

# Канальный уровень модели OSI.

1. Ethernet
2. Token Ring
3. FDDI

# Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet

Стараниями фирм DEC, Intel и Xerox(DIX) в 1985 году сеть Ethernet стала международным стандартом, ее приняли крупнейшие международные организации по стандартам: комитет 802 IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) и ECMA (European Computer Manufacturers Association).  
Стандарт IEEE 802.3

В 1995 году появился стандарт на более быструю версию Ethernet, работающую на скорости 100 Мбит/с (так называемый Fast Ethernet, стандарт IEEE 802.3u), использующую в качестве среды передачи витую пару или оптоволоконный кабель. Появилась и версия на скорость 1000 Мбит/с (Gigabit Ethernet, стандарт IEEE 802.3z)

Метод доступа к среде –CSMA/CD(Carrier-Sense Multiple Access with Collision Detection – множественный доступ с контролем несущей и обнаружением конфликтов). Перед началом передачи данных участник сети проверяет не происходит ли передача данных в этот момент. Если происходит, то он ждет когда она освободится

# Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet

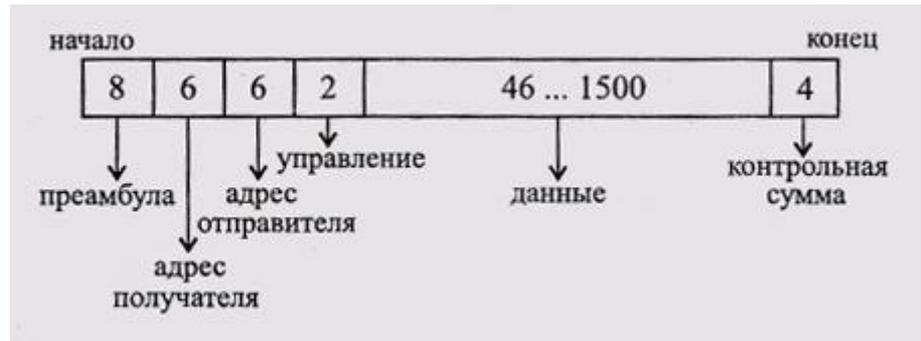
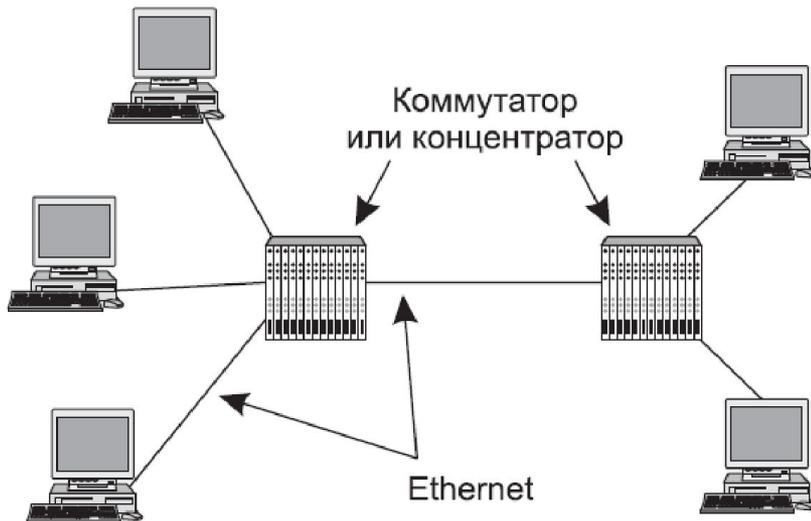
Основные характеристики стандарта IEEE 802.3 следующие: топология — шина, среда передачи - коаксиальный кабель, скорость передачи - 10 Мбит/с, максимальная длина — 5 км, максимальное количество абонентов — до 1024, длина сегмента сети - до 500 м, количество абонентов на одном сегменте — до 100, метод доступа -CSMA/CD

Помимо стандартной топологии «шина» применяются также топологии типа «пассивная звезда» и «пассивное дерево». Главное - чтобы в полученной в результате топологии не было замкнутых путей (петель).

В сети Fast Ethernet не предусмотрена физическая топология «шина», используется только «пассивная звезда» или «пассивное дерево». К тому же в Fast Ethernet гораздо более жесткие требования к предельной длине сети. Увеличение в 10 раз скорости передачи и сохранение формата пакета приводит к тому, что допустимая величина двойного времени прохождения сигнала по сети уменьшается в 10 раз(5,12 мкс против 51,2 мкс в Ethernet).

# Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet

Для передачи информации в сети Ethernet применяется стандартный код Манчестер. При этом один уровень сигнала нулевой, а другой - отрицательный, то есть постоянная составляющая сигнала не равна нулю. При отсутствии передачи потенциал в сети нулевой.



