для всех версий 1000 Мбит/с.

Физический уровень определяют две схемы кодирования сигнала:

- Схема 8В/10В используется для **оптического волокна** и **медных экранированных кабелей**.
- Для **симметричных кабелей UTP** используется модуляция амплитуды импульсов (код РАМ5).
- В **волоконнооптических линиях** используют логическое кодирование 8В/10В и линейное кодирование (NRZ).

Сравнительные характеристики спецификаций Gigabit Ethernet

	Спецификация	Среда	Расстояние
1	1000Base-LX	Волокно 10 мкм	5000 м
2		Волокно 50 мкм	500 м
3		Волокно 62,5 мкм	500 м
4	1000Base-SX	Волокно 50 мкм	500 м
5		Волокно 62,5 мкм	300 м
6	1000Base-T	Витая пара UTP, 5e	100 м
7	1000Base-CX	Коаксиальн. кабель	25 м

Стандарт 1000BASE-T предусматривает использование кабеля UTP. категории 5e, 6 или 7. Предельная длина кабеля аппаратуры 1000BASE-T не превышает 100 м.

Вопрос №3. Технология 10 Gigabit Ethernet

Технология 10-Gigabit Ethernet (10GbE) описывается стандартом **IEEE 802.3ae**, который определяет полнодуплексную передачу данных со скоростью 10 Гбит/с по **волоконно-оптическому кабелю**.

Стандарт 10GbE на физическом уровне позволяет увеличить расстояние связи до 40 км по одномодовому волокну и обеспечить совместимость с сетями синхронной цифровой иерархии (SDH) и фотонными сетями, использующими плотное спектральное уплотнение по длине волны (Dense Wave-length Division Multiplexing - DWDM).

Поскольку в технологии 10GbE используется **только полнодуплексная связь**, в режиме CSMA/CD нет необходимости. Следовательно, в сетях исключается использование концентраторов **hub**.

Стандарт 802.3ae управляет семейством технологий 10GbE, которое включает:

- **10GBASE-SR** - для коротких расстояний по уже установленному многомодовому волокну, поддерживает связь на расстоянии от 26 м до 82 м.
- **10GBASE-LX4** - использует технологию уплотнения по длинны волне (WDM), поддерживает связь на расстоянии от 240 м до 300 м по уже установленному многомодовому волокну и до 10 км по одномодовому волокну.
- **10GBASE-LR** и **10GBASE-ER** - обеспечивает связь от 10 км до 40 км по одномодовому волокну.
- **10GBASE-SW**, **10GBASE-LW** и **10GBASE-EW** - технологии с общим названием **10GBASE-W**, предназначены, чтобы обеспечить работу оборудования глобальных сетей с модулями SONET/SDH.