Структура пакета сети Ethernet/Fast Ethernet

# Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet

Длина кадра Ethernet (то есть пакета без преамбулы) должна быть не менее 512 битовых интервалов, или 51,2 мкс (именно такова предельная величина двойного времени прохождения в сети). Предусмотрена индивидуальная, групповая и широковещательная адресация.

Для сети Ethernet, работающей на скорости 10 Мбит/с, стандарт определяет четыре основных типа среды передачи информации:

- 10BASE5 (толстый коаксиальный кабель);
- 10BASE2 (тонкий коаксиальный кабель);
- 10BASE-T (витая пара);
- 10BASE-FL (оптоволоконный кабель).

Точно так же для сети Ethernet, работающей на скорости 100 Мбит/с (Fast Ethernet) стандарт определяет три типа среды передачи:

- 100BASE-T4 (счетверенная витая пара, длина сегмента 100 м);
- 100BASE-TX (сдвоенная витая пара, длина сегмента 100 м);
- 100BASE-FX (оптоволоконный кабель, длина сегмента 2000 м).

# Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet

Типы 100BASE-TX и 100BASE-FX иногда объединяют под именем 100BASE-X, а 100BASE-T4 и 100BASE-TX - под именем 100BASE-T.

В 1998 году принят стандарт, получивший наименование IEEE 802.3z. Разработкой занимается специально созданный альянс (Gigabit Ethernet Alliance), в который, в частности, входит такая известная фирма, занимающаяся сетевой аппаратурой, как 3Com.

Номенклатура сегментов сети Gigabit Ethernet в настоящее время включает в себя следующие типы:

- 1000BASE-SX - сегмент на мультимодовом оптоволоконном кабеле с длиной волны светового сигнала 850 нм (длиной до 500 м).
- 1000BASE-LX - сегмент на мультимодовом (длиной до 500 м) и одномодовом (длиной до 5000 м) оптоволоконном кабеле с длиной волны светового сигнала 1300 нм.
- 1000BASE-CX - сегмент на экранированной витой паре (длиной до 25 м).
- 1000BASE-T - сегмент на счетверенной неэкранированной витой паре (длиной до 100 м).

# Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet

Специально для сети Gigabit Ethernet предложен метод кодирования передаваемой информации 8В/10В, построенный по тому же принципу, что и код 4В/5В сети FDDI. Восемью битам информации, которую нужно передать, ставится в соответствие 10 бит, передаваемых по сети. Этот код позволяет сохранять самосинхронизацию, легко обнаруживать несущую (факт передачи), но не требует удвоения полосы пропускания, как в случае кода Манчестер-II.

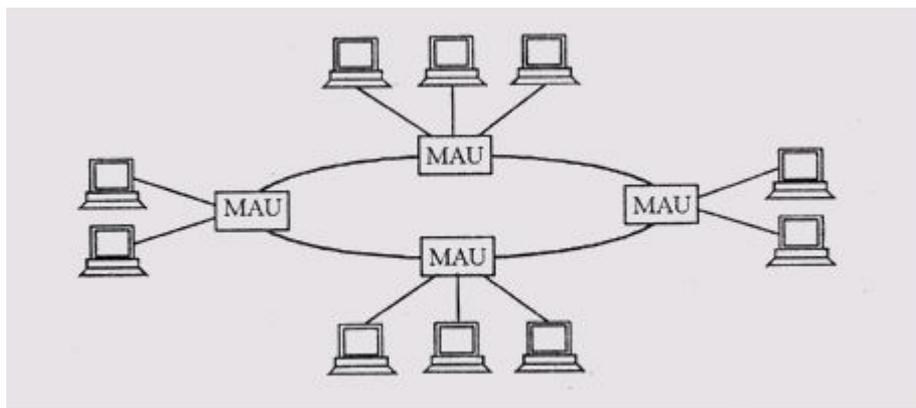
Для увеличения 512-битного интервала сети Ethernet, соответствующего минимальной длине пакета, (51,2 мкс в сети Ethernet и 5,12 мкс в сети Fast Ethernet), разработаны специальные методы. В частности, минимальная длина пакета увеличена до 512 байт (4096 бит). В противном случае временной интервал 0,512 мкс чрезмерно ограничивал бы предельную длину сети Gigabit Ethernet. Все пакеты с длиной меньше 512 байт расширяются до 512 байт. Это требует дополнительной обработки пакетов.

Конкурент Gigabit Ethernet технология АТМ

# Token-Ring

Сеть Token-Ring была предложена фирмой IBM в 1985 году (первый вариант появился в 1980 году). Назначением Token-Ring было объединение в сеть всех типов компьютеров, выпускаемых IBM (от персональных до больших). Token-Ring является в настоящее время международным стандартом IEEE 802.5.

По сравнению с аппаратурой Ethernet аппаратура Token-Ring оказывается заметно дороже, так как использует более сложные методы управления обменом, поэтому распространилась сеть Token-Ring значительно меньше.



Несколько концентраторов могут конструктивно объединяться в группу, кластер (cluster), внутри которого абоненты также соединены в единое кольцо.

# Token-Ring

В качестве среды передачи в сети IBM Token-Ring сначала применялась витая пара, но затем появились варианты аппаратуры для коаксиального кабеля, а также для оптоволоконного кабеля в стандарте FDDI. Витая пара применяется как неэкранированная (UTP), так и экранированная (STP).

Основные технические характеристики сети Token-Ring следующие.

- Максимальное количество концентраторов типа IBM 8228 MAU - 12.
- Максимальное количество абонентов в сети - 96.
- Максимальная длина кабеля между абонентом и концентратором — 45 м.
- Максимальная длина кабеля между концентраторами -45м.
- Максимальная длина кабеля, соединяющего все концентраторы - 120м.
- Скорость передачи данных - 4 Мбит/с и 16 Мбит/с.

Все приведенные характеристики относятся к случаю неэкранированной витой пары. В случае применения другой среды передачи характеристики сети могут отличаться. Например, при использовании экранированной витой пары количество абонентов может быть увеличено до 260 (вместо 96), длина кабеля - до 100 м (вместо 45), количество концентраторов -до 33, а полная длина кольца, соединяющего концентраторы - до 200 м. Оптоволоконный кабель позволяет увеличивать длину кабеля до 1 км.

# Token-Ring

High Speed Token Ring – дальнейшее развитие (100-150 Мбит/с)

Для передачи информации в Token-Ring используется вариант кода Манчестер.

В отличие от Ethernet сеть Token-Ring лучше держит большую нагрузку (больше 30-40%) и обеспечивает гарантированное время доступа. Это крайне необходимо, например, в сетях производственного назначения, в которых задержка реакции на внешнее событие может привести к серьезным авариям.

В сети Token-Ring используется классический маркерный метод доступа, то есть по кольцу постоянно циркулирует маркер, к которому абоненты могут присоединять свои пакеты данных. Отсюда следует такое важное достоинство данной сети, как отсутствие конфликтов, но отсюда же следуют такие недостатки, как необходимость контроля за целостностью маркера и зависимость функционирования сети от каждого из абонентов (в случае неисправности абонент обязательно должен быть исключен из кольца).

Для контроля за целостностью маркера используется один из абонентов (так называемый активный монитор).

# Token-Ring

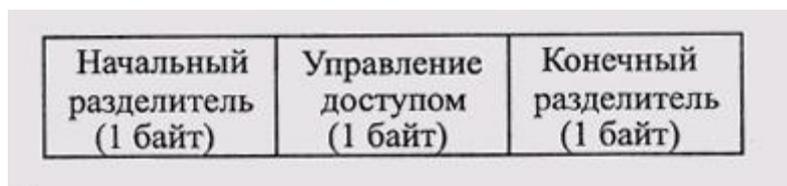
Активный монитор выбирается при инициализации сети, им может быть любой компьютер сети. Если активный монитор по какой-то причине выходит из строя, то включается специальный механизм, посредством которого другие абоненты (запасные мониторы) принимают решение о назначении нового активного монитора.

Абонент может присоединить к маркеру свой пакет только тогда, когда его собственный приоритет такой же или выше приоритета маркера.

Биты резервирования позволяют абоненту зарезервировать свое право на дальнейший захват сети, то есть, так сказать, занять очередь на обслуживание.



Формат байта управления доступом



Формат маркера сети Token-Ring



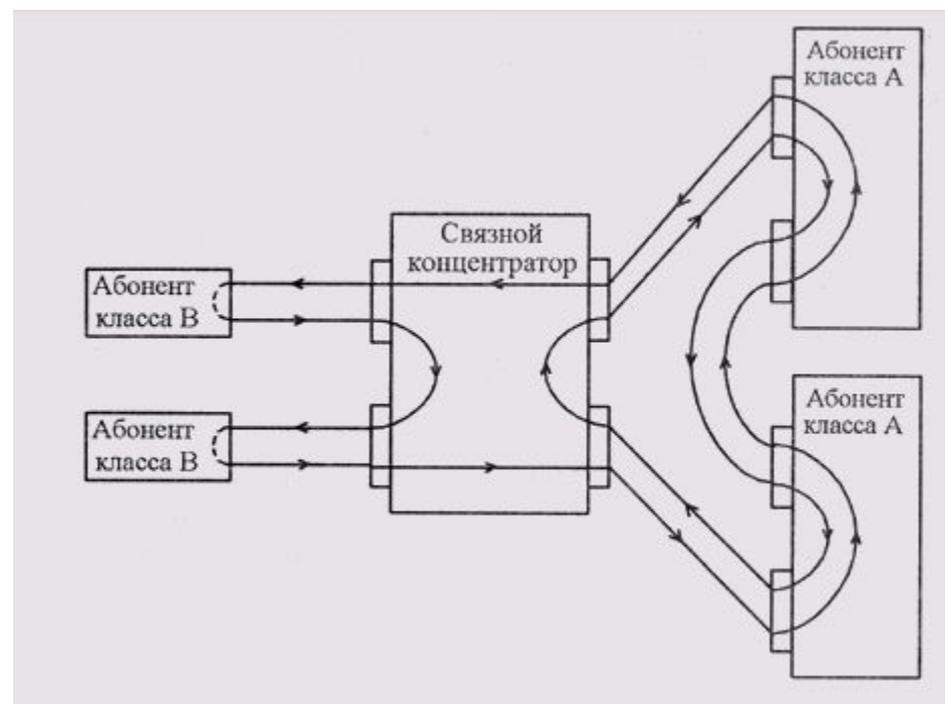
Формат пакета сети Token-Ring

# FDDI

Fiber Distributed Data Interface - оптоволоконный распределенный интерфейс данных

Основные технические характеристики сети FDDI следующие.

- Максимальное количество абонентов сети — 1000.
- Максимальная протяженность кольца сети - 20 км.
- Максимальное расстояние между абонентами сети - 2 км.
- Среда передачи - многомодовый оптоволоконный кабель (возможно применение электрической витой пары).
- Метод доступа - маркерный.
- Скорость передачи информации — 100 Мбит/с (200 Мбит/с для дуплексного режима передачи).



Пример конфигурации сети FDDI

# FDDI

Отметим, что ограничение на общую длину сети в 20 км связано не с затуханием сигналов в кабеле, а с необходимостью ограничения времени полного прохождения сигнала по кольцу для обеспечения предельно допустимого времени доступа. А вот максимальное расстояние между абонентами (2 км при многомодовом кабеле) определяется как раз затуханием сигналов в кабеле (оно не должно превышать 11 дБ). Предусмотрена также возможность применения одномодового кабеля, и в этом случае расстояние между абонентами может достигать 45 километров, а полная длина кольца - 100 километров.

Имеется и реализация FDDI на электрическом кабеле. При этом используется кабель категории 5 с разъемами RJ-45. Максимальное расстояние между абонентами в этом случае должно быть не более 100 м. Стоимость оборудования сети на электрическом кабеле в несколько раз меньше.

Для передачи данных в FDDI применяется уже упоминавшийся в первой главе код 4B/5B

# FDDI

Предусматривает включение в кольцо абонентов двух типов

- двойного подключения (DAC - Dual-Attachment Concentrator)
- одинарного подключения (SAC - Single-Attachment Concentrator)

В отличие от метода доступа, предлагаемого стандартом IEEE 802.5, в FDDI применяется так называемая множественная передача маркера.

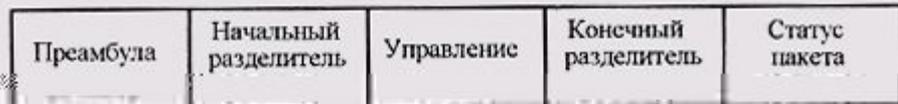
Последовательность действий здесь следующая.

- Абонент, желающий передавать, ждет маркера, который идет за каждым пакетом.
- Когда маркер пришел, абонент удаляет его из сети и передает свой пакет.
- Сразу после передачи пакета абонент посылает новый маркер.

Одновременно каждый абонент ведет свой отсчет времени, сравнивая реальное время обращения маркера (TRT) с заранее установленным контрольным временем его прибытия (РТТ). Если маркер возвращается раньше, чем установлено РТТ, то делается вывод, что сеть загружена мало, и, следовательно, абонент может спокойно передавать всю свою информацию. Если же маркер возвращается позже, чем установлено РТТ, то сеть загружена сильно, и абонент может передавать только самую необходимую информацию.

# FDDI

Стандарт FDDI в отличие от стандарта IEEE 802.5 не предусматривает возможности установки приоритетов пакетов и резервирования. Вместо этого все абоненты разделяются на две группы: асинхронные и синхронные. Асинхронные абоненты - это те, для которых время доступа к сети не слишком критично. Синхронные — это те, для которых время доступа должно быть жестко ограничено.



Формат маркера FDDI



Формат байта управления



Формат пакета FDDI